

*Вытовтов А.В., преподаватель,
Калач А.В., д-р хим. наук, доц.,
Разиньков С.Ю., курсант
Воронежский институт ГПС МЧС России*

СОВРЕМЕННЫЕ БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ

Taft.RVK@yandex.ru

В настоящее время активно развивается гражданское применение беспилотных летательных аппаратов. Проведен анализ существующих технических решений, применение которых может быть использовано для создания аппарата направленного на мониторинг природных и техногенных явлений разрушительного и пожароопасного характера. Представлена классификация беспилотных летательных аппаратов. Проведен обзор существующих беспилотных летательных устройств использующих солнечные батареи как основной источник энергии. Кратко представлен опыт использования беспилотных летательных аппаратов в МЧС России. Представлен способ напыления слоя обладающего фотоэлектрическими свойствами на поверхность летательного аппарата. Проанализирована возможность создания атмосферного спутника на основе беспилотного летательного аппарата на солнечных батареях. Сделан вывод о необходимости создания комплекса оперативного управления с набором проблемно ориентированных программ способного решать конкретные задачи при ликвидации и мониторинге чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, солнечные батареи, кальций титанат, перовскит, атмосферный спутник.

Введение. Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – это любое удаленно управляемое или вовсе самостоятельное (интеллектуальное) летающее средство. Разработка и изготовление беспилотных летательных аппаратов для гражданской отрасли началось с 2000г. Разработка данного направления ведется во многих странах, на сегодняшний день более 20 отечественных предприятий, выпуская порядка 50 моделей различного предназначения.

Все БПЛА по своему виду и области выполняемых задач подразделяются на 3 основных типа (рис.1): беспилотные самолеты, беспилотные вертолеты и беспилотные аэростаты.

Беспилотные самолеты используются, прежде всего, для мониторинга площадных и линейных участков местности. Такие самолеты способны преодолевать большие расстояния, выполняя аэросъемку онлайн в любое время суток и при любых метеоусловиях. Максимальное качество работы и эффективность выполняемых задач на удалении до 70км от наземной станции управления. Скорость – до 400км/час. Время в полете: от 30мин до 8 ч.

Беспилотные вертолеты - используются для оперативного мониторинга локальных участков местности. Они малогабаритны и легки в управлении. Им не требуется специальная взлетно-посадочная полоса. Как и самолеты беспилотные вертолеты могут работать в любое время дня и ночи и при любых погодных условиях. Время полета: от 30 мин до 3 ч.

Беспилотные аэростаты - современные высокоэффективные аппараты, предназначенные для разведки и наблюдения местности на высоте

до 400 м. Легкие, надежные машины, способные долгое время работать в режиме реального времени.

Одним из вариантов эффективного использования БПЛА является применение солнечных батарей расположенных на поверхностях аппаратов.

БПЛА работающие на солнечных батареях. Первый беспилотный летательный аппарат - Sunrise I, снабженный солнечными батареями, поднялся в небо 4 ноября 1974 года. Запуск этого аппарата был произведен в Калифорнии с площадки вооруженных сил США - Форт-Ирвин [1]. В течение года, после старта Sunrise I, конструкторы дорабатывали аппарат, в результате чего был разработан и собран Sunrise II. Этот беспилотник оснащен 4480 солнечными элементами с суммарной мощностью 0,6 кВт.

В 2011 году три рекорда было установлено беспилотником Zephyr. Создатель этого аппарата – исследовательская компания Qinetiq. Рассмотрим подробнее данный аппарат. Продолжительность полета. Беспилотник Zephyr летал непрерывно целых 336 ч. 22 мин. 8с. Аппарату удалось побить собственный предыдущий рекорд – 10 дней в воздухе. Примечательно и то, что рекордный полет был прекращен не по причине возникновения неисправности, а потому, что создатели модели приняли решение о бессмысленности дальнейшего испытания – беспилотник и так показал себя с лучшей стороны.

