

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА 360°

Выпуск 1'24



ЭТК

Линейка малоразмерных электродвигателей

По всем вопросам:
fipman@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	Пусковой ток Пиковый (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 при номинальном моменте	1,3·10⁻⁶ кг·м²

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	Пусковой ток Пиковый (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 при номинальном моменте	3·10⁻⁶ кг·м²

Номинальное напряжение	37В	Пусковой момент при нагреве постоянных магнитов до 80 °C	1029 мНм
Частота холостого хода	9250 об/мин	Напряжение в режиме взлёта	40В
Номинальная частота вращения	4920 об/мин	Линейная индуктивность	650 мГн
Номинальный момент	0,5 Н·м	Линейное сопротивление	0,93 Ом
Фазный ток при номинальном моменте	11,93А	Момент инерции	57,6·10⁻⁶ кг·м²

Электродвигатель ЗА-504

4 стр.

Обзор перспективных направлений и разработок в энергетике

Открытие электроэнергетической биржи: что это значит для РФ?	5
T-Omega представила прототип плавающей ветряной турбины в масштабе 1/16	6
Алмазная ядерная батарея может питать устройства в течение 50 лет	8
Заработал крупнейший в мире термоядерный реактор токамака	11
Китай вводит в эксплуатацию первый в мире ядерный реактор четвертого поколения	13
Стартап, который заставит посмотреть на экологичную электроэнергию по-новому	14

16 стр.

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

Полностью мягкий электродвигатель	17
Skydio отправляется в полёт с новыми док-станциями	19
Доставка дронами автоматических дефибрилляторов по сравнению с прибытием скорой	21
Автономный метод отслеживания и посадки БПЛА	22
Численный анализ биомиметического БПЛА с решётками переменной длины на законцовках крыльев	25
Когти в птичьем стиле позволяют роботу садиться или ходить	29

32 стр.

Текущее состояние исследований и разработок авиационных силовых установок в Европейском Союзе и США за январь 2024 г.

Overair запускает летные испытания полностью электрического конвертоплана Butterfly	33
Maeve Aerospace переключается на разработку самолета с гибридной силовой установкой	34
Evoliо прошла сертификацию UK Civil Aviation Authority как разработчик авиационной техники	35
Конгресс США восстановил финансирование программы адаптивных двигателей для F-35	36
Rolls-Royce проводит испытания компонентов криогенных водородных топливных систем	37
Leonardo и Pratt&Whitney провели летные испытания вертолёта AW139	38
NASA заключила новый контракт с General Electric Aerospace	39
General Electric Aerospace представила двухрежимный гиперзвуковой ПВРД	40
Airbus EcoPulse с гибридной силовой установкой совершил первый испытательный полёт	41

Обзор перспективных направлений и разработок в энергетике

Кабиров Айдар Магсунович

научный руководитель проектной группы

Хилажев Тимур Ильгизович (инженер)

Мирзаянов Рустем Радикович (инженер)

Кудрявцев Никита Сергеевич (оператор ЭВиЭМ)

Чирков Максим Сергеевич (оператор ЭВиЭМ)

Бочков Дмитрий Андреевич (оператор ЭВиЭМ)

Андреев Андрей Константинович (оператор ЭВиЭМ)

1.

Открытие электроэнергетической биржи: что это значит для РФ?

Начало работы совместной электроэнергетической биржи Венгрии, Сербии и Словении в Центральной Европе, которое запланировано до середины 2024 года, не окажет существенного влияния на Россию. О причинах создания этой совместной биржи и значении этого события для РФ рассказала «РГ» доцент кафедры международного бизнеса РЭУ им. Г. В. Плеханова Анастасия Прикладова.

О том, что Венгрия, Сербия и Словения планируют открыть электроэнергетическую биржу в первой половине этого года, заявил венгерский министр иностранных дел и внешнеэкономических связей Петер Сийярто. По его словам, данное событие значительно повысит энергетическую безопасность всего региона.

«Поставки электроэнергии Россией осуществляются на территории стран СНГ и Прибалтики, что обусловлено единой энергетической инфраструктурой, оставшейся со времён Советского Союза», — отмечает в беседе с «РГ» Прикладова. При этом рынки Венгрии, Сербии и Словении интересны в первую очередь, для российских поставщиков энергоресурсов. То есть влияние биржи по торговле электроэнергией является косвенным для России, констатирует она.

«Однако, принимая во внимание относительно более независимую политику, проводимую Венгрией, Сербией и Словенией, а также тот факт, что Сербия не входит в состав Евросоюза, создание биржи по торговле электроэнергией может повысить степень независимости стран, что в перспективе должно облегчить процесс сотрудничества местных компаний с российскими поставщиками топливно-энергетических ресурсов», — прогнозирует эксперт.

Прикладова также напомнила, что Венгрия импортирует, согласно данным международной статистики, в среднем 26,9 млрд кВт/ч ежегодно. При этом доля Словакии - 48%, Австрии, Румынии и Сербии - по 13-15% (по данным 2022 года). Совокупное производство электроэнергии в Венгрии составляет 35,7 млрд кВт/ч (по данным 2022 года).

«Соответственно, доля импортных поставок электроэнергии находится на уровне 43% (или 60%, если использовать данные венгерской статистической службы, по которым импорт электроэнергии составляет 21,6 млрд кВт/ч - прим. эксперта), что и потребовало принятия государством мер по повышению устойчивости в этом направлении», — резюмирует Прикладова.

Источник: rg.ru/2024/01/15/elektroenergeticheskaja-birzha-vengrii-serbii-i-slovenii-chto-eto-znachit-dlia-rossii.html

2.

Т-Омега представила прототип плавающей ветряной турбины в масштабе 1/16



Модель прототипа

Плавающие ветряные трубы Т-Омега в форме пирамиды разработаны с единственной целью — свести стоимость морской ветровой энергии к абсолютному минимуму. После завершения испытаний волнового резервуара компания выпустила свой первый реальный прототип.

Идея Т-Омега заменяет массивные односторонние врачающиеся генераторы традиционной конструкции двусторонней осью, поддерживаемой с обоих концов, и вместо одной башни, доходящей до ватерлинии, вы получаете четыре диагональные опоры, ведущие вниз, что на самом деле представляет собой основание пирамиды, плавающее по четырем углам. Он прикреплен к морскому дну с небольшим провисанием, позволяя всему этому плавать в ответ на изменения направления ветра, постоянно пассивно ориентируясь на ветер.

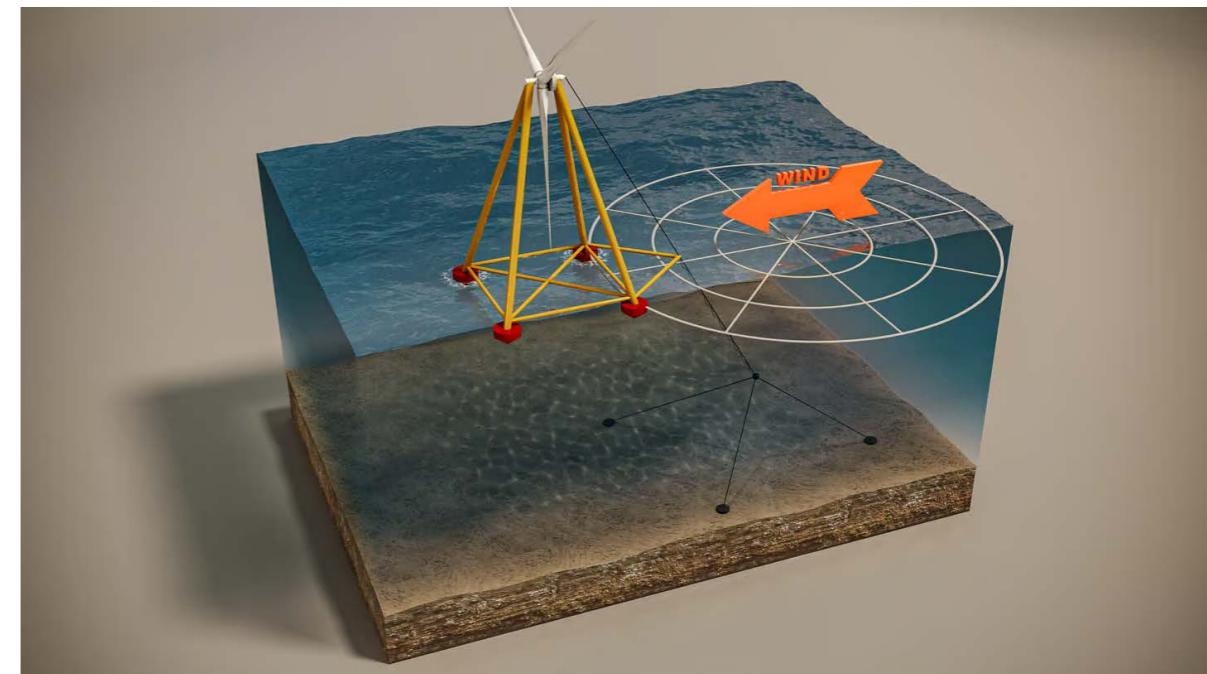


Устройство крепления турбины

Подвешивание турбины с обоих концов означает, что ее не нужно так сильно перепроектировать. Преимущества: значительно сниженные первоначальные затраты благодаря значительному сокращению количества материалов, сверх простое изготовление и развертывание без необходимости использования специализированного оборудования, а также ветряная турбина, которую настолько легко установить и отсоединить, что ее можно просто отбуксировать обратно в док для обслуживания. Это значительно снижает эксплуатационные расходы, поскольку вам не нужны массивные краны и тому подобное, чтобы выйти и починить что-то.

В сентябре прошлого года компания сообщила нам, что ее цель — нормализованная стоимость энергии (LCoE) около 50 долларов США за мегаватт-час, что будет «на уровне лучших морских ветроэнергетических установок с фиксированным дном, доступных сегодня».

Теперь, после испытаний волнового резервуара модели в масштабе 1/60, которые доказали, что конструкция способна оставаться в вертикальном положении, даже если полноразмерная версия была поражена ужасными 30-метровыми (98-футовыми) волнами, компания перешла к реальному миру.



Испытание модели волнового резервуара

Трос морского дна имеет достаточную слабину, чтобы позволить турбине пассивно плавать, навстречу ветру, независимо от направления, откуда он дует.

Прототип был успешно запущен в эксплуатацию в Нью-Бедфорде, штат Массачусетс, в начале этой недели, где он останется на неопределенный срок для оценки.

Полноразмерная турбина мощностью 10 мегаватт разместит ротор длиной 198 м (650 футов) с лопастями изменяемого шага на пирамиде высотой 119 м (390 футов) со сторонами 70 м (230 футов). По оценкам Т-Омега, общий вес системы составит от 1200 до 1800 метрических тонн.

Вывод: Идея довольно проста: избавиться от большого центрального полюса, который морские турбины унаследовали от наземных установок. Одна центральная башня останется вертикальной, рассуждает Т-Омега, только если на каждую тонну над водой приходится примерно четыре тонны под водой. А учитывая, что ветроэнергетика должна расширяться, чтобы стать эффективной и конкурентоспособной по стоимости, это означает огромный вес, соответственно высокие затраты на материалы и всевозможные логистические проблемы, связанные с производством, установкой и обслуживанием.

Источник: econet.ru/articles/novatorskaya-morskaya-vetryanaya-piramida-perehodit-k-ispytaniyam-prototipa-v-realnyh-usloviyah?ysclid=lrkia8wlih51884110

3. Алмазная ядерная батарея может питать устройства в течение 50 лет

Китайская компания Betavolt New Energy Technology представила новую модульную ядерную батарею, которая использует комбинацию радиоактивного изотопа никеля-63 (^{63}Ni) и алмазного полупроводника 4-го поколения и может питать устройство в течение 50 лет.

Ядерные батареи могут показаться чем-то сверхпродвинутым, но они существуют в той или иной форме с начала 1950-х годов. Большинство из них являются так называемыми радиотепловыми генераторами, которые превращают тепло от распадающихся радиоактивных элементов в электричество с помощью какой-нибудь термопары или двигателя Стирлинга.

В 2016 году был введен новый принцип, в котором используются алмазные слои, легированные радиоактивными изотопами – в случае первой попытки углеродом-14 (^{14}C). Идея состоит в том, чтобы выбрать изотоп, который испускает бета-частицы (β^-), которые, по сути, являются высокогенеративными, высокоскоростными электронами или позитронами. Когда они высвобождаются, алмазная матрица действует как полупроводник для генерации электрического тока.

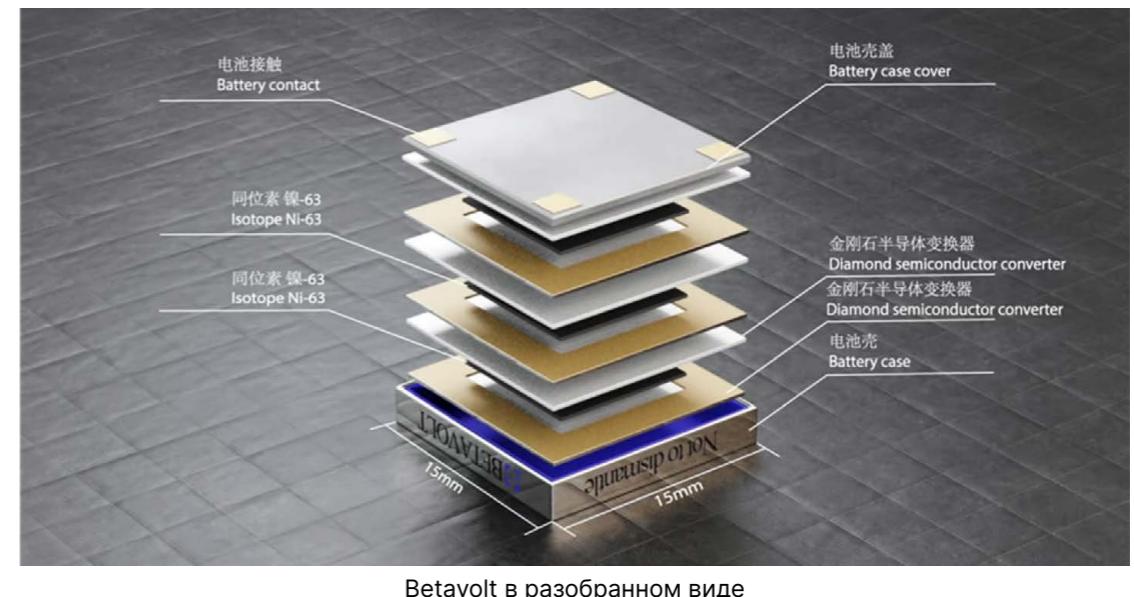


Батарея BV100

Новая батарея Betavolt, получившая название BV100, использует два монокристаллических алмазных полупроводниковых слоя толщиной 10 микрон каждый, каждый из которых покрыт 2-микронным слоем ^{63}Ni . Каждый из этих сэндвичей может вырабатывать ток, но они также могут быть сложены друг на друга или соединены, как старомодные вольтаические элементы, образуя сотни независимых модулей, которые работают вместе, чтобы усилить ток.

