

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА 360°

Октябрь '23



**Подписывайся
на наши
соцсети!**



4
стр.

Современные мировые достижения в области разработки и применения электрических машин.

Самый дорогой китайский полностью электрический суперкар	5
Концепт мощного Nissan Hyper Force	6
Первый испытательный полет Midnight	8
Обзор многодисциплинарного проектирования электродвигателей.....	9
Обзор маршевых двигателей для электроавиации	10

11
стр.

Обзор достижений и направлений развития промышленной электроники

Технология беспроводной зарядки от Electreon	11
Системы беспроводной зарядки транспортных средств в движении	12
Инфраструктура беспроводной зарядки для электромобилей на автомагистралях	14
Улучшение качества беспроводной передачи энергии	15
Беспроводная зарядка для беспилотных подводных аппаратов	18
Беспроводная энергия из космоса	19
Беспроводная зарядка «Интернета Всего» с помощью БПЛА	21
Катушки на бумаге для беспроводной передачи энергии	23

26
стр.

Текущее состояние исследований и разработок авиационных силовых установок в Европейском Союзе и США за октябрь 2023 г.

ГСУ на базе малоразмерного ГТД и твердооксидных топливных элементов	27
Rolls-Royce завершила стендовые испытания двигателей из 100% биотоплива	28
BBC США заключили новый контракт с компанией Stratolaunch.....	29
Лаборатория для испытания компонентов электрифицированных силовых установок	30
TCab Tech начала летные испытания eVTOL аэротакси E20	31
Бомбардировщик Northrop Grumman B-21 Raider.....	32
Lyte Aviation ведет разработку 44-местного VTOL самолета.....	33
Серийная версия eVTOL аэротакси Archer Midnight начала летные испытания	34
Китай выдал первый в мире сертификат типа воздушного судна для автономного eVTOL аэротакси	35

36
стр.

Современные отечественные и мировые достижения в области разработки и применения беспилотных летательных аппаратов

Гибридная электрическая турбореактивная беспилотная платформа с большой грузоподъемностью	36
Влияние локального понижения давления и дождя на аэродинамические характеристики ..	38
Автономные интеллектуальные исследования океана	40
Обеспечение интернета вещей с беспроводным питанием с помощью управления роем БПЛА на основе стимулов	42
Дрон-такси Volocopter завершил свои первые испытательные полеты.....	45
Amazon начнет осуществлять доставку дронами в Великобритании и Италии.....	46
Автономное восстановление квадрокоптера по воздуху	47

Современные мировые достижения в области разработки и применения электрических машин

Жеребцов Алексей Анатольевич

Научный руководитель фронтальной НИР «Разработка, исследования и внедрение электрических машин со сверхвысокими удельными характеристиками (в том числе криогенных электрических машин)»

Пронин Егор Андреевич

Инженер группы исследований электрических машин

1. Самый дорогой китайский полностью электрический суперкар

В Китае официально представлен новый суперкар концерна GAC AION – Hyper SSR. Размеры кузова составляют 4556/1988/1230 мм в длину, ширину и высоту соответственно, а колесная база — 2650 мм. Суперкар представлен в трех версиях. Базовая обойдется заказчику в 1,29 млн юаней (17,7 млн рублей), самая дорогая — в 1,7 млн юаней (23,1 млн рублей).

В Hyper SSR используется двухскоростной высокопроизводительный интегрированный электропривод с удельной мощностью 10,5 кВт/кг и энергетической эффективностью 94,5%. Максимальная мощность составляет 1225 лошадиных сил при 22000 об/мин. Разгон от 0 до 100 км/ч занимает всего 1,9 секунды. Hyper SSR имеет кузов полностью из углеродного волокна и раму из алюминиевого сплава.

Источники:

autohome.com.cn/news/202310/1289152.html#pvareaid=102624
eet-china.com/mp/a257304.html



2. Концепт мощного Nissan Hyper Force

Компания Nissan представила новейший прототип автомобиля Hyper Force EV. Мощный концепт-кар создан в сотрудничестве с дизайнерами из студии Polyphony Digital, то есть разработчиками видеоигры Gran Turismo 7.

Интересно, что именно создатели игры отвечали за разработку необычного и футуристического интерфейса приборной панели, а дизайн экстерьера поручили специалистам Nissan. Насыщенный функциями и информацией дисплей предлагает два режима работы: красный цвет означает, что автомобиль перешел в режим динамики (R - Racing), а синий - в режим комфортного вождения (GT - Grand Touring).

Polyphony Digital славится тем, что размещает на экране сложные и продуманные информационные виджеты. Аналогичный подход применен и в Nissan Hyper Force, и хотя обычному водителю количество датчиков и данных может показаться чрезмерным, фанаты гонок от Sony должны почувствовать себя как дома.

Кузов автомобиля напоминает футуристическую версию Nissan GT-R Nismo GT3 2018 года, а передняя часть - что-то из Cyberpunk 2077. Острые углы придают Hyper Force агрессивный вид, и жаль, что это только концепт-кар, который вряд ли появится на трассах. Также не указана максимальная скорость автомобиля, хотя его электродвигатель может развивать мощность до 1 МВт (для сравнения: Tesla Model S Performance - 595 кВт, а Nissan Leaf - 110 кВт).



Nissan Hyper Force EV

Источник: ixbt.games/news/2023/10/27/sozdateli-gran-turismo-razrabotali-koncept-moshhnogo-nissan-hyper-force.html

3. Первый испытательный полет Midnight

Электрическое воздушное такси Midnight компании Archer Aviation достигло важного этапа, выполнив свой первый испытательный полет. После получения в августе специального сертификата летной годности от FAA для начала испытаний летательного аппарата вертикального взлета и посадки (eVTOL), не имеющий аналогов прототип Midnight завершил свой первый беспилотный испытательный полет в режиме зависания.



Воздушное такси Midnight

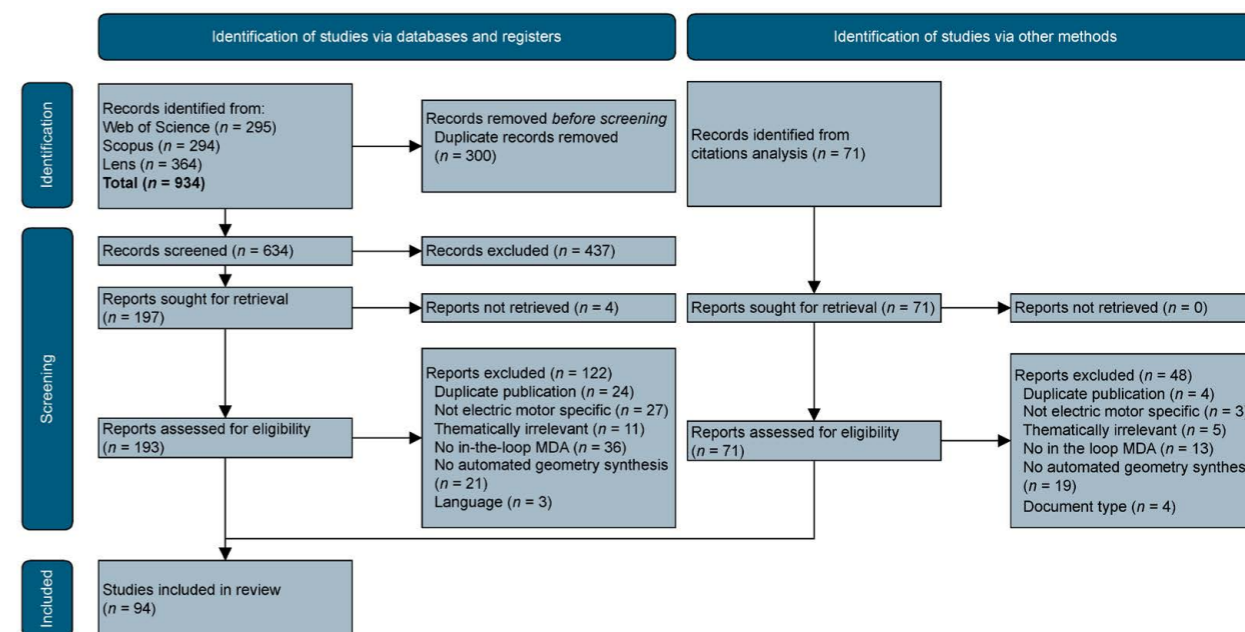
После беспилотных полетов фирма перейдет к пилотным «зачетным» испытаниям с FAA с использованием модели Midnight, отвечающей всем требованиям. Эта кампания считается одним из последних этапов сертификации типа eVTOL.

Двенадцать электродвигателей Midnight работают на шести литий-ионных аккумуляторах тайваньского производителя Molicel и вращают аналогичное число пропеллеров. В конструкции их по шесть с каждой стороны неподвижных крыльев: стойки передних во время полета наклоняются вперед, обеспечивая дополнительную горизонтальную тягу, а задние зафиксированы в одном положении.

Источник: flyingmag.com/archers-midnight-electric-air-taxi-completes-inaugural-test-flight

4. Обзор многодисциплинарного проектирования электродвигателей

В журнале Energies опубликована обзорная работа ученых из германских университетов, посвященная многодисциплинарному проектированию электрических двигателей. Выборка проводилась из базы в 1005 публикаций, которые являлись рецензируемыми англоязычными публикациями в конференциях или журналах 2007-2022 годов по теме многодисциплинарной автоматизации проектирования. После отбора по 12 критериям в обзор было включено 94 статьи.



Алгоритм отбора

Результаты показали ряд серьезных недостатков, которые встречаются в большинстве работ, связанных с многодисциплинарным автоматическим проектированием. Среди них:

- 1) Существующие подходы часто ориентированы на конкретную задачу или конкретную электрическую машину. Отсутствует универсальный подход;
- 2) Очень часто авторы используют простые междисциплинарно-реализуемые архитектуры, не обращаясь к известным подходам в других областях. Также многочисленные анализы выполняются без учёта различия уровня архитектуры или компонентов;
- 3) В основном акцент проектирования сосредоточен на деталях активной части, тогда как пассивным компонентам уделяется недостаточное внимание
- 4) Представленные подходы используются как на предварительной, так и на детальной стадии проектирования. Однако универсальные подходы, способные охватить сразу несколько этапов или адаптироваться к другому, встречаются достаточно редко;
- 5) В первую очередь исследования акцентированы на проведении электромагнитного анализа, которые выполняется с моделями высокой точности. Анализ теплового состояния занимает второе место в области интересов исследователей. Механическое исследование в основном проводится для детальных геометрий роторов, испытывающих высокую нагрузку: например, электрические машины с постоянными магнитами и синхронно-реактивные машины. Необходимо отметить, что при исследовании механических характеристик анализ шума и роторная динамика часто игнорируются;
- 6) Большинство анализов использует простые однонаправленные связи от электромагнитных характеристик к другим параметрам системы из-за соображений потребной вычислительной мощности. Двухнаправленные связи наиболее часто формируются только между электромагнитными и тепловыми характеристиками, при чем зависимость электромагнитных параметров от механических свойств не рассматривается. Связь между тепловым состоянием и механическими нагрузками также часто не рассматривается. Вместо этого для экономии времени физическая взаимосвязь представляется упрощенно путем сценария для наихудшего случая.

Источник: mdpi.com/1996-1073/16/20/7070

5. Обзор маршевых двигателей для электроавиации

Специалисты из Харбинского технологического института (Китай) опубликовали обзор по теме высокоэнергетических и отказоустойчивых конструкций маршевых двигателей для электросамолетов. В основном исследования сосредоточены на синхронных машинах с постоянными магнитами из-за преимуществ простой конструкции, высокой удельной мощности и надежности. Для получения высокой удельной мощности, необходимой для авиации, конструкции обычно разрабатываются на большую электромагнитную нагрузку, высокую мощность, высокую частоту вращения с учетом оптимизации формы постоянных магнитов, структуры статора, топологии двигателя, конструктива обмотки и выбора более подходящих материалов. За счет этого электродвигатель может выдавать более высокие обороты и крутящий момент при более компактном внутреннем объеме.

С другой стороны, увеличение удельной мощности сопровождается необходимостью контроля характеристик материалов, прочности конструкции, способности к теплоотводу и учета технологии производства. Это приводит к проектированию с использованием много физических связей и многоцелевой оптимизации, включая всесторонний учет различных показателей эффективности для итеративного проектирования, чтобы обеспечить баланс между различными показателями проектирования.

Обеспечение отказоустойчивости и надежности отражается в тенденции к резервированию, многомодульному проектированию и сильной изоляции в отказоустойчивом исполнении. Оптимизация формы обмоток, структуры статора, типа пазов и т.д. позволяет минимизировать межфазную связь и максимизировать независимость между фазами/блоками, что обеспечивает безопасность и отказоустойчивость двигателя. В то же время высокая отказоустойчивость неизбежно сопровождается увеличением числа силовых устройств и их габаритов, а увеличение индуктивности рассеяния в определенной степени приведет к снижению выходных характеристик самого электродвигателя. Таким образом, при проектировании отказоустойчивых систем необходимо комплексно рассматривать надежность и выходные характеристики.

Источник: mdpi.com/1996-1073/16/19/7015

Обзор достижений и направлений развития промышленной электроники

Фаррахов Данис Рамилевич

кандидат технических наук,
доцент кафедры электромеханики

Барабанов Кирилл Андреевич (инженер 1 категории)

Фазлиахметов Денис Маратович (инженер 2 категории)

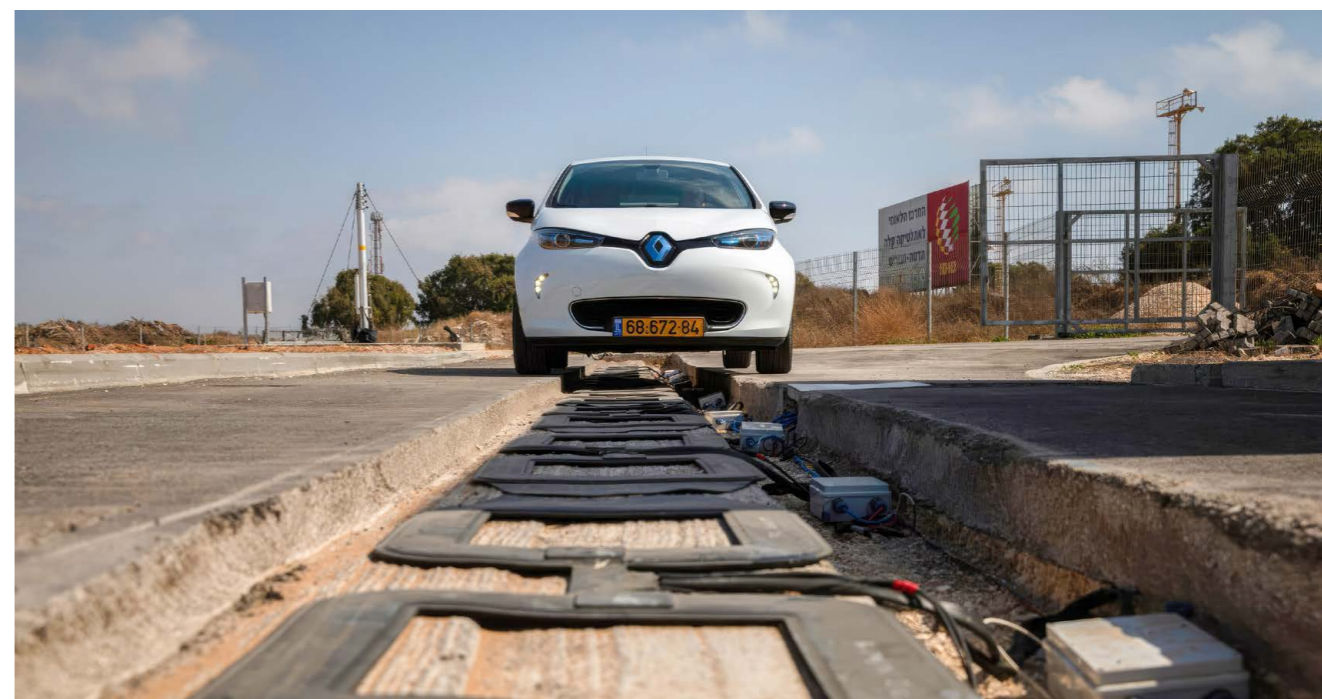
Рахман Мд. Нафиз (инженер 2 категории)

Обух Федор Андреевич (инженер 3 категории)

Мустафин Дамир Шамилович (оператор ЭВиВМ)

1. Технология беспроводной зарядки от Electreon

В новую эпоху электромобилей встал резкий вопрос с зарядкой АКБ. Привычные зарядные станции не удобны относительно долгим временем заряда и отсутствием мобильности во время заряда. Компания Electreon предлагает новый способ заряда АКБ электромобиля путем интегрирования катушек индуктивностей в дорожное полотно.



Энергия передается путем создания магнитно-резонансного поля между наземным передающим узлом и узлом транспортного средства, установленным на днище автомобиля. Энергия проходит через воздушный зазор (дорожный просвет между приемниками) и затем преобразуется из переменного тока в постоянный на самом транспортном средстве для зарядки автомобильных аккумуляторов.