Таких высоких показателей удалось достичь в результате применения особой конструкции, предусматривающей размещение на хвосте и крыльях аппарата сверхтонких солнеч-

ных панелей. Эти панели выполнены из аморфного кремния, и их толщина сравнима с толщиной листа бумаги. В качестве материала для самого беспилотника было выбрано углеродистое волокно. Zephyr может нести на себе до 4 кг по-

лезного груза. Модель пригодна для выполнения самых разных задач: от наблюдений за атмосферой до проведения разведки. Беспилотник способен подниматься на такую высоту, что обнаружить его почти невозможно.

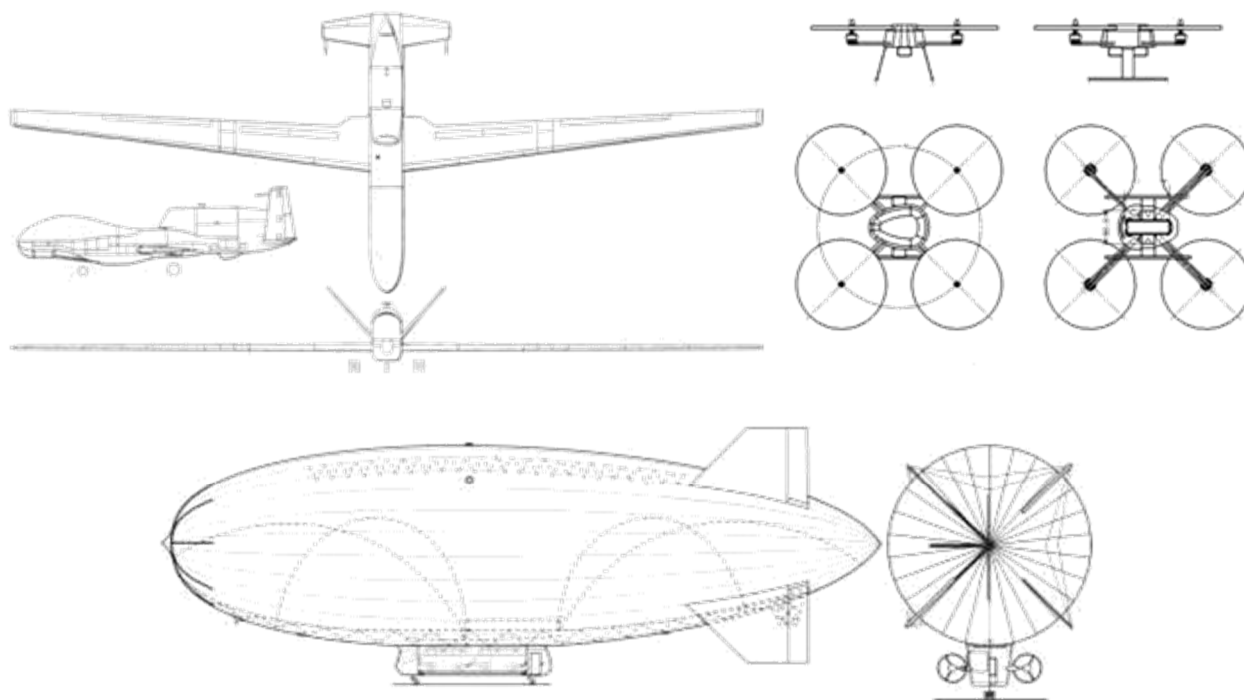


Рис. 1 Беспилотные самолеты, беспилотные вертолеты и беспилотные аэростаты

Высоты полета. Разработчики летательного аппарата заявляли, что его потолок – это высота в 18 км, однако аппарат смог взлететь даже выше – на высоту 21 км. Zephyr установил рекорд по продолжительности полета среди моделей своего класса (имеющих массу в диапазоне от 50 до 100 кг) [2].