Все это запечатано в защитный чехол для защиты от радиационного воздействия и защиты батареи от физических повреждений. BV100 может производить 100 микроватт при напряжении 3 В и имеет размеры $15 \times 15 \times 5$ мм. По оценкам Бивольта, такие батареи в один прекрасный день смогут питать мобильный телефон, чтобы он никогда не нуждался в подзарядке или держал небольшой дрон в воздухе неопределенно долго.

По данным компании, BV100 находится в опытном производстве с прицелом на массовое производство. Более крупная одноваттная версия ожидается в 2025 году. Плотность энергии BV100 в 10 раз выше, чем у литиевых батарей, и не подвержена взорваннию или взрывам. Поскольку он генерирует электричество, а не накапливает его в виде химических реакций, он не подвержен проблемам с циклом перезарядки. ^{63}Ni в конечном итоге распадается на нерадиоактивную медь, которая представляет минимальный риск для окружающей среды.



Источники:
betavolt.tech/359485-359485_645066.html
newatlas.com/energy/betavolt-diamond-nuclear-battery

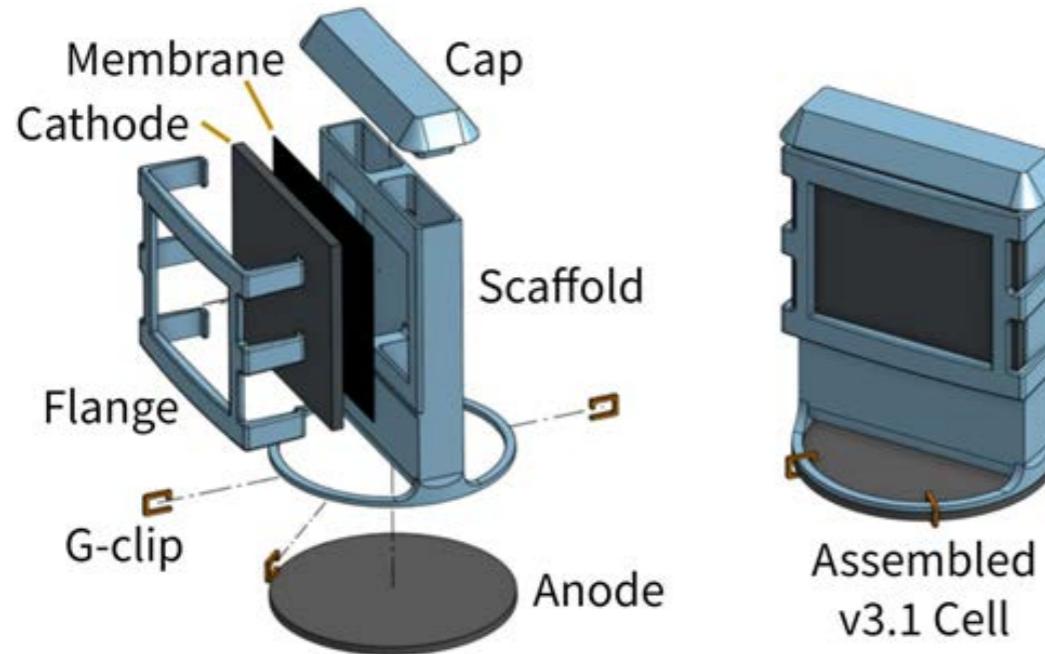
4. Топливный элемент, работающий на грунте

Команда ученых из Северо-Западного университета продемонстрировала замечательный новый способ получения электричества с помощью устройства в мягкой обложке, которое гнездится в почве и собирает энергию, вырабатываемую микробами, разрушающими грязь, до тех пор, пока в почве есть углерод. Микробные топливные элементы, как их называют, существуют уже более 100 лет. Они немного похожи на батарею, с анодом, катодом и электролитом, но вместо того, чтобы получать электричество из химических источников, они работают с бактериями, которые естественным образом отдают электроны близлежащим проводникам, когда они поедают почву.



Микробный топливный элемент, зарытый в почву и вырабатывающий энергию

До сих пор проблема заключалась в том, чтобы снабжать их водой и кислородом, в то время как они были погребены в грязи. «Несмотря на то, что MFC существуют как концепция уже более века, их ненадежная работа и низкая выходная мощность зашли в тупик усилиям по их практическому использованию, особенно в условиях низкой влажности», — сказал выпускник.



Конструкция предусматривает размещение анода в форме диска внизу и вертикально ориентированного катода, выступающего вверх по направлению к поверхности

Таким образом, команда приступила к созданию нескольких новых конструкций, направленных на то, чтобы дать клеткам постоянный доступ к кислороду и воде, и добилась успеха с конструкцией в форме картриджа, расположенного вертикально на горизонтальном диске. Дискообразный углеродный войлочный анод лежит горизонтально в нижней части устройства, глубоко в почве, где он может захватывать электроны, когда микробы переваривают грязь.

Токопроводящий металлический катод, в свою очередь, располагается вертикально на поверхности анода. Таким образом, нижняя часть находится достаточно глубоко, чтобы иметь доступ к влаге из глубокой почвы, в то время как верхняя находится на одном уровне с поверхностью. По всей длине электрода проходит зазор свежего воздуха, а защитный колпачок сверху предотвращает попадание грязи и мусора и перекрывает доступ катода к кислороду. Часть катода также покрыта гидроизоляционным материалом, так что при затоплении гидрофобная часть катода все еще находится в контакте с кислородом для поддержания работы топливного элемента.

При тестировании эта конструкция стабильно работала при различных уровнях влажности почвы, от полностью под водой до «в некоторой степени сухой», при этом в почве содержалось всего 41% воды по объему. В среднем, он вырабатывал примерно в 68 раз больше энергии, чем требовалось для работы бортовых систем обнаружения влажности и прикосновения, а также для передачи данных через крошечную антенну на ближайшую базовую станцию.

Как и в случае с другими сверхдолгосрочными источниками энергии, такими как бетаэлектрические алмазные батареи, сделанные с использованием ядерных отходов, количество вырабатываемой здесь энергии недостаточно велико, чтобы запустить автомобиль или смартфон, работающий на грязи. Речь идет скорее об питании небольших датчиков, которые могут работать в течение длительного времени без необходимости регулярной замены батареи.

«Если мы представим себе будущее с триллионами таких устройств, мы не сможем построить каждое из них из лития, тяжелых металлов и токсинов, которые опасны для окружающей среды», — сказал Йен. «Нам нужно найти альтернативы, которые могут обеспечить низкое количество энергии для питания децентрализованной сети устройств.

В поисках решений мы обратились к почвенным микробным топливным элементам, которые используют специальные микробы для разрушения почвы и используют это небольшое количество энергии для питания датчиков. До тех пор, пока в почве есть органический углерод для разложения микробов, топливный элемент потенциально может существовать вечно».



Чистые и грязные микробные топливные элементы со снятым дискообразным анодом внизу

Таким образом, подобные датчики могут быть очень удобны для фермеров, которые хотят контролировать различные элементы почвы — влагу, питательные вещества, загрязняющие вещества и т. д. — и применять технологичный подход к точному земледелию. Разместите несколько десятков таких вещей по всему дому, и они должны быть хороши для получения данных в течение многих лет, возможно, даже десятилетий. Пожалуй, самое приятное здесь то, что все компоненты этой конструкции, по словам исследовательской группы, можно купить в готовом виде в хозяйственном магазине. Таким образом, между этим исследованием и широкой коммерциализацией нет никаких проблем с цепочками поставок или материалами.

Источник: newatlas.com/energy/dirt-powered-fuel-cell/

5. Заработал крупнейший в мире термоядерный реактор токамака

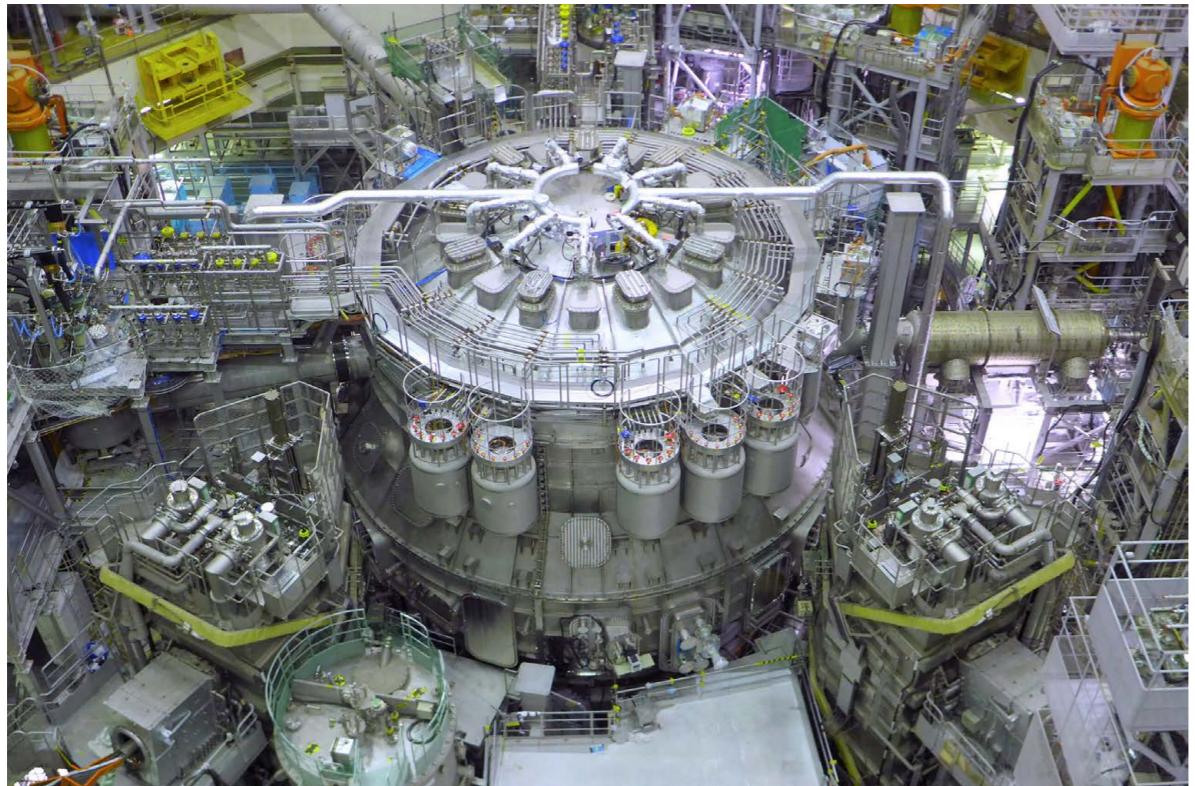
Самый большой и самый современный в мире термоядерный реактор токамак был введен в эксплуатацию после того, как 370-тонный реактор JT-60SA был впервые запущен во время церемонии инаугурации в префектуре Ибараки, Япония. Впервые задуманные советскими учеными в 1950-х годах, токамаки представляют собой тороидальные реакторы, которые являются одним из главных претендентов на то, чтобы стать первыми коммерчески жизнеспособными термоядерными электростанциями. Название является русской аббревиатурой от Toroidal Chamber with Magnetic Coils (тороидальная камера с магнитными катушками) и состоит из большой камеры в форме пончика, окруженной магнитными катушками, которые сжимают плазму, состоящую из изотопов водорода, до тех пор, пока она не достигнет давления и температуры, которые можно найти только в недрах Солнца, чтобы инициировать термоядерный синтез. В принципе, это простая машина, и достичь термоядерного синтеза относительно легко,

но на практике чрезвычайно сложно построить реактор, который мог бы поддерживать устойчивую термоядерную реакцию, генерирующую больше энергии, чем подается в него. Японский проект Torus-60 (JT-60) работает с 1970 года, и JT-60SA является последней и самой большой итерацией.

JT-60SA в настоящее время является совместным проектом ЕС и Японии при участии Великобритании, подписавшей отдельное соглашение после выхода из ЕС. Первоначальный реактор несколько раз модернизировался по мере развития технологий, в результате чего в 2013 году была проведена полная разборка и повторная сборка, а работы завершены в 2020 году. К сожалению, за этим последовало крупное короткое замыкание в 2021 году, которое потребовало двух лет ремонта.

Начало эксплуатации JT-60SA было торжественно открыто 1 декабря 2023 года комиссаром ЕС по энергетике Кадри Симсон и министром образования, культуры, спорта, науки и технологий Японии Масахито Мориямой на официальной церемонии. Несмотря на то, что модернизированный реактор все еще далек от того, чтобы стать практическим генератором энергии, он будет использоваться для решения многих нерешенных проблем, а также для тестирования материалов и процедур, которые понадобятся для коммерческих станций.

В течение 75 лет нам говорили, что термоядерная энергия появится только через 25 лет, и миллиарды долларов были потрачены на то, чтобы сделать ее практической. Однако, поскольку успешная термоядерная энергия навсегда обеспечит человечество неограниченной чистой энергией, немного терпения может быть не помешало.



JT-60SA находится в стадии разработки с 1970 года

Источник: newatlas.com/energy/worlds-largest-tokamak-fusion-reactor-powers-up

6. Китай вводит в эксплуатацию первый в мире ядерный реактор четвертого поколения

Китай утверждает, что ввел в эксплуатацию первый в мире коммерческий ядерный реактор четвертого поколения. Сообщается, что высокотемпературный газоохлаждаемый реактор (HTGR) с галечным слоем на АЭС Шидао-Бэй в заливе Шидао, провинция Шаньдун, был введен в эксплуатацию в этом месяце.

Реакторы четвертого поколения – это новейшие, давно ожидаемые атомные электростанции, которые обещают быть дешевле, безопаснее и эффективнее, чем нынешние реакторы. Они называются четвертым поколением, потому что первое поколение было первыми экспериментальными реакторами, второе поколение – первыми коммерческими реакторами, третье поколение – улучшенными версиями второго поколения, а четвертое поколение – это будущие реакторы, которые включают в себя новые технологии, топливо и базовые конструкции.

Несмотря на то, что китайский реактор HTR-PM был открыт для коммерческой эксплуатации 6 декабря 2023 года, эти реакторы четвертого поколения разрабатывались в течение десятилетий, а некоторые технологии восходят к 1950-м годам. Такое длительное время от идеи до коммерческого использования обусловлено многими факторами, не последним из которых является интеграция множества новых технологий в одном пакете, а также опыт почти 80-летней эксплуатации реактора.

HTR-PM является одним из трех реакторов в заливе Шидао, а два других состоят из CAP1400 реакторов, которые являются реакторами третьего поколения, основанными на конструкции Westinghouse. Сам HTR-PM состоит из двух реакторов с галечным слоем, соединенных с паровой турбиной мощностью 210 МВт и гелиевой воздуходувкой для охлаждения. Каждый модуль представляет собой сосуд под давлением с механизмом в верхней части для вставки топливных камешков и еще двумя внизу для удаления отработанных или поврежденных камешков. Камешки сделаны из урана и углерода, заключенные в керамическую оболочку.