Полевые испытания с использованием 250 мм дорожного просвета показало, что системы бесконтактной зарядки работают с эффективностью 92% при скорости не более 60 км/ч.

“”

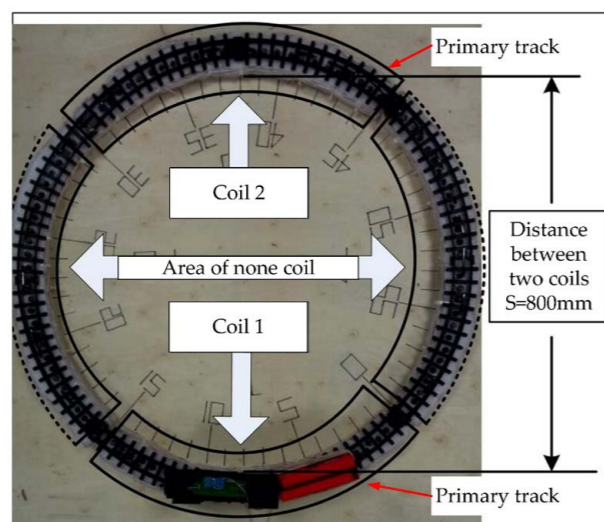
Беспроводная зарядка на ходу позволит автопроизводителям уменьшить размер аккумуляторных батарей. Это может не иметь существенного значения для легковых автомобилей, но для автобусного и грузового транспорта технология будет весьма актуальна, также она позволит разгрузить зарядные станции в час пик.

Источник: electreon.com/technology

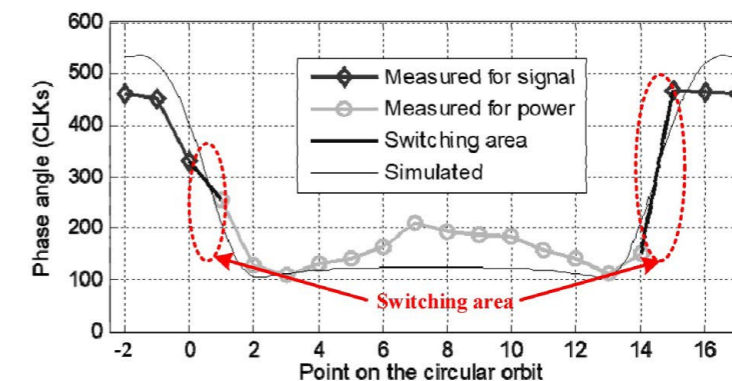
2. Системы беспроводной зарядки транспортных средств в движении

В стремлении уменьшить вес аккумулятора на борту наземных транспортных средств, предлагаются различные способы беспроводной зарядки в движении или во время коротких остановок. Однако, в условиях, когда подвижные объекты могут получать электроэнергию беспроводным способом по пути движения, необходимо иметь возможность обнаруживать и однозначно различать объекты, попадающие в область действия передающей катушки устройства беспроводной передачи энергии. При этом, способы с инфракрасным детектором или с помощью высокочастотной беспроводной передачи данных не всегда осуществимы, так как кроме объектов, для которых предназначена беспроводная зарядка, над ней могут в разное время находиться также и другие объекты, в том числе живые существа. Кроме того, время нахождения заряжаемых устройств в области действия передающей катушки беспроводной зарядки невелико, и установление соединения перед началом зарядки сокращает количество передаваемой энергии.

В работе представлен способ обнаружения приёмной катушки устройства беспроводной зарядки по углу запаздывания тока передающей катушки относительно питающего напряжения. Авторы указывают, что предлагаемая реализация метода устойчива к отклонению параметров приёмника до 4%, и позволяет отслеживать моменты, когда приёмная катушка зарядного устройства попадает в зону действия передающей катушки или покидает её. Работоспособность предложенного метода проверена экспериментально.

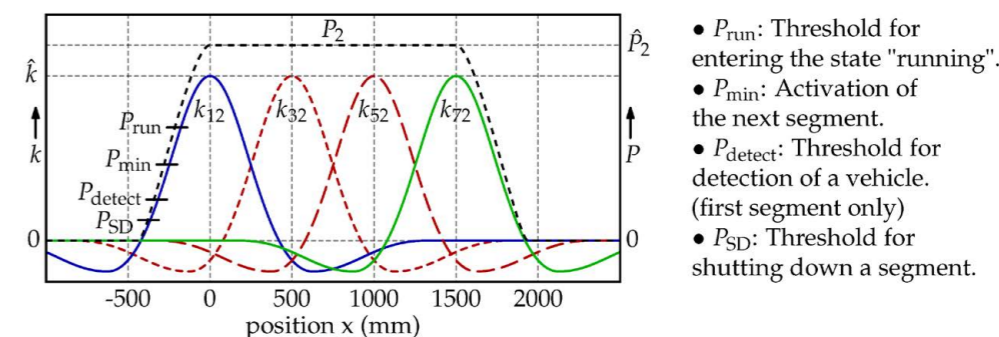
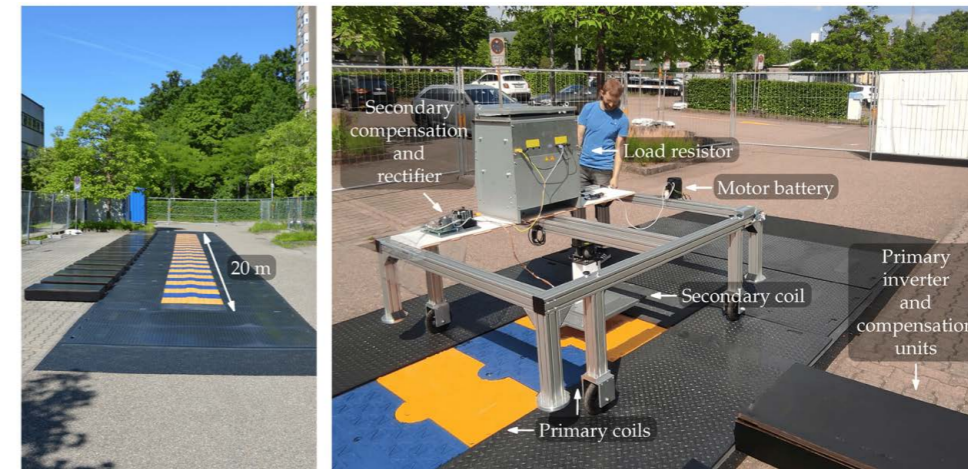


Испытательный стенд. Сверху и снизу находятся две катушки, по бокам катушек нет. Отметки от 0 до 15 соответствуют положениям транспортного средства в секторе первой катушки на рисунке ниже.



Угол между током и напряжением передающей катушки в зависимости от положения приёмной катушки относительно передающей. Отметки по горизонтальной оси соответствуют цифровым обозначениям на рисунке выше.

Авторы разработали систему беспроводной передачи энергии, встраиваемую в дорожное полотно, и предназначенную для передачи до 10 кВт на расстоянии между передающей и принимающей катушками до 20 см, чего должно быть достаточно для городского электротранспорта. Одна приемная катушка перемещается вдоль полотна с уложенными на нем передающими катушками, каждая из которых питает от своего инвертора. Обнаружение присутствия происходит по уровню потребляемой мощности и согласовано между соседними катушками. В зависимости от уровня передаваемой мощности, происходит обнаружение присутствия приёмника, передача энергии в приёмник, активация следующего сегмента, отключение сегмента. Экспериментальная проверка проводилась на стенде с самоходным радиоуправляемым имитатором транспортного средства. КПД передачи составил 91%.

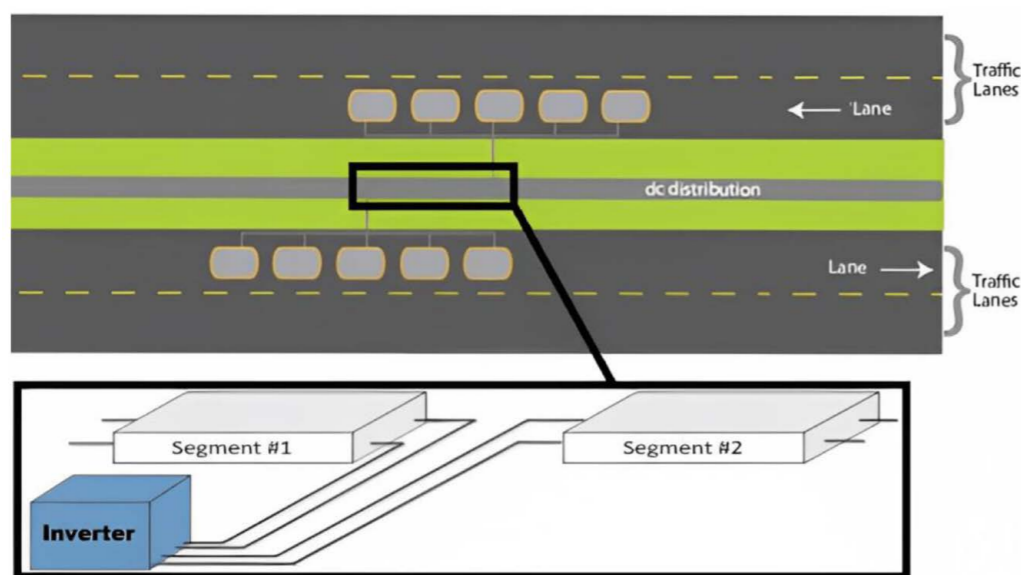


Уровни активации различных состояний передающих катушек: передача энергии, активация следующего сегмента, обнаружение приемника, отключение сегмента.

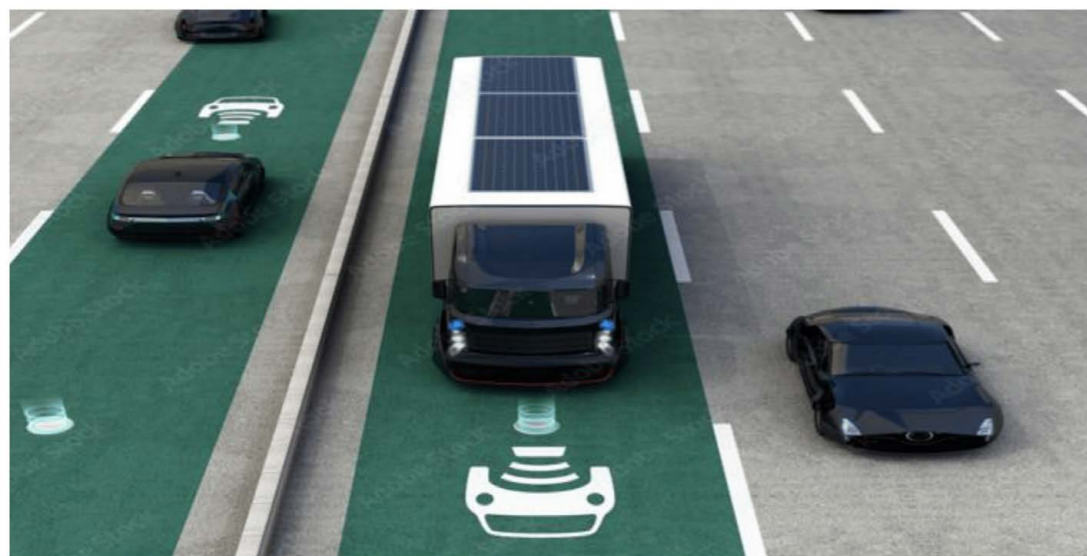
Источники:
doi.org/10.3390/electronics12092148
doi.org/10.3390/en16093936

3. Инфраструктура беспроводной зарядки для электромобилей на автомагистралях

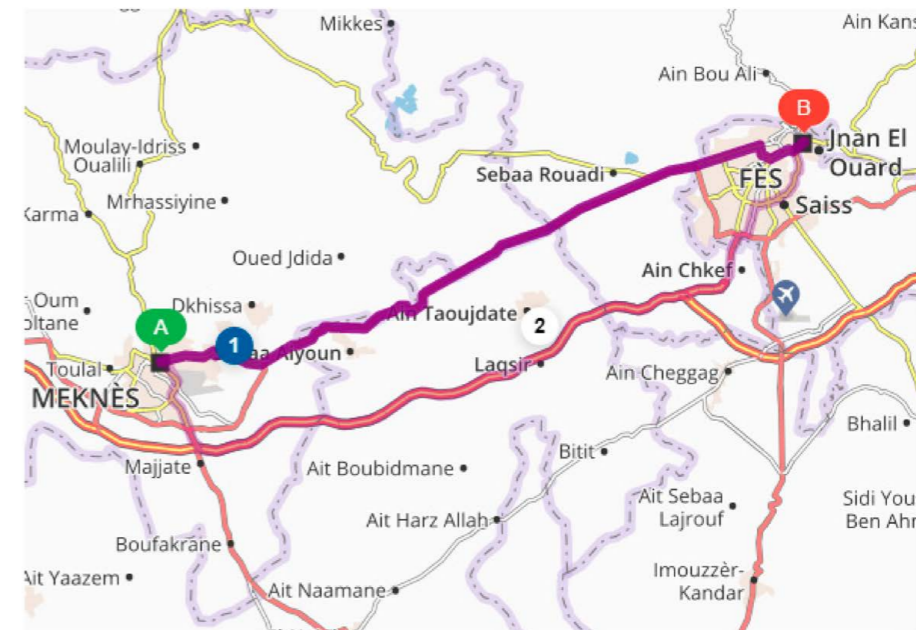
Ограниченная ёмкость и большой вес аккумуляторов не позволяют широко использовать электротранспорт за пределами городской черты. Медленная скорость зарядки аккумуляторов также не позволяет полностью решить проблему путём установки зарядных станций вдоль автомагистралей. Различные варианты беспроводной зарядки в движении позволяют исключить или значительно уменьшить время, затрачиваемое на посещение контактных зарядных станций, однако они обладают одним важным недостатком: необходимость индивидуального управления каждой передающей катушкой приводит к удорожанию всей инфраструктуры за счет большого количества инверторов. Предлагаемое решение призвано снизить стоимость зарядной инфраструктуры за счет уменьшения количества инверторов, сохранив при этом возможность зарядки в движении на загородной автомагистрали. Также авторы провели оптимизацию размещения элементов зарядной инфраструктуры на примере маршрута Мекнес-Фес-Мекнес в Марокко.



Один инвертор питает несколько сегментов по обе стороны дороги



Выделенные линии для транспорта с возможностью зарядки в движении



Маршрут между городами Мекнес и Фес в Марокко, на котором проводилась оптимизация размещения элементов зарядной инфраструктуры

“ ”

Развитие технологии беспроводной зарядки в движении позволит использовать транспортные средства с небольшой аккумуляторной батареей для пригородных и междугородных поездок.

Источник: doi.org/10.3390/wevj14060160

4. Улучшение качества беспроводной передачи энергии

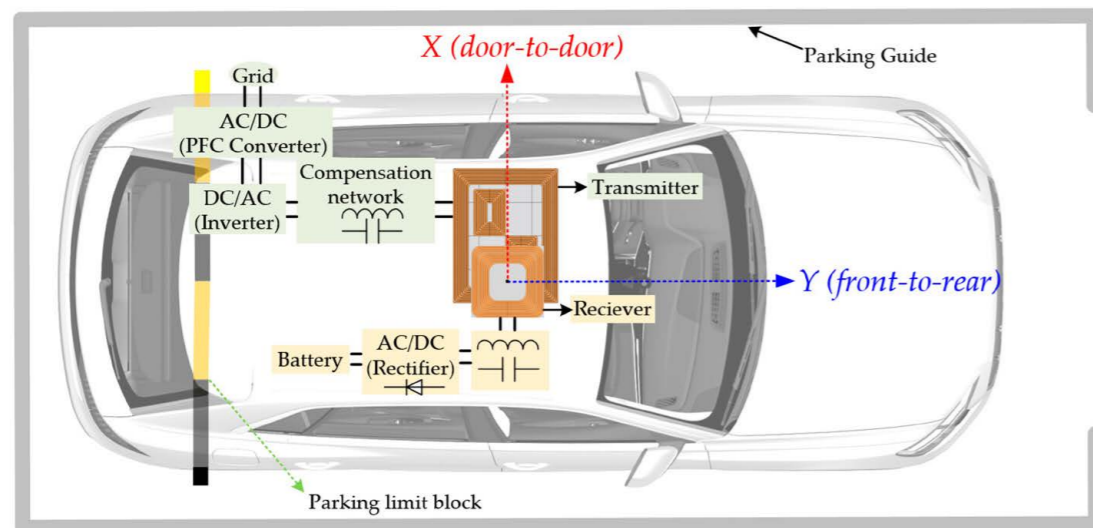
В работе предлагается интегрировать резонансные дроссели в конструкцию передающей катушки для индуктивной передачи энергии (ИПТ) в системе беспроводной зарядки электромобилей. Это позволяет компенсировать ухудшение условий работы при наличии поперечного смещения катушек. Продольного смещения (вдоль автомобиля) можно избежать установкой ограничительного бруса на парковке, однако припарковать автомобиль без поперечного смещения – сложная задача для многих водителей.