Новым витком развития систем БПЛА стало вхождение в программу HAPS от Airbus. Беспилотный аппарат является одним из элементов и получил название Airbus Zephyr. Проект предназначен для развития технологий псевдо спутников, способных летать высоких слоях атмосферы. В октябре 2014 года данный беспилотный летательный аппарат был испробован в небе над Дубаи, установив несколько рекордов.

Новая планка была установлена Zephyr на отметке 18805 м наряду с самым долгим временем полета, длящимся 23 ч 47 мин.

Наиболее примечательным фактом, что это событие было отмечено в первый раз, когда полет HAPS был разрешен городской властью: в этом случае, Dubai Civil Aviation Authority. Полет, начатый в 6:31 по местному времени аппаратом Zephyr, взлетевшим из области Margham в Дубае и завершившийся близко к одному из трех самых оживленных аэропортов в мире, не затрагивал слоёв, где осуществляется граждан-

ское воздушное движение, прежде, чем приземлиться снова в Дубае в 6:18 на следующий день.

Команда, ответственная за испытательный полет, включала инженеров от Комитета Эмиратов по вопросам Передовой Науки и техники (EIAST), который был партнером Airbus Defence & Space во время их совместной работы над системой HAPS. Аппарат получился весом 34 кг и имел размах крыла 18 м. “Полет в Дубае продемонстрировал способность Zephyr работать в областях самого переполненного неба в мире”, сказал Крис Келлеэр, Технический директор, отвечающий за Airbus HAPS” [3].

Все системы летательного аппарата выдержали жесткие условия полета, перепад температуры от +40 до -80°C и порывы ветра, которые воздействовали на аппарат во время его подъема на максимальную высоту. Методика исследования ветровых колебаний при внешних периодических воздействиях для летательных аппаратов частично разбирается в [4,5].

Использование БПЛА на службе МЧС России. На вооружении МЧС России БПЛА, предназначенные для контроля за пожароопасными районами, поисковых работ и проведения разведки при пожаре, находятся относительно недолго, но уже успели принести свои плоды.

В 2012 году по распоряжению министра В.А. Пучкова региональные центры МЧС и региональные спасательные отряды оборудовали одним-двумя беспилотниками для опытного использования, а затем по завершению испытания до декабря 2013 года приняли БПЛА ведомством повсеместно. Государственный центральный аэромобильный спасательный отряд МЧС России «Центроспас», одним из основных направлений деятельности которого является освоение беспилотных летательных аппаратов, провел модернизацию своего парка беспилотной техники. Теперь в отряде есть использоваться комплекс с БПЛА SupercamS250 производства компании «Беспилотные системы» (г. Ижевск).

В феврале 2014 года БПЛА позволили отрядам МЧС России по Кировской области держать под контролем обстановку во время пожара на железнодорожной станции (сошел с рельс и загорелся состав с газовым конденсатом), грамотно концентрировать силы для безопасной эвакуации жителей и ликвидации последствий происшествия. Воздушный мониторинг зоны ЧС осуществлялся в дневное и ночное время суток, полностью исключая риск для жизни населения и аварийно-спасательной группы.

Ежегодно, с наступлением пожароопасного и паводкового периодов БПЛА позволяют региональным отделением МЧС России осуществлять регулярный мониторинг лесных массивов и водных объектов, выявлять на ранних стадиях возникновения пожаров (в том числе и торфяных), следить за распространением огня и определять тип пожара (верховой, низовой), оценивать и держать под контролем масштабы наводнения. Перечисленные возможности беспилотной техники за последние семь лет были неоднократно подтверждены при мониторинге крупнейших лесных пожаров в Московской, Ивановской, Нижегородской, Курской, Тульской областях, при оценке паводковой ситуации в Кемеровской области, Республике Саха, Ставрополье и других регионах страны.

Комплекс с БЛА был задействован для мониторинга наводнения на Дальнем Востоке в 2013 году. Московский отряд «Центроспас» направил в г. Хабаровск комплекс с беспилотными самолетами, которые осуществляли полеты в дневное и ночное время суток, информируя наземные отряды о затопленных территориях и местонахождении людей, оказавшихся в бедственном положении [6].