Во время работы HTR-PM генерирует 2×250 МВт, а температура пара на выходе достигает 500°C (930°F). Поскольку это конструкция четвертого поколения, она включает в себя ряд инноваций в области безопасности, включая пассивное охлаждение, топливо, которое может выдерживать расчетные температуры, саморегулирование реакции деления и способность выдерживать чрезвычайную ситуацию без необходимости посторонней помощи. Из-за охлаждения гелием его не нужно размещать вблизи побережий, рек или больших водоемов.

Источники: China brings world's first-Generation IV nuclear reactor online (newatlas.com)
Chinese HTR-PM Demo begins commercial operation-Tsinghua University

Атомная электростанция
в заливе Шидао



Стартап, который заставит посмотреть на экологичную электроэнергию по-новому

Согласно отчету, опубликованному в Bloomberg New Energy Finance, инвестиции в возобновляемые источники энергии с 2000 года увеличились вдвое и составили \$145 млрд. Однако возобновляемые источники энергии (без учета крупных гидроэнергетических проектов) обеспечивают лишь около 4% мирового потребления энергии.

Развитие отрасли преобразования энергии океана до настоящего времени обеспечивается теоретическими проектами, так что практическая возможность использования энергии волн по-прежнему остается ограниченной. Однако очевиден факт, что в следующие несколько лет, когда успешные технологические решения перейдут от теоретических разработок и экспериментов к стадии воплощения в жизнь, этот сегмент отрасли начнет приносить прибыль.

Одним из таких проектов является WaveRoller — устройство, которое представляет собой пластину, закрепленную основанием на морском дне и приводимую в движение приливной волной. Возвратно-поступательные движения перемещают пластину, которая передает кинетическую энергию поршневому насосу.

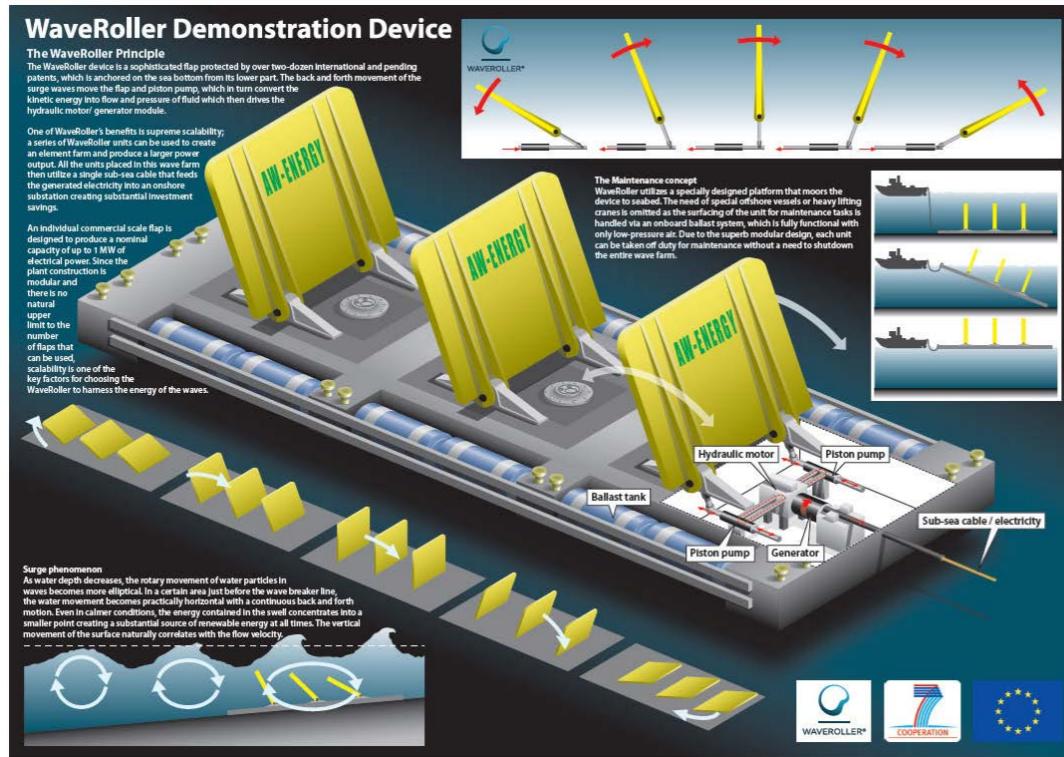
модульным и нет ограничения на количество используемых пластин, размеры могут варьировать в очень широком диапазоне.

Одним из главных отличий WaveRoller является способность генерировать энергию, используя более широкий спектр разнообразия океанических волн по сравнению с существующими решениями в этой области. Идеальным местом для расположения установок WaveRoller являются места, где преобладают волны с длительными волновыми периодами и сильным прибоем. Годовой уровень мощности установок WaveRoller в таких месторасположениях подвержен меньшим скачкам и отклонениям от нормы, чем в других волновых или ветроэнергетических установках.

WaveRoller не оказывает вредного воздействия на окружающую среду:

- Весь WaveRoller комплекс находится под водой и, следовательно, он полностью невидим. Типичная глубина установки составляет 10-25 метров.
- Пластины WaveRoller двигаются вслед за естественным движением воды.
- Комплекс установок не производит никакого шума над водой или на побережье.
- WaveRoller разработан с использованием экологически чистых материалов, не содержащих вредных веществ.

Источник: tech-life.org/technologies/226-waveroller



Демонстрация работы WaveRoller

Технология WaveRoller, использующая энергию приливной волны, была разработана и запатентована компанией AW-Energy. Первые концептуальные прототипы были разработаны еще в 1999 году, когда создатель WaveRoller Rauno Koivusaari сотрудничал с компанией Fortum Research. С тех пор технология постоянно развивалась в ходе многочисленных лабораторных испытаний, проводимых Европейским центром исследования морской энергетики (European Marine Energy Centre) в Шотландии и в Пенише (Португалия).

Пластины могут быть собраны в серии на специальных фермах для увеличения выходной мощности. В таких комплексах поршневые насосы будут создавать большое давление в гидравлическом двигателе, который передает кинетическую энергию генератору, преобразующему кинетическую энергию в электрическую. Одна плата стандартного размера позволяет получить номинальную мощность порядка 600 — 800 кВт в зависимости от места расположения. Поскольку строительство комплекса является

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)

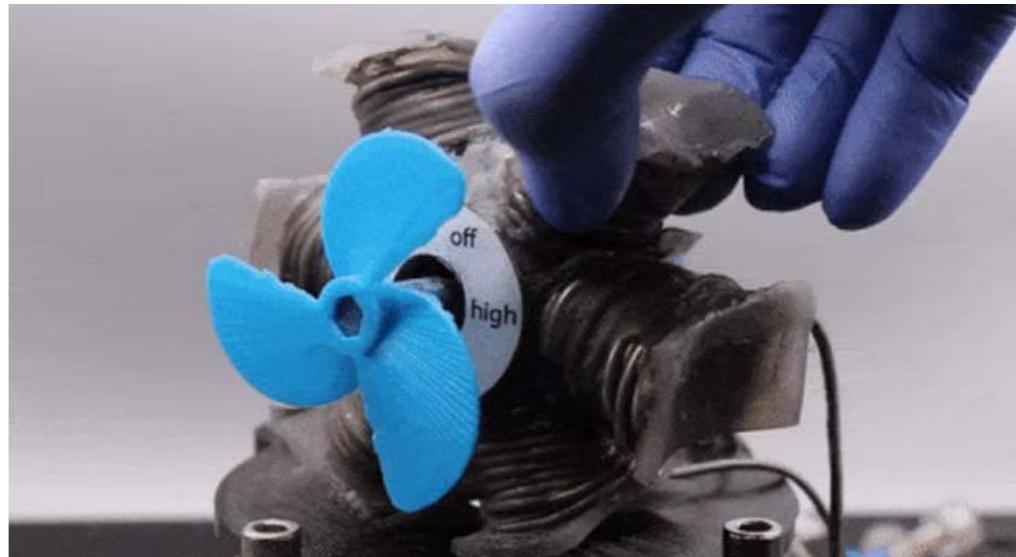
Хакимьянов Артур Радилович (инженер 2 категории)

Кильметов Рафаэль Айдарович (инженер 1 категории)

Норкин Дмитрий Федорович (инженер)

1. Полностью мягкий электродвигатель

Инженеры разработали полностью мягкий бесколлекторный электродвигатель. Его статор, ротор и даже магниты сделаны из силикона, внешний вид показан на рисунке 1. В качестве обмотки используются трубы, заполненные жидким сплавом галлия и индия. Для демонстрации возможности практического применения электромотор применили в конструкциях воздушных и водяных насосов, а также для приведения в движение тележки на колесах.



Внешний вид мягкого бесколлекторного электродвигателя

Роботов, состоящих полностью из мягких материалов, обычно разрабатывают для использования в областях, где требуется деликатное взаимодействие с окружающими объектами, в том числе для наблюдений за хрупкими морскими животными в их естественной среде обитания или в медицине при взаимодействии с человеком. Несмотря на то, что разработка подобных роботов ведется уже довольно давно, до сих пор одной из главных проблем остается выбор подходящего актуатора для них. Обычно применяемые в таких случаях пневматика и гидравлика не всегда подходят. Например, они не могут полноценно заменить электродвигатели для создания эффективного быстрого вращательного движения, а также требуют внешних или бортовых насосов для создания давления.

Этот пробел в компонентной базе решили устранить инженеры под руководством И Чэнь Мазумдар (Yi Chen Mazumdar) из Технологического института Джорджии. Они разработали четырехполюсный трехфазный синхронный бесколлекторный электродвигатель, состоящий полностью из мягких материалов. Внешний диаметр двигателя составляет 80 миллиметров, высота 40 миллиметров, а диаметр ротора 10 миллиметров. Статор изготавливается из мягкого легко деформируемого силикона. На нем расположены шесть катушек, в качестве обмоток на которых вместо медных проводов используются мягкие силиконовые трубы с внутренним диаметром 1,3 миллиметра. Они заполнены жидким при комнатной температуре проводящим сплавом галлия и индия.

На роторе расположены четыре мягких постоянных магнита, образующие вместе цилиндр. Они также изготовлены из силикона с добавлением намагниченных частиц неодима железа и бора. Магниты вставлены в оболочку из термопластичного полиуретана, внутренняя часть которой покрыта полиэтиленом и графитовой смазкой для снижения силы трения между соприкасающимися подвижными поверхностями. На внешней стороне полиуретановой оболочки расположены мягкие магнитные сенсоры, необходимые для контроля скорости и положения врачающегося ротора с постоянными магнитами.

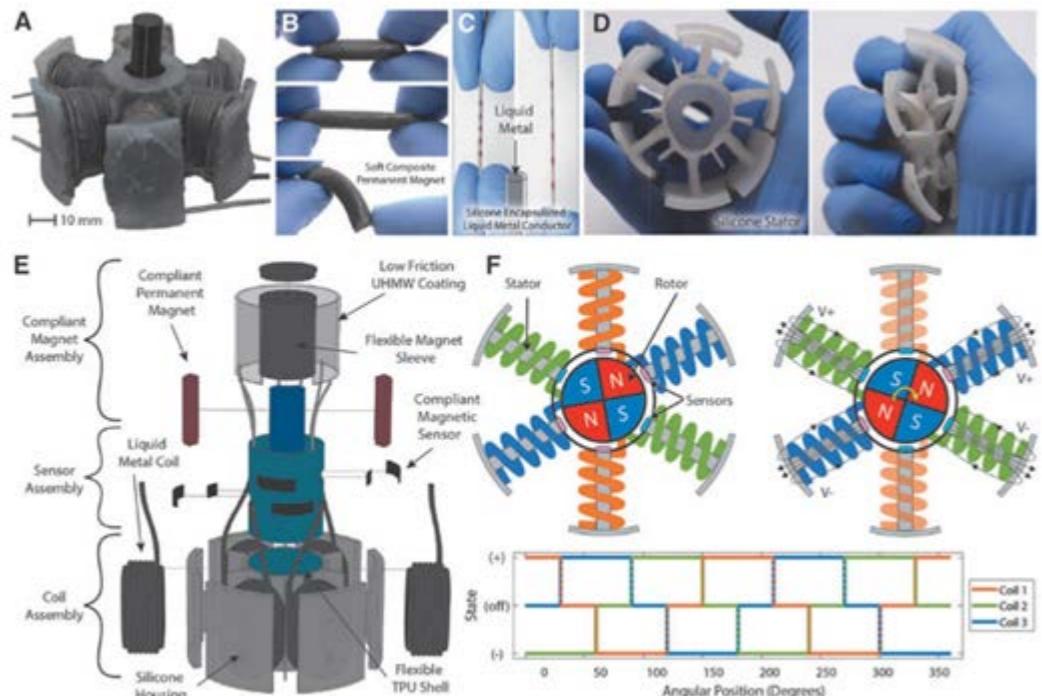


Схема и состав мягкого бесколлекторного электродвигателя

Сенсоры представляют собой магнитные контакты, выполненные в виде гибких проводящих пластин с нанесенным на них слоем из силикона с добавлением углерода для проводимости и микрочастиц самария-cobальта для придания магнитных свойств. Во время вращения пластины сенсоров поочередно отклоняются или притягиваются магнитным полем четырех постоянных магнитов сердечника, размыкая и замыкая контакты.