Катушка приемника квадратной формы, катушка передатчика – прямоугольной формы и располагается длинной стороной вдоль поперечной оси автомобиля (от двери до двери). Компенсирующий индуктор выполнен в виде так называемой DD-катушки – двух последовательно включенных прямоугольных катушек, разнесенных в плоскости передающей катушки на некоторое расстояние. Согласно исследованию, использование удлиненной DD-катушки повышает устойчивость электромобилей к смещению приёмной катушки, располагающейся на автомобиле, относительно передающей катушки.

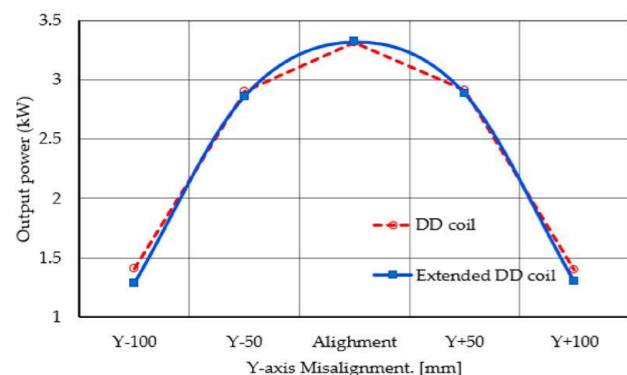
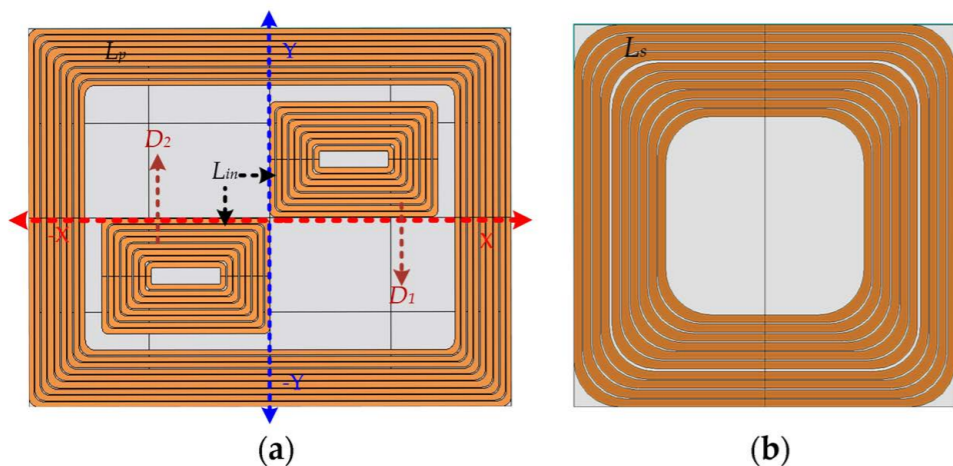
Когда система ИПТ находится в рассогласованном состоянии, то есть, оси передающей и приемной катушек не совпадают, между катушками передатчика и приемника возникает два пути магнитного потока: первичный путь передачи магнитного потока проходит между катушками передатчика и приемника, а вторичный путь передачи – между удлиненной DD-катушкой и катушкой приемника.

Расстояние между двумя DD-катушками оптимизировано таким образом, чтобы магнитный поток на вторичном тракте передачи энергии был максимальным, тем самым увеличивая полную мощность системы в рассогласованном состоянии.

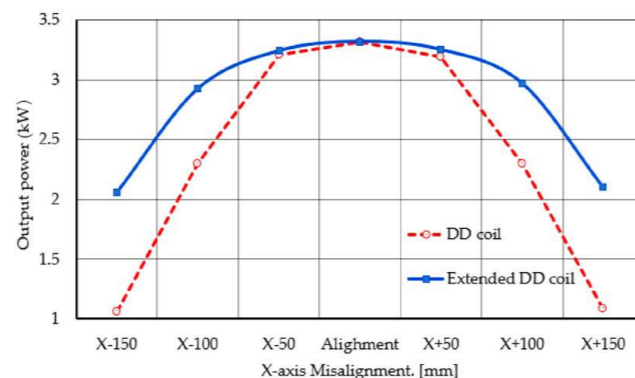
Для проверки эффективности предложенного метода интегрированной катушки был создан экспериментальный прототип мощностью 3,3 кВт с воздушным зазором 100 мм. Сравнение с традиционным методом интеграции при тех же условиях показало, что при поперечном смещении оси приемной катушки относительно оси передающей катушки на 150 мм предложенная конструкция обеспечивает выходную мощность системы на 1,05 кВт выше, чем у традиционного метода интеграции без дополнительных алгоритмов управления.



Расположение приемной и передающей катушек и необходимость компенсации поперечного смещения



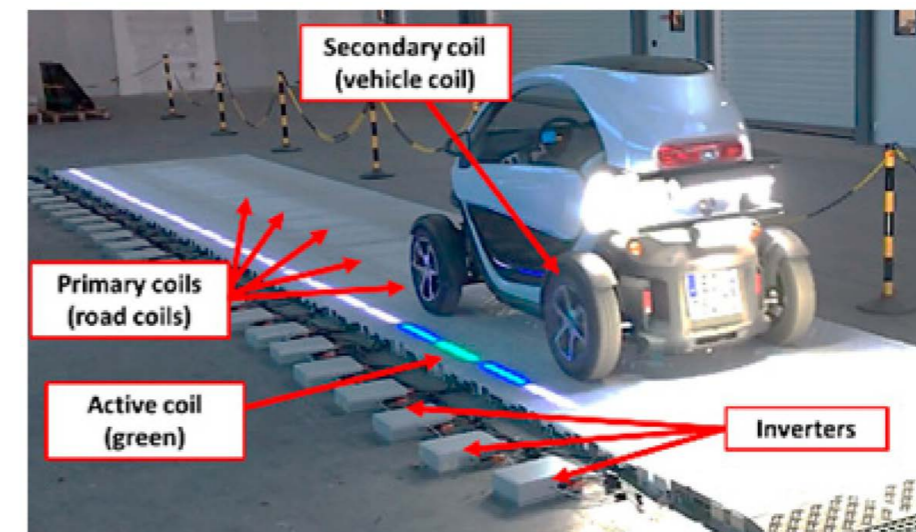
(a)



(b)

Авторы провели анализ влияния формы ферритового сердечника передающей и приёмной катушек на эффективность беспроводной передачи энергии и получили оптимальную форму по этому критерию. Однако, как отмечают авторы, сердечник расходует на 31% больше материала, при этом коэффициент магнитной связи увеличивается на 26%, и на 9% возрастает магнитный поток рассеяния в области над катушкой приёмника. Тем не менее, новая форма сердечника обеспечивает большую устойчивость к поперечному смещению

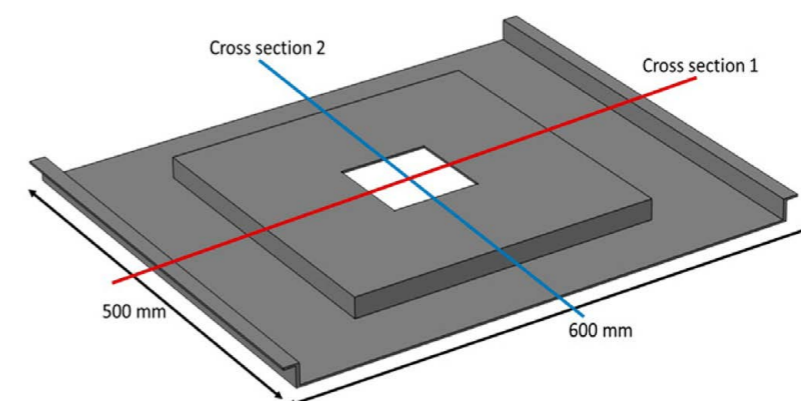
приёмной катушки относительно передающей и позволяет разместить на ней также резонансный дроссель, за счет чего достигается уменьшение размеров инвертора.



Испытательный стенд



Передающая катушка на ферритовом сердечнике



Предложенная оптимизированная форма ферритового сердечника

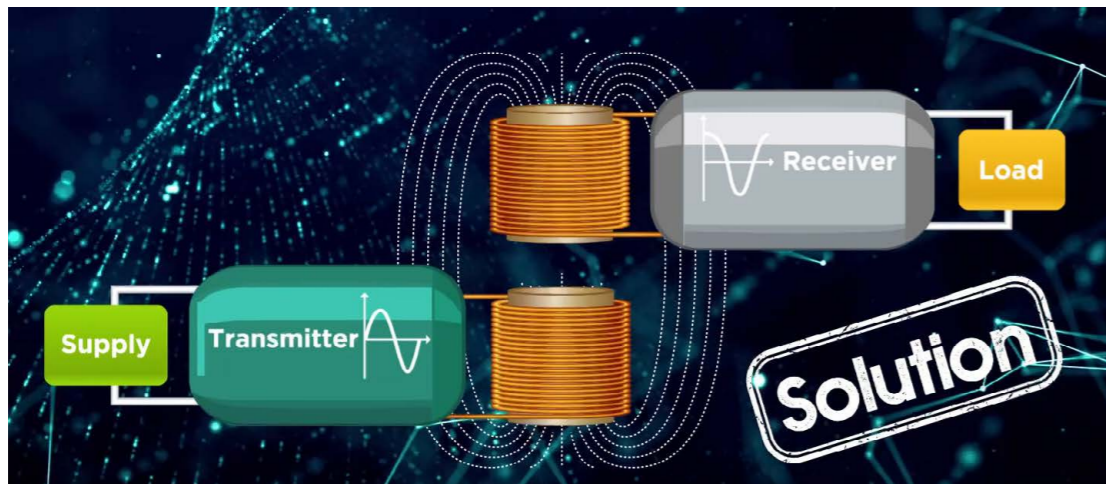
“ ”

Исследования конфигураций приёмных и передающих катушек, а также электрических схем передающей и принимающей сторон ведут к повышению эффективности беспроводной передачи энергии, устойчивости к смещениям катушек, снижению стоимости данной технологии.

Источники:
doi.org/10.3390/app13179672
doi.org/10.3390/en16145439

5. Беспроводная зарядка для беспилотных подводных аппаратов

Изменение климата является глобальной проблемой. Это приводит к негативным последствиям для водных ресурсов, делая их более теплее, кислее, при этом снижается количество кислорода. Таким образом, подводные морские исследования необходимы для изучения и смягчения последствий изменения климата. В будущем спрос на операции с использованием беспилотных подводных аппаратов будет возрастать. Однако емкость аккумулятора является узким местом для отрасли. Привычная нам проводная зарядка очень опасна в этой области, так как имеется прямой контакт с водой, что негативно может сказаться как на самом аппарате, так и на обслуживающем его персонале. Существующие беспроводные зарядки для подобных подводных аппаратов работают на основе беспроводной передачи энергии методом электромагнитной индукции.



Но возникает проблема зарядки в толще воды, так как подводное течение может унести аппарат от зарядной станции, а постоянно плыть аппарату к тихому месту затрачивает большое количество времени, при этом удобная для зарядки область может находиться далеко от мест исследований. ASTRI предлагает решение - подводную беспроводную систему зарядки с системой самопозиционирования.

Компания предлагает систему самопозиционирования передатчика и приемника в режиме реального времени с помощью электромагнитов для контроля зазора и выравнивания в нестабильной и быстро движущейся воде.



Благодаря данной системе, приемник будет находиться непосредственно в поле действия передатчика. Это позволит увеличить эффективность беспроводной передачи энергии и время нахождения аппарата в воде, также это обезопасит обслуживающий персонал от удара током.

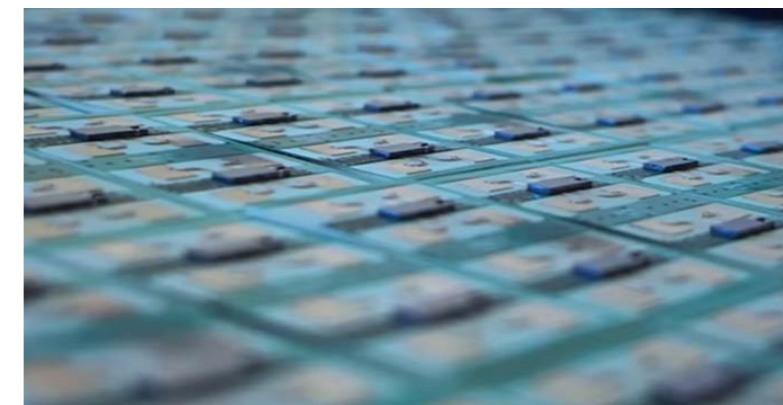
“”

Система самопозиционирования позволит эффективно использовать подводную беспроводную зарядку беспилотных устройств.

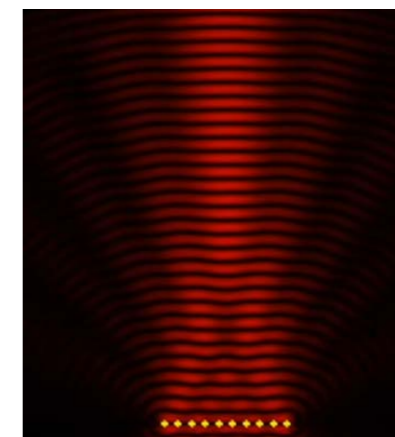
Источник: astri.org

6. Беспроводная энергия из космоса

Солнечная энергия является самой быстрорастущей формой возобновляемой энергии, и в настоящее время на ее долю приходится 3,6% мирового производства электроэнергии. Однако для осуществления этого перехода необходимо преодолеть ряд технических трудностей и проблем. Основным ограничивающим фактором для солнечной энергии является прерывистость, что означает, что она может собирать энергию только при наличии достаточного количества солнечного света. Исследователи Калифорнийского технологического института недавно завершили первую успешную беспроводную передачу энергии с использованием микроволновой решетки для низкоорбитального эксперимента по передаче энергии (MAPLE).



MAPLE состоит из множества гибких, легких микроволновых передатчиков, управляемых специальными электронными чипами. Принцип действия основан на интерференции волн: если рядом будут работать большое количество источников волн, то результирующая волна будет двигаться преимущественно в одном направлении.



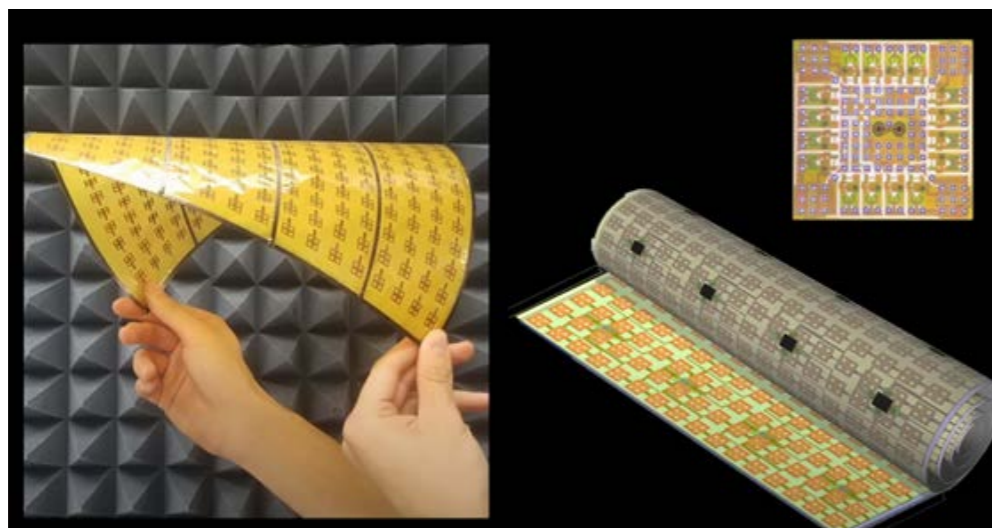
Данный принцип позволяет направить энергию со всех передатчиков в одну точку (точно в приемник). Используя данный принцип можно повесить генератор на потолок и питать все имеющиеся в помещении устройства.



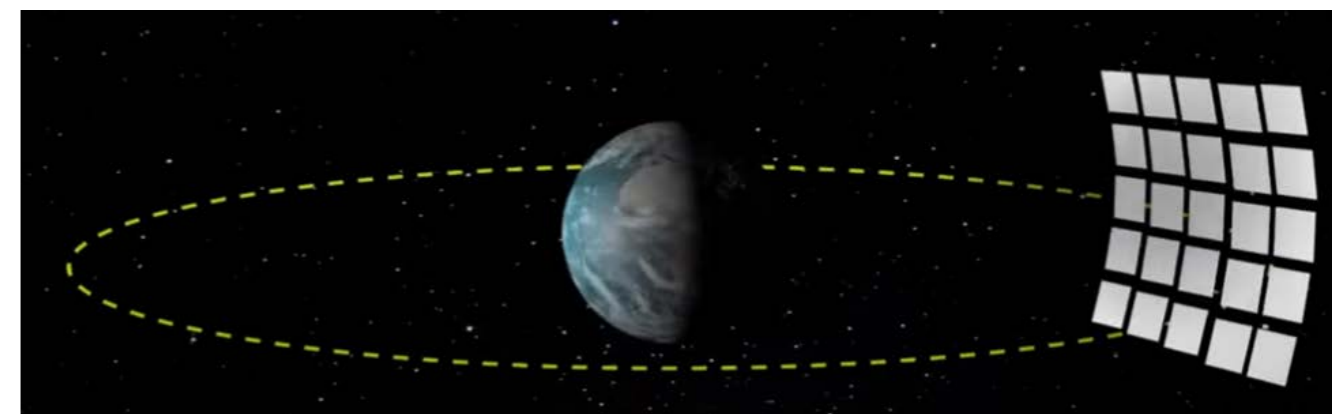
Прототип данного устройства уже изобретен и проходит исследования.



