ЕСТЬ ЛИ БУДУЩЕЕ У ОРНИТОПТЕРОВ?

Сёмина Д.В.

МКУ ДО «ЦТТ», 8 класс

Руководитель: Михайлов А.Н., МКУ ДО «ЦТТ», директор, педагог-наставник

С древних времен людей вдохновляет полет птиц. Ученые всех эпох старались создать орнитоптер – устройство, позволяющее человеку подняться в воздух, взмахивая крыльями. Орнитоптéр (англ. ornithopter, от др.-греч. ὄρνις, – птица и πτερόν – крыло) – воздушное судно тяжелее воздуха, которое поддерживается в полёте в основном за счёт реакций воздуха с его плоскостями, которым придаётся маховое движение. В русском языке также распространены синонимы – махолёт, птицекрылый летательный аппарат. Но как бы они ни старались, какие бы хитрые приспособления ни выдумывали, все попытки с использованием только мускульной силы человека были обречены на провал [1].

Причина многочисленных неудач понятна: саму сущность полета в те годы представляли достаточно смутно. Подъемную силу птицам дает не опора на воздух, а особый контур профиля крыла. Разделяя набегающий поток надвое, он заставляет воздух над верхней кромкой двигаться быстрее, чем над нижней. По закону Бернулли, давление будет выше в области с более медленным потоком. Возникающая разница между давлением под крылом и над ним создает подъемную силу. Но стоит начать махать крыльями – и эта ясная картина полностью меняется [3].

Лишь в середине XIX века авторы проектов летательных машин перешли от машущих крыльев к неподвижным несущим поверхностям и к пропеллеру, который явился как бы перенесением в воздух водного гребного винта. А до того в течение тысячелетий человек иначе и не представлял себе полета, как только с помощью машущих крыльев. Это естественно: с кого же было ему брать пример, как не с птиц [4].

Сегодня в мире очень много транспорта, который загрязняет окружающую среду. В наше время проблемам экологии уделяют повышенное внимание во многих странах. Ведь от этого зависит здоровье нас и наших потомков.

Орнитоптер считается одним из самых экологически чистых видов транспорта. Именно поэтому меня заинтересовал вопрос о том, как можно использовать орнитоптер в наше время.

Цель работы. Целью моей работы является исследование истории создания орнитоптеров и их предназначение, а также перспектив создания такого ле-

тательного аппарата в сегодняшние дни и в будущем.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. История возникновения орнитоптеров;
2. Дальнейшие разработки орнитоптеров;
3. Предназначение орнитоптеров;
4. Орнитоптеры в наши дни;
5. Орнитоптеры в современном мире;
6. Преимущества и недостатки орнитоптеров;
7. Заключение.

1. История возникновения орнитоптеров

Сама идея орнитоптера – птицекрылого летательного аппарата – подразумевает подражание природным прототипам, птицам и насекомым, как в форме крыльев, так и в движениях ими.

Первый известный проект орнитоптера – это проект Леонардо да Винчи, где человек должен находиться в лежачем положении (1485–1487 гг.) (рис. 1).

Рис. 2

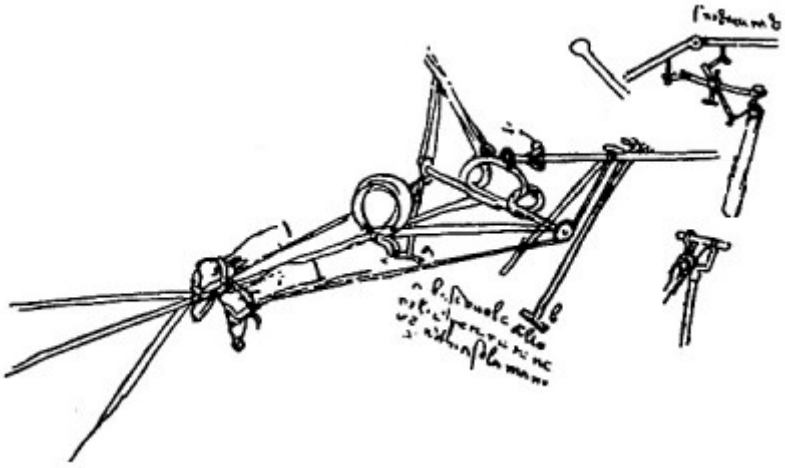


Рис. 1

Для взмахов крыльями нужно использовать и силу рук, и силу ног «пилота». Ось крыла располагалась таким образом, чтобы при движении вниз оно одновременно двигалось назад, создавая наряду с подъемной силой и силу, направленную вперед, необходимую для горизонтального полета.

