

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА 360°

Цель, к которой мы идем в 2028 году:

ПИШ «Моторы будущего» — научно-исследовательский, производственный и образовательный центр #1 в РФ в области электромеханики и электроэнергетики, конкурирующий по показателям с Caltech и Olin College.

ПИШ «Моторы будущего» — научно-исследовательский, производственный и образовательный центр #1, создающий мыслящих профессионалов и лучшие высокотехнологичные продукты для Российской Федерации, а также новейшие знания, меняющие этот мир в лучшую сторону.

Совокупный бюджет

(НИОКР, ОКР, серийные поставки, бюджетные средства на реализацию программы ПИШ)

851,5 млн. руб.	1,274 млрд. руб.	2,575 млрд. руб.
2023	2024	2028

Количество патентов

63 патента	80 патентов	150 патентов
2023	2024	2028

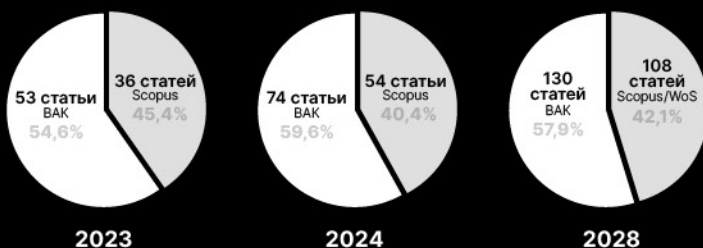
Количество студентов

112 чел.	238 чел.	600 чел.
2023	2024	2028

Стоимость материально-технической базы

545 млн. руб.	1,26 млрд. руб.	5 млрд. руб.
2023	2024	2028

Количество опубликованных статей



Штат сотрудников



Результат 2023 г.

Объем поступлений без учета гранта ПИШ: **426 607 822,97 руб.**
 Объем средств гранта ПИШ: **348 000 000 руб.**
 Объем вложений и пожертвований промышленных партнеров и университета: **72 123 098 руб.**
 Объем лицензионных соглашений: **9 000 000 руб.**
 Количество выпущенных изделий: **112 шт.**
 Количество новых продуктов: **7**
 Количество студентов: **112 человек, в том числе 8 аспирантов**
 Количество новых образовательных программ: **8**
 Объем средств от образовательной деятельности, перечисленных отдельными договорами: **0**
 Объем средств от ДПО: **15 229 804,70 руб.**
 Количество статей **Scopus: 36, ВАК: 53**
 Количество патентов: **63**
 Совокупный бюджет: **851 530 920,97 руб.**
 Штат сотрудников: **209 ч.**
 Объем занимаемых площадей: **3000 м²**
 Стоимость материально-технической базы: **545 млн. руб.**

План 2024 г.

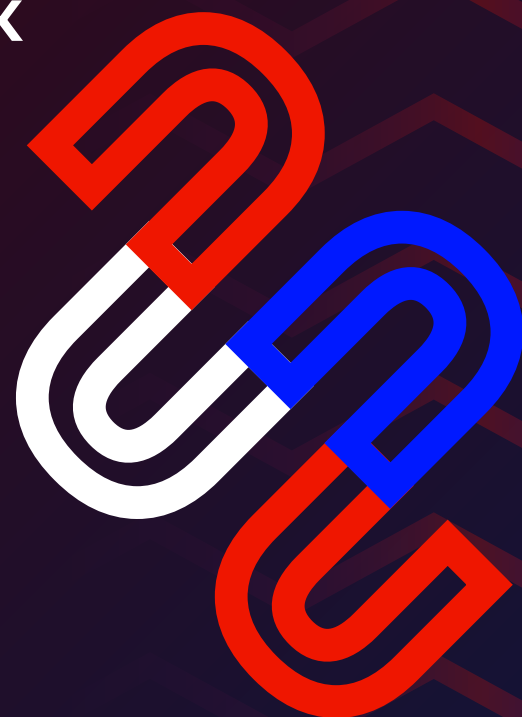
Совокупный бюджет (НИОКР, ОКР, серийные поставки, бюджетные средства на реализацию программы ПИШ): **1 274 000 000 руб.**
 Количество студентов: **238 человек, в том числе 20 аспирантов**
 Количество новых образовательных программ: **3**
 Количество статей **Scopus: 52, ВАК: 74**
 Количество патентов: **80**
 Штат сотрудников: **250 ч.**
 Объем занимаемых площадей: **4000 м²**
 Стоимость материально-технической базы: **1,26 млрд. руб.**

План 2028 г.

Совокупный бюджет: **2 575 000 000 руб., в том числе:**
 Объем НИОКР (поступления): **600 000 000 руб.**
 Объем НИИР (поступления): **400 000 000 руб.**
 Объем дохода от серийных поставок: **400 000 000 руб.**
 Объем лицензионных соглашений: **25 000 000 руб.**
 Объем бюджетных средств: **400 000 000 руб.**
 Объем пожертвований: **250 000 000 руб.**
 Объем средств от образовательной деятельности отдельными договорами: **250 000 000 руб.**
 Объем средств от ДПО: **250 000 000 руб.**
 Штат сотрудников: **450 ч.**
 Отношение внебюджетных средств к бюджетным: **7,875**
 Количество студентов 1-6 курса: **600 человек**
 Количество аспирантов: **100 человек**
 Количество защит в год: **10**
 Количество образовательных программ: **12**
 Количество статей в год: **500, в том числе:**
 Количество статей **Scopus / WoS: 108, ВАК: 130**
 Количество патентов: **150**
 Объем площадей: **10 000 м²**
 Стоимость МТБ: **5 млрд. руб.**
 Количество малых инновационных предприятий: **5**

ПОСТОЯННЫЕ МАГНИТЫ

Полный цикл
создания постоянных
магнитов от закупок
материалов
до испытаний на
собственных
изделиях
высококласными
опытными
специалистами
гарантирует **высокое
качество
и соответствие
стандартам.**



По всем вопросам:
finman@uust.ru

4
стр.

Обзор достижений и направлений развития промышленной электроники

Способы обеспечения автономного питания носимой электроники	4
Вживляемый трекер	12
Embr Wave как терморегулятор для тела человека.....	13
Самолечащие зубные пластыри	14
Умные контактные линзы Mojo Vision	16

17
стр.

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

Первый трансатлантический перелет с использованием 100% SAF	17
Высокоскоростной экспериментальный самолет с вертикальным взлетом и посадкой.....	18
Electra EL-2 Goldfinch совершил первый полет	20
Rolls-Royce провела испытания UltraFan	22
Первый полет самолета-опылителя с гибридной силовой установкой.....	24
Rolls-Royce планирует продать подразделение, ведущее разработку электрических силовых установок	25
Ecojet Airlines заключила контракт на поставку силовых установок с ZeroAvia	26
Gulfstream G600 с двигателями Pratt&Whitney PW815GA совершил первый трансатлантический перелет с использованием 100% SAF.....	28
Odys Aviation планирует вывести на рынок оригинальный грузовой БПЛА Laila.....	29

31
стр.

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

Самый большой дрон Giant Foamboard Quadcopter	31
Исследование характеристик пропеллеров БПЛА вблизи движущихся препятствий.....	33
Дроид-доставщик от Zipline.....	36
Автономное управление орографическим парением БПЛА с неподвижным крылом.....	37
Беспилотная платформа для распыления пестицидов и обнаружения болезней.....	39
Беспилотник, летающий год без перерыва в стратосфере	42

Обзор достижений и направлений развития промышленной электроники

Фаррахов Данис Рамилевич

кандидат технических наук,
доцент кафедры электромеханики

Барabanов 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)

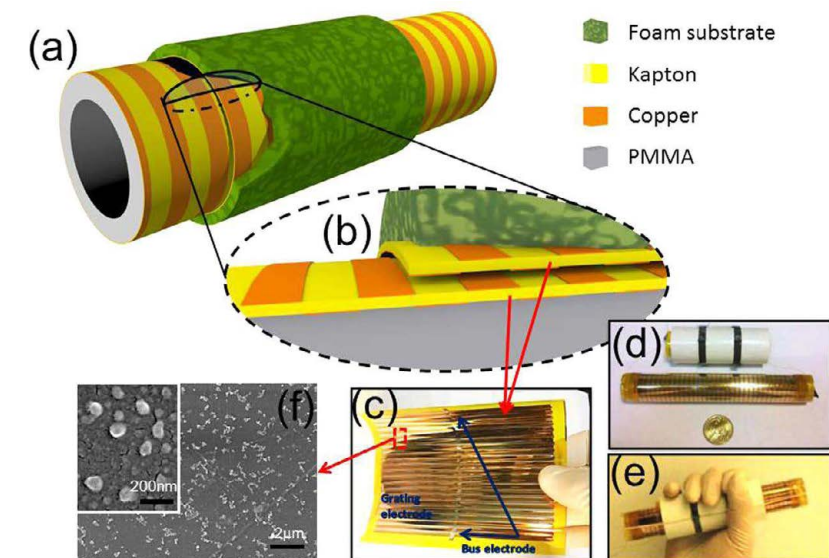
1. Способы обеспечения автономного питания носимой электроники

Трибогенераторы

В основе таких генераторов лежит трибоэлектрический эффект, который заключается в разделении зарядов при трении двух материалов с разной плотностью. Такое разделение зарядов описывается двумя величинами – заряд и разность потенциалов. Эти характеристики зависят от множества факторов, таких как температура, влажность и особенности используемых материалов.

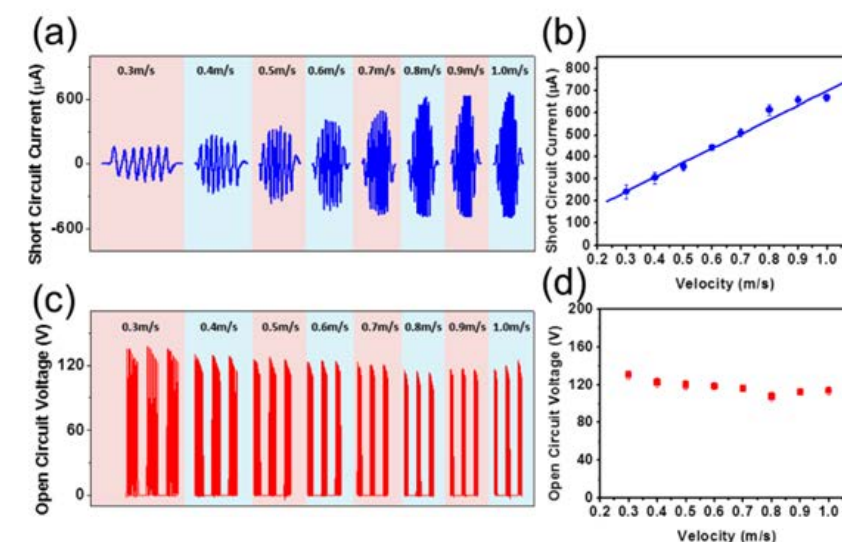
Иногда статическое электричество может выводить из строя электронику, поэтому в большинстве устройств ставят защиту от такого воздействия. Но в данном случае оно используется для выработки энергии и наоборот способствует автономному питанию.

Рассмотрим несколько конструкций такого устройства. Первым рассмотрим трибоэлектрический наногенератор для сбора энергии возвратно-поступательного движения. В нем электрический заряд накапливается за счет перемещения полимерных пленок относительно друг друга. Конструкция состоит из пенопласта, пластиковой трубки, медных полос и каптоновой пленки. Выбор каптоновой пленки обусловлен ее хорошими показателями электризации и прочности на разрыв. Эта же пленка использовалась как подложка. На обе стороны каптоновой пленки нанесены медные полосы шириной 2мм и шагом 4мм. Рисунок электродов на разных сторонах пленки был смещен на половину шага. Когда устройство приводится в движение, то электроны из меди инжектируются в каптон. В нем образуются не сбалансированные электроны, что приводит к поляризации вдоль направления смещения и как следствие к образованию разности потенциалов между внутренним и внешним электродом.



Трибоэлектрический генератор возвратно-поступательного принципа

При проведении эксперимента возвратно-поступательные движения осуществлялись с помощью линейного привода. Скорость изменяли от 0,3 до 1 м/с с шагом 0,1 м/с. Статические значения, отмеченные на рисунке, показывают линейную зависимость между амплитудой тока и скоростью скольжения. Максимальное значение силы тока 668 мкА при скорости 1 м/с. А вот видимой зависимости напряжения от скорости нет. Максимальные значения напряжения показывают незначительные колебания в 8,3 % между максимальным и минимальным значением.