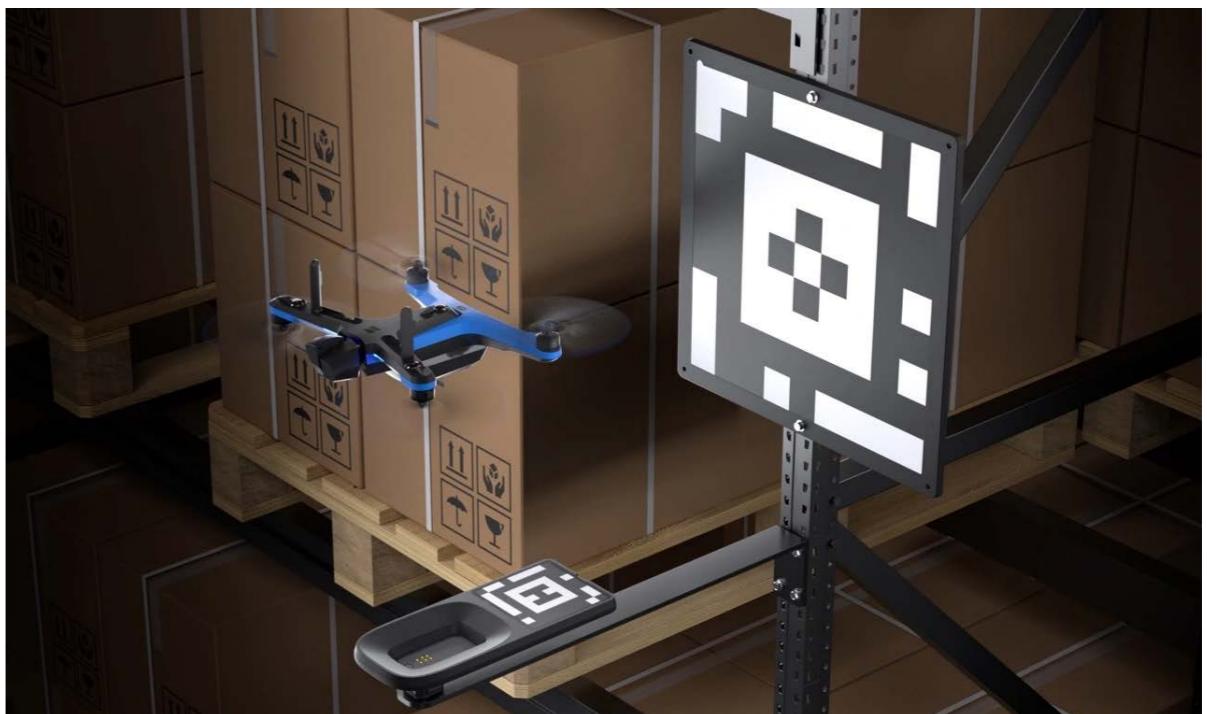
Без нагрузки двигатель может развивать до 4000 оборотов в минуту и выдает крутящий момент до 3 миллиньютона на метр. Максимальная мощность, развиваемая двигателем, составляет 240 милливатт при 2000 оборотах в минуту и моменте силы 1,25 миллиньютона на метр. Вертикальное сжатие на 37,5 процента и радиальное растяжение на 25 процентов практически не влияют на скорость вращения и эффективность мотора. Однако радиальное сжатие более чем на 13 процентов приводит к остановке двигателя из-за возросших сил трения. Кроме этого, сжатие электромагнитных катушек вызывает изменение их сопротивления, которое может быть отслежено по изменению тока и использовано как способ управления состоянием двигателя. Например, нажатие на отдельные катушки можно использовать для выключения или изменения скорости вращения, что и реализовали авторы работы.

Для демонстрации возможностей мотора инженеры построили воздушный насос с мягким корпусом, мягкий водяной насос, а также испытали тягу электромотора под водой, прикрепив к ротору мягкий водяной винт. В последнем случае двигатель был установлен на салазки для снижения силы трения, в результате чего он развил скорость 4,4 сантиметра в секунду под действием тяги винта. Также разработчики продемонстрировали что мягкий электромотор может использоваться в конструкциях с жесткими элементами, в тех же задачах что и традиционные электромоторы. Например, мягкий электромотор привел в движение тележку на колесах с помощью приводного ремня и системы из шестерней, а также был использован в качестве двигателя в приводе водяного и воздушного насосов.

Источник: liebertpub.com/doi/abs/10.1089/soro.2022.0075

2. Skydio отправляется в полет с новыми док-станциями

У автономных дронов есть огромное количество потенциально ценных вариантов использования, но даже если дроны достаточно умны, чтобы самостоятельно выполнять свою работу, им необходимо возвращаться домой на базу для подзарядки. Сегодня Skydio анонсировала новую серию доков, которая представляет собой следующий шаг на пути компании к развертыванию автономных летающих рабочих пчел в любом месте. Компания утверждает, что ее недавно выпущенные Dock и Dock Lite заслуживают множества превосходных степеней, называя их «самыми маленькими, легкими и умными базовыми станциями с облачным подключением для дронов, доступными сегодня на рынке». Док-решения предназначены для того, чтобы дать клиентам компании возможность проводить проверки объектов, а также задачи мониторинга, картографирования и ситуационной осведомленности из любой точки мира в любое время. Опираясь на новое программное обеспечение Remote Ops, модели искусственного интеллекта, которые помогают дронам выполнять задачи, системы могут работать как в помещении, так и на открытом воздухе.



Skydio

Преимущество продажи очевидно; квалифицированные, лицензированные операторы дронов, способные действовать за пределами прямой видимости, стоят дорого. Возможность удаленно управлять ими вместо того, чтобы приносить их на место, очень привлекательна. Дроны Skydio, размещенные в Dock и Dock Lite, могут летать с одним оператором за пределами площадки или автономно.

«Концепция дистанционно управляемых дронов невероятно привлекательна», — заявил Адам Брай, генеральный директор Skydio, в заявлении для прессы. «И наша основная цель — сделать дроны достаточно умными, чтобы летать самостоятельно».

В группу стартапов, о которых говорит Брай, могут входить Matternet и Airobotics, которые за последние несколько лет собрали значительные средства и начали внедрять решения для автономных дронов.

«Skydio Dock и Skydio Dock Lite в сочетании с нашим программным обеспечением Remote Ops предоставляют нашим клиентам автономные возможности независимо от того, контролируют ли они свои склады, инспектируют периметр безопасности или оценивают инфраструктуру после стихийного бедствия — наконец-то реализуя обещание эффективных, масштабируемых удаленные операции», — говорит Брай.



Новый Skydio Dock



Новый пользовательский интерфейс удаленных операций Skydio

Развертывание дронов в соответствии с требованиями FAA — нетривиальная задача, и отрадно видеть, что у Skydio есть команда регулирующих органов, которая помогает своим клиентам обосновать необходимость удаленных операций, получить одобрения и необходимые благословения от авиационных регулирующих органов.

Источник: techcrunch.com/2022/12/07/skydio-takes-flight-with-new-drone-docking-stations-for-easy-remote-deployment

3. Доставка дронами автоматических дефибрилляторов по сравнению с прибытием скорой

«Использование автоматического внешнего дефибриллятора — самый важный фактор в спасении жизней. Мы используем дроны, оснащенные автоматическими внешними дефибрилляторами (АВД), с лета 2020 года и в этом исследовании показываем, что дроны могут прибыть на место происшествия на несколько минут раньше машины скорой помощи. Такое время выполнения заказа означает, что автоматический внешний дефибриллятор может быть использован людьми на месте происшествия в нескольких случаях», — говорит Андреас Клаэссон, доцент центра исследований остановки сердца при Департаменте клинических исследований и образования Седерсюхусета Каролинского института и главный исследователь проекта. Ежегодно около 6000 человек в Швеции страдают от внезапной остановки сердца, но выживает только десятая часть пострадавших. Хотя раннее воздействие с помощью АВД может значительно повысить шансы на выживание, и в обществе существуют десятки тысяч АВД, однако они недоступны в большинстве случаев в местах жительства людей, когда происходит остановка сердца.



Дрон для спасения жизней от компании Everdrone

Чтобы сократить время дефибрилляции с помощью АВД, Каролинский институт совместно с регионом Вестра-Гёталанд, SOS Alarm и оператором дронов Everdrone с 2020 года тестирует возможность отправки дрона с АВД одновременно с оповещением машины скорой помощи. Проект охватил территорию с населением около 200 000 человек в западной Швеции. Первоначальное исследование, проведенное летом 2020 года в Гетеборге и Кунгэльве, показало, что идея осуществима и безопасна.

«Это более комплексное и последующее исследование теперь показывает на более обширном материале, что технология работает в течение всего года, летом и зимой, при дневном свете и в темноте. Дроны могут быть оповещены, прибыть, доставить АВД, и люди на месте успеют использовать АВД до прибытия машины скорой помощи», — говорит София Ширбек, аспирант той же кафедры, что и первый автор исследования.

В ходе исследования дроны доставили АВД в 55 случаях подозрения на остановку сердца. В 37 из этих случаев дроны были на месте до машины скорой помощи, что соответствует 67 процентам, со средним отрывом 3 минуты 14 секунд. Из 18 случаев фактической остановки сердца звонившему удалось воспользоваться АВД в шести случаях, что составляет 33 процента.

«Теперь наше исследование раз и навсегда показывает, что можно доставлять АВД с помощью дронов и что это можно сделать за несколько минут до прибытия машины скорой помощи в связи с остановкой сердца», — говорит Андреас Классон. «Эта экономия времени означала, что центр неотложной медицинской помощи мог проинструктировать человека, вызвавшего скорую помощь, в нескольких случаях извлечь и использовать АВД до прибытия машины скорой помощи».

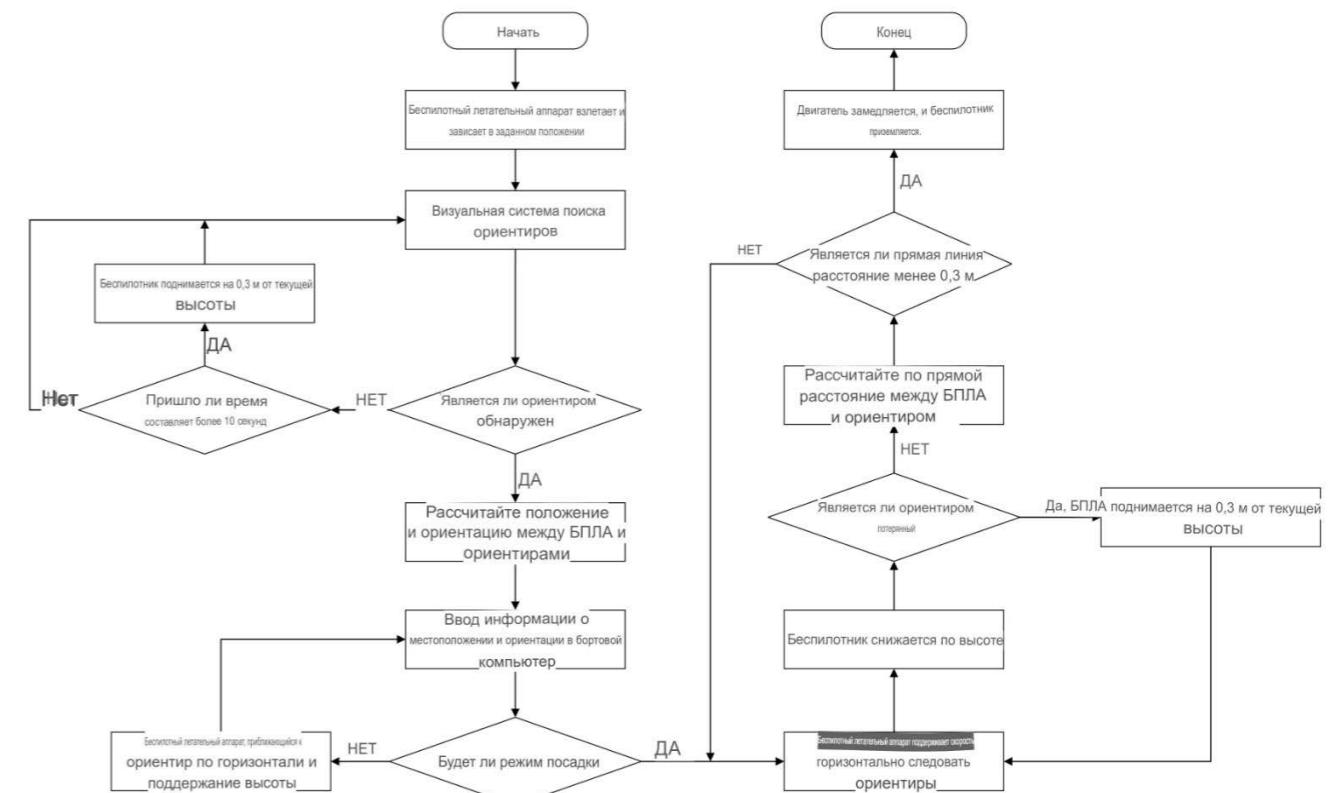
Источник: [sciedirect.com/science/article/pii/S2589750023001619](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589750023001619)

4. Автономный метод отслеживания и посадки БПЛА

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) имеют множество преимуществ, таких как высокая маневренность, дешевое обслуживание и способность к вертикальному взлету. В результате они широко применяются в различных областях, включая спасательные работы, исследование территорий, мониторинг стихийных бедствий, осмотр объектов и сельское хозяйство. Однако их ограничения, такие как небольшая полезная нагрузка и короткое время полета, ограничивают круг задач, которые они могут выполнить. Поэтому важно создавать автономные многороторные БПЛА, способные взаимодействовать с наземными роботами и решать более сложные задачи. В таких случаях, особенно при взлете и посадке, требуется высокоточное определение положения и ориентации аппарата, а также планирование движения.

В последние годы ученые со всего мира активно изучали слежение за беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) и методы их приземления. Например, они определяли безопасные места для приземления БПЛА при серьезных неисправностях. Приземление БПЛА на беспилотном судне представляет собой сложную задачу, потому что колеблющаяся поверхность воды вызывает непредсказуемые изменения в положении и ориентации судна. Приземление беспилотника на автоматическое наземное транспортное средство (UGV) может позволить ему работать в трехмерном пространстве. Это также может решить проблему ограничений полезной нагрузки и продолжительности полета БПЛА. Однако это требует высокой точности приземления. Положение и ориентация современных беспилотников обычно определяются с помощью инерционных измерительных устройств (IMU) и глобальной системы позиционирования (GPS). Точность GPS ограничена, и ее нельзя использовать для определения местоположения внутри зданий или в местах, где много препятствий. Проблема с IMU заключается в том, что при длительном использовании накапливаются ошибки.

Во время динамического отслеживания и посадки БПЛА его состояние делится на режим отслеживания и режим посадки в зависимости от взаимного расположения БПЛА и цели (показано на рис. 7). Сначала БПЛА использует визуальную систему для сбора информации об окружении. Если цель обнаружена, БПЛА определяет свое относительное положение. Если цель не найдена, БПЛА автоматически поднимается, чтобы увеличить поле обзора и найти цель. Полученная информация об относительном положении и ориентации обрабатывается контроллером, который отправляет команды управления БПЛА через систему навигации. В режиме отслеживания БПЛА направляет себя горизонтально в сторону цели, сохраняя при этом высоту для обзора цели и регулируя свою скорость, чтобы держаться на одном уровне с целью. Когда БПЛА достигает точки посадки, он переключается в режим посадки. В этом режиме БПЛА снижается до тех пор, пока не достигнет цели, сохраняя скорость UGV и поднимаясь при потере цели. Если цель все еще видна, он определяет расстояние до нее. Когда это расстояние становится меньше 0,3 метра, начинается процесс посадки: скорость снижается, и БПЛА приземляется.

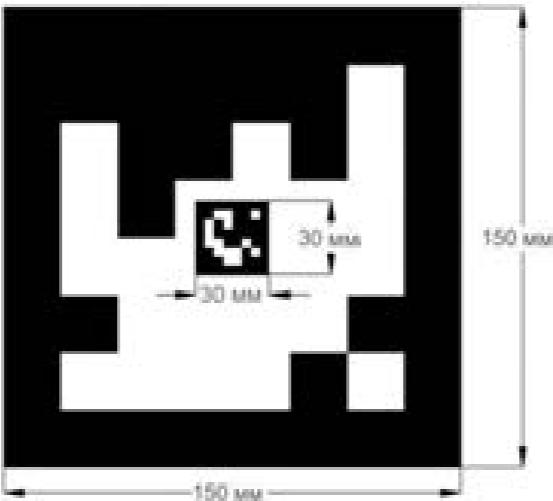


Стратегия управления системой визуального слежения за посадкой БПЛА (маш. пер.)