Для управления высотой полета да Винчи предложил оригинальный механизм, состоящий из подвижного горизонтального хвостового оперения, соединенного с обручем на голове человека. Поднимая и опуская голову, испытатель должен был, по замыслу Леонардо, поднимать и опускать хвостовую поверхность орнитоптера [2] (рис. 2).

Леонардо не только привел краткое описание конструкции, но и дал рекомендации об испытаниях аппарата. Он писал: «Этот прибор ты испытаешь над озером и наденешь в виде пояса длинный мех, чтобы при падении не утонуть. Надобно также, чтобы опускание крыльев производилось силою обеих ног одновременно, дабы ты мог задерживаться и балансировать, опуская одно крыло быстрее другого, смотря по надобности, так, как ты видишь это делают коршуны и другие птицы. И притом опускание посредством двух ног всегда бывает более мощным, чем посредством одной... А поднимание крыльев должно совершаться

силою пружины или, если хочешь, рукою, а еще лучше поднятием ноги, это – лучше, потому что руки у тебя тогда свободнее» – (Леонардо да Винчи) [2].

Увы, но да Винчи так и не построил для себя такую машину в XV веке и не смог испытать ее.

2. Дальнейшие разработки орнитоптеров

Кроме Леонардо да Винчи попытки подняться в воздух предпринимались, многими изобретателями из разных стран. Об этом сохранилось, много свидетельств.

2.1 Разработки в России и СССР

В России также существовал и существует интерес. Н.Е. Жуковский, изучая полеты птиц, разрабатывал свои аэродинамические теории. Значительный вклад в изучение машущего полета внесли академики М.К. Тихонравов и Г.И. Петров. Постройкой орнитоптеров в России занималась группа проф. В.А. Киселёва. При хорошем финансировании и государственной поддержке лаборатория добилась значительных результатов. Было проведено большое количество экспериментов, создана аэродинамическая теория машущего полета, а также построен ряд летающих моделей с машущим крылом, наибольшая из которых была весом 12 кг [1]. В начале 90-х гг. в лаборатории Киселева был разработан проект пилотируемого одноместного летательного машущекрылого аппарата взлетным весом 450 кг. На проект даже была выделена часть средств, но перестройка не позволила реализовать задуманное.

Большой интерес к орнитоптерам наблюдался в СССР в предвоенное и послевоенное время, для этих целей на общественных началах был создан Комитет машущего полёта, в который входили тысячи гражданских активистов, из которых около пятисот – в Москве (среди которых было 6 докторов наук, около 40 кандидатов наук, 300 инженеров, 100 лётчиков). Работы велись совместно с орнитологами Института морфологии животных АН СССР под председательством члена-корреспондента АН СССР профессора В.В. Голубева [1].

2.2. Разработки во Франции

Во Франции 19–летний Бланшар, в 1781 году объявил о своем изобретении в газете «Журналь де Пари». На крестообразной подставке должно было располагаться судно полтора метра длиной и три четверти шириной, состоящее из тоненьких палочек. Крылья, образующие зонт диаметром 6 метров, предполагалось крепить на двух деревянных стойках. Однако изобретатель публике представил совсем другую конструкцию.