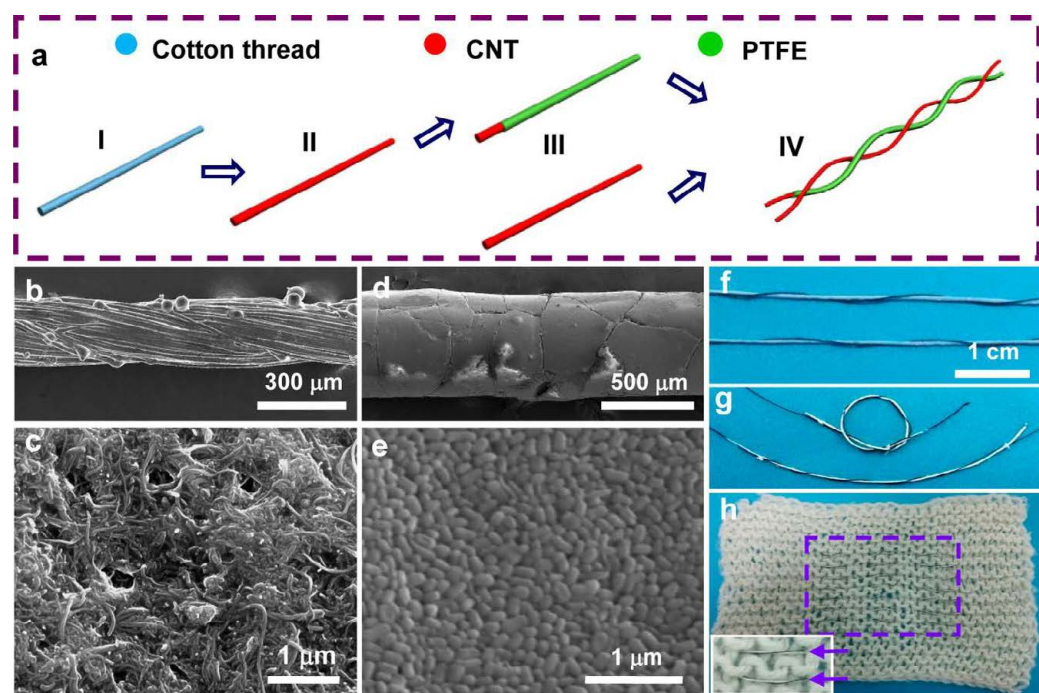
Характеристики выходного тока и напряжения

Также меняли нагрузку для определения мощности. Максимальная мощность была 12 мВт при внешней нагрузке 140 кОм при скорости 1 м/с. Максимальное значение выходного тока составляет 0,35 мА.

Для демонстрации способов применения генератор применили для сбора энергии из волнового движения воды и движения человека. В морской и речной навигационной сфере можно использовать буйки, сигнальные огни с автономным питанием. Также можно закрепить такое устройство на теле человека и накапливать энергию или использовать в носимых устройствах.

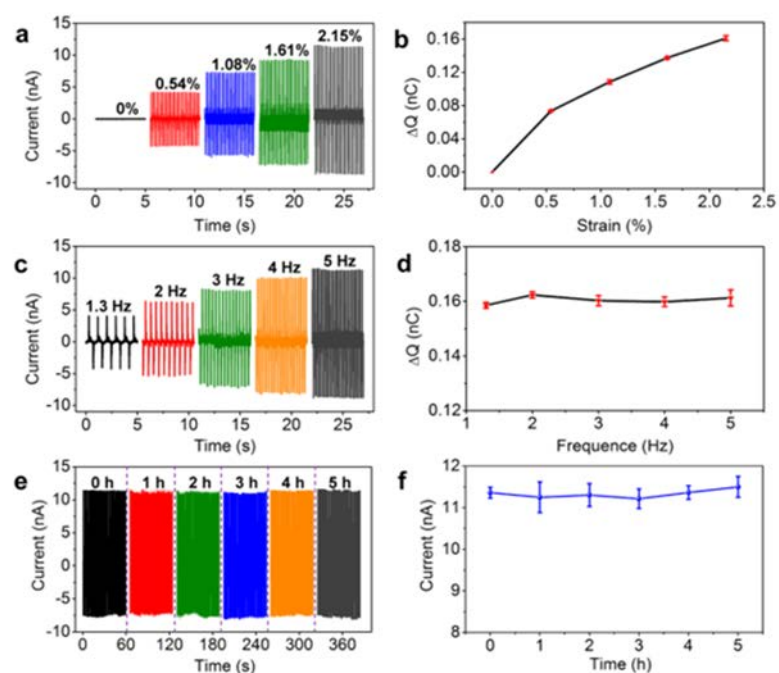
Теперь посмотрим на трибогенератор волоконной конструкции. Если предыдущая конструкция не совсем подходила для повседневного и комфортного использования человеком, то волоконный в этом плане намного интереснее. Безметалловый волоконный генератор (БВГ) использует в качестве исходных материалов хлопковые нити, водную суспензию политетрафторэтилена и углеродные нанотрубки. БВГ преобразует движения или вибрации в электрическую энергию. При изготовлении используют хлопковую нить (Cotton thread), покрывают углеродными нанотрубками (CNT), а затем сплетают с хлопковой нитью,

покрытой углеродными нанотрубками и изолированной политетрафторэтиленом (PTFE). Такая конструкция может быть вплетена в коммерческую текстильную продукцию.



Изготовление БВГ

В этом исследовании авторы анализировали БВГ длиной 9 см, используя метод периодического растяжения с регулируемыми частотами и уровнями деформации. Один конец БВГ был надежно закреплен, в то время как другой соединялся с источником вибраций, настройка которого позволяла контролировать частоту. В ходе опытов постоянно отслеживался выходной ток устройства. Эксперименты проводились с деформациями от 0 до 2,15 % с шагом 0,54% при фиксированной частоте 5 Гц. Было замечено, что увеличение деформации пропорционально повышает пиковый ток, который возрастал с 3,98 нА при деформации 0,54% до 11,22 нА при деформации 2,15%. Кроме того, при максимальной деформации 2,15% изменялась частота от 1 до 5 Гц и контролировались изменения выходного тока. В течение эксперимента БВГ непрерывно функционировал в течение 5 часов, что составило 90000 циклов при деформации 2,15% и частоте 5 Гц, демонстрируя стабильность выходного тока.



Характеристики выработки электроэнергии от одного БВГ при внешней нагрузке 80 МОм при различных условиях

Средняя плотность мощности данного волокна составляет 0,1 мкВт/см, что достаточно для питания ЖК-дисплея с небольшим энергопотреблением. Такой генератор также использовался для зарядки конденсатора, а затем для зажигания светодиода. На рисунке приведена схема цепи и кривая заряда, разряда конденсатора.

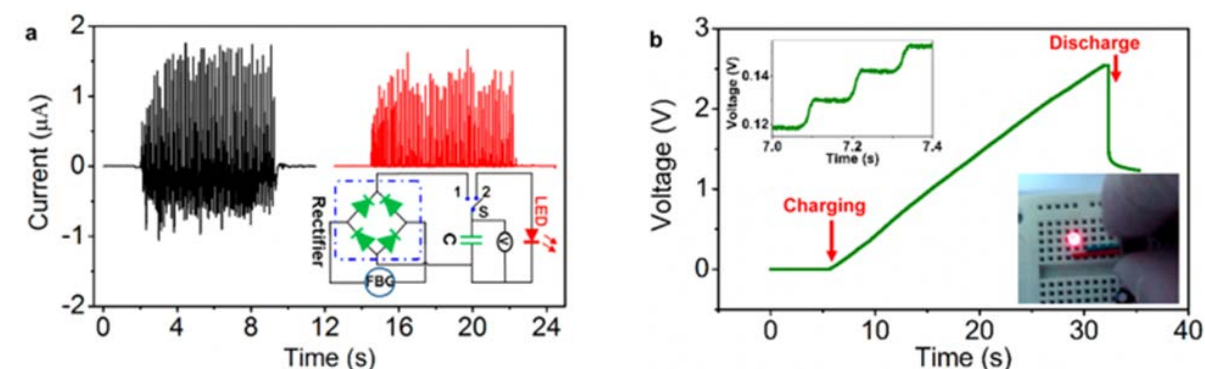


Схема цепи заряда конденсатора 2,2 мкФ и питания светодиода от БВГ

В рамках исследования, БВГ использовался для зарядки конденсатора емкостью 10 нФ. Как только напряжение на конденсаторе достигало 2,4 В, это активировало микроконтроллер. Микроконтроллер в свою очередь отправлял команды термистору для измерения температуры. Полученный аналоговый сигнал температуры преобразовывался в цифровую форму с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и передавался на приемник через инфракрасный диод. На приемной стороне сигнал демодулировался, после чего значение температуры отображалось на экране дисплея. Эта система была интегрирована в халат таким образом, что при воздействии на БВГ запускался описанный процесс, позволяя отображать температуру непосредственно на экране.

Пьезогенераторы

Важно понимать разницу между трибогенератором и пьезогенератором. Трибогенератор использует трибоэлектрический эффект, т.е. два разных материала соприкасаются и разделяются, что приводит к генерации электрического заряда. Пьезоэлектрический генератор использует пьезоэлектрический эффект, который заключается в создании разности потенциалов при механическом воздействии на диэлектрик, т.е. генерация напряжения происходит за счет механической деформации.



Демонстрация пьезоэлектрического эффекта

Рассмотрим конструкцию пьезогенератора. Исследователи из Бразилии решили использовать такой тип генератора в обуви и встроили его в стельку. Схема применения изображена на рисунке.

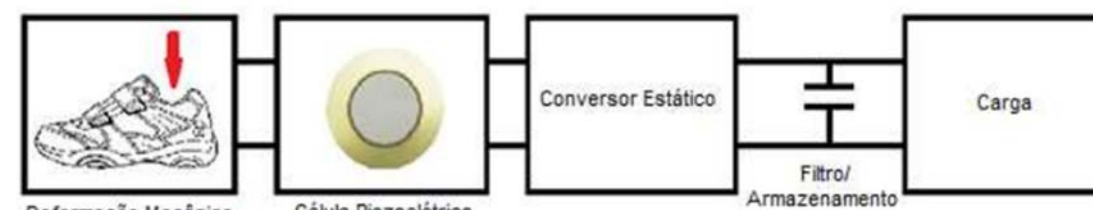
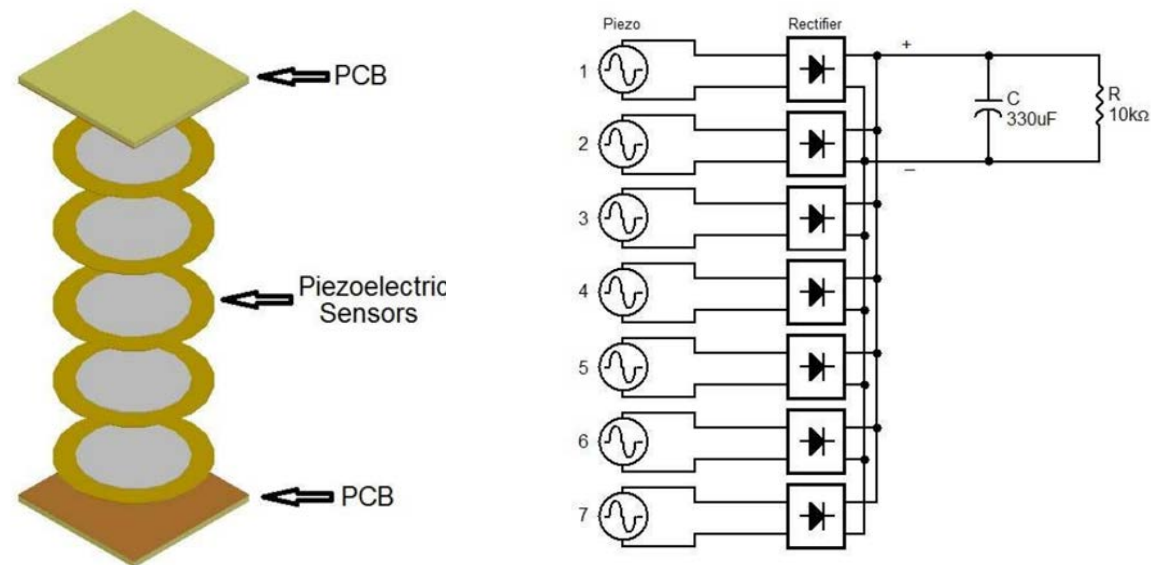


Схема применения пьезогенераторов в обуви

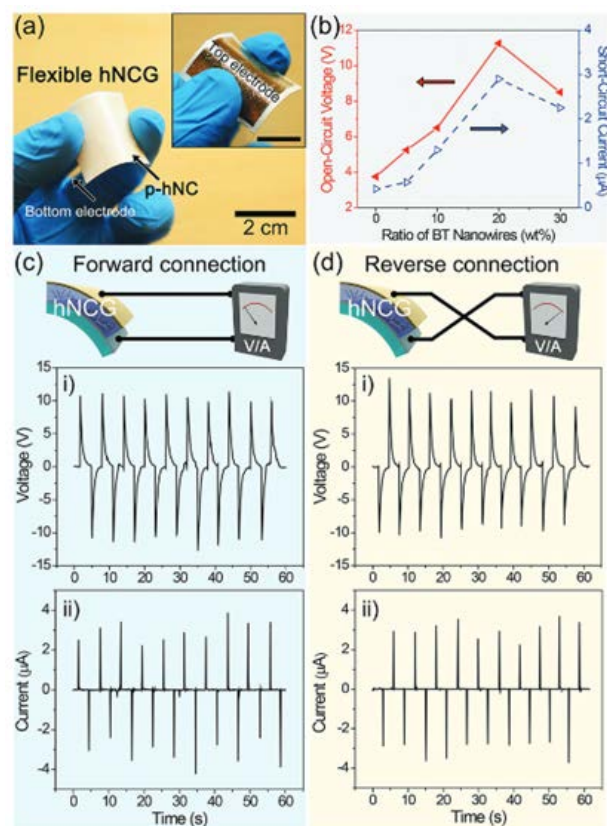
Сами пьезоэлементы изготовлены из керамики типа PTZ имеют кольцевую форму и помещены между печатными платами, что повышает механическую жесткость системы.