Монтажные положения двух камер. Центр беспилотника, известный как A1, расположен на центральной оси кадра, на высоте 0,18 м над землей. Координаты для A1 установлены на (0 м, 0 м, 0 м). Между тем, центр камеры SY011HD, A2, расположен на (0,08 м, 0 м, 0,06 м)

Для более точного приземления необходимо, чтобы данные о относительном положении были более точными, когда БПЛА приближается к точке посадки. Согласно таблице, расстояние, измеренное внутренним маркером размером 30×30 мм, более точно отражает фактическое расстояние, когда БПЛА находится близко к точке посадки. Хотя на больших расстояниях БПЛА не может видеть внутренний маркер размером 30×30 мм, он может использовать внешний маркер для определения своего относительного положения. Внешний маркер размером 150×150 был выбран, чтобы обеспечить более точное измерение относительного положения на более близких расстояниях. Затем были определены оптимальные параметры для вложенных маркеров (показано на рисунке).



Ориентир для отслеживания посадки

Датчики зрения широко используются во многих интеллектуальных роботах благодаря своим преимуществам: простоте обслуживания, низкой стоимости, малым размерам, малому весу и низкому энергопотреблению. С развитием технологий, визуальная локализация беспилотных летательных аппаратов может обеспечить точное определение местоположения и угла, что соответствует требованиям к точности приземления беспилотника. Однако точная идентификация ориентиров остается сложной задачей. Обычно используются алгоритмы обнаружения контуров и методы глубокого обучения. Эти методы требуют значительных вычислительных ресурсов и плохо адаптируются к различным условиям. Глубокое обучение также требует больших объемов данных. Оптический поток является многообещающим подходом к автономным посадочным миссиям, однако он менее стабилен и сильно зависит от окружения.

Во время посадки беспилотного летательного аппарата (БПЛА), когда визуальный датчик приближается к точке приземления, есть риск потери информации о глобальном и относительном положении, что может привести к снижению точности приземления или даже к ошибке. Поэтому важно разработать точные ориентиры, чтобы обеспечить успешную посадку БПЛА. Маркеры ArUco часто используются для наведения БПЛА во время посадки. В сравнении с другими маркерами (такими как AprilTags и ARTags), маркеры ArUco легко создать и распознать с помощью OpenCV. Маркеры ArUco обладают низкой вероятностью ошибки распознавания и, как следствие, просты в настройке и надёжны при отслеживании и приземлении БПЛА. По этой причине мы используем маркеры ArUco в качестве ориентиров для наведения БПЛА при посадке. Однако при использовании маркеров ArUco для наведения БПЛА информация о глобальных координатах маркера теряется, когда БПЛА приближается к месту посадки.

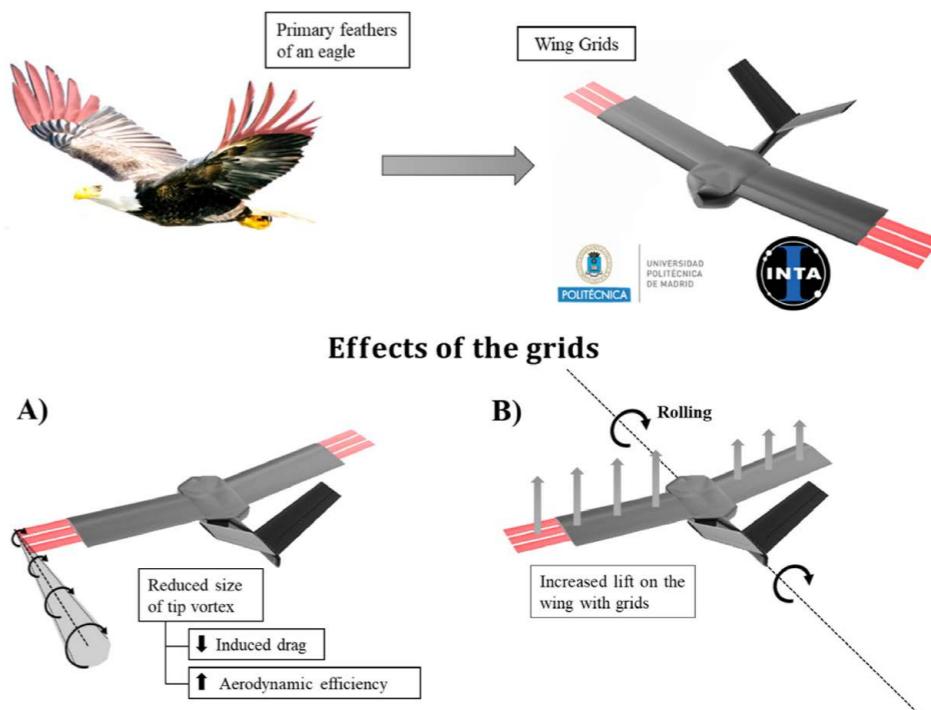
Основной результат этой статьи - разработка стратегий для динамического отслеживания и управления посадкой беспилотных летательных аппаратов, а также оптимизация конструкции и размеров маркеров для достижения наилучших возможных параметров. Используя только зрение для динамического отслеживания и точной посадки беспилотника, была создана экспериментальная платформа для отслеживания и посадки беспилотника в помещении. Были проверены эффективность отслеживания беспилотника и точность его посадки.

Источник: Bingkun Wang, Ruitao Ma, Hang Zhu, Yongbai Sha, Tianye Yang.// Key Laboratory of CNC Equipment Reliability, Ministry of Education, School of Mechanical and Aero-Space Engineering, Jilin University, Changchun 130022, China, Chongqing Research Institute, Jilin University, Chongqing 401123, China

5. Численный анализ биомиметического БПЛА с решетками переменной длины на законцовках крыльев

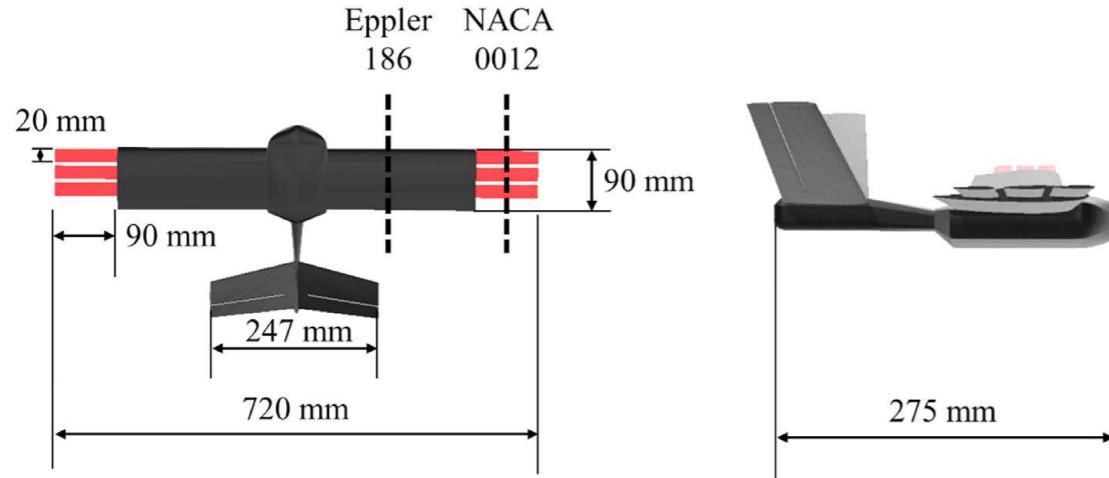
В работе исследователей представлен численный анализ биомиметического беспилотного летательного аппарата (БПЛА), который имитирует способность птиц уменьшать индуцированное сопротивление, используя удлинение крыльев, называемых первичными перьями. В частности, БПЛА имеет прямоугольное крыло и решетки на законцовках, которые изменяют распределение подъемной силы по крылу. С помощью вычислительной гидрогазодинамики (CFD) было проведено сравнение влияния размаха решеток на аэродинамические характеристики беспилотного летательного аппарата. Сравнивались следующие варианты: БПЛА без решеток и с решетками 1/3, 2/3 от максимальной длины и полностью расширенными решетками. Также были протестированы решетки с переменным размером вдоль хорды. Аэродинамические характеристики (подъемная сила, сопротивление и эффективность) а также способность к качению были получены в различных условиях полета. Результаты показали, что увеличение размаха решеток приводит к увеличению аэродинамической эффективности БПЛА на 15-20% на этапах крейсерского полета и набора высоты. Решетки также обеспечивают возможность крена под положительными углами атаки.

Биомиметический беспилотный летательный аппарат, изображенный вместе с преимуществами, получаемыми из его конструктивных особенностей на рис. 10, был разработан Национальным институтом аэрокосмических технологий (INTA) и Мадридским техническим университетом (UPM) на основе первичных перьев птицы. БПЛА имеет на концах прямоугольного крыла три полукрыла (решетка) которые увеличивают размах крыльев во время полетов. Оптимальная хорда, зазор и количество сеток были определены в ходе ранее проведенного численного сравнения с использованием программного обеспечения Tornado.



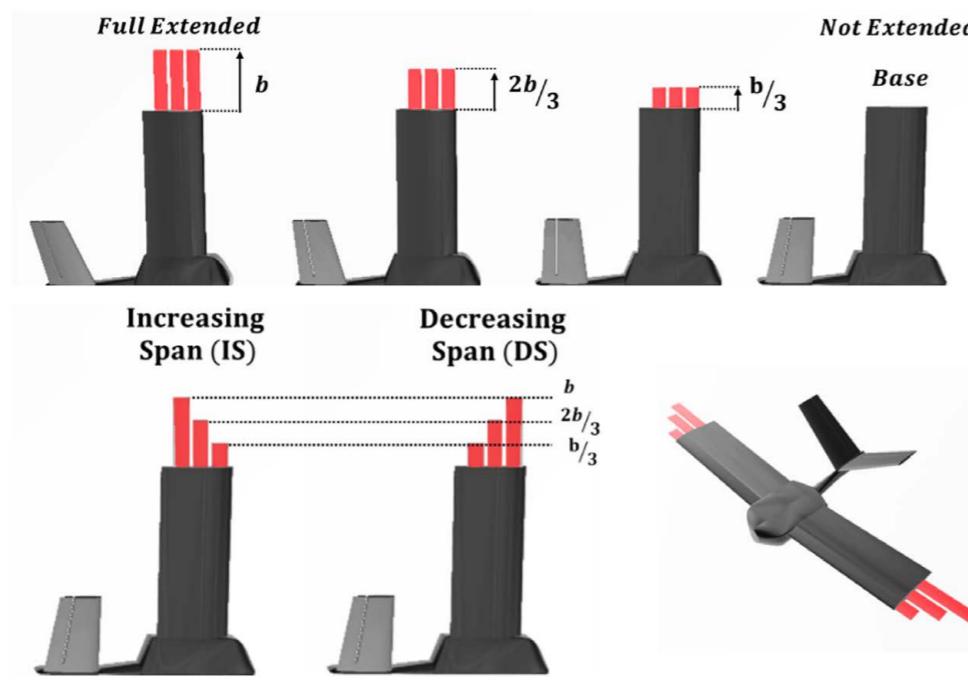
Биомиметический беспилотный летательный аппарат и его преимущества

Помимо прямоугольного крыла, БПЛА имеет вертикальный стабилизатор с V-образным оперением. Основные размеры спроектированной модели показаны на рисунке. Размах крыла конфигурации БПЛА с убранными решетками составляет 540 мм и достигает 720 мм, когда решетки полностью выдвинуты, а хорда профиля крыла составляет 90 мм. Зазоры в 4,5 мм между полукрыльями приведут к уменьшению размера вихрей на законцовках крыла и, как следствие, к уменьшению индуцированного сопротивления.



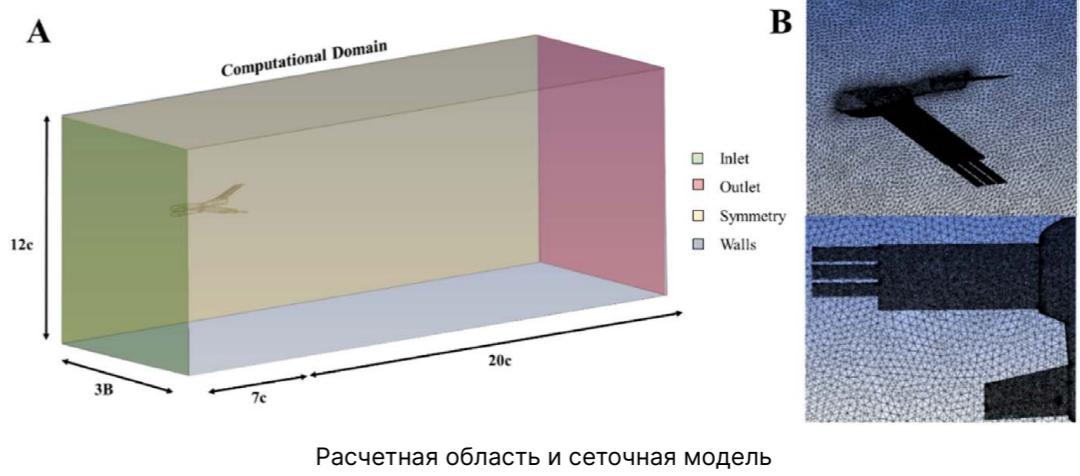
Основные размеры биомиметического БПЛА

Исследуемые варианты конфигурации решеток представлены на рисунке и подразделяются на решетки с одинаковым размахом (FGS) и переменным размахом (VGS), где IS обозначается решетка с увеличивающимся размахом по хорде, а DS обозначается решеткой с уменьшающимся размахом по хорде.