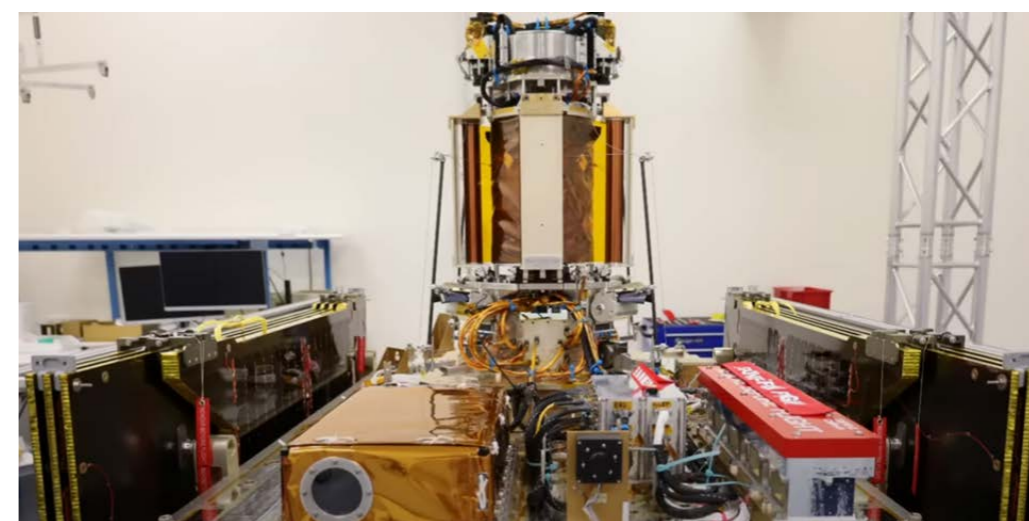
Чтобы запустить данные панели в космос, было принято решение сделать эти панели гибкими, чтобы можно было их свернуть, положить в отсек и в космосе развернуть.



В космосе эти панели разворачиваются и группой летят вокруг земли.



Для демонстрации данной технологии, MAPLE с двумя технологиями по развёртыванию структур и фотоэлектрических систем, были интегрированы в спутник, который уже запустили. Демонстрация передачи беспроводной энергии из космоса была получена.



““

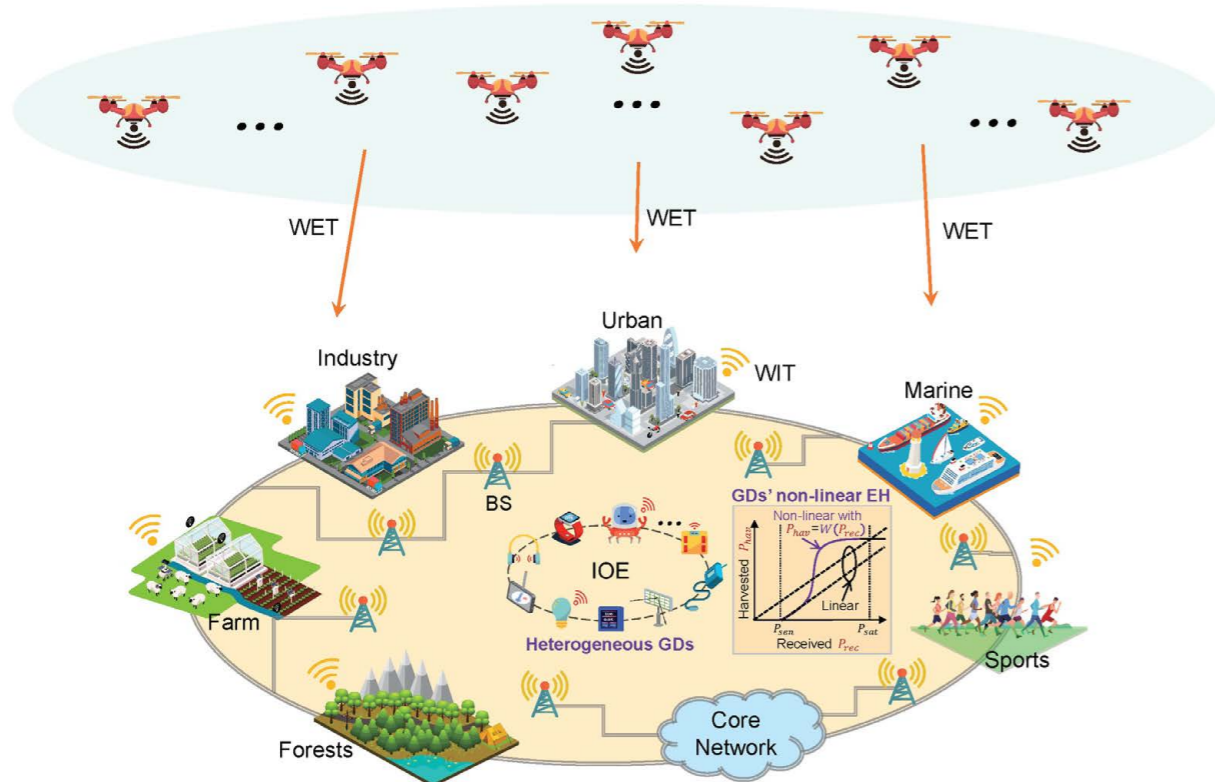
Данная технология позволит эффективно транспортировать солнечную энергию из космоса на землю.

Источник: universetoday.com/161759/new-satellite-successfully-beams-power-from-space

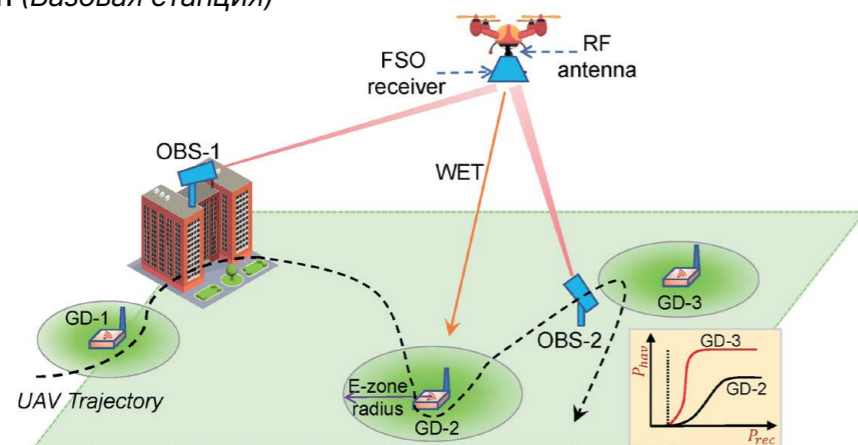
7. Беспроводная зарядка «Интернета Всего» с помощью БПЛА

В рамках концепции Интернета Всего (IoE - Internet of Everything) предлагается использовать БПЛА для беспроводной передачи энергии устройствам. Задача осложняется тем, что БПЛА имеют ограниченное время полета, а различные устройства имеют разное энергопотребление и возможности по сбору энергии из окружающего пространства (Energy Harvesting). Для решения указанных проблем авторы предлагают планировать маршруты зарядных дронов таким образом, чтобы над каждым устройством, требующим беспроводной зарядки, обеспечивать определенную зону, в которой устройство гарантированно может получить электроэнергию в течение заданного интервала времени. Таким образом, от наземных устройств IoE требуется иметь возможность получать электроэнергию беспроводным способом в определенной области пространства и работать в течение

определенного времени автономно. Необходимость обеспечивать определенное количество энергии в определенных зонах в течение заданного времени является условием для оптимизации маршрутов дронов беспроводной зарядки. Для более успешного решения задачи оптимизации маршрутов и обеспечения связности сети беспроводных устройств IoE БПЛА также могут выступать в качестве ретрансляторов беспроводной передачи данных. Авторы признают, что небольшая мощность передатчика БПЛА по сравнению с мощностью силовой установки является основным ограничением для применения БПЛА в качестве замены проводным линиям передачи энергии. Поэтому, по мнению авторов работы, для развития БПЛА в рамках сетей шестого поколения (6G), для которых характерна не только передача информации, но и электроэнергии, важно решить указанные проблемы. В частности, предлагается обеспечивать необходимую продолжительность полета дрона с помощью дистанционной передачи мощности по оптическому каналу через расположенные на земле оптические базовые станции (Optic Base Stations — OBS).



WET – Wireless energy transfer (Беспроводная передача энергии)
 WIT – Wireless Information Transfer (Беспроводная передача информации)
 GD – Ground Device (Наземное устройство)
 EH – Energy Harvesting (Сбор энергии)
 IOE – Internet of Everything (Интернет Всего)
 BS – Base Station (Базовая станция)



OBS – Optic base station (Базовая станция беспроводной оптической линии передачи)
 FSO – Free space optics (Беспроводная оптика)

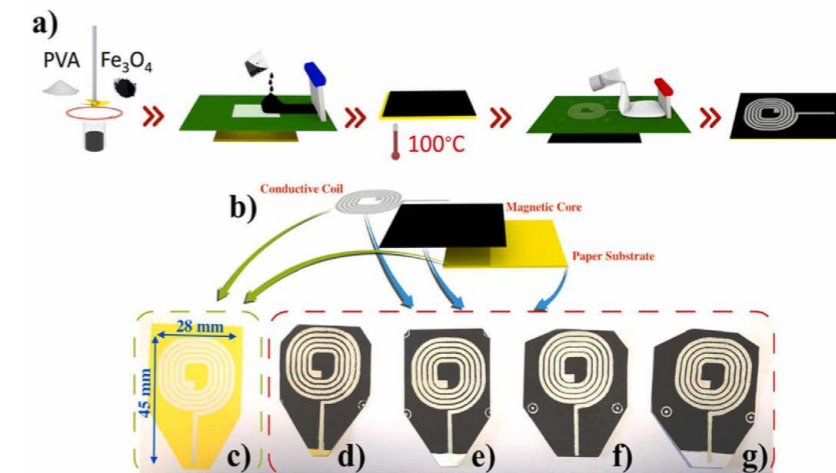
“”

Развитие и применение технологий беспроводной передачи энергии на большие расстояния с использованием и оптического и радиодиапазонов пока ограничено мощностью в десятки милливатт при затратах энергии в сотни и тысячи ватт. Кроме того, большое количество излучателей даже с ограниченной мощностью может со временем нести угрозу для живых существ. Поэтому развитие беспроводной инфраструктуры должно быть оправданным и идти совместно с планированием городской и промышленной инфраструктуры с учетом требований электромагнитной совместимости и санитарных норм для того, чтобы технологии работали для человека, а не наоборот.

Источник: doi.org/10.3390/drones7100628

8. Катушки на бумаге для беспроводной передачи энергии

Бумага повсеместно используется в быту и является недорогим экологически чистым материалом. В частности, технологии беспроводной зарядки становятся важными для электронных устройств, связанных с «Интернетом Вещей» (IoT), из-за постоянно уменьшающихся размеров портативных/мобильных устройств, которые ограничивают количество энергии, которую можно хранить. В исследовании представлены катушки индуктивности, напечатанные на бумаге, работающие в диапазоне 1–20 МГц, на основе чернил из Fe_3O_4 и Ag.



Чернила получены путем смешивания частиц Fe_3O_4 и серебра с дистиллированной водой и поливиниловым спиртом (PVA). Полученная смесь наносится трафаретной печатью в 8 слоев на бумагу, которая после помещается в печь до полного удаления воды. В ходе исследований был выбран оптимальный состав чернил и тип бумаги, а также угол контакта чернил с бумагой.

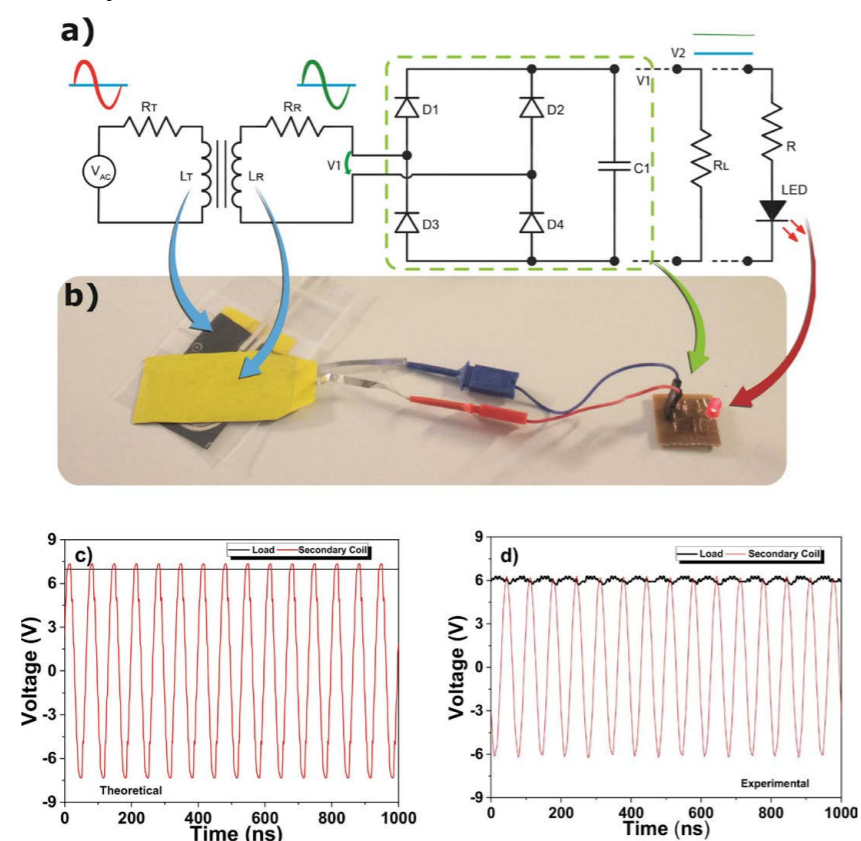
	A4PP	LOP	PHP	WCP
PVA-FO	22.2° ± 1.3°	30.1° ± 1.3°	50.1° ± 0.9°	26.9° ± 0.3°
Ag	61.5° ± 5.3°	39.5° ± 3.7°	55.9° ± 6.4°	48.9° ± 3.1°
H ₂ O	Absortion	116.8° ± 2.8°	33-78°	Absortion

Бумага с наименьшими углами контакта ($30,1^\circ + 39,5^\circ$), показала более сильное смачивание, которое способствует лучшему распределению капель и качеству печати. Далее была создана катушка индуктивности на бумаге и сравнена с уже имеющимися катушками.

Coil (conductor@core)	Substrate	Technique	Induction efficiency/distance (%/cm)	Size (length/width/line width)
Ag@air	polyimide	direct writing	50/0	61/61/1 mm
Polyimide-Ag@NiZn-ferrite	PDMS	inkjet	36/0	42/42/1 mm
Ag@Ni _{0,4} Zn _{0,6} O/Fe ₂ O ₃	silicon	inkjet	13/1.5	41/41/1 mm
Ag@PVA-FO	paper	screen	94/0; 15/1.5 *	30/30/1 mm
Conventional PCB planar inductor			98/0	20/9/1 mm

В результате было выяснено, что катушки LOP/Ag с добавлением сердечника PVA-FO показали более высокое V_{pp} (15,52 В) по сравнению с катушкой LOP/Ag (10,36 В), что привело к индукционному КПД 66% и 44% соответственно. Кроме того, высокая проницаемость слоя PVA-FO заставляет входящее магнитное поле протекать через себя и, следовательно, предотвращает попадание магнитного поля на любые внешние объекты, включая электронные устройства или человеческие тела, рядом с катушками. По сравнению с катушкой R-LOP/AG, R-LOP/PVA-FO/Ag демонстрирует индукционные характеристики на 30% выше в эксперименте с вертикальным перемещением и на 34% выше в эксперименте с горизонтальным перемещением. Данное устройство использует преимущества не только более высокой магнитной проницаемости, но и успешного экранирования гасящего магнитного поля, идущего от соседних металлических компонентов, индуцированных 2 слоями PVA-FO.

После исследований была собрана демонстрационная схема, которая показала работоспособность катушки.



В результате была достигнута эффективность беспроводной передачи энергии в 94%, которая является самой высокой для печатных и гибких модулей беспроводной передачи энергии.