Одним из недостатков БПЛА стоящи на вооружении является не продолжительное время пребывания в воздухе. Аккумуляторные батареи установленные на аппаратах не могут обеспе-

чить нахождение в воздухе достаточно длительное время. Одним из решений этой проблемы является возможность использовать солнечные батареи как дополнительный источник энергии.

Исследователи из Университета Шеффилда (Великобритания) создали особый состав, придающий поверхностям фотоэлектрические свойства. Наносится он простым напылением, причем практически на любую достаточно гладкую поверхность.

Эффективные металлорганических галоидных перовскитов на основе фото электрики были впервые продемонстрированы в 2012 году. Они сейчас очень перспективный новый материал для солнечных элементов, так как они сочетают в себе высокую эффективность с низкой стоимостью материалов. Основу состава составляет кальция титанат, он же – перовскит. Это минерал, который поглощает свет ничуть не хуже кремния, но обладает более низкой стоимостью. За свои особые свойства перовскит даже был включен в перечень ТОП-10 прорывов года (в 2013г., по версии журнала Science). Именно тогда стало ясно, насколько перспективным является его использование в солнечной энергетике.

Перовскит — сравнительно редкий для поверхности Земли минерал, титанат кальция, который был обнаружен в первой половине XIX века в Уральских горах. Титанат кальция впервые использовался в качестве компонента фотоэлемента только в 2009 году, причем тогда удалось добиться довольно низкой эффективности преобразования энергии — лишь 3,5%. Перовскит имеет кристаллическую структуру и отличные характеристики поглощения света. Его можно найти по всему свету. Материал обнаружили более 150 лет назад, но до недавнего времени ученые его практически не использовали. Сейчас же они выяснили, что он сможет стать прекрасной альтернативой кремниевым полупроводниковым панелям солнечных батарей.

Напылять перовскит довольно просто, этот процесс не требует особых затрат. Причем толщина минимального покрытия для получения фотоэффекта составляет лишь 1 мкм. Для сравнения – у кремниевых панелей толщина светопоглощающего слоя достигает 180 мкм.

В ходе испытаний было установлено, что КПД панелей, полученных перовскитовым напылением, составляет порядка 11%. При этом производительность кремниевых панелей превышает 25%. В процессе нанесения материала при помощи распыления, очень малая часть материала расходуется впустую и такой процесс может быть легко масштабирован в серийное производство [7].

Процесс сравнима с покраской автомобиля или типографской печатью. Использование напыления на основе перовскита позволит существенно облегчить конструкцию и в перспективе решать давнюю мечту человечества по созданию полноценного орнитоптера [8]. При нанесении фотоэлемента на машущее крыло толщиной 1мкм. позволит летательному аппарату приобрести источник энергии без существенного увеличения веса. А способность напыления перовскита переносить гибкие деформации дает повод предположить о возможности полноценной работы крыла, что крайне важно с учетом особенностей данного летательного аппарата [9,10].

Атмосферный спутник. Американская компания Titan Aerospace продемонстрировала прототип своего БПЛА на солнечных батареях, который, по заявлениям производителя, сможет находиться в воздухе до 5 лет. Данный аппарат будет курсировать на высоте порядка 20 км и вести фотосъемку поверхности или выполнять роль атмосферного спутника. Разработчики из Titan Aerospace готовы поднять в воздух первый свой летательный аппарат уже в 2014 году. Стоит отметить, что у их концепции может оказаться многообещающей будущее.

Традиционные космические спутники сегодня вполне неплохо справляются со своими обязанностями, однако у них существует ряд недостатков. К примеру, сами спутники стоят достаточно дорого, их вывод на орбиту также обходится в немалую сумму денег, к тому же их нельзя вернуть назад в том случае, если они уже введены в строй. Но американская компания «Titan Aerospace» выступает с альтернативой космическим спутникам, которая будет избавлена от всех этих проблем. Беспилотный высотный летательный аппарат под названием «Solara» предназначен для работы в роли «атмосферного спутника» – то есть для совершения автономных полетов в верхних слоях атмосферы Земли в течение длительного времени.