Так же в этой стране орнитоптеры изобретал Винцент де-Гроф. Свои работы он начал в 1862 году в Бельгии, будучи сапожником, а продолжил, перебравшись во Францию. Его махолёт имел крылья площадью около 20 кв.м., укрепленные в верхней части прямоугольной деревянной рамы. Пилот располагался посреди этой рамы стоя и ногами приводил крылья в движения. Многие усовершенствования этой конструкции не дали желаемого результата. Тогда изобретать решил прибегнуть к содействию воздушного шара, чтобы совершить с него спуск на своем орнитоптере. Он считал, что это поможет определить направление дальнейшего совершенствования летательного аппарата. Через газету нашёл английского воздухоплавателя по имени Симмонс. Полёт состоялся 9 июля 1874 года. Воздушный шар взлетел из Лондона вместе с подвешенным под ним орнитоптером весом в 125 кг. и его изобретателем. На высоте нескольких метров Симмонс отцепил орнитоптер. При спуске крылья под давлением воздуха поднялись вверх и надломились. Изобретатель разбился, упав на шоссе (рис. 3).

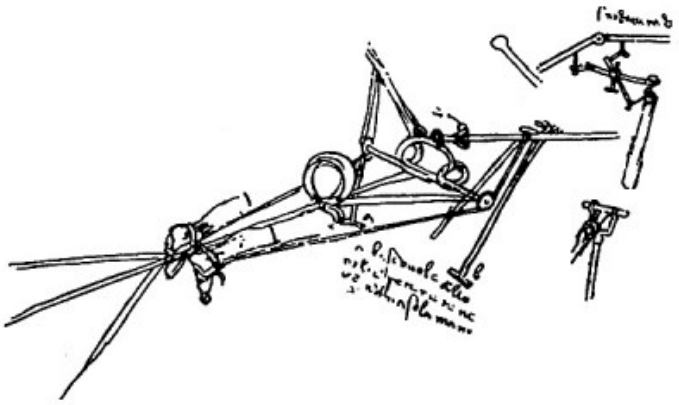


Рис. 3

Густав Трувэ в 1801 году предоставил во французскую Академию наук оригинальный орнитоптер. Этот летательный аппарат напоминал сказочного дракона с распущенными крыльями. Крылья были прикреплены к ножкам подковообразной изогнутой трубки. Последовательное повышение и понижение давление воздуха в этой трубке приводили к колебательным движениям её ножек, а вместе с ними и крыльев. Такие движения вызывались последовательными взрывами патронов, помещенных в самодействующем револьверном барабане на 12 выстрелов. На этих зарядах орнитоптер мог пролететь 75 метров. После последнего взрыва он опускался на землю красивым скользящим полетом. Модель весила 3.5 килограмма [5] (рис. 4).

2.3. Разработки в Германии и Австрии

В столице Австрии – Вене, изобретатель Яков Деген разрабатывает свой орнитоптер. Он придумал машину со створчатыми крыльями парашютного типа, которые поднимались прямо вверх и опускались также. Летательный аппарат получил название ортоптер и являлся разновидностью орнитоптера. Построен он был из камыша, тонкой, пропитанной лаком бумагой, шелковых шнурков и древесины. В крыльях имелись 1200 клапанов, которые при движении крыльев вниз закрывались, а при движении вверх открывались. Свои опыты с ортоптером изобретатель проводил, подвешивая его к противовесам. Затем перешел к экс-

Рис. 4

В период примерно с 1870 по 1876 гг. Альфонс Пено в научных целях изготовил модель орнитоптера с резиновым двигателем (рис. 5).

периментам с воздушным шаром, который заменил противовесы. Этим достигалось распределение подъёмной силы примерно поровну между воздушным шаром и кры-