Пьезоэлектрические элементы и схема питания от пьезогенератора

В общем виде все генераторы такого типа работают по одной схеме. Генератор выдает переменное напряжение, которое далее выпрямляется, заряжает конденсатор и затем разряжается на нагрузку. Схема действия пьезогенераторов приведена на рисунке. Среднее напряжение на нагрузке 0,2 В, суммарный ток 20 мкА, а мощность 4 мкВт, если брать нагрузку в 10 КОм.

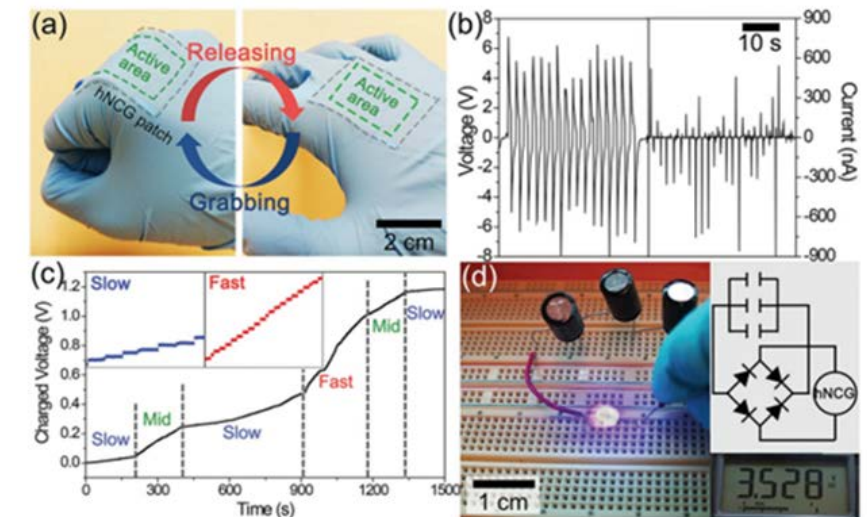
Китайские ученые разработали новый пьезоэлектрический нанокompозит, включающий нанопроволоки BaTiO₃, для использования в генераторах. В статье представлено изображение этого гибкого генератора, а также данные о выходном сигнале, которые показывают, как изменяется сигнал в зависимости от различных пропорций компонентов в составе. Также приведены значения выходного тока и напряжения в режиме холостого хода.



Демонстрация гибкого генератора и его выходных характеристик

Опытным путем подбирали толщину слоя между электродами. Напряжение зависит от толщины, а ток остается неизменным. Выходные параметры зависят от количества нанопроволок из BaTiO₃.

Также как и остальные генераторы, этот нуждается в выпрямителе и конденсаторах, которые будут заряжаться. В данном случае генератор в виде пластыря, что закреплен на тыльной части ладони. Изображение генератора, схемы испытания и некоторых характеристик приведено на рисунке.

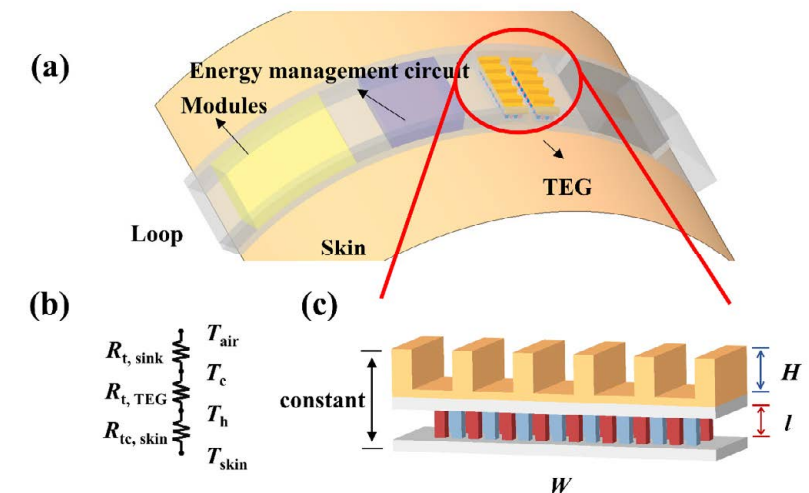


Внешний вид генератора и схема испытания при нагрузке 30 МОм мощность достигает 1,5 мкВт.

Термогенераторы

Термогенератор – устройство, которое преобразует тепловую энергию в электрическую. Принцип работы основан на термоэлектрическом эффекте или эффекте Зеебека. Часто термонаногенератор состоит из материалов с разными термоэлектрическими свойствами, и одна часть подвергается нагреванию, а другая остается холодной или охлаждается. Далее начинает работу эффект Зеебека – перемещение электронов от горячей части к холодной, что приводит к разности потенциалов на концах устройства.

Предметом исследования сотрудников Уханьского технологического университета стал термоэлектрический генератор (ТЭГ). Конструкция объекта исследования приведена на рисунке. Также на рисунке приведена схема термического сопротивления и приближенное изображение самого генератора.

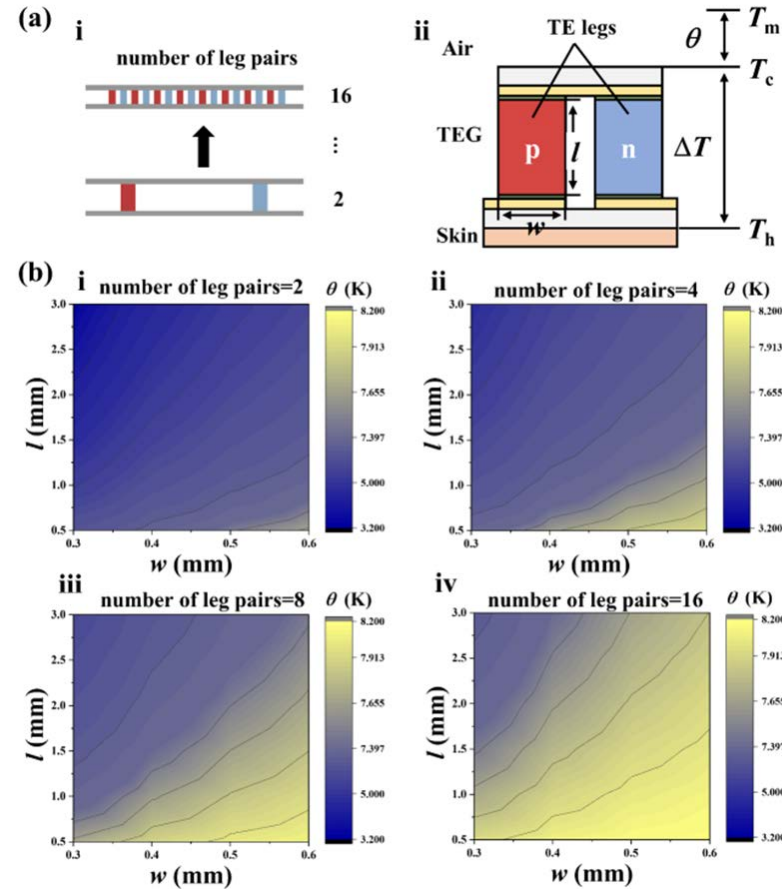


Конструкция носимого ТЭГ, прилегающего к телу

На самом деле устройство ТЭГ немного сложнее, чем было описано ранее. Между двумя электродами находится множество элементов с проводимостью р- и n-типа, которые соединены между собой контактными пластинами. При нагреве со стороны, где располагаются все р-п переходы, смещенные в прямом направлении, и охлаждении с другой

стороны, где все p-n переходы смещены в обратном направлении, через такой элемент протекает электрический ток. От стороны нагрева и охлаждения зависит направление тока. По такому же принципу работают элементы Пельтье, только они используются как тепловые насосы – для нагрева или охлаждения с помощью электрической энергии. Эффекты Зеебека и Пельтье обратны друг другу.

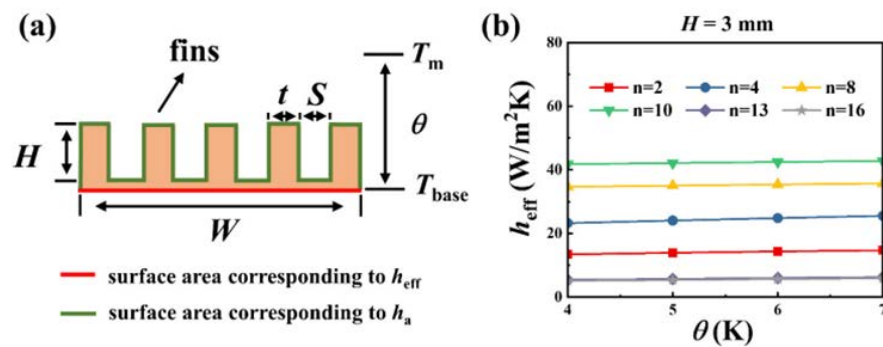
С помощью моделирования исследователи постарались выяснить способность рассеивать тепло в зависимости от ширины, высоты и количества пар полупроводников. Результаты исследования приведены на рисунке.



Результаты исследований на способность рассеивать тепло

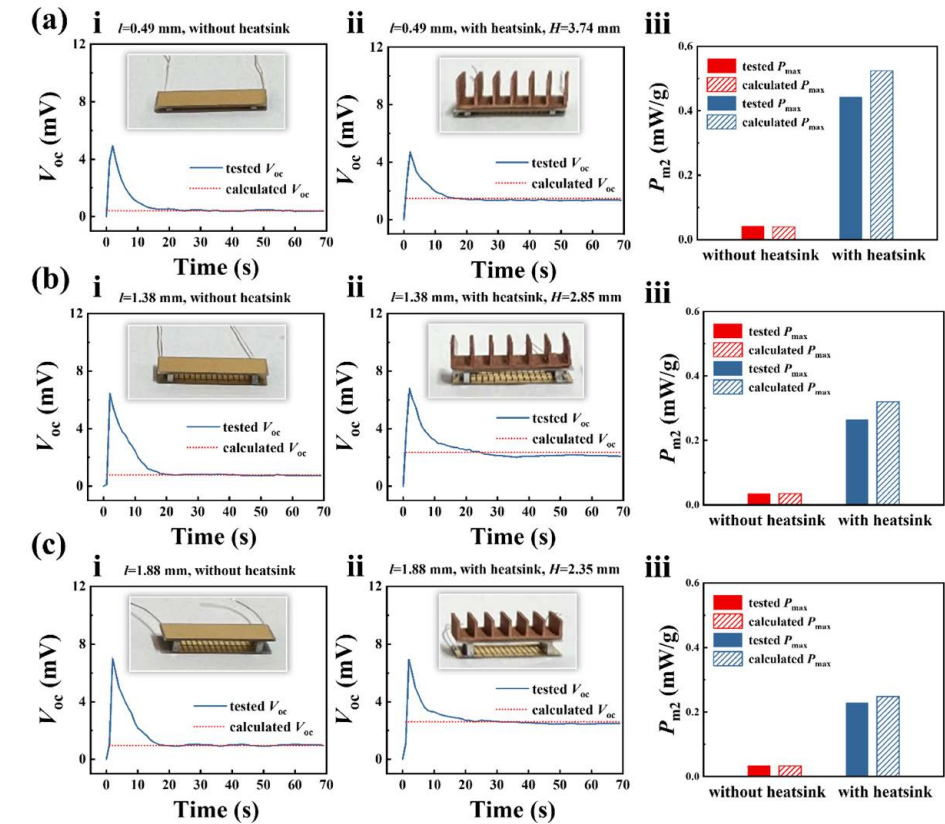
Увеличение количества термоэлектрических ветвей повышает способность рассеивать тепло, как и увеличение ширины ножек. Высота ног полупроводников имеет обратную зависимость со способностью рассеивать тепло.