В настоящее время компания работает над двумя моделями беспилотника Solara. Первая из них Solara 50 обладает размахом крыльев в 50 м, ее длина составляет – 15,5 м, вес – 159 кг, полезная нагрузка – до 32 кг. Более массивный Solara 60 обладает размахом крыльев в 60 м, он может брать на борт до 100 кг полезной нагрузки. Хвост аппарата и верхние крылья покрыты 3 тысячами солнечных элементов, которые позволяют генерировать до 7 кВт энергии в течение суток. На своей крейсерской высоте в 20 км атмосферный спутник будет находиться выше уровня облаков, а значит он не будет подвержен влиянию погодных факторов. Собранная энер-

гия будет запасаться в бортовых литий-ионных батареях, для того чтобы питать двигатель, автотопот, системы телеметрии и сенсоры в ночное время. Предполагается, что атмосферный спутник сможет работать полностью в автономном режиме, находясь в верхних слоях атмосферы Земли до 5 лет, а затем вернется на землю, так что его полезный груз можно будет вернуть, а сам аппарат – разобрать на запасные части.

Сообщается, что крейсерская скорость аппарата будет составлять порядка 100 км/ч, а оперативный радиус – более 4,5 млн. км. По мнению специалистов, беспилотник по большей части будет совершать полеты кругами над определенным участком земной поверхности.

Такое применение включает в себя отслеживание объектов, наблюдение, картографирование в реальном масштабе времени, а также мониторинг погоды, сельскохозяйственных посевов, леса, мест происшествий, и вообще практически любых задач, с которыми может справиться обыкновенный низко высотный спутник.

Вдобавок ко всему специалисты Titan Aerospace говорят о том, что каждый беспилотник сможет обеспечивать сотовое покрытие сразу 17 тыс км² земной поверхности, поддерживая связь более чем со 100 наземными башнями. В настоящее время американцы уже провели испытания уменьшенных моделей атмосферных спутников и надеются выпустить полноразмерные версии аппаратов Solara 50 и 60 позднее в 2013 году. Презентация данных аппаратов состоялась в Вашингтоне на международной выставке беспилотных летательных аппаратов AUVSI's Unmanned Systems 2013, проходившей с 12 по 15 августа 2013 года [11].

По предварительным оценкам экспертов, мультиспектральная съемка земной поверхности с использованием аппаратов Solara обойдется всего в 5 долларов за квадратный километр: это сразу в 7 раз ниже расценок на спутниковые данные, обладающие сопоставимым качеством. Помимо этого, такие беспилотники смогут обеспечить услугами связи местность в радиусе 30 км., что вполне сопоставимо с современным мегаполисом наподобие Лондона или Москвы с большей частью их пригородов. В компании полагают, что их беспилотники могут пригодиться либо в случае возникновения экстренных ситуаций, либо в слабоназвитых государствах.

Корпорация Google заинтересовалась работой компании Titan Aerospace и их беспилотными аппаратами Solara. В 2014 г. состоялось присоединение компаний и началась совместная реализация ряда программ, в том числе проекта Internet Africa [11].

Выводы. Применение БПЛА при ликвидации чрезвычайных ситуаций современный, необходимый виток развития технической базы МЧС России. Сложность и многообразие задач стоящих перед беспилотником можно решить только с помощью комплекса технического обеспечения. На данный момент комплексный подход для обеспечения работы БПЛА в чрезвычайных ситуациях развит очень слабо.