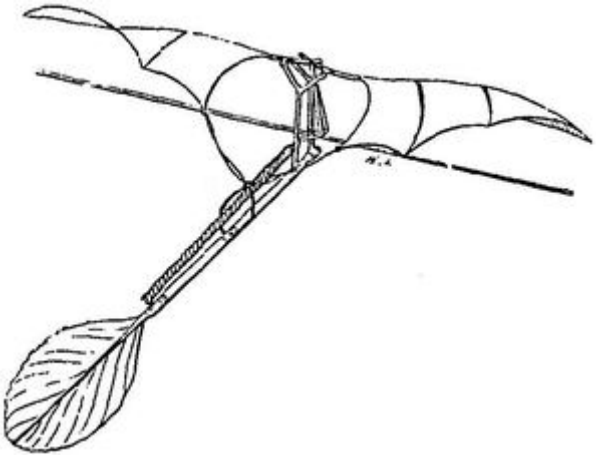


Рис. 5

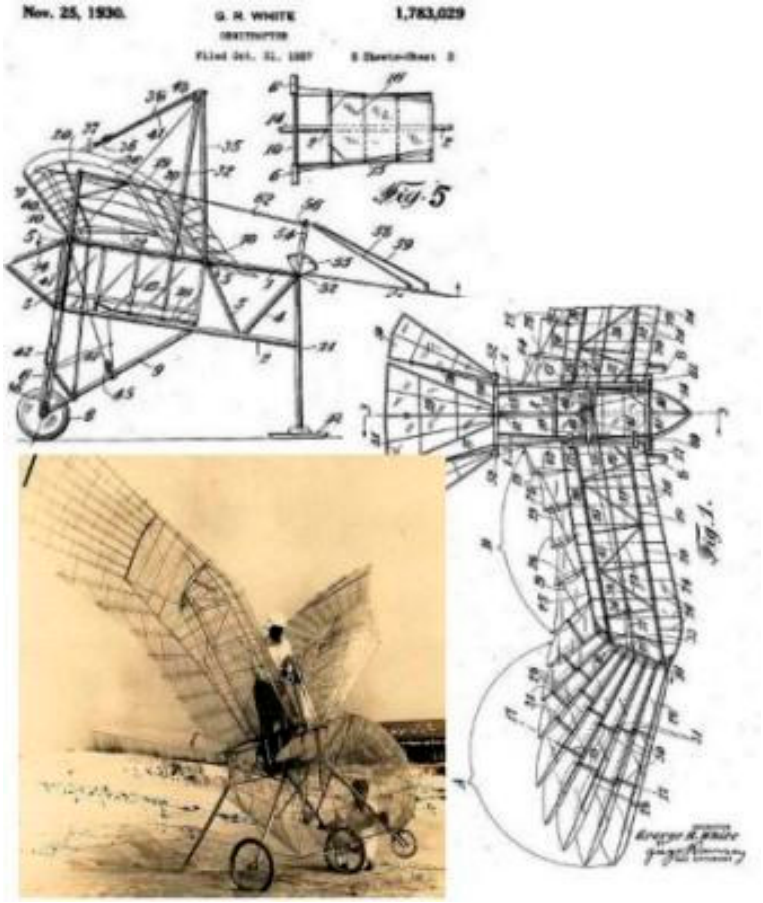
льями. 12 ноября 1808 года в присутствии публике, при тихой погоде ему удалось подняться в воздух, а затем удачно приземлиться. Однако ошибка конструктора заключалась именно в использовании воздушного шара, который даже при небольшом ветре оказался помехой. При этом полёт не состоялся ортоптер даже не оторвался от земли.

В Германии инженер Артур Штенцель в г. Альтоне изготовил орнитоптер больших размеров в 1897 году. Его каркас был стальным с обтяжкой уже из прорезиненной ткани. Размах крыльев составлял 9.32 метра. Вес орнитоптера – 32 килограмма. Причём из этого веса 17.5 килограмм приходилось на двигатель в 3 л. силы, работавшим на сжатой углекислоте. Не смотря на наличие двигателя орнитоптер летать самостоятельно не мог. Однако будучи подвешенным на проволоку при каждом взмахе крыльев мог самостоятельно продвигаться на три метра.

Также в Германии разработкой орнитоптеров занимались знаменитые братья Отто и Густав Лилиенталь.

2.4. Разработки в Америке

В 1928 году во Флориде, в Сан-Августине, изобретатель Уайт произвел ряд опытов со своим орнитоптером весом 54 килограмма. Его крылья, покрытые негорючим прозрачным материалом, имели размах почти в 9 метров. Длина орнитоптера – 2.40 метра. Каркас был сделан из хромо – молибденовой стали. Крылья должны были приводиться в движение с помощью ножного двигателя. При пробном полёте аппарат разбился.