Далее моделировали зависимости рассеивания тепла от параметров радиатора, а после проверяли экспериментально. На рисунке ниже приведены основные характеристики радиатора и зависимость эквивалентного коэффициента конвективной теплоотдачи от разности температур внутреннего и внешнего слоя при разных количествах ребер радиатора.



Изображение радиатора и зависимость эквивалентного коэффициента конвективной теплоотдачи от разности температур внутреннего и внешнего слоя при разных количествах ребер радиатора

После моделирования экспериментально проверяли плотность мощности на единицу массы и сравнивали результаты. Результаты проверок приведены на рисунке.



Сравнение данных моделирования и экспериментальных

По итогам моделирования и расчетов исследователи определили оптимальное количество ребер для получения наилучшего значения коэффициента конвективной передачи при разной высоте ребер, найдя таким образом оптимальную конструкцию с наиболее эффективным теплоотведением. Геометрические размеры незначительно влияют на теплоотводящую способность радиатора, а оптимальное количество ребер постепенно уменьшается с увеличением высоты ребер.

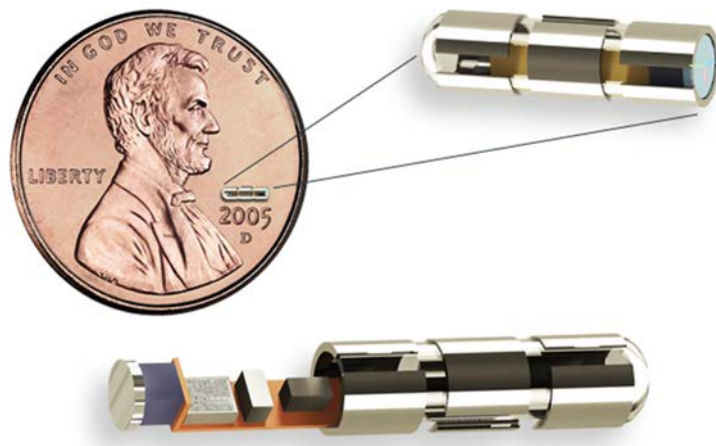
Вывод: Использование новых материалов, гибридных технологий в микроэлектронике позволит делать датчики мониторинга за здоровьем и другие устройства с малым потреблением автономными. А интегрирование в одежду открывает путь встраиваемых технологий для коммерческого текстиля.

Источники:

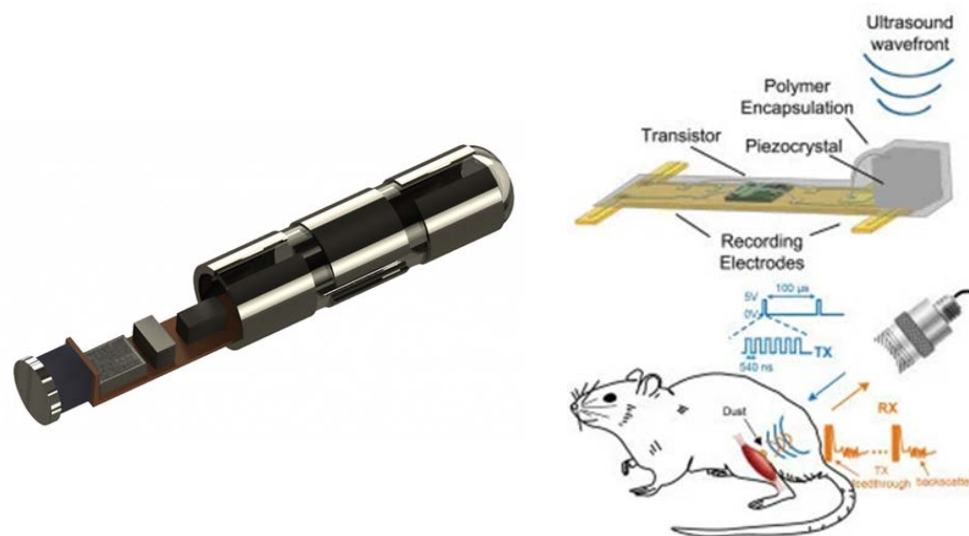
1. «Case-Encapsulated Triboelectric Nanogenerator for Harvesting Energy from Reciprocating Sliding Motion». Qingshen Jing,, Guang Zhu, Peng Bai, Yannan Xie, Jun Chen, Ray P. S. Han, Zhong Lin Wang. School of Materials Science and Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, United States, College of Engineering, Peking University, Beijing, China, Beijing Institute of Nanoenergy and Nanosystems, Chinese Academy of Sciences, China.
2. «Fiber-Based Generator for Wearable Electronics and Mobile Medication». Junwen Zhong, Yan Zhang, Qize Zhong, Qiyi Hu, Bin Hu, Zhong Lin Wang, Jun Zhou. Wuhan National Laboratory for Optoelectronics and School of Optical and Electronic Information, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, China, Beijing Institute of Nanoenergy and Nanosystems, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, Institute of Theoretical Physics and Key Laboratory for Magnetism and Magnetic Materials of MOE, Lanzhou University, Lanzhou, China, School of Materials Science and Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia.
3. «Proposal of a Micro Generator Piezoelectric for Portable Devices from the Energy Harvesting». Ando Junior O. H., Coelho M. A. J., Malfatti C. F., Brusamarello V. J. Department of Electrical Engineering SATC, Beneficent Association of Santa Catarina Coal Industry, School of Engineering UFRGS, Federal University of Rio Grande do Sul
4. «Optimal Design of Wearable Micro Thermoelectric Generator Working in a Height-Confined Space». Kechen Tang, Dongwang Yang, Yubing Xing, Jiang Wang, Kai Hu, Yonggao Yan, Qingjie Zhang and Xinfeng Tang. State Key Laboratory of Advanced Technology for Materials Synthesis and Processing, Wuhan University of Technology, Wuhan, China.

2. Вживляемый трекер

Команда стартапа Iota Biosences создает трекер в полимерной оболочке для диагностики здоровья человека.



Как заявляют исследователи, такое устройство можно вживить в тело человека без батареи. Питание обеспечивается с помощью ультразвука. Размеры такого импланта могут составлять менее одного кубического миллиметра. Трекер может модулировать информацию, передаваемую по нервам, что помогает в лечении различных заболеваний.



Установка такого устройства осуществляется прикреплением к одному нервному или мышечному волокну. В состав трекера входит беспроводной приемник, представленный пьезокристаллом, улавливающим ультразвук, транзистора и электродов для записи активности нейронов.

“”

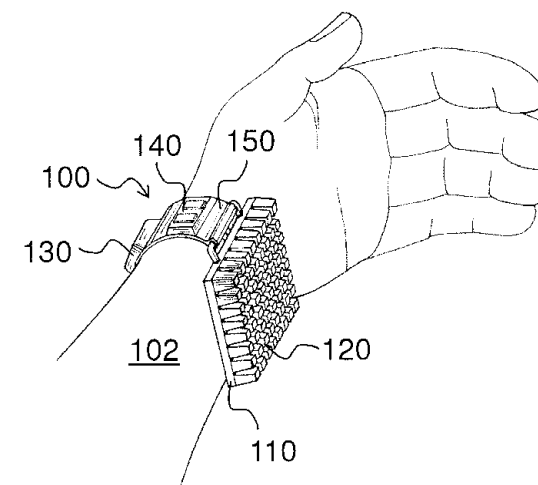
Технологии вживляемых устройств активно развиваются, в том числе совершенствуются беспроводные способы передачи данных и обеспечения электропитания. В ближайшей перспективе вживляемые медицинские устройства перестанут быть труднодоступными и смогут использоваться повсеместно как для исследований, так и для лечения. В данном случае это устройство поможет врачам в лечении артрита, сердечно-сосудистых заболеваний.

Источник: iota.bio

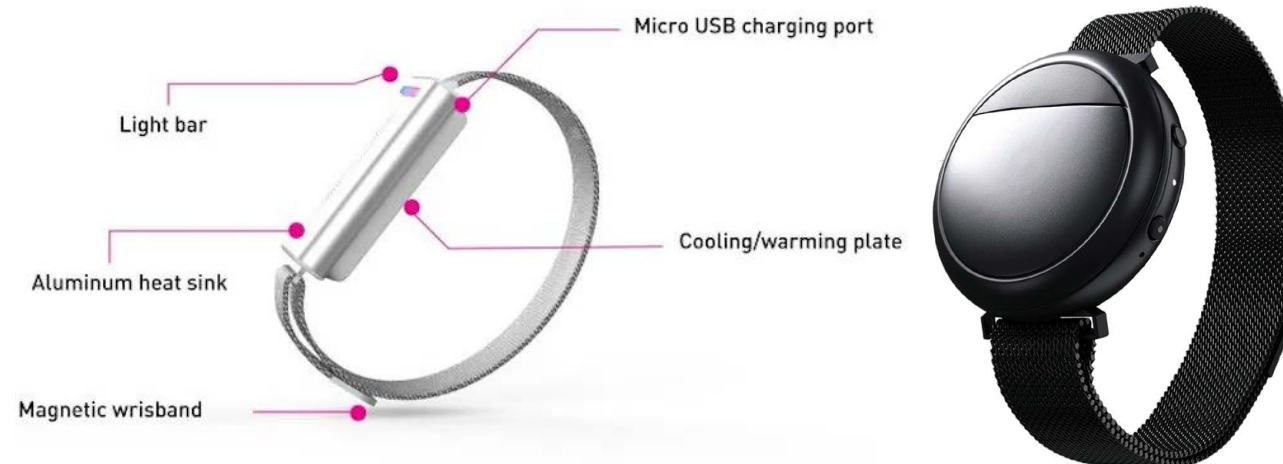
3. Embr Wave как терморегулятор для тела человека

Embr Wave – это носимое устройство, воздействующее на запястье руки, не меняющее общую температуру тела.

Как пишут производители: «Когда вы прикладываете температурные ощущения к своей коже, вы посылаете тепловой сигнал в область вашего мозга, которая связана с терморегуляцией, ощущениями, удовольствием, стрессом и эмоциями».



Такое устройство состоит из термоэлектрического материала, который прилегает к коже, теплопроводящий материал, что изображено в виде радиатора. Термоэлектрический элемент подключается к источнику питания и контроллеру, который и подает сигнал на термоэлектрический элемент для управления температурой на поверхности кожи.



Первый вариант устройства и актуальный вариант устройства

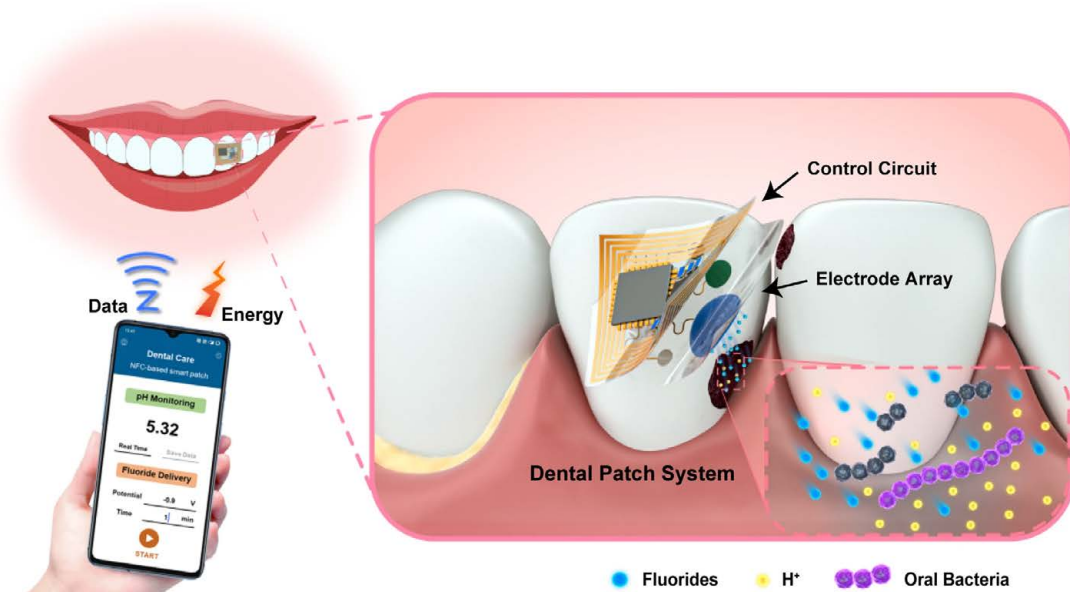
“”

Новый вид носимого устройства, которое обеспечивает комфортную температуру тела человека, посылая тепловые импульсы через кожу на запястье. Пока это очень дорогая технология, а потому не распространенная, но если интегрировать такую функцию в уже существующий фитнес браслет, то это станет приятным дополнением и особенностью носимого гаджета.