Исследуемые варианты конфигурации решеток

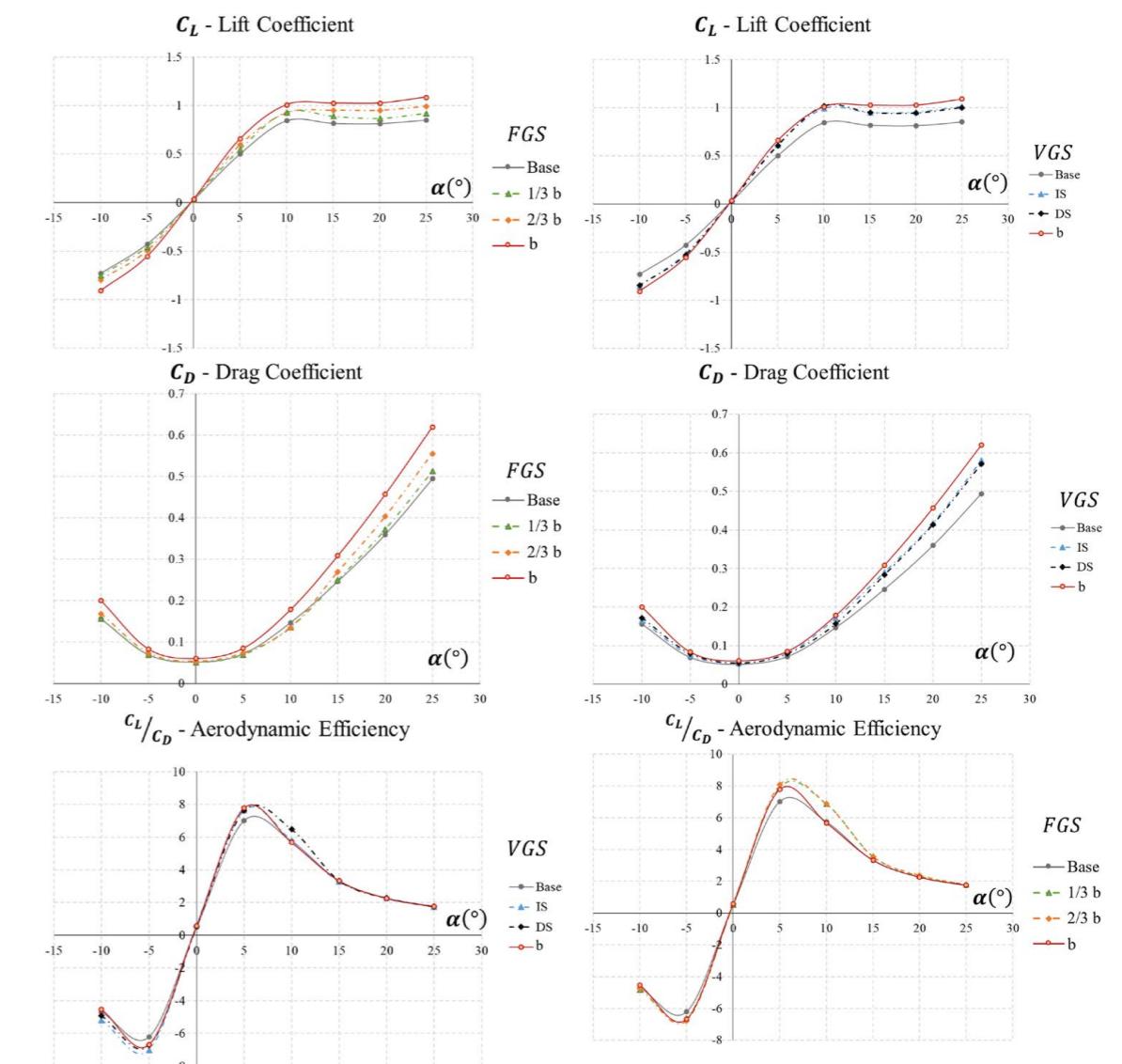
Численное трехмерное моделирование было выполнено с использованием программного обеспечения ANSYS-Fluent. Рассчитывалась только половина модели, разделенная условием симметрии, поскольку скорость набегающего потока всегда совпадает с направлением хорды. Размер расчетной области и поверхностей показаны на рисунке. Эффект пропеллера не рассматривался, что позволило существенно сократить время для получения сходящегося решения задачи и уменьшить требования к памяти, возможностям хранения и обработки. Использовалась неструктурированная сетка, содержащая приблизительно 5 миллионов элементов. Границным условием была скорость набегающего потока, равная 16 м/с, приводящая к числу Рейнольдса, равному $9,2 \cdot 10^4$, что соответствует нормальному режиму эксплуатации транспортных средств этого типа. Вблизи корпуса самолета были введены ограничения по размерам сетки с максимальным размером элементов 2 мм. Для моделирования пограничного слоя использовались стандартные функции стенок, а для замыкания осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье – Стокса использовалась модель турбулентности с двумя уравнениями ($k - \omega$).



Расчетная область и сеточная модель

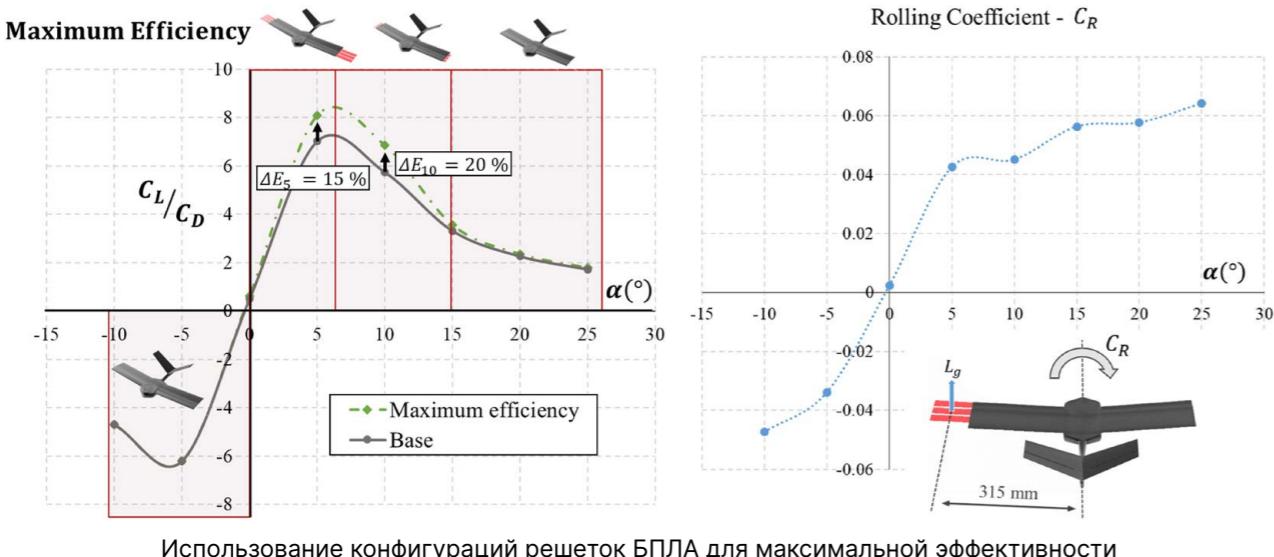
Угол атаки был изменен путем вращения модели беспилотного летательного аппарата относительно скорости набегающего потока с использованием той же вычислительной области. В общей сложности было выполнено 48 расчетов, поскольку было смоделировано 8 различных ветровых условий и 6 вариантов решеток.

На следующем рисунке изображены результаты проведенного численного моделирования в виде аэродинамических характеристик БПЛА. На графиках представлены зависимости коэффициентов подъемной силы, сопротивления, аэродинамической эффективности от значений угла атаки БПЛА для всех исследуемых вариантов решеток.

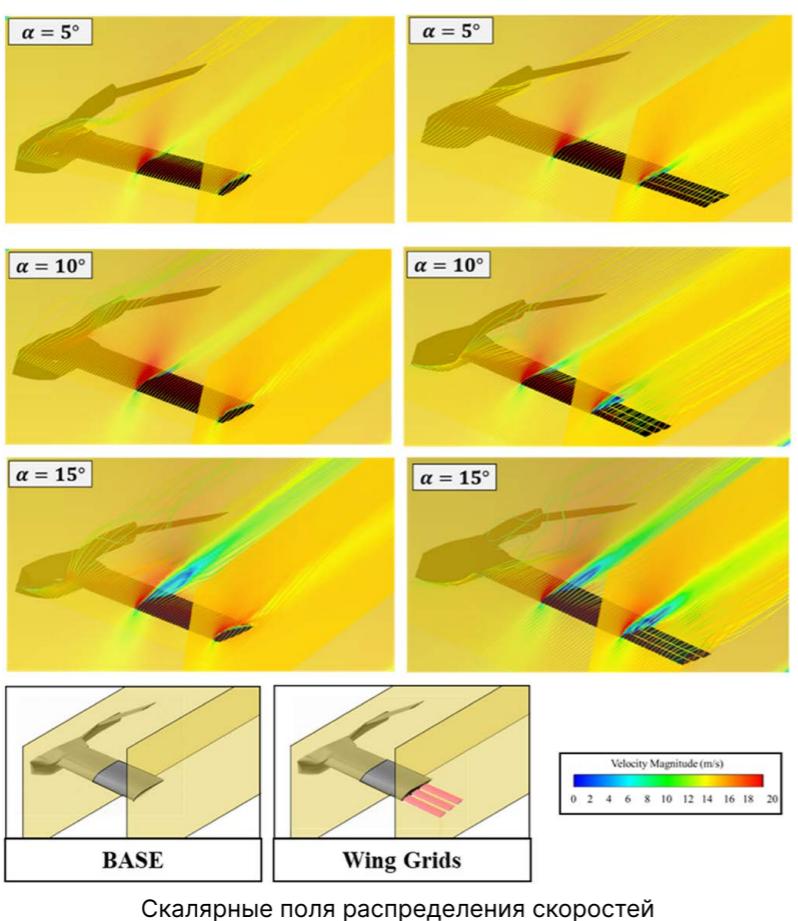


Результаты численного исследования

На графике снизу представлена максимально возможная эффективность полета БПЛА, реализованная при использовании конфигурации решеток в оптимальном для их функционирования режиме, зависящем от угла атаки биомиметического дрона. Также на рисунке ниже (слева) изображен график зависимости коэффициентов момента крена от углов атаки БПЛА, демонстрирующий возможности по крену БПЛА с использованием решеток вместо традиционных элеронов.



Ниже представлена визуализация результатов моделирования в виде скалярных полей скоростей и линий тока обтекающего БПЛА воздуха.



Источник: Rafael Bardera, Ángel Antonio Rodríguez-Sevillano, Estela Barroso, Juan Carlos Matías Numerical analysis of a biomimetic UAV with variable length grids wingtips // Results in Engineering, vol. 18, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101087>

6. Когти в птичьем стиле позволяют работе садиться или ходить

Мультимодальные беспилотные летательные аппараты (БПЛА) редко способны выполнять более двух функций, то есть летать и передвигаться пешком или летать и садиться. Однако возможность летать, садиться и ходить могла бы еще больше повысить их полезность за счет расширения диапазона их эксплуатации. Например, воздушный робот мог бы пролететь большое расстояние, взгромоздиться на возвышенность, чтобы осмотреть окрестности, а затем идти пешком, чтобы избежать препятствий, которые потенциально могли бы помешать полету. Птицы способны выполнять эти три задачи, и поэтому предлагают практический пример того, как можно было бы разработать робота, способного выполнять то же самое. В этой статье мы представляем специализированный дизайн когтей в птичьем стиле, позволяющий беспилотникам пассивно садиться или передвигаться пешком.



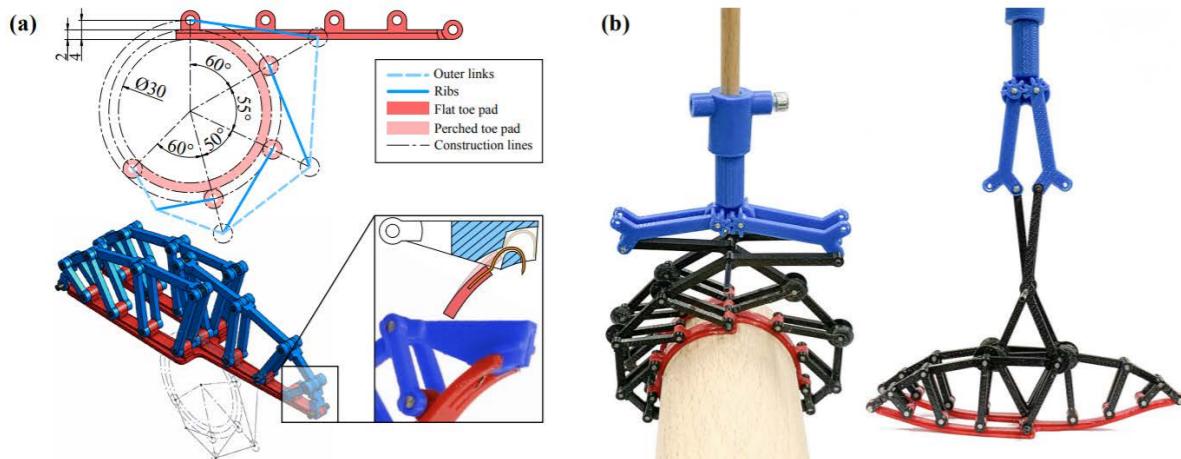
Пример летающего-сидящего-шагающего дрона

Ключевым новшеством является комбинация рычажной ножки Hoberman с когтем Fin Ray, который использует вес БПЛА для обхватывания когтем настене или чрезмерного вытягивания его в противоположном направлении, образуя изогнутую форму для стабильного передвижения по земле. Поскольку в конструкции используется вес транспортного средства, недоиспользуемая конструкция отличается малым весом и малой мощностью. Когти весом 45 г способны удерживать беспилотник весом 700 г под углом почти 20° на настене. В сценариях, где перегруженная среда препятствует полету и требуется длительное время выполнения задания, такое сочетание полета, сидения на корточках и ходьбы имеет решающее значение.

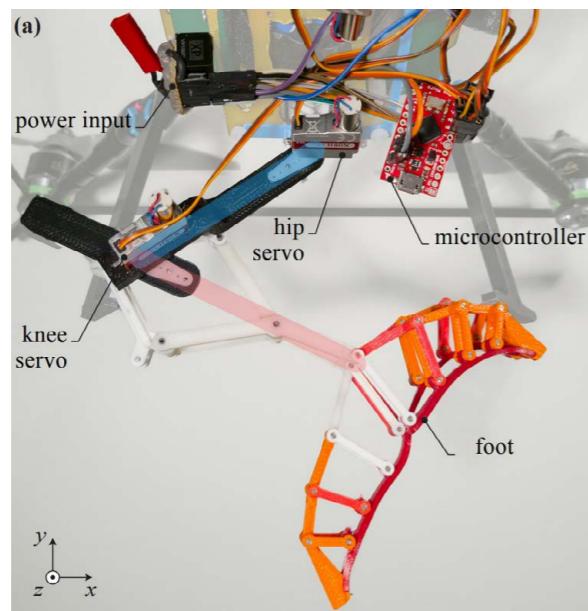
В последнее время наблюдается большой интерес к размещению беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Преимущества размещения включают в себя возможность использования меньшего количества энергии, чем при поддержании полета, возможность подзарядки или дозаправки топливом и возможность долгосрочного наблюдения. Исследования по размещению беспилотных летательных аппаратов выявили разнообразный набор стратегий размещения, таких как сидение на столбах и ветках, свисание с ветвей, пассивно активируемые механизмы, сидение на стенах, сидение на потолке или даже просто отдых. Другие рассматривали механику закрепления, такую как сухая адгезия, электростатическая адгезия, клей и кабели. Работая над достижением этой цели, мы фокусируемся на конструкции когтей, чтобы наделить летающего робота способностью пассивно садиться или ходить. Что касается посадки, мы фокусируемся на сидении на горизонтальных столбах. Вдохновленные птичьими лапами, мы предлагаем новую конструкцию когтей-плавников для беспилотного летательного аппарата, который может пассивно садиться на горизонтальный шест или передвигаться по земле. Когда вес беспилотника давит на него, клюшка пассивно обхватывает настене и удерживает его. При взлете вес снимается с клюшки, позволяя ей соскользнуть с настене. Захват можно использовать в чрезмерно вытянутом состоянии, в котором вес беспилотника вместо этого заставляет

захват загибаться вверх. Это позволяет транспортному средству передвигаться. Мы охарактеризовали пределы пассивной посадки, показав, что беспилотный летательный аппарат массой 700 г может наклоняться на $19,4^\circ$, прежде чем соскользнет. Эта производительность улучшается по сравнению с предыдущими экспериментами с наклоном примерно на 5° при одновременном снижении веса на три четверти. В сверхрасширенном режиме загнутая вверх лапа с низкой кривизной обеспечивает большой опорный полYGON, обеспечивая устойчивую походку, которая невозможна с лапой, способной только обхватывать объект, чтобы присесть. Мы также измеряем силу сжатия когтя в аналогичных условиях и обнаруживаем, что он может сжиматься с усилием, равным весу его тела. Для сравнения, птицы могут сжиматься с усилием, в два раза превышающим их вес тела, но для достижения такой производительности полагаются на мышцы.