“ ”

Печать передовых проводящих/магнитных наноматериалов на бумаге позволит масштабировать производство гибкой интеллектуальной электроники, включая накопители энергии, датчики, катушки индуктивности или антенны, что способствует созданию более устойчивой электроники.

Источник: doi.org/10.1016/j.nanoen.2023.108391

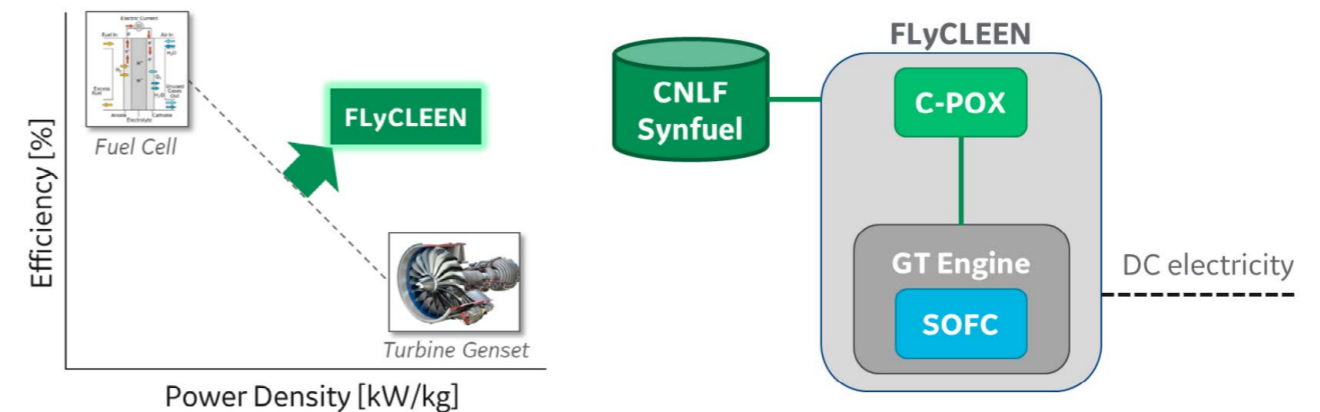
Текущее состояние исследований и разработок авиационных силовых установок в Европейском Союзе и США за октябрь 2023 г.

Михайлов Алексей Евгеньевич

кандидат технических наук, доцент, научный руководитель фронтальной НИР «Формирование теории нового класса электрических машин, созданных с помощью аддитивных технологий», руководитель группы силовых установок

1. ГСУ на базе малоразмерного ГТД и твердооксидных топливных элементов

Агентство передовых исследований в области энергетики (ARPA-E) с 2021г. финансирует проект FlyCLEEN по созданию гибридной силовой установки на базе газотурбинного двигателя и твердооксидного топливного элемента (ТОТЭ). Главным исполнителем по проекту FlyCLEEN является компания General Electric Research.



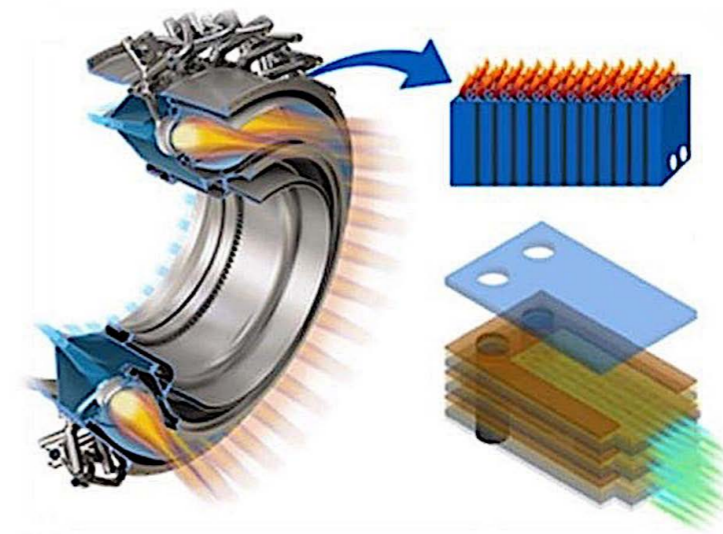
Концепция создания ГТД на базе ТОТЭ в рамках проекта FlyCLEEN

В рамках текущего этапа проекта компания General Electric Research ведет разработку гибридной силовой установки на базе газотурбинного двигателя, оснащенного ячейкой ТОТЭ для выработки электрической мощности 25кВт.

Камера сгорания малоразмерного ГТД, работающего на 100% SAF (устойчиво производимое авиационное топливо) оснащена каталитическим реформером для производства синтез-газа, который используется для работы ячейки ТОТЭ.

Применение ТОТЭ и реформера позволяет использовать 100% SAF топливо как для работы ГТД, так и для выработки электроэнергии в ячейке топливных элементов. Применение SAF для питания ячейки топливных элементов является основной новизной реализуемого проекта.

В октябре 2023г. компания General Electric Research получила очередной контракт на \$4.5млн. на изготовление и испытание подобной гибридной силовой установки.



Концепция создания ГСУ на базе ГТД и ТОТЭ, работающего на SAF

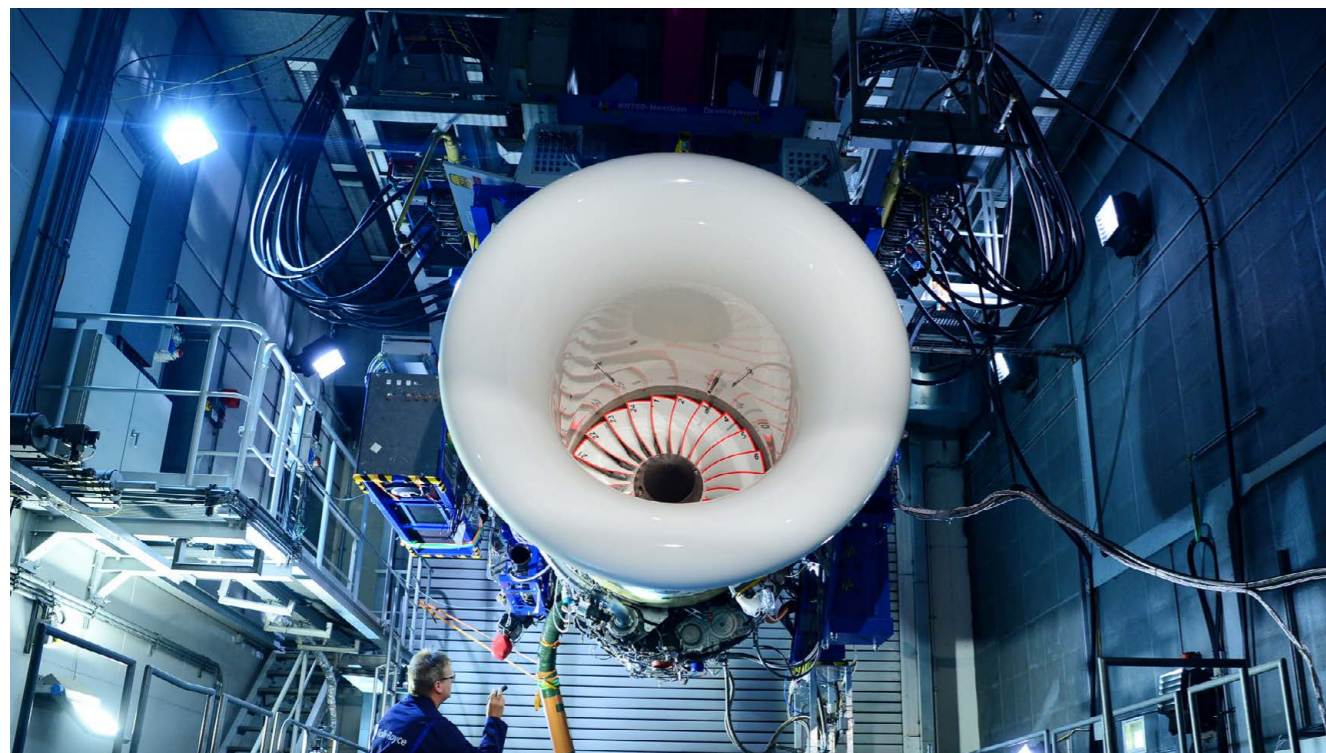
Источник: aerospacetestinginternational.com/news/electric-hybrid/ge-aerospace-to-test-flycleen-fuel-cell-gas-turbine-hybrid-engine.html

2. Rolls-Royce завершила стендовые испытания двигателей из 100% биотоплива

Компания Rolls-Royce успешно завершила комплекс наземных стендовых испытаний последнего поколения двигателей для бизнес-джетов Pearl 15 и Pearl 10X, работающих на 100% устойчиво производимом авиационном топливе (SAF).

Двигатель Pearl 15 используется в бизнес-джетах Bombardier Global 5500 и 6500, а двигатель будет применяться в перспективном дальнемагистральном бизнес-джете Dassault Falcon 10X.

Результаты испытаний показали, что двигатели семейства Rolls-Royce Pearl совместимы со 100%-м биотопливом.



Двигатель семейства Rolls-Royce Pearl на испытательном стенде

В рамках экспериментальной кампании впервые продемонстрирована работоспособность ГТД при последовательной замене керосина Jet A-1 и 100% SAF и обратно при стандартных сертификационных условиях. Полученные результаты формируют фундамент для сравнительной оценки экологических характеристик 100% SAF в сравнении с керосином типа Jet A-1.

Полученные результаты показали, что при переходе на 100% биотопливо наблюдается значительное снижение эмиссии нелетучих дисперсных частиц. Применение новой ультра-малоэмиссионной камеры сгорания в перспективном двигателе Pearl 10X обеспечивает значительное сокращение всех видов эмиссии вредных веществ.

На текущий момент регуляторные органы разрешают использование в гражданской авиации смесового топлива с долей SAF до 50%. В рамках стратегии декарбонизации Rolls-Royce до конца 2023г. будет продемонстрирована работоспособность всех двигателей Trent и двигателей для бизнес-джетов при использовании 100% SAF.

Источник: aerospacetestinginternational.com/news/engine-testing/rolls-royce-tests-100-biofuel-on-biz-jet-engines.html

3. ВВС США заключили новый контракт с компанией Stratolaunch

Научно-исследовательская лаборатория Военно-Воздушных Сил США (Air Force Research Laboratory) заключила новый контракт с компанией Stratolaunch на проведение летных испытаний многократной версии гиперзвукового экспериментального летательного аппарата Talon-A.



Экспериментальный гиперзвуковой KF Stratolaunch Talon-A на стартовой платформе

В качестве стартовой платформы для высотного запуска гиперзвуковых летательных аппаратов Talon используется самый большой в мире самолет – Stratolaunch Roc. Talon-A – это экспериментальный гиперзвуковой ЛА, оснащенный жидкостным ракетным двигателем, который может реализовать широкий спектр типовых гиперзвуковых сценариев применения.

Ранее в 2023г. компания Stratolaunch провела первые успешные эксперименты по отделению гиперзвукового ЛА Talon-A от стартовой платформы.

В 2022 был заключен контракт между AFRL и Stratolaunch на проведение первых летных испытаний одноразовой версии гиперзвукового KF Talon-A TA-1.

В следующем испытательном полете будет впервые испытана конфигурация гиперзвукового ЛА Talon-A с возможностью совершения посадки на типовую ВВП.

Новый контракт между AFRL и Stratolaunch подразумевает проведение летных испытаний многократной версии гиперзвукового ЛА Talon-A TA-3. По ожиданиям Stratolaunch предлагаемая многократная платформа Talon-A позволит существенно снизить стоимость и повысить частоту летных испытаний гиперзвуковых ЛА.



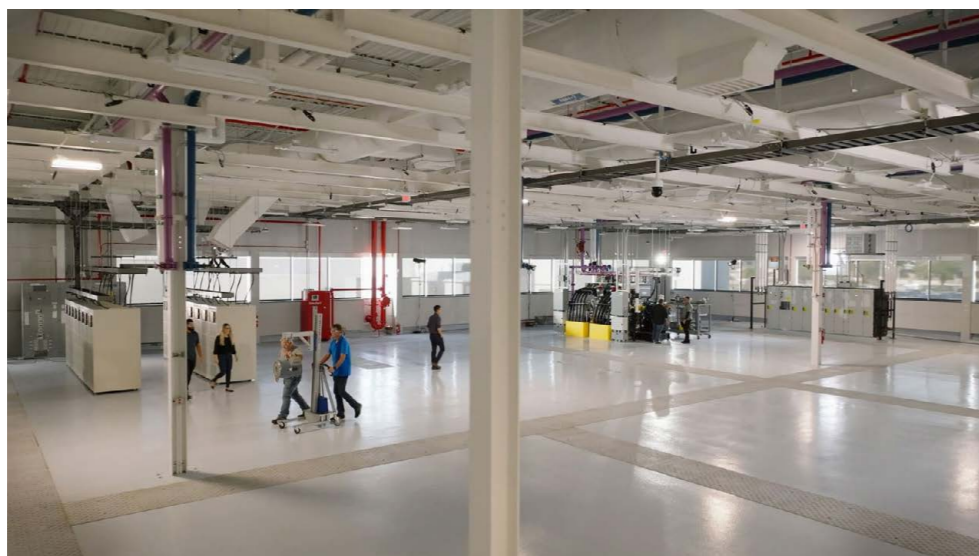
Экспериментальный гиперзвуковой ЛА Stratolaunch Talon-A

Источник: aerospacetestinginternational.com/news/flight-testing/stratolaunch-secures-us-air-force-funds-for-more-hypersonic-test-flights.html

4. Лаборатория для испытания компонентов электрифицированных силовых установок

Компания Collins Aerospace официально открыла новую испытательную лабораторию для испытаний компонентов электрических и гибридных силовых установок, в которую вложено \$50 млн.

Штатная начальная мощность испытательной лаборатории площадью 25000 фт² составляет 8МВт. Первыми проектами, которые будут реализованы в испытательной лаборатории «The Grid» являются 1МВт электродвигатель для демонстратора гибридной силовой установки по проекту Project 804, 1МВт электродвигатель для проекта SWITCH по программе Европейского Союза Clean Aviation и 1МВт генератор для Научно-исследовательской лаборатории Военно-Воздушных Сил США.



Испытательная лаборатория Collins Aerospace «The Grid»

Источник: aerospacetestinginternational.com/news/electric-hybrid/collins-aerospace-opens-the-grid-us50m-electric-power-systems-laboratory.html

5. TCab Tech начала летные испытания eVTOL аэротакси E20

Компания TCab Tech получила специально разрешение на полеты и регистрационный номер от Администрации гражданской Авиации Китая для разрабатываемого eVTOL ЛА E20. После получения разрешения на полеты компания провела первый испытательный полет ЛА E20.

TCab Tech E20 имеет максимальную полезную нагрузку 450кг, максимальную дальность 200км, крейсерскую скорость 260км/ч, максимальную скорость 320км/ч.

Поставщиком 6-ти электродвигателей для eVTOL E20 является компания Safran Electrical & Power, используются двигатели EngineUs 100.

Компания TCab Tech планирует провести сертификацию E20 по нормам Civil Aviation Administration of China в 2025г., сертификация по нормам EASA планируется позднее.

На текущий момент компания TCab Tech имеет более 200 заказов на eVTOL E20.

Источник: futureflight.aero/news-article/2023-10-29/chinas-tcab-tech-completes-initial-flight-testing-e20-evtol-aircraft



eVTOL TCab Tech E20

6. Бомбардировщик Northrop Grumman B-21 Raider

Предсерийная версия перспективного бомбардировщика Northrop Grumman B-21 Raider начала комплекс наземных испытаний, включая первые пробежки по ВПП на авиабазе Эдвардс ВВС США.

По ожиданиям экспертов ВВС США первый испытательный полет перспективного бомбардировщика B-21 Raider должен состояться до конца 2023г.



На производственных мощностях Northrop Grumman на авиабазе Эдвардс ВВС США в настоящее время ведется производство еще 5-ти предсерийных самолетов в различной степени готовности. Планируется, что группа из 6-ти самолетов будет использована для проведения полного комплекса наземных и летных испытаний B-21 Raider.

По ожиданиям экспертов ВВС США перспективный бомбардировщик B-21 Raider должен быть введен в эксплуатацию в середине 2020-х и станет ключевым компонентом ядерной триады США.

Источник: thedrive.com/the-war-zone/b-21-raider-has-begun-taxi-tests

7. Lyte Aviation ведет разработку 44-местного VTOL самолета

Британская компания Lyte Aviation ведет разработку 44-местного VTOL самолета с максимальной скоростью 300км/ч и дальностью полета более 1000км.

Отличительной особенностью проекта Lyte Aviation является наличие двух крыльев – среднеплан в передней части и верхнеплан в хвостовой части. На каждом полукрыле размещается по два воздушных винта – более крупный вблизи фюзеляжа и меньшего диаметра на законцовке крыла.