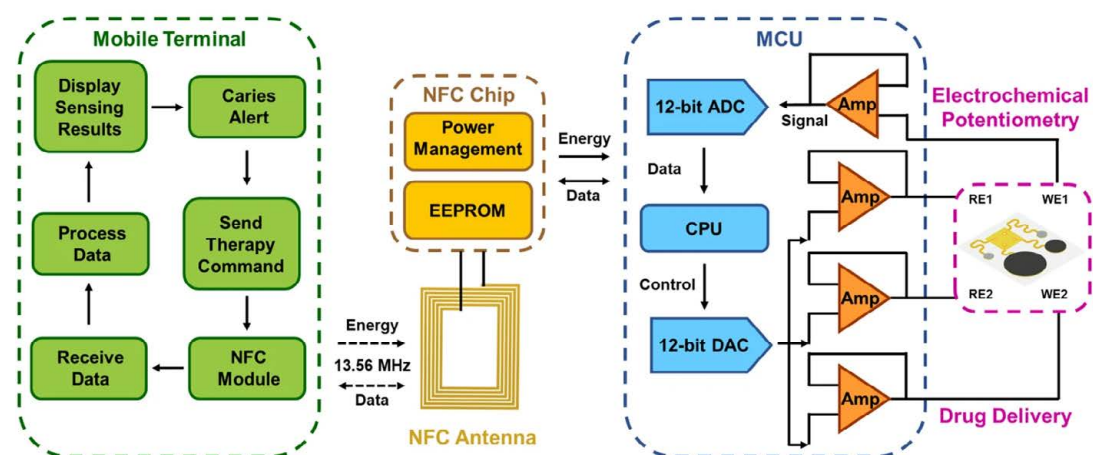
Источники:
embrlabs.com
patents.google.com/patent/US10182937B2/en?q=10%2c182%2c93

4. Самолечащие зубные пластыри

Кариес зубов, вызванный дисбактериозом микрофлоры полости рта с повышенным содержанием ацидогенных (для которых необходима значительная кислотность среды) бактерий, является наиболее распространенным неинфекционным заболеванием во всем мире. Ранняя профилактика и своевременное лечение фтором имеют решающее значение для лечения кариесного поражения. В связи с этим была разработана миниатюрная, безбатарейная и носимая система стоматологических пластырей для мониторинга микрофлоры полости рта и контролируемой обработки фтором.

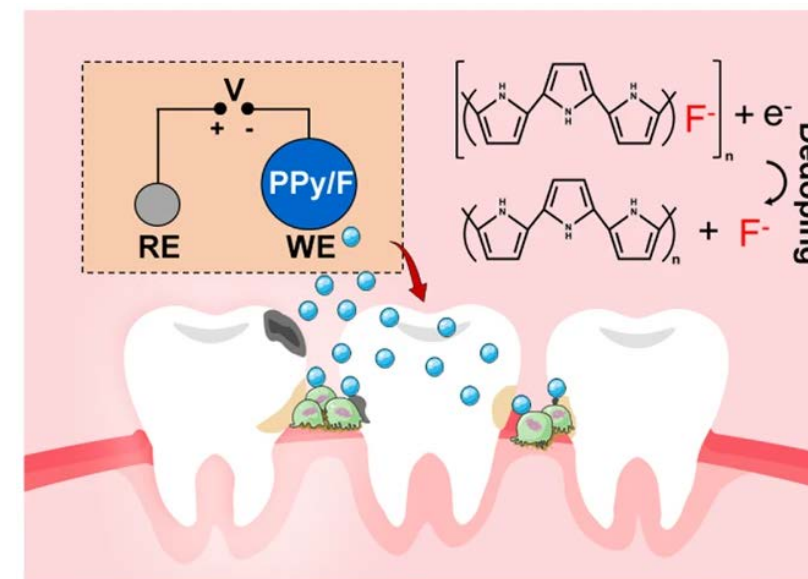


Зубной пластырь состоит из схемы управления, модуля NFC и электрохимического потенциометрического датчика.



Электрохимический потенциометрический датчик определяет кислотность среды, вызванную метаболизмом микробов полости рта на поверхности зубов, по разности потенциалов между индикаторным и эталонным электродами, возникающей под действием химической реакции. Через модуль NFC передается информация на смартфон, а также происходит питание датчика. При частом наблюдении кислой среды полости рта смартфон отправляет предупреждение о том, что требуется чистка полости рта, а также обработка фторидами.

Электролизом, посредством электростимуляции, своевременно доставляются фториды для проведения терапии.



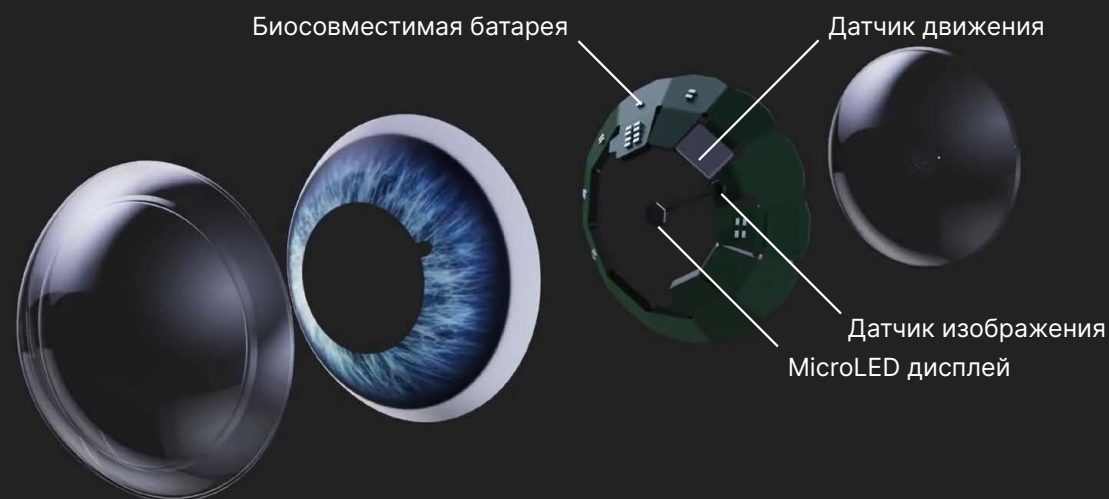
Размер, толщина и общая масса зубного пластыря составляют 10 мм × 8 мм, 1,5 мм и 90 мг соответственно.

“”

Данный пластырь позволит удобно и быстро оценивать состояние микрофлоры полости рта, а также, в случае необходимости, своевременно оказывать лечение.

Источник: [nature.com/articles/s41528-022-00185-5](https://www.nature.com/articles/s41528-022-00185-5)

5. Умные контактные линзы Mojo Vision



Калифорнийская компания Mojo Vision создала линзы с функцией дополнительной реальности.

Устройство представляет собой печатную плату, встроенную в склеральную линзу (линза покрывающая область глаза, выходящую за радужку). Элементами печатной платы являются: microLED дисплей собственного производства, имеющий плотность 14000 пикселей на дюйм; датчик движения (motion sensor) включающий в себя гироскоп, акселерометр, магнитометр, которые обеспечивают неподвижность изображений в дополненной реальности, несмотря на микродвижение глаз; биосовместимый аккумулятор (biosafe batteries), питающий все устройство; датчик изображения (image sensor).

Все сложные вычисления происходят во внешнем носимом блоке, который может представлять собой браслет или ожерелье. Связь между линзой и внешним блоком осуществляется по беспроводному протоколу, использующему радиоканал 5 ГГц. Устройство проецирует информацию прямо на глаз, имеет простой интерфейс, позволяющий управлять им без использования рук. Время непрерывной работы 2 часа.

“ ”

Данное устройство может облегчить поиск необходимой информации и улучшить способность выполнять повседневные задачи.

Источник: interestingengineering.com/innovation/smart-contact-lenses-displays-tracking

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

Михайлов Алексей Евгеньевич

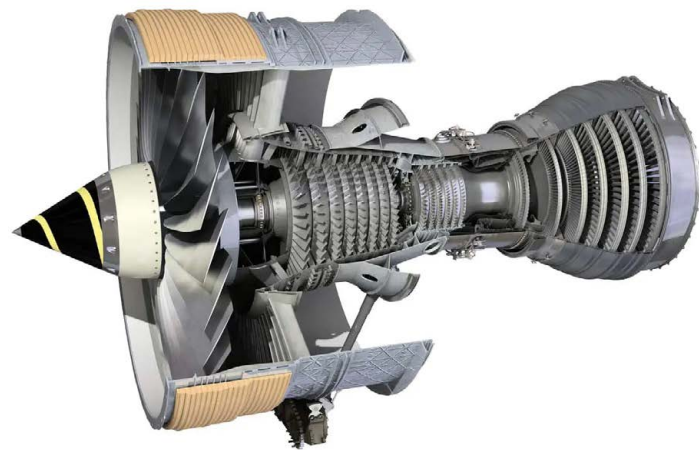
кандидат технических наук, доцент, научный руководитель фронтальной НИР «Формирование теории нового класса электрических машин, созданных с помощью аддитивных технологий», руководитель группы силовых установок

1. Первый трансатлантический перелет с использованием 100% SAF

Авиакомпания Virgin Atlantic совершила перелет самолета Boeing 787 Dreamliner с двигателями Rolls-Royce Trent 1000 из Лондона (Heathrow) в Нью-Йорк (JFK), который является первым в мире трансатлантическим перелетом с использованием 100% SAF (устойчиво произведенное авиационное топливо).



Boeing 787 Dreamliner компании Virgin Atlantic



Двигатель Rolls-Royce Trent 1000

На текущий момент SAF занимает менее 0.1% от общего объема рынка авиационных топлив, при этом регуляторные органы разрешают использование смесового топлива с долей SAF не более 50%.

По оценкам экспертов переход на 100% SAF обеспечивает снижение выбросов CO2 за типовой полетный цикл на величину до 70%, что крайне важно в рамках стратегии Net Zero 2050.

В рамках проекта Flight 100 используется смесовое топливо – 88% HEFA (гидроочищенные сложные эфиры и жирные кислоты), которое поставляет Air BP и 12% SAK (синтетический ароматический керосин), которое поставляет компания Virent.

HEFA производится из отработанных жиров и масел, а SAK производится из сахаров растительного происхождения. Использование в смеси SAK необходимо для введения в топливо ароматических углеводородов, крайне важных для работоспособности двигателя.

Источник: aerospacetestinginternational.com/news/flight-testing/first-transatlantic-flight-made-using-pure-saf-blend.html

2. Высокоскоростной экспериментальный самолет с вертикальным взлетом и посадкой

Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA) реализует проект по созданию экспериментального летательного аппарата с высокой скоростью полета, независимого от качества/наличия взлетно-посадочной полосы SPRINT - Speed and Runway INdependent Technologies X-Plane Demonstration Project.



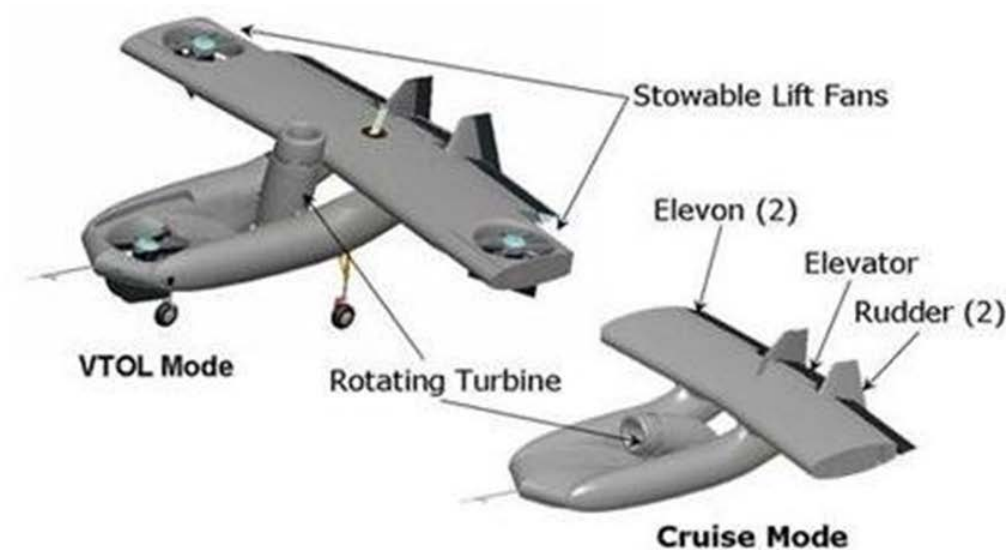
Концептуальный облик высокоскоростного СВВП Aurora Flight Sciences по проекту SPRINT

DARPA в рамках проекта SPRINT заключило контракт с компанией Aurora Flight Sciences (дочерняя компания Boeing) на разработку аванпроекта самолета вертикального взлета и посадки (СВВП), выполненного по аэродинамической схеме летающее крыло.