3. Предназначение орнитоптеров в сегодняшние дни

Орнитоптетеры – беспилотники в первую очередь они всё-таки воспринимаются как развлечение – полетать, поснимать пейзажи с высоты. Но у них есть и более серьезные предназначения. Использовать такие устройства могут спасатели МЧС, чтобы осматривать те места, до которых людям добраться невозможно или опасно. Беспилотники встречаются в пользовании людей и более мирных профессий, например, фотографов. Притом с их помощью снимаются не только пейзажи или архитектура – летательный аппарат позволяет получить отличные ракурсы на фото и видео с людьми, например – на свадебной съемке [6] С помощью орнитоптеров-беспилотников возможно отпугивание мелких птиц на аэродромах. Только в этом случае, орнитоптер должен обладать внушительными размерами, быть адиоуправляемым и на нем должно быть установлено специальное звуковое отпугивающее устройство. Орнитоптеры можно будет использовать для скрытого наблюдения и обнаружения токсичных веществ.

4. Орнитоптеры в наши дни

В наши дни конструирование орнитоптеров стало экзотическим хобби. (рис. 6).

Рис. 6

Однако современные изобретатели продолжают работать над этой темой. Работы ведутся по двум направлениям: создание орнитоптера для полётов человека (рис. 7) и создание орнитоптера-беспилотника (рис. 8).

Рис. 7

Рис. 8

4.1. Орнитоптеры для полёта человека

В Америке разработали UTAIS Ornithopter №1. Этот проект был воплощен и даже полетел. Орнитоптер спроектировали в Университете Торонто и впервые испытали в 2006 году. Машина получилась невероятно легкой, а для запуска в воздух использовался реактивный ускоритель.

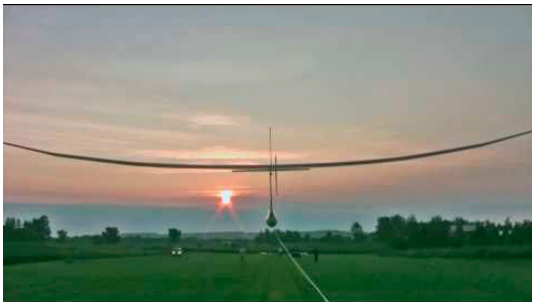
Во время первого испытания Ornithopter No.1 влетел, за 14 секунд преодолел около 300 метров, а затем рухнул наземь.

Восстанавливать орнитоптер и проводить его дальнейшие испытания конструкторы не стали [7].

2 августа 2010 года орнитоптер, ведомый Тоддом Рейхертом (Todd Reichert), руководителем данного проекта, поднялся в воздух в присутствии представителя Международной авиационной федерации. Сна-

чала махолёт буксировался автомобилем, но далее трос был отцеплен и орнитоптер перешёл к движению за счёт маха длинных и гибких крыльев.

Snowbird продемонстрировал полёт со стабильными скоростью и высотой, покрыв за 19,3 секунды расстояние в 145 метров [8].



4.2. Орнитоптеры – беспилотники

В 2011 году калифорнийская фирма AeroVironment разработала летающего робота-орнитоптера Nano Hummingbird, что переводится именно как «нано-колибри». Он напоминает по виду птичку колибри.

Колибри успешно преодолел цикл испытаний на открытом воздухе, а также внутри зданий. Этот небольшой орнитоптер управляется оператором дистанционно, при этом машинка в реальном времени транслирует на землю видео со своей крошечной камеры.

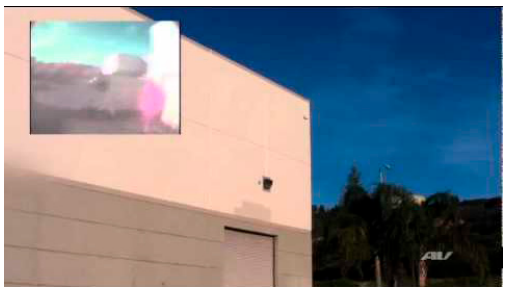
Первые тесты на управляемость (в закрытом помещении) ранний прототип «Колибри» прошёл ещё в 2009 году. Теперь широкие возможности показал более продвинутый вариант робота. «Эта модель способна разгоняться до 18 километров в час, а весит она всего 19 граммов», – информирует PhysOrg.com.