Для решения конкретных задач необходимо создание комплекса оперативного управления БПЛА с набором проблемно ориентированных программ обеспечивающих адекватную интерпретацию данных и устойчивое функционирование летательного аппарата. Решение данных задач прорабатывается учеными Воронежского института ГПС МЧС России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ СПИСОК

1. Самолеты на солнечных батареях [Электронный ресурс]// Информационный портал SOLARB. – (<http://solarb.ru/node/898>). – (доступ 25.12.2014).
2. Беспилотник Zephyr установил новый рекорд продолжительности полета [Электронный ресурс]//Научно популярный журнал НАУКА 21 ВЕК. – (<http://nauka21vek.ru/archives/7133>). – (доступ 25.12.2014).
3. БПЛА Zephyr продолжает бить рекорды во время своих полётов в гражданских коридорах [Электронный ресурс]//Ежедневный научно-популярный интернет-журнал будущего FainaIdea.– (<http://fainaidea.com/archives/61799>). – (доступ 24.12.2014)
4. Попов Н.И., Емельянова О.В., Яцун С.Ф., Савин А.И. Исследование колебаний квадрокоптера при внешних периодических воздействиях // Фундаментальные исследования. №1. 2014. С. 28-32.
5. Попов Н.И., Емельянова О.В., Яцун С.Ф., Савин А.И. Исследование движения квадрокоптера при внешнем периодическом воздействии // Справочник. Инженерный журнал (с приложением). С.12-17.
6. Подразделения МЧС России оснащаются БПЛА [Электронный ресурс]// ZALA AERO. – (<http://zala.aero/category/applications/emergency/mchs>) - (доступ 24.12.2014).
7. Scientists develop pioneering new spray-on solar cells [Электронный ресурс]// Media Team The University of Sheffield Шеффилд, S10 2TN Великобритания – (<http://www.sheffield.ac.uk/news/nr/spray-on-solar-cells-1.392919>) - (доступ 24.12.2014).
8. Ефимов С.В., Яцун С.Ф., Наумов Г.С. Кинематический анализ пространственного анализа пространственного движения крыла орнитоптера// Вибрация – 2014. Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины: матер. XI междунар. науч. – тех. конф. в 2т. Т.2/ ФГБОУ ВПО ЮЗГУ. – Курск,2014. С. 273-281.
9. Ефимов С.В. Исследование управляемого синхронного движения летающего робота с машущим крылом при взлете/ Ефимов С.В., Поляков Р.Ю., Мозговой Н.В.// Электротехнические комплексы и системы управления №3(35). 2014 - С.28-33.
10. Ефимов С.В., Яцун С.Ф., Наумов Г.С. Моделирование одного из вариантов движения крыльев орнитоптера во время полета // Вибрация – 2014. Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины: матер. XI междунар. науч. – тех. конф. в 2т. Т.2/ ФГБОУ ВПО ЮЗГУ. Курск. 2014. С.205-219.
11. Атмосферные спутники Solara 50 и Solara 60 [Электронный ресурс]// Ежедневный научно-популярный интернет-журнал НОВОСТИ ТЕХНОЛОГИИ. – (<http://techvesti.ru/node/6821>) - (доступ 24.12.2014).

Vyotovtov A.V., Kalach A.V., Razinkov S.Y.
MODERN UNMANNED AERIAL VEHICLE

There are currently actively developing civilian applications of unmanned aerial vehicle. The analysis of existing technical solutions, the use of which can be used to create a device aimed at the monitoring of natural and man-made disasters and fire destructive nature. The classification of unmanned aerial vehicles. A review of existing unmanned aerial devices using solar cells as the main source of energy. Briefly describes the experience of the use of unmanned aerial vehicles in the Russian Emergencies Ministry. The way of sputtering the photoelectric layer having surface properties on the aircraft. The possibility of creating atmospheric satellite-based unmanned aerial vehicle on solar batteries. The conclusion about the need to create complex operational management with a set of problem-oriented programs capable of solving specific problems in the liquidation and monitoring emergency situations.

Key words: *unmanned aerial vehicle , solar panels , calcium titanate, perovskite , atmospheric satellite.*