На текущий момент предполагается, что экспериментальный самолет по проекту SPRINT будет иметь интегральную аэродинамическую компоновку Blended Wing Body (BWB) с утопленными в крыле маршевыми двигателями, а также семейство подъемных вентиляторов, установленных в крыле с возможностью открытия/закрытия створок. Для привода подъемных вентиляторов будет осуществляться отбор механической мощности от маршевых двигателей.

В техническом задании оговорено, что экспериментальный самолет по проекту спринт должен иметь одновременно возможность вертикального взлета/посадки, а также максимальную скорость полета не менее 840км/ч.

По заявлениям экспертов Aurora Flight Sciences при работе над проектом SPRINT будет использован научно-технический задел, полученный в рамках проектов создания самолета Boeing X-48 (самолет с интегральной аэродинамической компоновкой BWB) и беспилотного летательного аппарата Aurora Excalibur.



БПЛА Aurora Excalibur оснащен поворотным реактивным двигателем и тремя подъемными электроприводными вентиляторами, которые закрываются во время маршевого горизонтального полета.

По ожиданиям экспертов Boeing и Aurora Flight Sciences разработанный экспериментальный СВВП с высокой скоростью полета будет обладать выдающейся гибкостью в применении и высокими летно-техническими характеристиками для использования в военно-воздушных силах.

Источник: aerospacetestinginternational.com/news/drones-air-taxis/aurora-to-design-high-speed-vertical-lift-x-plane.html

3. Electra EL-2 Goldfinch совершил первый полет

Компания Electra в интересах Военно-воздушных сил США ведет разработку гибридно-электрического 2-местного самолета с укороченным взлетом и посадкой (СУВП) EL-2 Goldfinch.

СУВП Electra EL-2 оснащен 8-ю электроприводными воздушными винтами, по четыре винта на каждое полукрыло. Два воздушных винта, расположенных в корневой части крыла имеют увеличенный диаметр, два воздушных винта, расположенных в концевой части крыла имеют уменьшенный диаметр.

Система воздушных винтов осуществляет интенсивный обдув крыла, что повышает его подъемную силу во взлетно-посадочной конфигурации и обеспечивает значительное сокращение длины разбега при взлете/посадке.

По заявлению Electra потребная длина разбега при взлете СУВП EL-2 составляет лишь 46м. Кроме того, предлагаемая компоновка самолета гарантирует значительное снижение уровня шума и эмиссии вредных веществ по сравнению с традиционными самолетами и вертолетами.

Самолет Electra EL-2 оснащен гибридно-электрической силовой установкой, включающей в себя 8 электроприводных воздушных винтов, аккумуляторную батарею и турбогенератор.

Силовая установка может работать в полностью электрическом режиме, когда для питания электродвигателей используется только аккумуляторная батарея. Кроме того, силовая установка может работать в гибридном режиме в качестве распределенной силовой установки последовательной схемы, когда турбогенератор вырабатывает мощность для питания 8-ми электродвигателей и подзарядки аккумуляторной батареи.

Самолет Electra EL-2 Goldfinch совершил первый испытательный «полностью электрический» полет 11 ноября, а 19 ноября был совершен второй испытательный полет с работающей гибридной распределенной силовой установкой.

Самолет EL-2 Goldfinch является экспериментальным демонстратором технологий, которые компания Electra планирует использовать для создания коммерческого 9-местного пассажирского самолета, который должен быть введен в эксплуатацию в 2028г.

По ожиданиям Electra 9-местный СУВП будет иметь потребную длину разбега при взлете 45м, крейсерскую скорость 320км/ч и дальность полета 800км.

Компания Electra ведет разработку СУВП в рамках контракта на \$85млн. с Военно-воздушными силами США по программе AFWERX Agility Prime Program.

На текущий момент портфель заказов компании Electra на разрабатываемый СУВП составляет более 1700 самолетов от 30 заказчиков с общей стоимостью более \$6 млрд.



4. Rolls-Royce провела испытания UltraFan

Компания Rolls-Royce ведет разработку двигателя-демонстратора технологий UltraFan, который является самым крупным двигателем в истории, имеет диаметр вентилятора 3.5м. Rolls-Royce начала концептуальную проработку двигателя UltraFan в 2014 году, однако, из-за недостаточного интереса со стороны разработчиков самолетов проект превратился в платформу-демонстратор перспективных технологий Rolls-Royce.

Начальная фаза испытаний двигателя UltraFan проводилась с использованием 100% биотоплива. Испытания двигателя UltraFan проводятся в новейшем испытательном центре Testbed 80, специально построенном Rolls-Royce.

Двигатель UltraFan имеет повышенную на 10% эффективность по сравнению с текущим поколением двигателей Rolls-Royce Trent XWB благодаря внедрению комплекса новых технологий – малоэмиссионная камера сгорания ALECSys (Advanced Low Emissions Combustion System), газогенератор Advance3, турбовентилятор ALPS (Advanced Low Pressure System) и редуктор привода вентилятора.

В двигателе UltraFan применяется ряд новых материалов, включая полимерные композиционные материалы для модуля вентилятора, композиционные материалы с керамической матрицей для элементов горячей части двигателя.

Согласно заявлениям Rolls-Royce, технологии, применяемые в двигателе UltraFan являются масштабируемыми и могут быть использованы для создания семейства двигателей с тягой от 11350 кгс до 49895 кгс для перспективных узкофюзеляжных и широкофюзеляжных самолетов. Кроме того, ряд критических технологий могут быть интегрированы в текущее поколение семейства двигателей Rolls-Royce Trent.

По оценкам экспертов Rolls-Royce, ввод в эксплуатацию высокоэффективных двигателей, подобных UltraFan, работающих на 100% SAF топливе, позволит снизить выбросы CO₂ на 80%, что является важным достижением в рамках глобальной стратегии NetZero 2050.



Архитектура двигателя Rolls-Royce UltraFan



5. Первый полет самолета-опылителя с гибридной силовой установкой

Американский стартап Wright Aerospace и испанская компания Axter Aerospace объявили об успешном завершении первого испытательного полета сельскохозяйственного самолета Thrush, оснащенного гибридной силовой установкой.

По заявлениям двух компаний, они планируют использовать сельскохозяйственный самолет Thrush в качестве испытательной платформы для отработки компонентов электрических и гибридных силовых установок, включая электродвигатели, инвертеры и аккумуляторные батареи.



Сельскохозяйственный самолет Thrush с гибридной силовой установкой во время первого полета

Самолет Thrush оснащен гибридной силовой установкой параллельной схемы с совокупной мощностью 800 кВт, состоящей из штатного двигателя Pratt&Whitney PT6A мощностью 500 кВт и электродвигателя Wright Aerospace мощностью 300 кВт. Гибридная силовая установка параллельной схемы использована для привода единственного воздушного винта через кастомную муфту.

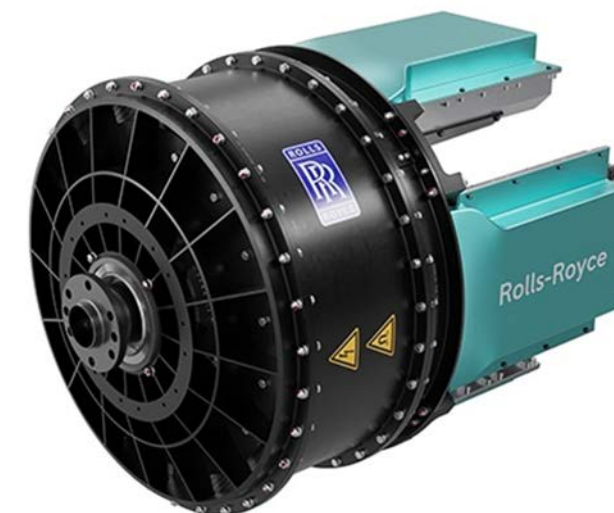
В настоящее время Wright Aerospace ведет разработку электрической силовой установки мощностью 2МВт для региональных самолетов, а также запустил программу создания аккумуляторных батарей с удельной емкостью 1000 Втч/кг. По плану Wright Aerospace самолет Thrush будет выступать платформой для летных испытаний разрабатываемых агрегатов и систем.

Источник: aviationweek.com/aerospace/advanced-air-mobility/wright-axter-fly-crop-duster-based-hybrid-electric-testbed

6. Rolls-Royce планирует продать подразделение, ведущее разработку электрических силовых установок

CEO компании Rolls-Royce, Tufan Erginbilgic в рамках ежегодного дня инвестора (Capital Markets Day) объявил, что компания Rolls-Royce планирует продать подразделение компании, связанное с разработкой электрических силовых установок и сфокусироваться на профильных для компании направлениях деятельности.

По ожиданиям Rolls-Royce, выручка от продажи подразделения, связанного с разработкой электрических силовых установок, может составить от 1 до 1.5 миллиарда фунтов стерлингов.



Электродвигатель Rolls-Royce

В рамках новой стратегии Rolls-Royce делает ставку на устойчиво производимые авиационные топлива (SAF) в качестве главного драйвера декарбонизации авиационной отрасли. На текущий момент уже доказана работоспособность всех производимых двигателей Rolls-Royce при использовании 100% SAF.

Руководство Rolls-Royce крайне удовлетворено результатами испытаний двигателя-демонстратора технологий UltraFan, который рассматривается в качестве платформы для создания большого семейства двигателей для узко- и широкофюзеляжных самолетов.

Одной из стратегических задач руководство Rolls-Royce видит возврат на рынок двигателей для узкофюзеляжных самолетов на базе критических технологий, отработанных в двигателе-демонстраторе UltraFan.

Источник: aerotime.aero/articles/rolls-royce-to-exit-electric-propulsion-to-focus-on-core-business-areas

7.

Еcojet Airlines заключила контракт на поставку силовых установок с ZeroAvia

Британская авиакомпания Ecojet Airlines планирует начать свою работу в 2024 году на базе флота 19-местных региональных самолетов De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter с последующим введением в эксплуатацию в течение 2-х лет 70-местного регионального самолета De Havilland Canada DHC-8.

Ecojet Airlines планирует стать первой в мире авиакомпанией, имеющей флот воздушных судов, состоящий полностью из самолетов, оснащенных электрическими силовыми установками. Для достижения поставленной цели компания Ecojet заключила контракт со стартапом ZeroAvia для поставки комплектов для ремоторизации самолетов De Havilland Canada DHC-6 Twin Otter силовыми установками ZA600.

По планам компании ZeroAvia, силовая установка на базе водородно-воздушных топливных элементов ZA600 должна пройти сертификацию не позднее 2025г.

Кроме того, компания Ecojet Airlines разместила большой заказ на разрабатываемую силовую установку ZeroAvia ZA2000 мощностью 2МВт для ремоторизации самолетов De Havilland Canada DHC-8.

По планам ZeroAvia силовая установка на базе водородно-воздушных топливных элементов ZA2000 должна быть сертифицирована в 2027г.



Силовая установка ZeroAvia ZA600

Источник: aero-mag.com/hydrogen-electric-engines-to-power-new-british-airline-ecojet

8. Gulfstream G600 с двигателями Pratt&Whitney PW815GA совершил первый трансатлантический перелет с использованием 100% SAF

19 ноября бизнес-джет Gulfstream G600 совершил перелет из международного аэропорта Саванна/Хилтон Хед (США) в Фарнборо (Великобритания) с использованием 100% устойчиво произведенного авиационного топлива (SAF).