Аппарат «Нано-Колибри» создан по заказу агентства по перспективным оборонным исследованиям Пентагона (DARPA), которое видит в крошечном махолёте ловкого разведчика и шпиона.

Разработка такого махолёта явилась настоящим вызовом: непросто было рассчитать аэродинамику машущего аппарата. Кроме того, заказ подразумевает, что бес-

пилотник «Колибри» сможет действовать при боковых порывах ветра до двух метров в секунду, не сбиваясь с курса и не смещаясь по ветру более чем на метр.

По утверждению компании, это и другие требования DARPA «Колибри» смог выполнить и даже превзойти. Орнитоптер продемонстрировал умение плавно переходить от зависания к поступательному полёту и обратно, он даже выполнил мёртвую петлю.



В ходе одного из тестов аппарат продержался в воздухе непрерывно 11 минут без какой-либо подпитки энергией извне («просили» минимум 8), а в ходе другого испытания орнитоптер показал, как аккуратно он может залетать в обычные двери, исследовать интерьер зданий и без столкновений вылетать обратно на открытый воздух.

Однако, колибри не водятся за пределами Америки, да и в ней в большинстве мест будут выглядеть странно. Так что в будущем авторы этого робота намерены перекроить его под воробья. По оценке AeroVironment, до реального применения крошечного махолёта-разведчика в армии пройдёт ещё порядка десяти лет совершенствования конструкции и тестов [9]

На данный момент создано еще несколько представителей подобных летательных аппаратов, это робот-стрекоза DelFly Micro **(рис. 8)** и робот-муха **(рис. 9)**, созданная учеными из Гарварда. Первый в свою очередь был создан группой разработчиков миниатюрных махолетов из Дельфтского технологического университета. При весе 16 граммов этот орнитоптер может порхать в воздухе на протяжении 15 минут при максимальной скорости 48 км/ч или неподвижно зависнуть на 8 минут. Аппарат с размахом крыльев 10 см снабжен видеокамерой массой 0,4 г и литий-полимерной батареей, управляется при помощи встроенного потокового видео.

Рис. 8

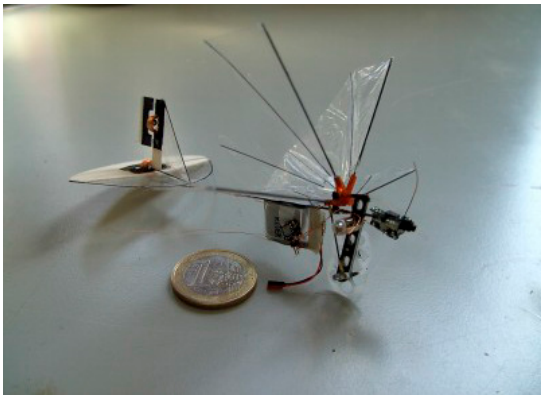
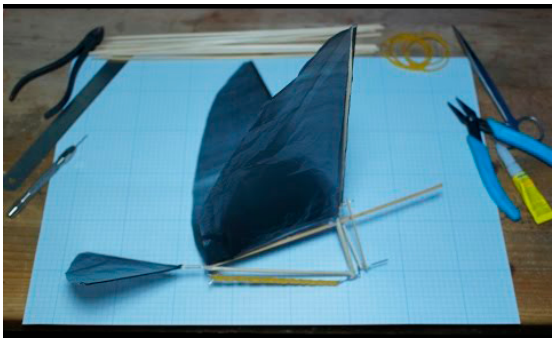


Рис. 9

Разработчиками предполагалось, что робота однажды можно будет использовать для скрытого наблюдения и обнаружения токсичных веществ. Прототип робота весит 60 миллиграммов, а размах его крыла не превышает 3 см. Сейчас разработчики создают контроллер САУ, который поможет роботу передвигаться в разных направлениях. Также специалисты занимаются разработкой встроенного источника питания: сейчас робот-муха питается за счет внешнего источника.