Для обеспечения вертикального взлета и посадки полукрылья поворачиваются на 90°, что обеспечивает работу воздушных винтов в вертикальной плоскости. Концепция поворотных крыльев ранее никогда не применялась в летательных аппаратах подобного размера. Особый интерес представляет проблема порывов ветра при висении и вертикальном взлете при вертикальном расположении крыльев.

Ожидается, что для привода воздушных винтов будут использованы существующие турбовинтовые двигатели мощностью 3500-5000л.с., которые будут работать на традиционном, либо SAF топливе.

Отмечается, что для привода воздушных винтов, установленных на законцовках полукрыльев, также будут применяться электродвигатели, для питания которых будут использоваться водородно-воздушные топливные элементы. Планируется, что дополнительные электродвигатели будут применяться для быстрого изменения мощности на привод воздушных винтов на законцовках полукрыльев для обеспечения устойчивости и управляемости самолета.

Ожидается, что первый полномасштабный прототип самолета будет построен в 2024г, а первый полет самолет совершит до конца 2025г.

Источник: newatlas.com/aircraft/lyte-aviation-skybus-vtol



8.

Серийная версия eVTOL аэротакси Archer Midnight начала летные испытания

eVTOL аэротакси Archer Midnight – это 5-местный летательный аппарат с 12-ю поворотными электроприводными воздушными винтами, V-образным хвостовым оперением, который имеет крейсерскую скорость до 241км/ч и максимальную дальность до 161км.

Ключевой нишей для Archer Midnight является совершение коротких перелетов в черте мегаполисов, поэтому аэротакси имеет ограниченную дальность полета. По ожиданиям компании Archer типовой сценарий применения включает два полета на дальность до 32км туда-обратно с подзарядкой 12 минут между полетами. Ценностное предложение заключается в замещении поездки на автомобиле длительностью 60-90 минут на экологически чистый перелет на аэротакси длительностью 10-20 минут при себестоимости перелета существенно ниже, чем у вертолета.



eVTOL аэротакси Archer Midnight во время первого вертикального взлета и висения

На текущий момент компания Archer провела только первые эксперименты по вертикальному взлету, висению и посадке eVTOL Midnight. В 2021-2022г. компания Archer проводила летные испытания 2-местного прототипа eVTOL Maker, на котором был отработан переход от висения к горизонтальному крейсерскому полету. Ожидается, что отработка перехода от висения к горизонтальному крейсерскому полету Archer Midnight займет несколько месяцев.

В рамках запланированной программы летных испытаний компания Archer начинает подготовку к сертификации eVTOL Midnight по требованиям FAA/EASA.

Источник: newatlas.com/aircraft/archer-midnight-evtol-flight

9.

Китай выдал первый в мире сертификат типа воздушного судна для автономного eVTOL аэротакси

Китайский стартап eHANG получил первый в мире сертификат типа воздушного судна для автономного eVTOL аэротакси EH216 от Администрации гражданской авиации Китая. eHANG EH216 оснащен 8-ю парами коаксиально установленных электроприводных воздушных винтов и 2-хместной кабиной.

Аэротакси eHANG EH216 представляет собой автономный беспилотный летательный аппарат вертикального взлета и посадки, оба места в 2-местной кабине являются пассажирскими. Максимальная дальность полета eHANG EH216 составляет 30км, максимальная скорость 130км/ч.

Основной сценарий применения eHANG EH216 – внутригородская мобильность, совершение автономных перелетов «с крыши на крышу» зданий, а также туристические полеты внутри мегаполиса.



Двухместный автономный eVTOL eHANG EH216 во время испытательного полета

На текущий момент автономное аэротакси eHANG EH216 сертифицировано только для полетов на территории Китая. По ожиданиям экспертов FAA/EASA в самом оптимистичном сценарии сертифицируют первые eVTOL аэротакси до конца 2024г, а в реалистичном сценарии в 2025-2026г.

Однако, даже после начала сертификации eVTOL аэротакси в Европейском Союзе и США не стоит ожидать сертификации eHANG EH216 за пределами Китая. Все eVTOL аэротакси в ЕС и США, которые готовятся к сертификации на текущий момент, являются пилотируемыми, а eHANG EH216 это фактически пассажирский 2-местный БПЛА.

Важно подчеркнуть, что компания eHANG в течение нескольких лет проводит экспериментальные полеты аэротакси EH216, суммарно совершено более 40000 полетов. По заявлениям авиарегулятора Китая eHANG EH216 подтвердил свою безопасность при совершении автономных полетов.

Источник: newatlas.com/aircraft/ehang-first-evtol-type-certification

Современные отечественные и мировые достижения в области разработки и применения беспилотных летательных аппаратов

Уразбахтин Руслан Рустемович

Руководитель отдела исследований БПЛА

Мустаев Эдгар Ильдарович *(инженер)*

Дойников Антон Игоревич *(инженер)*

Дернов Михаил Юрьевич *(инженер 2 категории)*

Хакимьянов Артур Радилович *(инженер 2 категории)*

Кильметов Рафаэль Айдарович *(инженер 1 категории)*

Норкин Дмитрий Федорович *(инженер)*

1. Гибридная электрическая турбореактивная беспилотная платформа с большой грузоподъемностью

Американская компания WaveAerospace объявила о сборе средств на создание четырехметрового беспилотника Huntress II, который будет способен развивать скорость до 490 километров в час.

Huntress II – это уникальный турбореактивный гибридный электрический дрон, оснащенный современной гибридной топливно-электрической силовой установкой. Современная гибридная топливно-электрическая силовая установка беспилотного летательного аппарата (БПЛА) включает турбореактивный двигатель JP-8 и четыре высокоскоростных электрических пропеллера, обеспечивающие максимальную скорость 300 миль в час. Обладая максимальной скоростью 480 километров в час и грузоподъемностью 50 кг, он может летать до 2 часов и выполнять критически важные задачи в самых сложных погодных условиях.

Тактический БПЛА вертикального взлета и посадки может запускаться с воздуха или с земли и способен перейти от разворачивания к взлету всего за 90 секунд. Инновационная конструкция преодолевает ограничения как беспилотников с неподвижным крылом, так и роторных БПЛА и позволяет платформе сохранять высокую эффективность и стабильность во время высокоскоростного полета вперед.

Таким образом, применение гибридных силовых установок на БПЛА является актуальным техническим решением, позволяющим улучшить их тактико-технические данные. В ПИШ

«Моторы Будущего» ведутся работы по проектированию и исследованиям гибридных силовых установок для перспективных летательных аппаратов, которые направлены на повышение характеристик существующих летательных аппаратов.

Источник: unmannedsystemstechnology.com/company/waveaerospace



Турбореактивный гибридный электрический дрон Huntress II

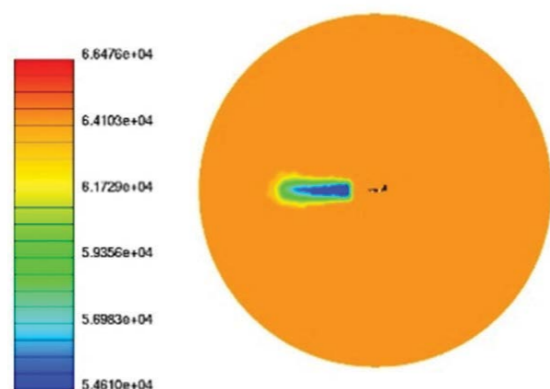
2. Влияние локального понижения давления и дождя на аэродинамические характеристики



Поверхностная сетка по геометрии БПЛА

Вычисления выполняются с предварительно подготовленным сжимаемым решателем уравнений Навье-Стокса и моделью Spalart Allmaras (SA), используемой для замыкания турбулентности.

Для моделирования влияния вхождения БПЛА в зону пониженного давления перед геометрией БПЛА вводилась зона низкого давления (50 м в длину, 6 м в высоту и 15 м в одном направлении по размаху) с давлением на 10–15 % ниже давления набегающего потока.

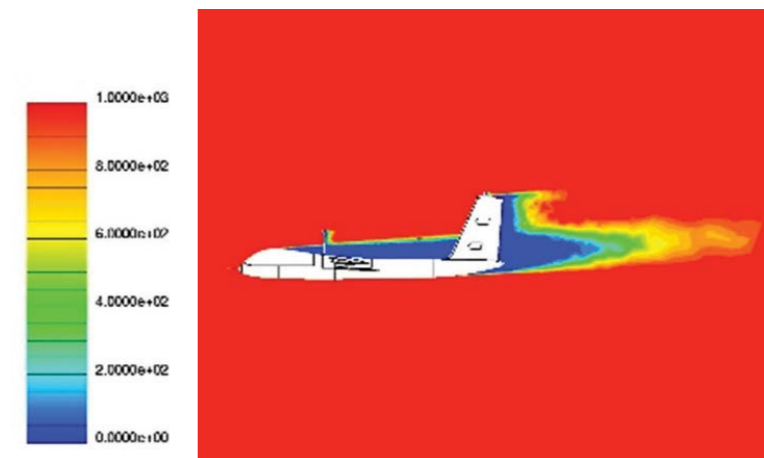


Приближение БПЛА к области пониженного давления



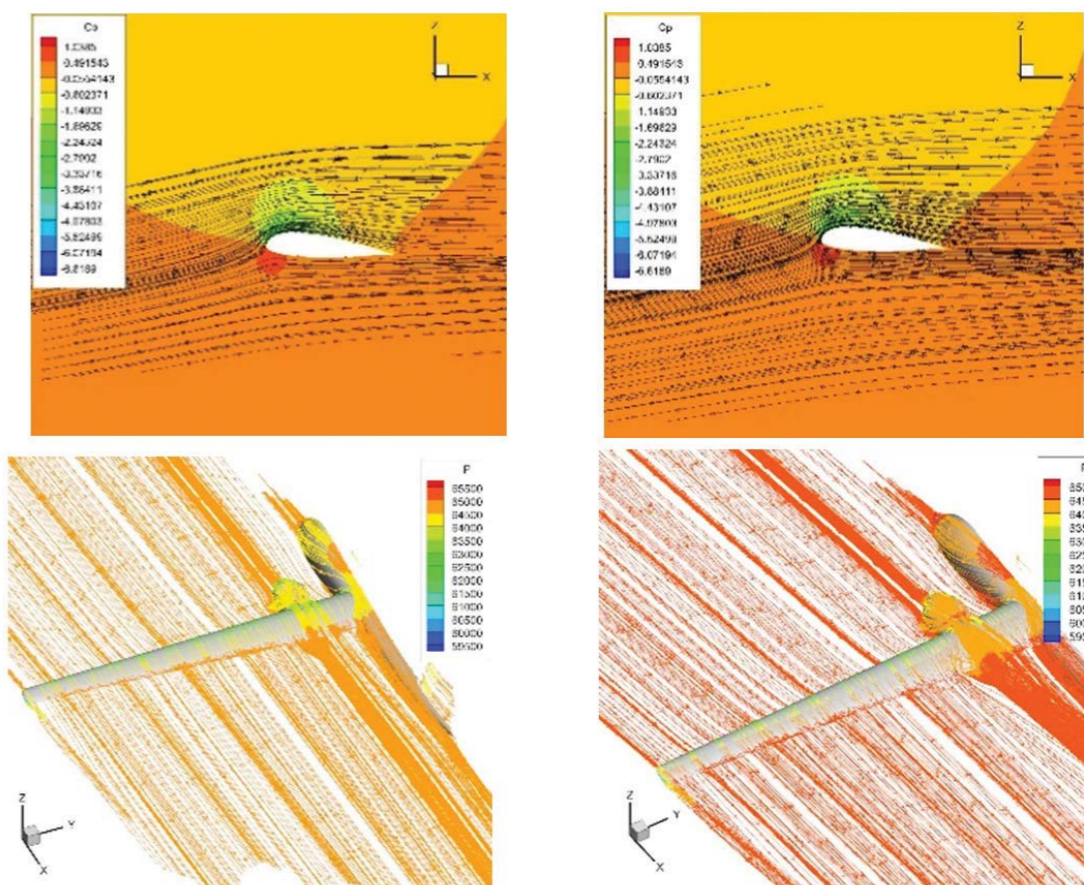
Симметричная и асимметричная области пониженного давления

Для моделирования дождя присутствие капель воды учитывается с использованием формулы эйлеровой дисперсной фазы (EDP), учитывающей двустороннее взаимодействие массы, импульса и энергии между каплями дождя и атмосферным воздухом. На картинке представлено скалярное поле распределения плотности при учете дождя с каплями размером 2 мм.



Скалярное поле распределения плотности при дожде

Как видно на рисунке, конструкция самолета и угол атаки, на которой он летит, создают тень, где плотность количества капель значительно уменьшается. Сравнение кривых на графике C_p в разрезе при 10° , с эффектом дождя и без него и изображения линий тока в разрезе и поверхности (сверху) крыла показаны на рисунке ниже. Сравнение кривых на графике C_p показывает, что ускорение потока на верхней поверхности крыла меньше в присутствии дождя. Кроме того, точка отрыва потока на верхней поверхности крыла вдоль размаха находится в переднем положении. Это происходит из-за скопления капель дождя на поверхности крыльев, которые образуют волнистую и неровную водяную пленку, которая может придать крыльям шероховатость и увеличить трение. Это также может вызвать изменение распределения давления. Из исследования, проведенного с имитацией дождя, следует, что дождь может увеличить лобовое сопротивление на 40–60 % при линейном полете в рабочем диапазоне угла атаки и уменьшить угол сваливания на 2° . В результате исследования пилоту было предложено, что для управления беспилотным летательным аппаратом при неблагоприятных погодных условиях может быть принята стандартная процедура эксплуатации (SOP).



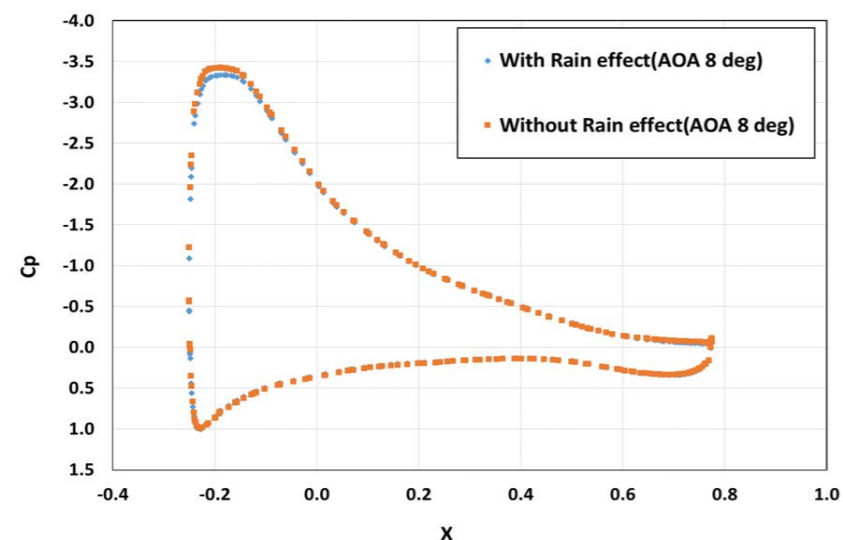


График сравнения в разрезе и линии тока в середине размаха и верхней поверхности крыла при угле атаки равном 10°

В статье предлагается учитывать воздействие факторов окружающей среды на параметры БПЛА методами компьютерного моделирования. Предложенный подход существенно расширяет границы, в рамках которых возможно применение компьютерного моделирования при создании БПЛА. Учет наибольшего количества возможных сценариев функционирования на этапах проектирования минимизирует вероятность ошибок на стадии создания экспериментальных образцов, позволяет повысить качество проектирования, минимизировать сроки и стоимость разработки. Достижение высокой точности компьютерного моделирования и создание цифровых двойников технических изделий – актуальная задача современных наук и техники.

Источник: M. Vijayakumar, K.M. Parammasivam, S. Rajagopal, C. Balaji. Effect of Localised Pressure Depression and Rain on Aerodynamic Characteristics of MALE UAV // Defence Science Journal 73(4), 385-393. publications.drdo.gov.in/ojs/index.php/dsj/article/view/17481

3. Автономные интеллектуальные исследования океана

Океан всегда был силой, с которой приходилось считаться, когда дело доходило до понимания и пересечения его, казалось бы, безграничных голубых вод. Прошлые инновации, такие как глубоководные аппараты и спутники для наблюдения за океаном, помогли осветить некоторые чудеса океана, хотя многие вопросы все еще остаются.

Благодаря разработке интеллектуальной системы наблюдения за океаном Swift (ISOOS) ответы на эти вопросы стали ближе. С помощью этой системы целевые регионы океана могут быть нанесены на карту трехмерным методом, что позволяет собирать больше данных более безопасным, быстрым и эффективным способом, чем позволяют существующие технологии.

Основная идея заключается в использовании интеллектуального носителя в качестве базы мобильной системы и центра управления создать междометную сеть из нескольких десятков беспилотных летательных аппаратов, беспилотных надводных судов (AUV) и автономных подводных аппаратов (USV) для быстрого, одновременного трехмерного наблюдения за любыми целевыми регионами.