Механическая конструкция сочетает в себе шарнирную ножку Хобермана и лапу с плавниковым лучом. Комбинированная конструкция имеет две стабильные конфигурации: сидячую и гиперрасширенную. В сидячей конфигурации коготь плавникового луча загнут внутрь, а в чрезмерно вытянутой конфигурации коготь вытянут наружу. Мы вручную переключаемся между сидячим и сверхрасширенным режимами, устанавливая рычаг Хобермана в свернутом (сидячем) или растянутом виде (гиперрасширенном). При переходе от одной конфигурации к другой лапа плавникового луча проходит через особую точку, напоминающую почти плоскую лапу. В тот момент, когда коготь пройдет эту сингулярность, вес беспилотника пассивно подтолкнет коготь к любой конфигурации.



Конструкция ножки и когтя (а). Определение геометрических параметров когтя выполнено в конфигурации "сидя". Размер корпуса когтя был определен на основе расчетов. Фотографии (б) собранного когтя в приподнятом (слева) и гиперрасширенном (справа) режимах



Изображение ноги и системы управления ходьбой крупным планом: knee servo - коленчатый сервопривод; hip servo - сервопривод бедра

Клешни, представленные в этой рукописи, демонстрируют новое решение, с помощью которого беспилотник может садиться и передвигаться, используя перенастраиваемый механизм. Легкая конструкция рычажных ножек Hober man и клешней Fin Ray способны удерживать беспилотник весом до 700 г. Мы представили важные соотношения размеров и статические модели для расчета ожидаемой производительности. Хотя разработанные здесь захваты полностью пассивны, приводы могут быть использованы для дальнейшего увеличения силы сжатия, что позволит расширить их возможности для использования на более тяжелых беспилотных летательных аппаратах. Эти приводы будут имитировать мышцы, которые птицы используют, чтобы хвататься за насесты.

Источник: ieeexplore.ieee.org/document/10324391

Текущее состояние исследований и разработок авиационных силовых установок в Европейском Союзе и США за январь 2024 г.

Михайлов Алексей Евгеньевич

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



Полностью электрический конвертоплан
Overair Butterfly

1.

Overair запускает летные испытания полностью электрического конвертоплана **Butterfly**

Американский стартап Overair завершил сборку первого полноразмерного прототипа полностью электрического конвертоплана **Butterfly**.

Отличительной особенностью конвертоплана Overair **Butterfly** являются 4 поворотных трехлопастных воздушных винта диаметром более 6м, что, как минимум, в 2 раза больше, чем у конкурирующих решений. Кроме того, воздушные винты оснащены инновационной системой управления частотой вращения ротора (Optimum Speed Tilt Rotor) и системой индивидуального управления лопастями (Individual Blade Control).



Система OSTR (Optimum Speed Tilt Rotor) обеспечивает оптимизацию частоты вращения воздушных винтов при вертикальном полете и висении, переходных фазах, а также горизонтальном полете. По ожиданиям Overair применение системы OSTR обеспечивает снижение потребной мощности для висения конвертоплана на 60%. Система IBC (Individual Blade Control) обеспечивает независимое управление углами установки всех лопастей четырех воздушных винтов, что способствует снижению вибраций и нагрузок на лопасти, повышению безопасности полетов, а также снижению эксплуатационных расходов.

Силовая установка конвертоплана **Butterfly** спроектирована с двухкратным запасом по мощности, что гарантирует высокую безопасность полетов, особенно при неблагоприятных погодных условиях.

Источник: aerospacetestinginternational.com/news/drones-air-taxis/overair-to-start-flight-testing-butterfly-evtol-prototype.html

2.

Маeve Aerospace переключается на разработку самолета с гибридной силовой установкой

Компания Maeve Aerospace отказалась от планов по созданию 44-местного регионального самолета Maeve 01 с полностью электрической силовой установкой и переключается на разработку 80-местного регионального самолета с гибридной силовой установкой.

По ожиданиям представителей Maeve Aerospace региональный самолет M80 с гибридной силовой установкой должен выйти на рынок в 2031 году. Дальность полета самолета M80 составит 1482км, крейсерская скорость 740км/ч, высота полета 10700м.



Перспективный региональный самолет Maeve Aerospace M80 с гибридной силовой установкой

На текущий момент концепт Maeve M80 подразумевает использование гибридной силовой установки, включающей два турбовинтовых двигателя, два электродвигателя и 10 аккумуляторных батарей. В настоящее время ведутся переговоры с ведущими разработчиками авиационных двигателей GE Aviation, Safran и Pratt & Whitney о создании гибридной силовой установки для Maeve M80.

По заявлению представителей Maeve Aerospace перспективный региональный самолет M80 с гибридной силовой установкой обеспечит снижение энергопотребления на 40% по сравнению с текущим поколением региональных самолетов. Внедрение Maeve M80 позволит снизить стоимость перелета на 25%, а также стоимость пассажиромили на 20% по сравнению с текущим поколением региональных самолетов.

Источник: futureflight.aero/news-article/2023-12-12/switching-plans-maeve-will-develop-80-seat-hybrid-electric-regional

3.

Evolito прошла сертификацию UK Civil Aviation Authority как разработчик авиационной техники

Управление гражданской авиации Великобритании (UK Civil Aviation Authority) выдало сертификат разработчика авиационной техники (Design Organization Approval) разработчику авиационных электрических силовых установок, компании Evolito. Получение сертификата разработчика авиационной техники открывает путь к получению сертификата типа для линейки электрических силовых установок Evolito. Компания Evolito получила сертификат разработчика авиационной техники ровно через два года после отделения от материнской компании YASA, специализирующейся на разработке электрических двигателей для автомобильной отрасли.



Аксиальный электродвигатель Evolito

Компания Evolito ведет разработку интегрированных авиационных электроприводов мощностью 100-200кВт, включающих электродвигатель, блок управления и жидкостную систему охлаждения. Материнская компания YASA специализируется на разработке аксиальных электродвигателей, а компания Evolito ведет их адаптацию к требованиям авиационной отрасли. Аксиальные электродвигатели Evolito характеризуются компактными габаритными размерами и низким весом, что крайне важно для авиационной отрасли.

Линейка электродвигателей Evolito D250, D500 и D1500 предназначена для различных летательных аппаратов вертикального взлета и посадки, а также самолетов. Например, компания Cranfield Aerospace Systems планирует использовать электродвигатели Evolito в составе силовой установки на базе водородно-воздушных топливных элементов Britten-Norman.

Компания Evolito планирует подать первую заявку на получение сертификата типа в 2024 г., а завершить процесс сертификации электродвигателей в 2026 г.

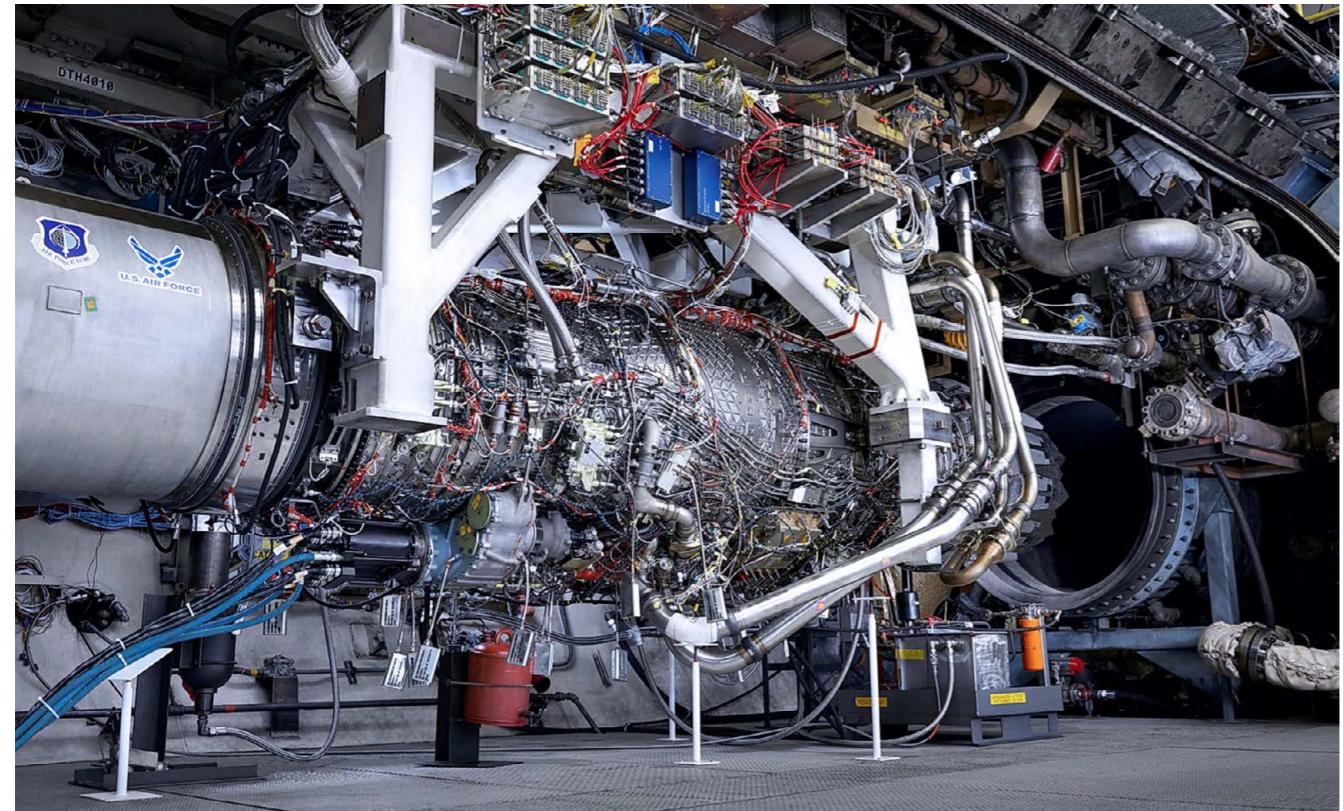
Источник: futureflight.aero/news-article/2023-12-05/design-organization-approval-evolito-clears-path-electric-propulsion-type

4. Конгресс США восстановил финансирование программы адаптивных двигателей для F-35

Конгресс США планируют продолжить финансирование исследовательской программы Adaptive Engine Transition Program (AETP), в рамках которой были созданы два экспериментальных адаптивных двигателя для Lockheed Martin F-35.

Не согласившись с мнением Пентагона, законодатели предложили потратить 280 миллионов долларов на программу AETP в Законе об ассигнованиях на национальную оборону (National Defense Authorization Act) на 2024 год. Этот закон был принят Конгрессом 14 декабря.

Этот шаг был предпринят несмотря на то, что в 2023 году высшие должностные лица Министерства обороны США приняли решение не принимать на вооружение ни одну из силовых установок, разработанных в рамках программы AETP.



Двигатель General Electric XA100

В рамках программы AETP Вашингтон ранее выделил около 4 миллиардов долларов компаниям Pratt&Whitney и GE Aerospace для исследований и разработки двигателей адаптивного цикла для F-35.

Компании GE Aerospace, и Pratt&Whitney успешно завершили программу AETP, поставив BBC США прототипы двигателей для испытаний и интегральной оценки характеристик в 2022г.

Однако, опасения по поводу стоимости переоснащения всего парка F-35 новой силовой установкой и отсутствия совместимости со всеми вариантами самолета (F-35A, F-35B и F-35C), заставили Пентагон пойти на модернизацию существующей силовой установки Pratt&Whitney F135.

Изначально BBC США выступали за интеграцию двигателя, разработанного по программе AETP в самолеты F-35A. Но отсутствие поддержки со стороны BMC и Корпуса морской пехоты США, а также опасения по поводу отсутствия унификации с союзными операторами F-35 подтолкнули BBC США к переходу на модернизацию двигателя Pratt&Whitney F135.

Впоследствии Министерство обороны США запустило отдельную программу, получившую

название Next-Generation Adaptive Propulsion (NGAP), по созданию двигателя адаптивного цикла для истребителя шестого поколения. По словам представителей BBC США, знания и опыт, полученные в ходе AETP, помогут в работе над программой NGAP. Как следствие, Пентагон не запросил финансирование на программу AETP в 2024 году.

Однако законодатели в Конгрессе, похоже, отменили решение военного ведомства, включив расходы на программу AETP в NDAA на 2024 год.

GE Aerospace высоко оценила этот шаг, заявив, что компания «готова» предоставить новые технологии и возможности. «Это двухпартийное решение дает четкий сигнал о том, что передовые двигатели необходимы для обеспечения превосходства США в воздухе на долгие годы вперед», - заявили в компании FlightGlobal. GE Aerospace утверждает, что ее двигатель XA100 может обеспечить F-35 как минимум на 20 % большую тяговооруженность и на 30 % большую дальность полета.

Компания Pratt&Whitney также приветствовала новый раунд финансирования, заявив, что он будет способствовать разработке силовых установок для самолетов шестого поколения. Также отмечается, что продолжение работ по программе AETP поддержит программу Engine Core Upgrade по модернизации двигателя Pratt&Whitney F135.