Бизнес-джет Gulfstream G600

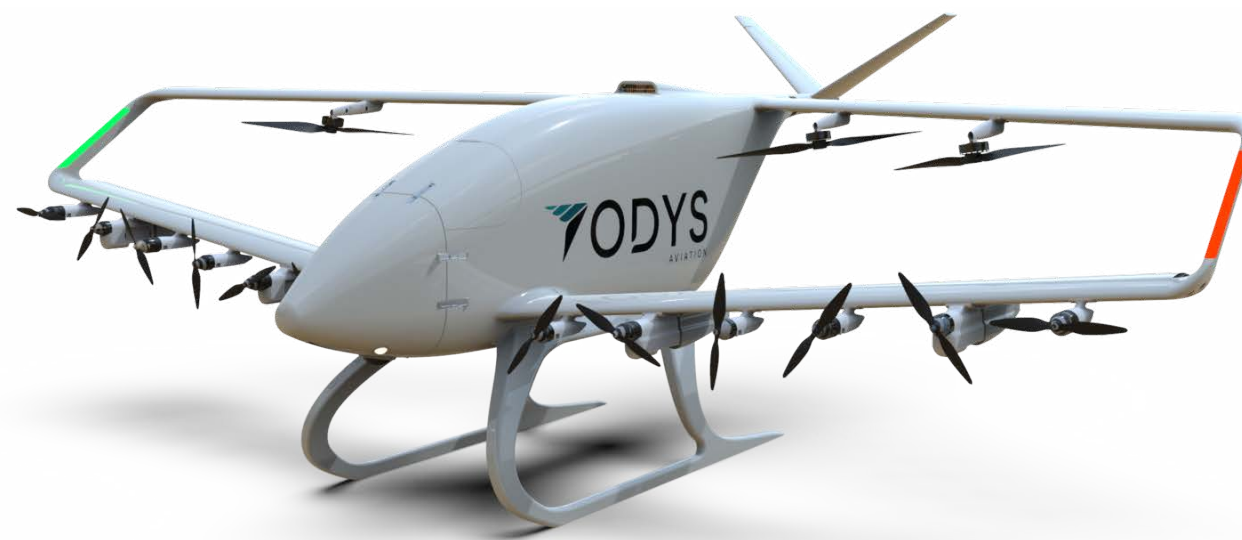


ТРДД Pratt&Whitney PW815GA

Для заправки воздушного судна использовано топливо типа HEFA (гидроочищенные сложные эфиры и жирные кислоты), произведенное компанией World Energy. Совершенный трансатлантический перелет демонстрирует полную функциональность воздушного судна и силовой установки при использовании 100% SAF. По ожиданиям авиационных экспертов коммерческое внедрение 100% SAF в рамках стратегии NetZero 2050 позволит сократить эмиссию воздушного судна при совершении типового полета на 70%.

Источник: prattwhitney.com/en/newsroom/news/2023/11/20/rtxs-pratt-whitney-canada-and-gulfstream-successfully-complete-first-100-saf

9. Odys Aviation планирует вывести на рынок оригинальный грузовой БПЛА Laila



Грузовой БПЛА Odys Laila

Компания Odys Aviation объявила о планах вывести на рынок грузовой БПЛА Laila в течение следующих 24-х месяцев. БПЛА Laila имеет архитектуру, схожую с 9-местным региональным самолетом с электроприводными винтами, разработку которого ведет компания Odys Aviation.

Компания Odys Aviation заключила несколько контрактов с Министерством обороны США на поставку 10-ти предсерийных экземпляров БПЛА Laila для проведения испытаний и оценки эксплуатационных характеристик в 2025г.

Компания Odys Aviation успешно провела испытания полноразмерного прототипа БПЛА Laila, который компания планирует запустить в серийное производство в 2026г.

БПЛА Laila имеет дальность 725км, грузоподъемность 59кг, крейсерскую скорость 201км/ч и эксплуатационный потолок 5486м.

Основными заказчиками БПЛА кроме Министерства обороны США выступают логистические компании, e-commerce, а также сервисные компании.



Оригинальный 9-местный региональный самолет компании Odys

БПЛА Laila оснащается масштабированной гибридной силовой установкой, а также поворотными воздушными винтами для управления вектором тяги.

По ожиданиям экспертов Odys Aviation БПЛА Laila не потребует получения сертификата типа от EASA и FAA.

Параллельно инженеры Odys Aviation разрабатывают аванпроект оригинального 9-местного регионального самолета с гибридной силовой установкой. Ожидается, что дальность полета самолета на «электрической тяге» составит 320км, а при использовании гибридной силовой установки дальность полета самолета достигнет 1200км. Информация о производителе и конфигурации гибридной силовой установки на текущий момент отсутствует. Крейсерская скорость регионального самолета составит 550км/ч, а эксплуатационный потолок достигнет 10000м.

По ожиданиям экспертов Odys Aviation повышение уровня зрелости технологий полностью электрических силовых установок, особенно аккумуляторных батарей, потребует 10-20 лет научно-технического прогресса. Поэтому Odys Aviation делает ставку на гибридную силовую установку, в которой турбогенератор может использоваться для подзарядки аккумуляторной батареи. Кроме того, использование турбогенератора позволяет полностью разряжать аккумуляторную батарею во время полета, без резерва в 20-30% емкости для нештатной ситуации.

Источник: futureflight.aero/news-article/2023-11-29/odys-unveils-laila-uav-prelude-hybrid-electric-vtol-regional-airliner

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 Радикович *(инженер 2 категории)*

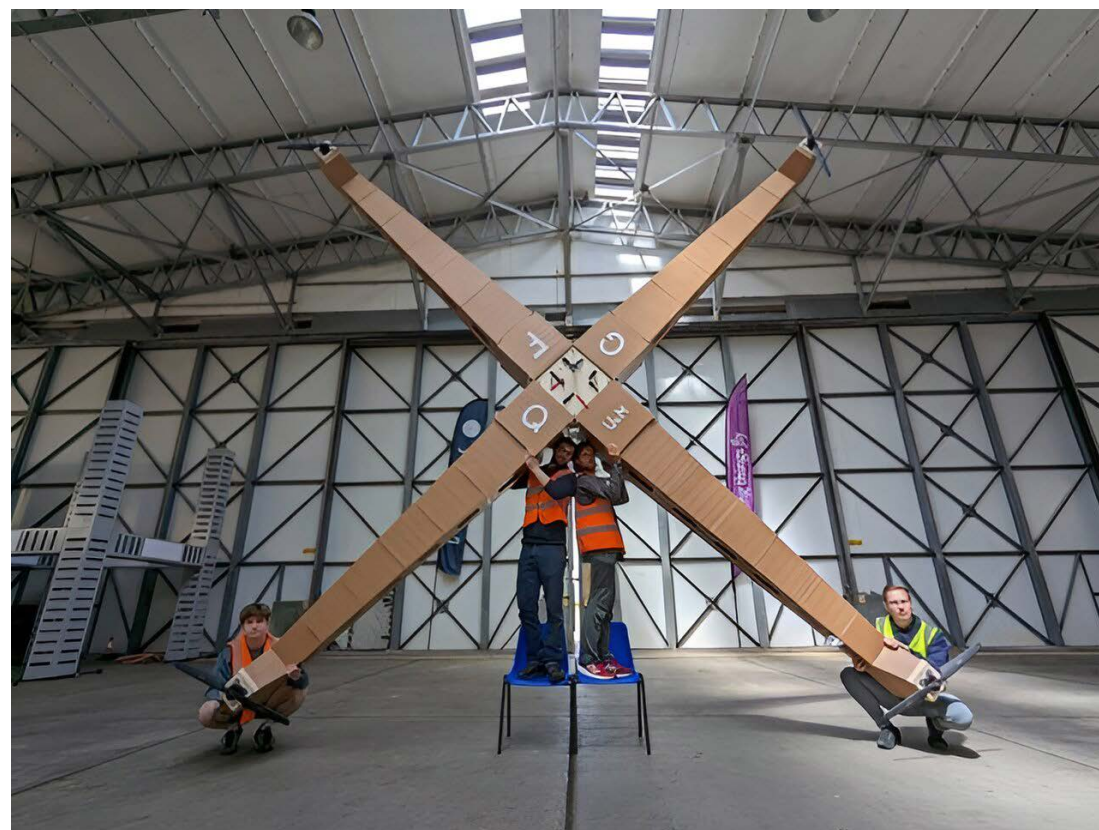
Кильметов Рафаэль Айдарович *(инженер 1 категории)*

Норкин Дмитрий Федорович *(инженер)*

1. Самый большой дрон Giant Foamboard Quadcopter

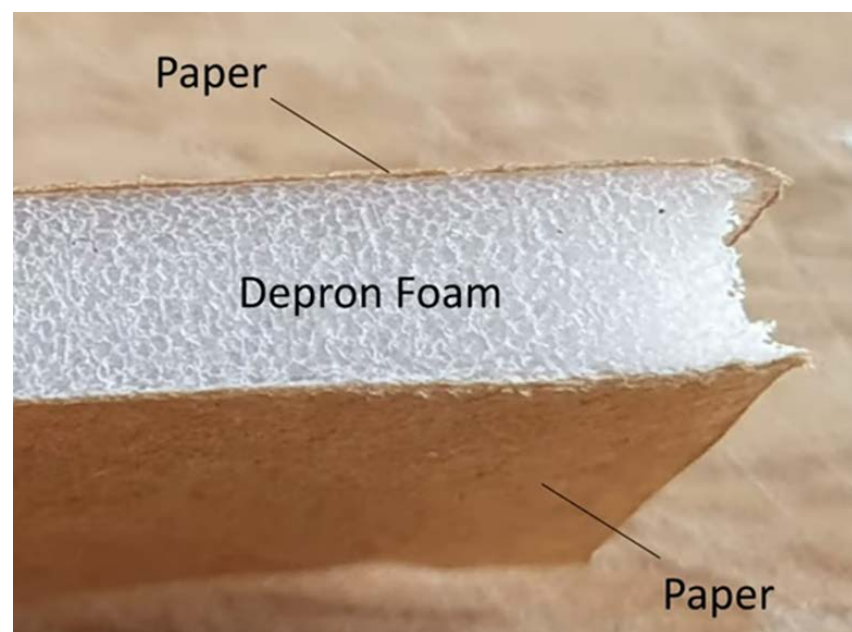
Олимпийский девиз «Citius, altius, fortius» актуален и для беспилотной тематики. Полёты ввысь, вширь и вперёд популярны среди дроноводов. Но разработчики не останавливаются на этих трёх измерениях крутизны дрона. Британцы собрались и построили самый большой дрон. В определённых границах и законодательных рамках, разумеется.

Преподаватели и студенты Манчестерского университета решили создать самый большой беспилотник из пенокартона массой 24.5 кг, чтобы точно уложиться в лимит 25 кг и не регистрировать его. Ещё одним условием было создание разборной конструкции, чтобы «Манчестерский монстр» можно было перевозить в автомобиле.



Giant Foamboard Quadcopter (GFQ)

Получившийся дрон назвали Giant Foamboard Quadcopter (GFQ). Он имеет диагональ 6,4 метра. Как сообщает портал Tech Xplore, летом 2023 года GFQ был самым крупным из известных квадрокоптеров любой весовой категории.



Пенокартон, из которого выполнен корпус Giant Foamboard Quadcopter (GFQ)

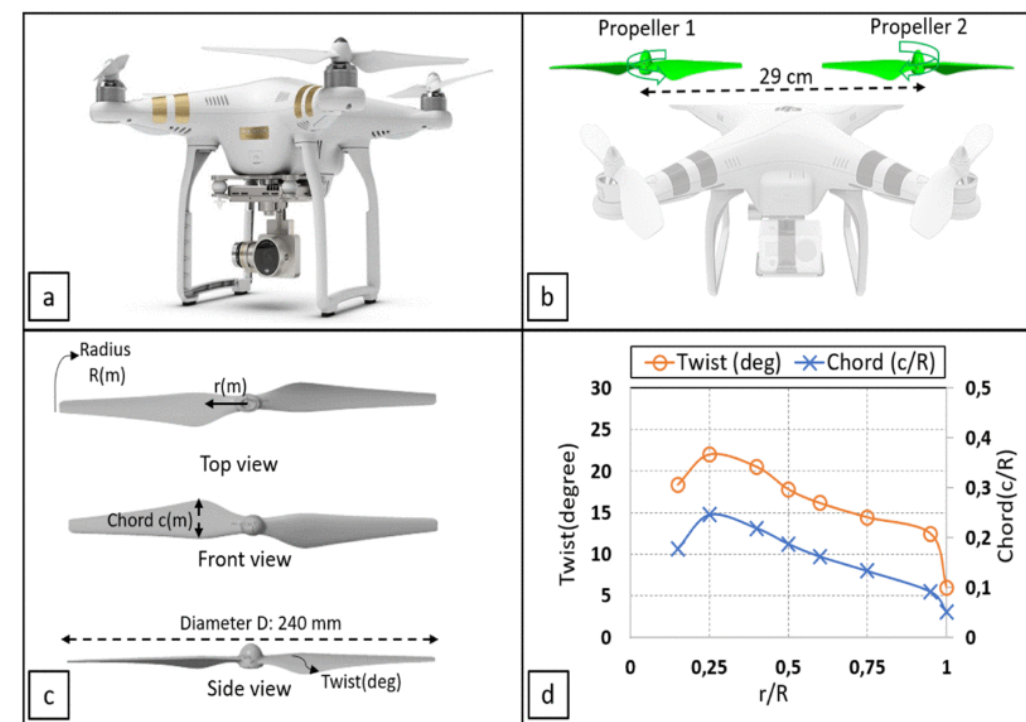
Таким образом, за счет применения легкого материала удалось существенно повысить габариты дрона. Такой подход может иметь практическое применение, например, при создании беспилотных аппаратов, функционирующих в нескольких средах, одной из которых является вода.