Эта «группа» беспилотных судов и транспортных средств становится более популярной благодаря инновациям, внедряемым в интеллектуальные автономные машины, которые привлекательны благодаря своей приспособляемости и гибкости, и это лишь пара качеств. Примечательно, что ISOOS могут сыграть ключевую роль в понимании роли субмезомасштабных вихрей, которые, по сути, представляют собой круговые течения воды, идущие против общего океанического течения (водовороты) и имеющие ширину менее 100 километров.

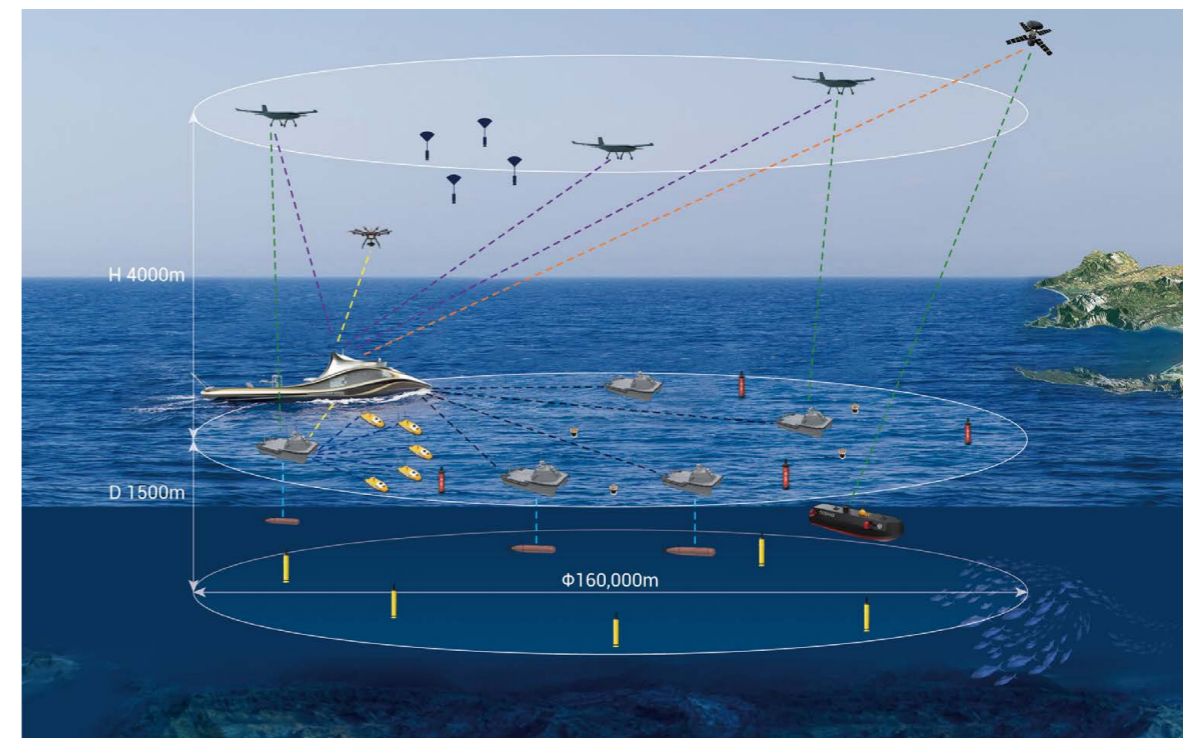


Схема взаимодействия беспилотных аппаратов

В настоящее время об этих вихрях известно не так много, поскольку они подвержены высокой изменчивости в пространстве и времени. Таким образом, быстрое сканирование в районах, где они обычно встречаются, может сделать гораздо больше для понимания их возникновения и роли в глобальной динамике океана, чем это возможно сейчас с помощью существующих методов.

Также ISOOS может применяться для картографирования океана. Обычно это весьма трудоемко и затратно, но, благодаря совместным усилиям группы беспилотников эффективность при сопоставлении карты океана может быть значительно увеличена. Например, заметной недавней попыткой с использованием AUVS и USVS был поиск предполагаемого места крушения рейса MH370. Хотя никаких признаков крушения обнаружено не было, с помощью AUV и USV было нанесено на карту 125 000 квадратных километров (или 48 262 квадратных мили) морского дна менее чем за пять месяцев.

Авторы утверждают, что в будущем попытаются использовать ISOOS для решения задач, которые либо невозможно достичь, либо неэффективно использовать какие-либо существующие технологии.

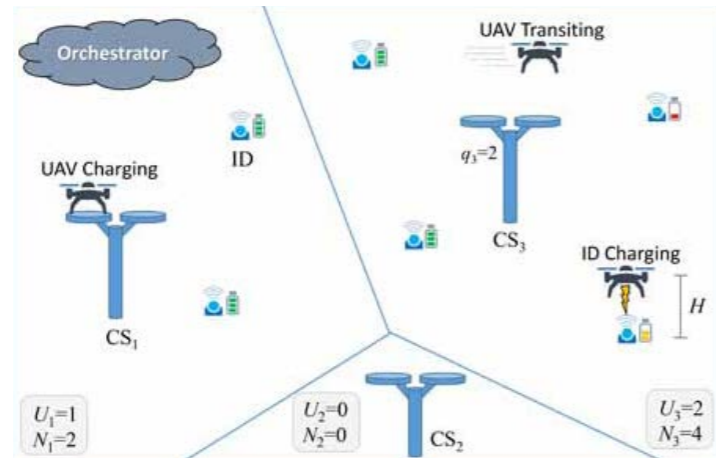
ISOOS открывает гораздо больше возможностей для научных исследований, когда людям не нужно напрямую участвовать в управлении кораблями, а вместо этого они могут управлять задачам или наблюдать за ними удаленно. Скоординированные усилия судов и транспортных средств, используемых в ISOOS, могут сэкономить бесчисленные часы усилий, материалы и затраты.

ISOOS также может быть использован для поиска обломков кораблей или самолетов, а также для фиксации океанических явлений, чувствительных ко времени и пространству, которые в противном случае остались бы неизученными, если бы использовались традиционные методы.

В работе показан один из сценариев применения роя БПЛА. Это подчеркивает актуальность разработки роев БПЛА. В этом случае актуально повышение автономности БПЛА за счет разработки новых систем обеспечения автоматического полета, в том числе с применением искусственного интеллекта. В ПИШ «Моторы Будущего» сейчас ведутся работы в рамках направления систем обеспечения автоматического полета БПЛА, в частности, на мобильной наземной платформе реализован алгоритм передвижения по линии, который далее будет испытываться на БПЛА. В будущем планируется улучшать программное обеспечение с точки зрения требуемых вычислительных мощностей, стабильности работы и функционирования при возникновении высокой степени неопределенностей.

Источник: techxplore.com

4. Обеспечение интернета вещей с беспроводным питанием с помощью управления роем БПЛА на основе стимулов



Наглядный пример сетевых объектов сети интернета вещей

Быстро растущий спрос на огромное количество устройств Интернета вещей (IoT) как в городских, так и в сельских районах требует их бесперебойного и автоматического энергоснабжения. Это особенно важно в тех случаях, когда датчики Интернета вещей установлены в отдаленных или опасных местах, недоступных для человека. В этом направлении беспилотные летательные аппараты (БПЛА) с возможностями беспроводной передачи энергии (WPT) могут решить эту проблему благодаря их гибкому развертыванию. С этой целью мы разрабатываем архитектуру, в которой рой беспилотных летательных аппаратов покрывает потребность в энергии сети Интернета вещей, в то время как одновременно беспилотные летательные аппараты удовлетворяют свои потребности в энергии с помощью инфраструктуры зарядных станций (CS).

Рассмотрена практическая энергетическая модель, которая учитывает уровень заряда батареи беспилотного летательного аппарата, потребление энергии из-за перехода в разные места, зависания и WPT. Кроме того, для учета взаимодействия БПЛА и CS вводится экономическая модель. Беспилотные летательные аппараты стремятся максимизировать свою прибыль за счет передачи энергии в Интернет вещей, в то время как CS (зарядные станции) стремятся максимизировать свою прибыль за счет подзарядки беспилотных летательных аппаратов. Чтобы обеспечить стабильную с точки зрения прибыли ассоциацию CS-беспилотных летательных аппаратов, обеспечивая при этом энергетическое покрытие Интернета вещей, мы разработали комбинационную игру "много к одному". Из-за взаимозависимостей между утилитами беспилотных летательных аппаратов, т. е. внешними факторами, предложен алгоритм согласования с двусторонней стабильностью обмена.

Для дальнейшей оценки рассматриваемой системы разрабатывается схема оптимизации, которая выполняет назначение UAV-CS для максимизации энергетического покрытия IDS. Численные результаты демонстрируют способность алгоритма сопоставления обеспечивать почти оптимальное энергетическое покрытие IDS, сохраняя при этом справедливый баланс между прибылью конкурирующих агентов, по сравнению со схемой оптимизации.

Являясь ключевым фактором развития «умных» городов и цифровых обществ, сети Интернета вещей (IoT) уже играют жизненно важную роль, воспринимая физическую среду с помощью огромного числа сенсорных узлов, число которых, как ожидается, превысит 5 миллиардов к 2028 году. Тем не менее, основной проблемой, связанной с ремонтнопригодностью сетей Интернета вещей, является управление энергопотреблением, поскольку разряжение батареи часто является причиной сбоя системы. Учитывая эту проблему, очевидное решение по замене батарей вышедших из строя узлов часто оказывается непрактичным, особенно когда они расположены в труднодоступных местах, таких как плотины, мосты или вращающиеся механизмы,

где вмешательство человека является дорогостоящим или даже опасным. В этом направлении был изучен сбор энергии (EH) из внешних источников для продления срока службы устройств интернета вещей (IDs), однако в большинстве случаев количество собранной энергии невелико и непредсказуемо. С этой целью следует предложить новые методы зарядки, позволяющие осуществлять повсеместный мониторинг с помощью случайно размещенных датчиков, особенно когда они расположены в труднодоступных местах.

Новым методом зарядки, появившимся за последние несколько лет, является беспроводная передача энергии (WPT), при которой сенсорные узлы собирают энергию из радиочастотных сигналов непрерывным и экономичным способом. Преимущество этой технологии двоякое:

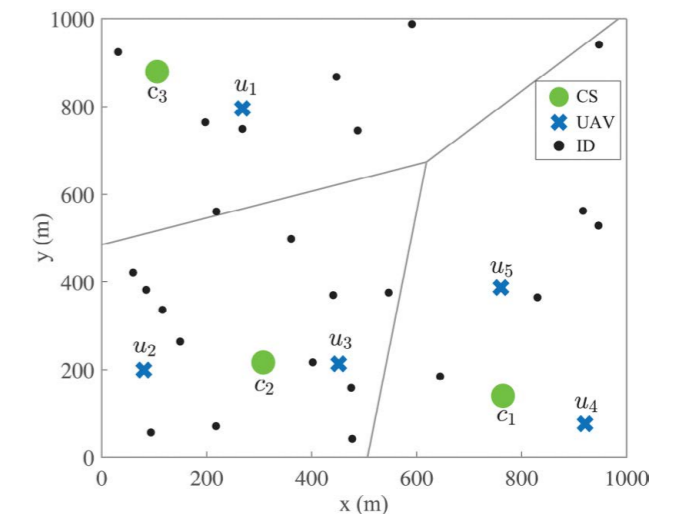
- 1) радиочастотная зарядка приводит к созданию более "экологичных" сетей, поскольку замена батарей ограничена;
- 2) она устраняет часть неопределенности относительно количества потребляемой энергии, в отличие от других методов EH, таких как зарядка от солнца.

Таким образом, источник передает директивный сигнал энергетического маяка, так что близлежащие IDS могут использовать его для зарядки. Однако для обеспечения качества работы WPT беспроводные линии связи должны быть чрезвычайно надежными, в идеале с сильным компонентом прямой видимости (LoS), что довольно сложно, особенно когда расстояние между источником и пунктом назначения велико, а инфраструктура системы WPT статична. Следовательно, жизненно важно иметь возможность гибко развертывать сетевые компоненты для повышения эффективности схем WPT, а следовательно, и производительности системы в целом. Учитывая потребность в гибких сетях, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) рассматриваются как значительная часть будущих сетей Интернета вещей благодаря их способности предлагать беспроводные соединения с благоприятными характеристиками чрезвычайно адаптивным образом, а за счет оптимизации их траектории их энергоэффективность и производительность могут быть значительно повышены. В частности, многие соответствующие исследования показали, что беспилотные летательные аппараты представляют собой жизнеспособное решение для подзарядки аккумуляторов, особенно в труднодоступных районах, поскольку они могут использоваться в качестве специализированных передатчиков энергии, которые могут быть развернуты при необходимости. Таким образом, принимая во внимание достижения сетей с поддержкой беспилотных летательных аппаратов, то есть воздушных сетей, WPT с поддержкой беспилотных летательных аппаратов стала новой парадигмой для доставки энергии для целей подзарядки.

В работе проверяется предложенная теоретическая основа с помощью обширного моделирования и предоставляется полезная информация о производительности развертывания беспилотного летательного аппарата сравнения интересующих показателей для различных сценариев. Все результаты моделирования были рассчитаны методом Монте-Карло, и было использовано 250000 независимых итераций. Для оценки производительности мы рассматриваем три различных метода:

- 1) стабильное сопоставление (SM), которое подробно обсуждается в разделе 3 статьи;
- 2) случайное сопоставление (RM), предполагающее случайную ассоциацию CS – БПЛА;
- 3) схема максимизации энергопотребления (ECM).

Simulation Parameter	Symbol	Value
Simulation Area	A	1000 m × 1000 m
Number of CSs	C	5
CS Quota	q_c	4
Number of UAVs	U	12
ID intensity	λ	60×10^{-5}
Path loss exponent	α	2.5 (LoS)
Path loss coefficient	c_0	10^{-3}
UAV Transmission power	P^{tx}	37 dBm
UAV Antenna beam width	θ	40°
Conversion efficiency	η	60%
Initial UAV energy	E_u	[180, 200] Wh
UAV charging height	h	1 m
UAV consumption at 10 m/s	P^v	350 Wh
UAV consumption at hover	P^h	300 Wh
Energy cost for UAV	w_1	0.01 curr. unit/Wh
Energy cost for CS	w_2	0.001 curr. unit/Wh
Energy cost for ID	p	0.5 curr. unit/mWh



Параметры моделирования

Мы рассматриваем территорию размером 1000×1000 м с 5 зарядными станциями (CSS) и 12 беспилотными летательными аппаратами. У CS есть квота в 4, в то время как беспилотные летательные аппараты развертываются случайным образом и оснащены батареей, емкость которой моделируется как равномерно распределенная случайная величина в пределах 180...200 Втч. Высота зарядки БПЛА установлена равной 1 м, что является реалистичным выбором, обеспечивающим эффективную подачу радиочастотной энергии при сохранении безопасного зазора между БПЛА и идентификатором. Кроме того, показатели энергопотребления БПЛА тщательно рассчитаны на основе энергетических моделей БПЛА. Более того, идентификаторы с потребляемой энергией являются подмножеством от общего числа идентификаторов, и их количество определяется распределением Пуассона с интенсивностью $\lambda = 6 \times 10^{-5}$. Следует отметить, что потребность в энергии каждого идентификатора является равномерно распределенной случайной величиной в пределах $[0, E_{\max}]$.

На рисунке проиллюстрировано начальное положение одного снимка маломасштабной сети UAV-CS, чтобы продемонстрировать процедуру, которой следует каждый метод ассоциации. Развертывание состоит из 3 CSS, которые определяют 3 ячейки, 5 произвольно расположенных беспилотных летательных аппаратов и 24 идентификаторов с $E_{\max} = 40$ J для каждого идентификатора. Рассматривая характеристики и производительность моментального снимка можно отметить, что потребность с2 в энергии выше, поскольку в его ячейке больше идентификаторов, требующих энергии, т. е. 12 идентификаторов по сравнению с 5 и 7 для с1 и с3 соответственно. Более того, в той же таблице мы приводим ассоциацию БПЛА для каждого метода, а именно SM, RM и ECM, где мы можем наблюдать, что, хотя RM не назначила ни одного БПЛА в наиболее требовательной ячейке, SM и ECM назначили 3. Интересно отметить, что SM и ECM в итоге получили одинаковое количество беспилотных летательных аппаратов в каждой ячейке. Однако, поскольку ECM и SM преследуют разные цели, покрываемый спрос в каждой ячейке различен, т. е. ECM обеспечивает оптимальное энергетическое покрытие, тогда как SM обеспечивает взаимоприемлемую связь с почти оптимальным энергетическим покрытием.

В статье предложена структура, которая обеспечивает энергетический охват IDS путем использования:

- 1) роев беспилотных летательных аппаратов с возможностями WPT
- 2) CSS, удовлетворяющих энергетические потребности беспилотных летательных аппаратов.