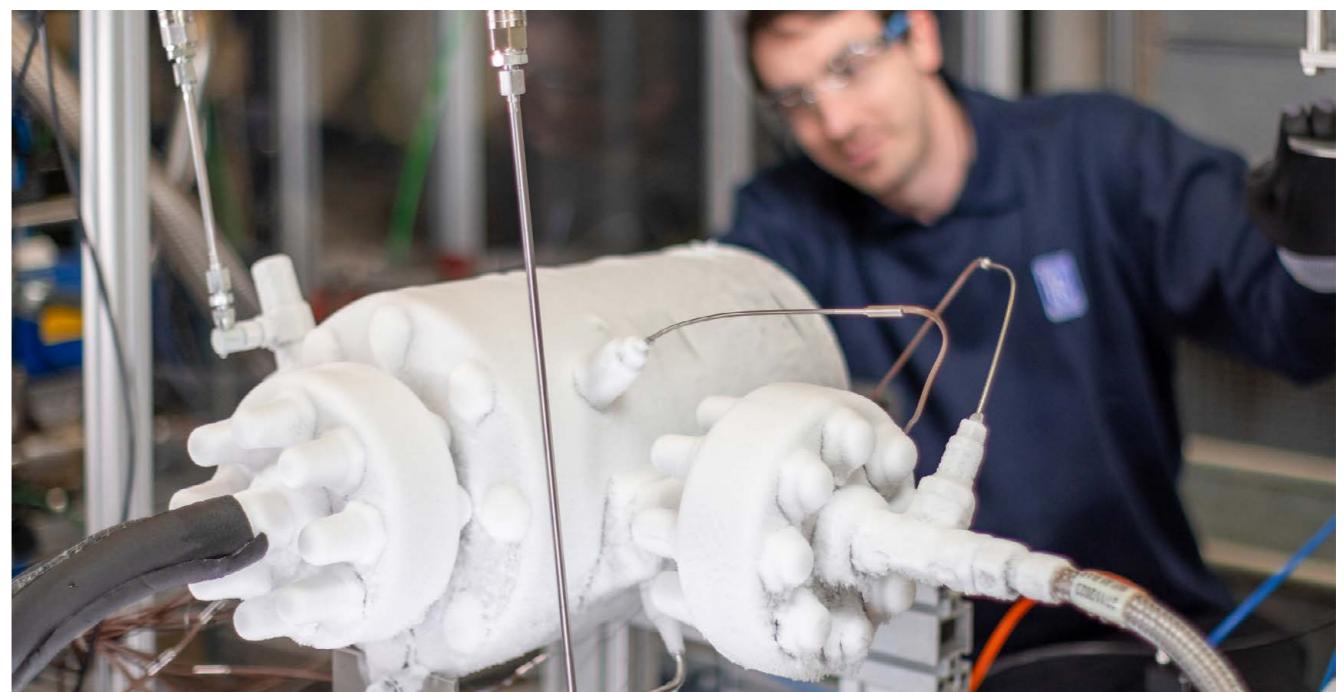
Источник: flightglobal.com/engines/us-congress-restores-funding-to-f-35-adaptive-engine-programme/156286.article

5. Rolls-Royce проводит испытания компонентов криогенных водородных топливных систем

Компания Rolls-Royce приступила к криогенным испытаниям по перекачке, и нагнетанию жидкого водорода в камеру сгорания двигателя в рамках программы создания водородных силовых установок для перспективных авиалайнеров.

Компания Rolls-Royce начала испытания криогенных топливных систем в испытательном центре Solihull (Великобритания). Rolls-Royce уже успешно продемонстрировала, что камера сгорания двигателя Pearl 700 может работать на водородном топливе при реальных граничных условиях.

Авиационные топливные системы должны быть способны принимать водород под низким давлением - он сжижается при температуре минус 253°C - и подавать его под давлением в силовую установку.



Криогенные испытания водородного топливного насоса

Rolls-Royce утверждает, что проведенные испытания представляют собой начальный этап в понимании принципов построения криогенной топливной системы воздушного судна. «Первые испытания были направлены на охлаждение насоса и понимание его поведения в криогенных условиях», - добавляет представитель Rolls-Royce.

Лоукостер EasyJet в рамках своей программы развития софинансирует работы Rolls-Royce, которые в конечном итоге направлены на проведение наземных испытаний двигателя Pearl на водородном топливе. Это будет предшествовать аналогичным наземным испытаниям двигателя Pearl с использованием жидкого водорода, что в перспективе приведет к этапу летних испытаний.

«Водород-это возможность, которая может стать частью энергетического перехода в авиации», - говорит директор группы Rolls-Royce по инженерным вопросам, технологиям и безопасности Саймон Бурр. «Мы стремимся полностью раскрыть его потенциал».

Водородная энергетика рассматривается как путь к декарбонизации, и компания Airbus, в частности, намерена разработать семейство самолетов на водородном топливе, которые должны быть введены в эксплуатацию в середине 2030-х годов.

Источник: flightglobal.com/engines/us-congress-restores-funding-to-f-35-adaptive-engine-programme/156286.article

6. Leonardo и Pratt&Whitney провели летные испытания вертолета AW139



Вертолет Leonardo AW139 во время испытательного полета с применением 100% SAF

Компании Leonardo и Pratt&Whitney Canada объявили об успешном завершении первого испытательного полета среднего многоцелевого двухдвигательного вертолета AW139, оснащенного двигателями PT6C-67C, на 100% экологически чистом авиационном топливе (SAF).

В ходе 75-минутного испытательного полета, проведенного на испытательной базе Leonardo в Италии, оценивались характеристики двигателя на различных режимах работы, а также других систем вертолета.

Летные испытания показали эффективную работу двигателя при использовании 100 SAF-топлива без существенных различий по сравнению с традиционным топливом Jet A1.

Ранее в этом году вертолеты Leonardo AW139 совершили полеты на смеси 50% SAF с традиционным авиационным керосином в соответствии с действующими сертификационными стандартами в Японии, Малайзии и Объединенных Арабских Эмиратах.

Все основные типы вертолетов гражданского назначения в линейке продукции Leonardo сертифицированы для полетов на SAF с коэффициентом смешивания до 50%.

Источник: helicopterinvestor.com/news/100829/leonardo-pratt-whitney-complete-100-saf-flight-with-aw139-helicopter

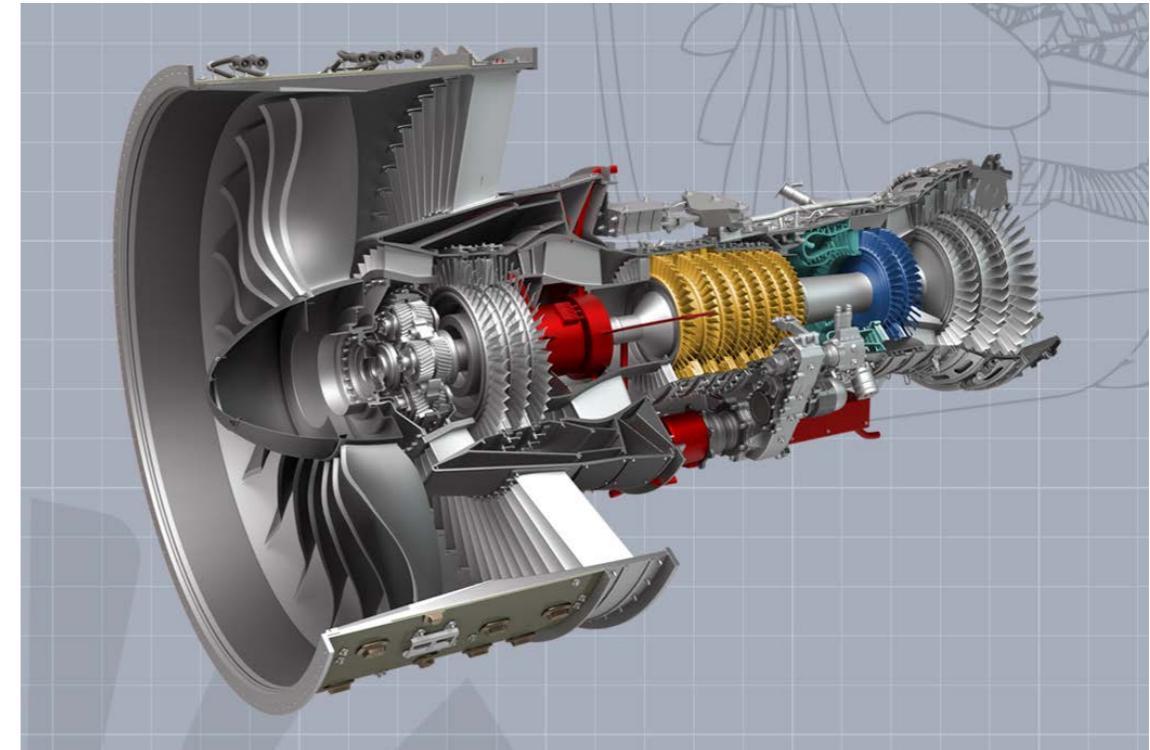
7.

NASA заключила новый контракт с General Electric Aerospace

NASA заключила контракт с General Electric Aerospace в рамках 2-й фазы работ по программе Hybrid Thermally Efficient Core (HyTEC), направленной на создание перспективного двухконтурного турбореактивного двигателя с уменьшенным размером газогенератора.

Работы в рамках Phase 2 базируются на работах первой фазы, направленных на совершенствование аэродинамики компрессора высокого давления и турбины высокого давления, разработку новых методов охлаждения лопаток турбины высокого давления, теплозащитных покрытий для лопаток турбины высокого давления, а также создание жаровой трубы камеры сгорания из керамических материалов.

Кроме того, в рамках программы HyTEC ранее NASA заключила контракт с General Electric Aerospace по разработке интегрированного стартер-генератора по проекту NASA Turbofan Engine Power Extraction. Таким образом, General Electric Aerospace также ведет работы, связанные с электрификацией силовых установок в рамках программы HyTEC.



Архитектура перспективного ТРДД с компактным газогенератором, разрабатываемым по программе NASA HyTEC

Основной целью HyTEC Phase 1 является повышение уровня зрелости узловых критических технологий, а целью Phase 2 является интеграция критических технологий для создания демонстратора компактного газогенератора, испытания которого должны пройти после 2025 г.

Источник: geaerospace.com/press-release/other-news-information/ge-aerospace-awarded-nasa-contract-next-phase-advanced-engine

8. General Electric Aerospace представила двухрежимный гиперзвуковой ГПВРД

В исследовательском центре General Electric Global Research Center (Niskayuna, USA) успешно прошли наземные стендовые испытания двухрежимного гиперзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя (ГПВРД) с детонационной камерой сгорания (ДКС), в которой происходит непрерывное детонационное горение в сверхзвуковом потоке.

Ожидается, что внедрение ГПВРД с ДКС позволит повысить эффективность силовых установок для высокоскоростных ЛА. Испытания демонстратора ГПВРД с ДКС являются одним из составляющих большого комплекса работ, проводимых в General Electric для создания гиперзвуковых летательных аппаратов. Ожидается, что во 2-м квартале 2024г. в General Electric будет выделена отдельная компания, которая сфокусируется на разработке инновационных решений для гиперзвуковых ЛА.

Успешные испытания демонстратора двухрежимного ГПВРД с ДКС являются результатом более чем 10-летних исследований General Electric Aerospace в области непрерывного детонационного горения, а также приобретения компании Innoveering.

В стандартном двухрежимном ГПВРД эффективная работа возможна только на больших сверхзвуковых скоростях $M>3$, а применение ДКС обеспечивает эффективную работы ГПВРД при существенно более низких скоростях.



9. Airbus EcoPulse с гибридной силовой установкой совершил первый испытательный полет

Самолет-демонстратор технологий Airbus EcoPulse завершил свой первый полет, с полным использованием распределенной силовой установки, состоящей из пропеллеров ePropellers, аккумуляторных батарей с высокой плотностью энергии и турбогенератора. 100-минутный полет состоялся из аэропорта Тарб 29 ноября в 10:32 утра по центральноевропейскому времени, хотя необходимо отметить, что это был не первый полет самолета EcoPulse.

Наряду с наземными испытаниями, самолет EcoPulse уже провел 10 часов летных испытаний с использованием несущего винта, работающего от двигателя внутреннего сгорания.

В ходе последнего испытания, когда основной воздушный винт был отключен, тягу обеспечивали шесть электроприводных воздушных винтов ePropellers. В полете экипаж занимался валидацией эффективной и корректной работы системы управления самолета, высоковольтного блока аккумуляторных батарей, распределенной электрической силовой установки и гибридно-электрического турбогенератора.

Впервые представленный на Парижском авиасалоне 2019 года, EcoPulse является совместной разработкой Airbus, Daher и Safran. Планер самолета представляет собой модифицированный турбовинтовой самолет Daher TBM 900 с шестью установленными на крыле воздушными винтами. Каждый из них приводится в движение 50-киловаттным электродвигателем Safran ENGINeUS, питающимся от блока аккумуляторных батарей с напряжением постоянного тока 800 В и мощность 350 кВт или вспомогательного турбогенератора мощностью 100 кВт. Кроме того, имеются акустические мониторы для измерения уровня шума и усовершенствованная система Flight Control Computer.

Цель проекта EcoPulse - не только оценить низкоуглеродные авиационные технологии, но и усовершенствовать конструкцию самолета с распределенной силовой установкой, провести летные испытания новой конфигурации высоковольтных батарей, создать имитационные модели для масштабирования технологии на более крупные самолеты, а также оценить аэродинамику самолета для уменьшения площади поверхности крыла и концевых вихрей для снижения аэродинамического сопротивления.



Источник: newatlas.com/aircraft/airbuss-ecopulse-aircraft-maiden-all-hybrid-flight

Курсы

Дополнительного профессионального образования

Высококвалифицированный персонал — основа конкурентоспособности любой компании

Направления обучения по повышению квалификации

- Перспективные транспортные электротехнические системы и комплексы
- Энергоэффективность и ресурсосбережение
- Электробезопасность
- Модернизация производства, повышение производительности труда
- Цифровая трансформация промышленных предприятий
- Надежность электротехнических систем и комплексов
- Проектирование, производство и эксплуатация электроэнергетических и электромеханических комплексов и систем
- Перспективные технологии промышленных предприятий
- Релейная защита и автоматика
- Оптимизация и устойчивость электроэнергетических систем
- Перспективные транспортные электротехнические системы и комплексы
- Электромагнитная совместимость в приборостроении

Почему слушатели выбирают нас?



Большой опыт реализации государственных программ, в том числе в сфере бережливого производства, цифровой трансформации предприятия, обучения старшего поколения



В реализации программ участвуют сторонние специалисты: представители реального сектора экономики, ученые мирового уровня, научные сотрудники передовых инженерных школ



Программы реализуются с использованием дистанционных образовательных технологий и адаптируются под запросы Заказчика.



Бесплатное консультирование и тьюторское сопровождение 24/7 во время и после обучения.

Для кого будут полезны (интересны) курсы

- Для сотрудников промышленных предприятий, занимающихся проектированием перспективных электротехнических комплексов и систем
- Для руководителей служб и подразделений промышленных предприятий и организаций топливно-энергетической отрасли
- Для специалистов различных служб и подразделений промышленных предприятий и организаций топливно-энергетической отрасли
- Для слушателей, желающих повысить профессиональную квалификацию, получить дополнительное образование по программам, разработанным специалистами Передовой инженерной школы «Моторы будущего», по приоритетным направлениям экономики Российской Федерации

Направления обучения по профессиональной переподготовке кадров

- Электроэнергетические системы и сети
- Перспективные системы электропривода
- Электрические станции и подстанции

Квалификация специалистов-преподавателей курсов

- Доктора технических наук, профессоры
- Кандидаты технических наук, доценты
- Старшие преподаватели
- Научные сотрудники
- Ведущие специалисты-практики предприятий РФ

Формы обучения

- Очное обучение
- Заочное обучение
- Дистанционное обучение
- Смешанное (очно-заочное)

Специалист получает

- Практические навыки и теоретические знания по выбранной программе.
- Документ установленного образца (удостоверение, диплом)

С перечнем курсов можно ознакомиться по ссылке:





Передовая инженерная школа
Моторы Будущего

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