4.2.1. Проектирование и изготовление простого орнитоптера



5. Орнитоптеры в современном мире

Сегодняшние знания позволяют уверенно сказать – летать словно птица человек все же не может. Все из-за неразвитости мускулатуры – люди просто не приспособлены к столь частым взмахам крыльев. Другое дело – доверить махать крыльями технике. Здесь, однако, также есть проблема – применяемые повсюду двигатели внутреннего сгорания заставить правильно махать крыльями также непросто. Дело в трудностях преобразования частых движений поршня в плавные и равномерные взмахи. Именно поэтому проекты массивных орнитоптеров (или махолетов – подобных птицам летательных аппаратов) всегда проваливались [10].

А вот небольшими механическими птицами уже давно никого не удивишь. Маленькие и достаточно мощные электронные моторы начали производиться сравнительно недавно и именно с ними связан приход эпохи дронов. Подобные моторы можно использовать и для миниатюрных орнитоптеров, причем сконструировать такую машину по силам даже любителю.

Считается, что при небольшом весе и маленьких скоростях технология «махающих крыльев» может быть даже более экономичной, чем традиционные способы создания подъемной силы и тяги.

6. Преимущества и недостатки орнитоптеров

По моему мнению преимущества и недостатки орнитоптеров следующие:

К недостаткам орнитоптеров относится:

– крылья недостаточно усилены, чтобы выдерживать минимальные колебания при флаттере;

– сложность привода машущих крыльев;

– сложность управления полётом;

– машущее крыло имеет свою максимальную эффективность только при определённой скорости полёта и частоте колебаний (вращения для винта).

К преимуществам орнитоптеров можно отнести:

– высокая манёвренность при полёте;

– маленькие размеры площадок для взлёта и посадки;

– возможность применения двигательной установки маленькой мощности, которая позволит экономить топливо;

– способность летать на маленьких скоростях.

Заключение

Рассмотрев эту научно-исследовательскую работу, можно сделать следующие выводы:

– Возникновение идеи полёта человека при помощи машущего крыла, относится к временам задолго до изобретения традиционных летательных аппаратов;

– Леонардо да Винчи был первым из ученых, кто всерьез занялся изучением полёта человека;

– Дальнейшими разработками орнитоптеров занимались многие изобретатели из разных стран;

– Современные орнитоптеры можно разделить на 2 типа:

1. Орнитоптеры для полёта человека;
2. Орнитоптеры – беспилотники.

Основные трудности возникают перед конструкторами при разработке орнитоптеров для полёта человека.

Несмотря на то, что построено много летающих моделей махолётов, такой летательный аппарат, который бы мог совершить самостоятельный полёт, пока так и не построен. Однако современные изобретатели продолжают работать в этом направлении.

Орнитоптеры – беспилотники, с появлением новых технологий и материалов получили своё развитие. Создано несколько удачных на сегодняшний день разработок беспилотных орнитоптеров. Их характеристики пока весьма скромные. Однако, я считаю, что дальнейшие работы в этом направлении позволят усовершенствовать этот вид орнитоптеров.

Список литературы

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B5%D1%80.
2. http://www.sevparaplan.com/biblioteka/leonardo-da-vinchi/all-pages.
3. https://www.popmech.ru/technologies/234686–kak-moskovskiy-inzhener-postroil-makholet/.
4. http://pandia.ru/4664/.
5. http://epizodsspace.narod.ru/bibl/rynin/rak-i-dvig/rynin-rakety3e.html.
6. http://infocopter.ru/chto-takoe-kvadrokopter-i-ego-prednaznachenie/.
7. http://www.novate.ru/blogs/240917/43120/.
8. http://www.membrana.ru/particle/4474.
9. https://gizmod.ru/2011/02/25/robot-kolibri_pokazal_svoi_sposobnosti/.
10. http://rustoria.ru/post/ornitoptery-i-ciklokoptery-chto-pridet-na-smenu-dronam/.