Рассмотрев стимулы задействованных операторов, предложена комбинационная схема "много к одному", которая распределяет беспилотники по ячейкам вокруг CSS. Из-за взаимозависимостей между утилитами операторов была применена комбинационная игра с внешними эффектами, в то время как существование двустороннего стабильного сопоставления было доказано. Затем мы разработали схему оптимизации, которая выполняет назначение UAV-CS с целью максимизации энергетического покрытия IDS. Наконец, с помощью обширного моделирования мы убедились, что предложенный алгоритм согласования обеспечивает почти оптимальные показатели покрытия энергопотребления, демонстрируя при этом более высокую справедливость в распределении прибыли операторов по сравнению с другими схемами. В качестве будущих направлений этой работы сбор данных может быть исследован совместно с WPT с использованием соответствующих протоколов, таких как сбор-затем-передача, в то время как предлагаемая структура может быть расширена путем включения проектирования траектории БПЛА.

Настоящая статья подчеркивает, что сегодня происходит активное расширение сфер применения БПЛА. При этом для многих новых применений характеристики существующих БПЛА являются недостаточными.

Источник: ieeexplore.ieee.org/document/10275044

5.

Дрон-такси Volocopter завершил свои первые испытательные полеты

Беспилотное такси Volocopter стало на шаг ближе к вводу в эксплуатацию. Немецкая фирма сообщила, что ее четырехместный электрический самолет вертикального взлета и посадки VoloConnect совершил свой первый полет в мае. Первоначальный полет машины длился всего две минуты и 14 секунд, но маневры доказали, что аэродинамика и производительность промышленного уровня сохраняются в реальных условиях. На данный момент было совершено три рейса.

Дальность полета 60 миль и скорость полета 155 миль в час могут показаться не такими уж большими. Однако обещают автономные пригородные рейсы за пределы крупных городских центров – на деловую встречу можно прилететь из пригорода. VoloConnect по сути является компаньоном VoloCity, летательного аппарата eVTOL с меньшей дальностью полета, предназначенного исключительно для городских прогулок.

Ожидается, что VoloConnect будет обслуживать клиентов, начиная с 2026 года, через два года после запланированного развертывания VoloCity в 2024 году. Хотя до этого еще очень далеко, Volocopter уникален тем, что имеет несколько воздушных такси, проводящих летные испытания в реальных условиях. Компания ближе к реальным пригородным поездкам, чем конкуренты, многие из которых имеют одну модель или неопределенный график обслуживания.



Volocopter

Настоящая работа подчеркивает, что сегодня актуально проектирование БПЛА с вертикальным взлетом и посадкой. Это обеспечивает возможность их внеаэродромного применения. Интерес представляет создание высокоэффективных силовых установок, отвечающих за обеспечение вертикальных взлета и посадки.

Источник: techcrunch.com/2022/06/07/volocopters-longer-range-drone-taxi-completes-its-first-test-flights

6. Amazon начнет осуществлять доставку дронами в Великобритании и Италии

Amazon объявила, что к концу 2024 года она представит свои предложения по доставке дронами в Великобританию и Италию. В новостях также говорится о третьем месте в США после Локфорда, Калифорния, и Колледж-Стейшн, Техас. Больше никаких подробностей о локациях объявлено не было – эти объявления обещают сделать в «ближайшие месяцы». Местоположение США станет третьим штатом после Калифорнии и Техаса.

Компания отмечает: «Мы тесно сотрудничаем с национальными и международными регулирующими органами, а также сообществами в ЕС, Италии, Великобритании и США над разработкой этой программы». Как только эта функция будет запущена в их регионе, клиенты смогут выбрать доставку дронами из раскрывающегося списка для товаров весом менее пяти фунтов.

Новые районы будет обслуживать MK30, новый дрон, анонсированный на прошлогоднем мероприятии Delivering the Future. По данным компании, новый дрон имеет вдвое больший радиус действия, чем его предшественник, тише и способен выдерживать более широкий диапазон погодных условий. В новостях также говорится, что компания более непосредственно интегрирует дроны в свою существующую сеть средств доставки, в которую также входят фургоны, а это означает, что они будут работать на одних и тех же объектах.

У Amazon заявлена цель доставить 500 миллионов посылок к концу десятилетия – очевидно, что такие цифры потребуют гораздо большей сети. Для этого потребуется тесно сотрудничать с национальными и местными органами власти, чтобы разобраться с правилами, касающимися этого нового вида доставки посылок.

Настоящая статья показывает, что на современном уровне материалов и технологий возможно существенное улучшение параметров БПЛА за счет разработки новых конструктивных и аэродинамических схем.



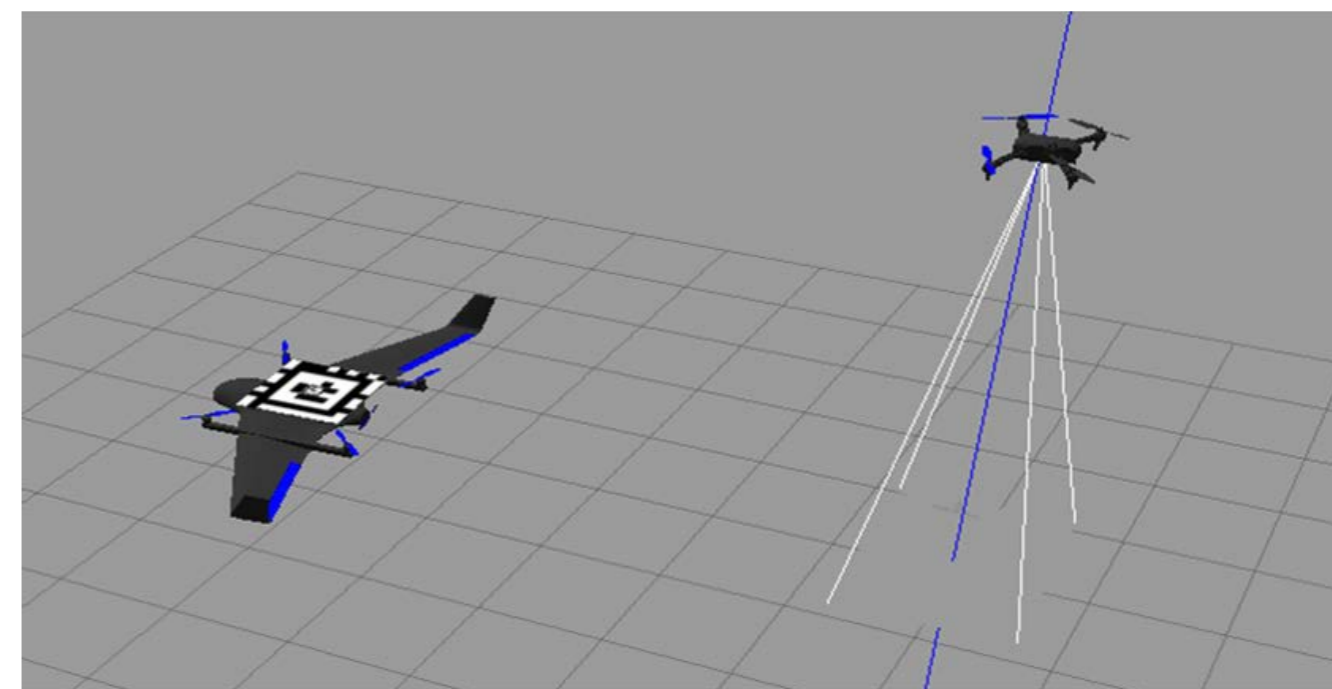
БПЛА МК30

Источник: techcrunch.com/2023/10/18/amazon-is-bringing-drone-deliveries-to-the-uk-and-italy-next-year

7. Автономное восстановление квадрокоптера по воздуху

Один из наиболее важных подходов к расширению возможностей автономных систем – это совместная работа. В этом исследовании используются разделенный беспилотный летательный аппарат (БПЛА) для вертикального взлета и посадки на основе взлетно-посадочной системы и квадрокоптер для выполнения автономной миссии по восстановлению в аэродинамической необитаемой системе «ребенок-мать». В работе исследуется генератор траекторий с предиктивным моделированием и нелинейный контроллер отслеживания траектории для решения задач планирования траектории при посадке и контроля высокоскоростной траектории БПЛА-ребенка в автономных миссиях. На этой основе вводится оценка движения БПЛА-матери, и формируется автономная система управления восстановлением. Предложенная система управления, представленная в этом исследовании, проверена на симуляции в программно-аппаратном комплексе. Результаты симуляции показывают, что система не только может направлять БПЛА-ребенка на выполнение автономного задания, пока БПЛА-мать находится в состоянии зависания, но и сохранять отслеживание траектории БПЛА-ребенка на скорости не менее 11 м/с, направляя его на безопасную посадку. Следует отметить, что кинематическая модель может прогнозировать траекторию материнского БЛА на любой интервал времени. Визуализацию используемой среды показано далее. В результате точность отслеживания платформы матери может быть настроена путем регулировки прогнозируемой траектории, предоставленной генератору траекторий МПП, как показано ниже.

В этом исследовании дочерний беспилотник восстанавливается, когда материнский беспилотник находится в режимах мультироторного зависания и кольцевого облета, и над материнским беспилотником установлена платформа для посадки с визуальной меткой местоположения. Дочерний беспилотник служит основой для всего процесса миссии восстановления и посадки. Расстояние от материнского беспилотника разделено на две стадии: под approach подлета и посадки.



Среда визуального моделирования. Основана на операционной системе робота (ROS), Pixhawk 4 и Gazebo

ЭТК Линейка малоразмерных электродвигателей

По всем вопросам:
firm@uust.ru

Электродвигатель МБ-3013

Номинальное напряжение	27В	Пусковой момент при минимальном/максимальном нагреве постоянных магнитов (ограничивается инвертором)	213/ 197 мНм
Частота холостого хода (ограничивается инвертором)	6550 об/мин	Пиковый пусковой ток (ограничивается инвертором)	7,4А
Номинальная частота вращения (ограничивается инвертором)	6500 об/мин	Линейная индуктивность	0,56 мГн
Номинальный момент	70 мНм	Линейное сопротивление	1,13 Ом
Фазный ток при номинальном моменте	1,93А	Момент инерции	$1,3 \cdot 10^{-6}$ кг·м ²

Электродвигатель ЭД-БАС-4950/400

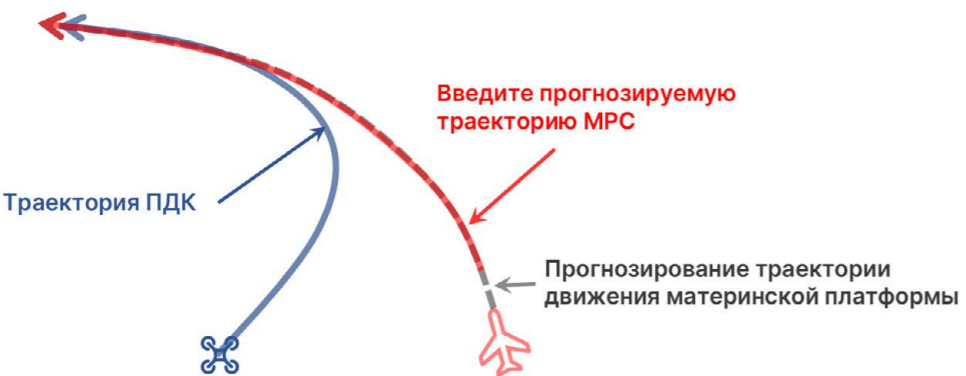
Номинальное напряжение	27В	Пусковой момент при минимальном/максимальном нагреве постоянных магнитов (ограничивается инвертором)	1550/ 1440 мНм
Частота холостого хода (ограничивается инвертором)	27000 об/мин	Пиковый пусковой ток (ограничивается инвертором)	120А
Номинальная частота вращения (ограничивается инвертором)	10000 об/мин	Линейная индуктивность	13,8 мкГн
Номинальный момент	1440 мНм	Линейное сопротивление	5 МОм
Фазный ток при номинальном моменте	120А	Момент инерции	$30 \cdot 10^{-6}$ кг·м ²

Электродвигатель МБ-4010

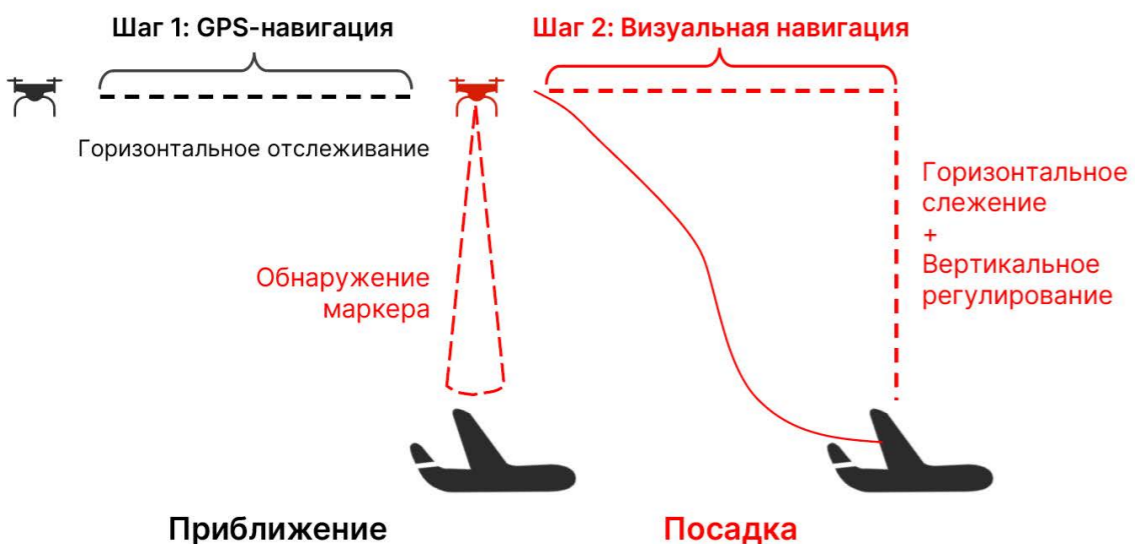
Номинальное напряжение	27В	Пусковой момент при минимальном/максимальном нагреве постоянных магнитов (ограничивается инвертором)	716/ 598 мНм
Частота холостого хода (ограничивается инвертором)	2156 об/мин	Пиковый пусковой ток (ограничивается инвертором)	8,4А
Номинальная частота вращения (ограничивается инвертором)	2150 об/мин	Линейная индуктивность	2,6 мГн
Номинальный момент	195 мНм	Линейное сопротивление	1,84 Ом
Фазный ток при номинальном моменте	2,1А	Момент инерции	$3,1 \cdot 10^{-6}$ кг·м ²

Электродвигатель ЭД-БАС-4950/400

Номинальное напряжение	37В	Пусковой момент при нагреве постоянных магнитов до 80 °С	1029 мНм
Частота холостого хода	9250 об/мин	Напряжение в режиме влета	40В
Номинальная частота вращения	4920 об/мин	Линейная индуктивность	650 мкГн
Номинальный момент	0,5 Нм	Линейное сопротивление	0,93 Ом
Фазный ток при номинальном моменте	11,93А	Момент инерции	$57,6 \cdot 10^{-6}$ кг·м ²



Генератор траектории MPC. Сплошная синяя линия представляет исходную траекторию, полученную от генератора траектории. Серая пунктирная линия представляет траекторию движения материнской платформы за определенный период времени. Сплошная красная линия представляет желаемую траекторию в качестве входных данных для генератора траекторий MPC.



Разделение процесса автономной посадки. GPS используется для получения информации о местоположении материнской платформы на этапе захода на посадку и получения информации о местоположении материнской платформы с помощью системы визуального наблюдения и GPS на этапе посадки.

В данном исследовании внесены изменения в сравнении с предыдущей работой авторов, добавлена система управления, эффективную для автономной миссии восстановления детского БПЛА на воздушной платформе со скоростью хотя бы 11 м/с. Разработанная система управления траекторией учитывает сопротивление ротора и успешно осуществляет полеты с высокой скоростью, точно отслеживая траектории движения в рамках системы управления. Кроме того, используется предсказание движения платформы восстановления для генерации траекторий MPC, избегая необходимости оценивать время генерации траектории. Для повышения точности отслеживания платформы восстановления мы модифицируем временной горизонт входящей предполагаемой траектории. Проводятся множественные тесты эффективности системы управления с использованием симуляции программно-аппаратного взаимодействия. Результаты симуляции показывают, что система способна генерировать плавные траектории посадки в реальном времени и точно отслеживать желаемые траектории. Статья показывает, что в рамках создания БПЛА актуально создание систем из нескольких БПЛА, при этом между ними строго распределяются роли. При создании таких систем важно особое внимание уделять координации действий совместно выполняющих общее задание БПЛА. В этом важную роль могут играть системы обеспечения автоматизированного полета, в том числе основанные на искусственном интеллекте.

Источник: Dongyue Du, Min Chang, *ORCID, Linkai Tang, Haodong Zou, Chu Tang,* and Junqiang Bai. School of Aeronautics, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China. Unmanned System Research Institute, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China. // MDPI



Передовая инженерная школа
Моторы Будущего

Строй своё будущее здесь и сейчас, своими руками
и своим интеллектом!