Источник: techxplore.com/news/2023-10-fly-world-largest-quadcopter-drone.html

2. Исследование характеристик пропеллеров БПЛА вблизи движущихся препятствий

В представленной работе исследуется аэродинамическая интерференция потоков, исходящих от двух пропеллеров беспилотного летательного аппарата, когда он зависает вблизи движущихся препятствий с использованием CFD-моделирования. Неструктурированная сетка используется вместе с подвижной системой отсчёта для моделирования вращения пропеллера. Различные высоты, скорости вращения и скорости перемещения препятствий тестируются, чтобы понять их аэродинамическое влияние на характеристики пропеллера. Результаты показывают, что зависание на высоте 0,1 м над неподвижным препятствием при 9550 оборотах в минуту увеличило подъемную силу одного работающего одиночного пропеллера на 9,28%. При совместной работе двух пропеллеров, расположенных рядом друг с другом, увеличение подъемной силы уменьшалось вдвое. Кроме того, движущаяся стенка под пропеллерами с различными скоростями существенно влияет на изменение тяги и мощности пропеллеров при низких скоростях вращения. Например, при зависании со скоростью 3000 об/мин над движущейся стеной со скоростью 10 м/с тяга, с одной стороны, дрона уменьшается на 8,51%, что приводит к нестабильности полета. Различные стратегии управления тягой и сценарии полета выполняются для обеспечения стабильности полета и управления энергией. Стратегии управления тягой оказываются решающими для стабилизации тяги и высоты полета, но энергопотребление увеличивается на 12,8%, что требует на 30% больше энергии, требуемой при определенных сценариях полета вблизи движущихся препятствий.

Phantom DJI 3 Standard был выбран для данного исследования из-за его большой популярности и продаж в индустрии небольших квадрокоптеров. Этот БПЛА имеет четыре несущих винта диаметром 240 мм каждый, а также камеру, монтажный узел и две опорные ножки, как показано ниже 3(a). Кроме того, Phantom DJI 3 Standard был выбран за его универсальность и выносливость в различных сценариях полета, включая миссии по доставке грузов в городе. CAD-модель, использованная в этом CFD-исследовании, была упрощена за счет сокращения всей геометрии до двух пропеллеров дрона, расположенных на расстоянии 29 см друг от друга с одной стороны, как показано ниже 3(b). Это упрощение было необходимо для того, чтобы свести к минимуму сложность задачи и сделать моделирование более жизнеспособным.

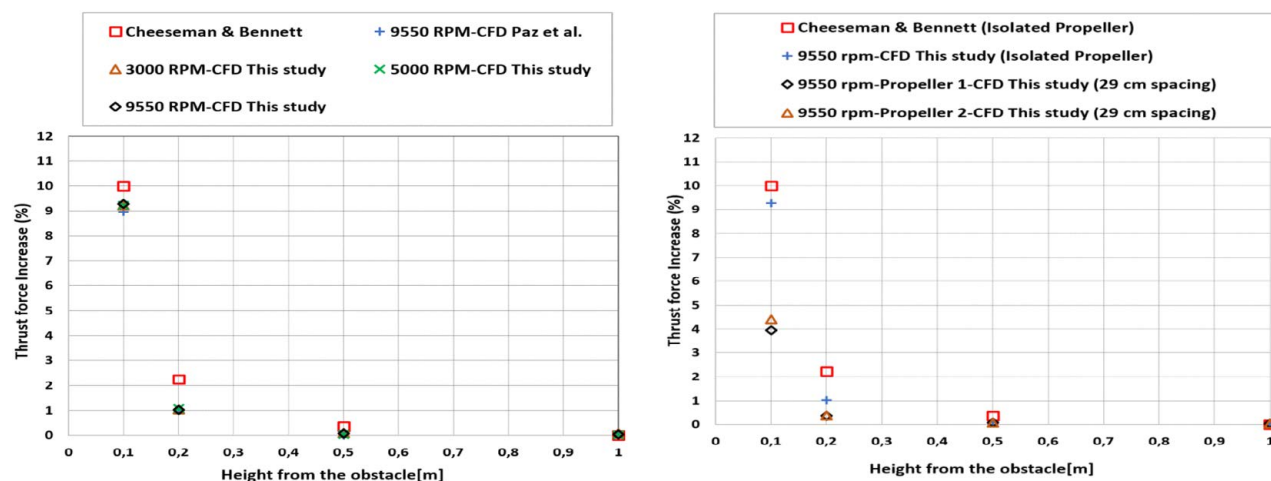


Геометрия Phantom DJI 3 (a) оригинал, (b) модель CAD, (в) эскиз пропеллера, (г) размеры пропеллера.

На картинке 3(c) описаны вид сверху, спереди, сбоку и свойства формы 3D-модели пропеллера. График на картинке 3(d) показывает ширину хорды и угол закручивания лопасти по радиусу (от центра к вершине), что соответствует исходному геометрическому профилю. Уравнения сохранения в этом исследовании решаются с использованием усредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса (RANS). Данный подход является популярным в моделировании турбулентных течений. Для прогнозирования поведения турбулентности в потоке модель RANS включает в себя уравнения замыкания, такие как модели $k - \epsilon$ и $k - \omega$. Модель SST $k - \omega$, применяемая в исследовании, объединяет модели $k - \epsilon$ и $k - \omega$, и особенно успешна при прогнозировании отрыва потока вблизи стенки и часто используется для представления нисходящего потока вращающихся пропеллеров и механизмов.

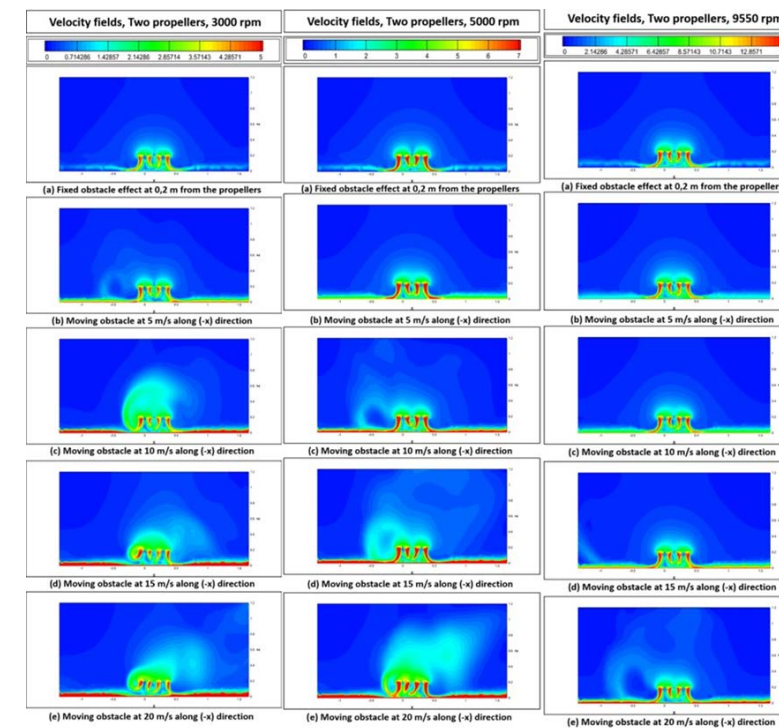
Кроме того, исследуется сходимость сетки при различных скоростях вращения ротора с целью определения оптимальных элементов сетки. В исследовании для моделирования вращения пропеллеров был использован метод множественной системы отсчета (MRF), который применяется к текучей среде, окружающей пропеллер и заключенной внутри цилиндрической области. Наконец, адекватность метода MRF в сочетании с качеством использованной сетки была проверена при сравнении с экспериментальными данными путем оценки усилий, действующих на пропеллер при различных скоростях вращения.

На картинке ниже представлены результаты численного моделирования и теоретического метода. Процент увеличения силы тяги рассчитывается относительно подъемной силы, создаваемой в отсутствие препятствия. Расстояние пропеллера от стены постепенно уменьшается (с 1 м до 0,1 м) для исследования воздействия неподвижной стены на движители при различных высотах и скоростях вращения пропеллеров. Важно подчеркнуть, что термин "стена", используемый для описания граничного условия, конкретно относится к гладкой поверхности, такой как крыши автобусов и трамваев в упрощенном виде (простая стена). Это упрощенное приближение стены с плоской поверхностью не учитывает фактическую динамику потока, вызванную крышей транспорта, которая является более сложной, чем плоская поверхность. Эффект стенки оценивался при скоростях вращения 3000 об/мин, 5000 об/мин и 9550 об/мин. Эти значения частоты вращения соответствуют 25%, 52% и 80% максимальной скорости вращения двигателей дрона соответственно. Они представляют собой различные рабочие точки Phantom DJI 3 standard, в которых создаются различные значения подъемной силы на пропеллере, что позволяет исследовать взаимодействие нисходящего потока с препятствием на разных уровнях производительности.



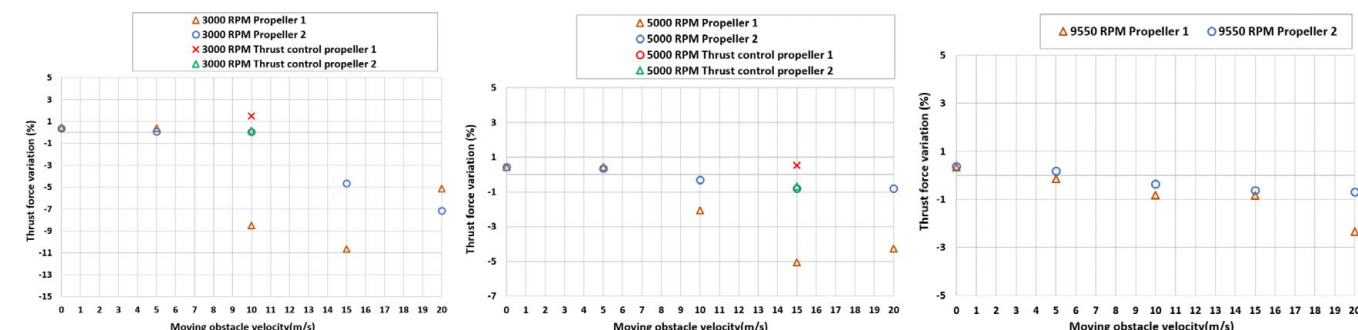
Влияние неподвижной стены на тягу на различных режимах

Далее представлены скалярные поля скоростей, наглядно отображающие влияние движущейся стенки на пропеллеры при различных горизонтальных скоростях перемещения. Высота препятствия была постоянной на уровне 0,2 м. Скорость стены была постоянной при различных значениях (5 м/с, 10 м/с, 15 м/с и 20 м/с) и ее влияние на движители оценивалось на различных значениях скорости вращения пропеллеров (3000 об/мин, 5000 об/мин, 9550 об/мин). Важно отметить, что высота препятствия в 0,2 м была выбрана в качестве контрольной точки непосредственно перед тем, как беспилотник коснется земли во время зависания или захода на посадку.



Влияние движущейся стенки на пропеллеры на различных режимах

Далее представлены результаты моделирования, демонстрирующие изменение подъемной силы взаимодействующих друг с другом пропеллеров в зависимости от значения скорости перемещения препятствия при различных скоростях вращения пропеллеров. Расположены пропеллеры на высоте 0,2 м над препятствием, имитируя тем самым режим зависания дрона над транспортным средством. Процент изменения силы тяги рассчитывается относительно подъемной силы, создаваемой при воздействии фиксированного препятствия.



Влияние подвижной стены на тягу на различных режимах

Результаты, полученные авторами статьи показывают, что форма воздушного потока от винта и, соответственно, аэродинамика силовой установки БПЛА очень сильно изменяется вблизи препятствий. В работе подчеркивается важность обеспечения качественного воздушного потока от винта. На современном уровне развития материалов и технологий это может достигаться различными методами, в том числе за счет модернизации силовой установки БПЛА. Работы в этом направлении активно ведутся научным коллективом ПИШ «Моторы Будущего».

Источник: C. Hage, T. Sophy and E. -H. Aglizim Investigating UAV Propellers Performances Near Moving Obstacles: CFD Study, Thrust Control, and Battery Energy Management // IEEE Open Journal of Vehicular Technology, vol. 4, pp. 590-609, 2023, doi: 10.1109/OJVT.2023.3309103.

3. Дроид-доставщик от Zipline

Zipline представила свою электрическую автономную платформу для дронов следующего поколения, которая включает в себя обновленный дрон, а также более точный метод доставки посылок на дом клиента.

Исторически Zipline сбрасывал посылки с парашютом с неба на заданную территорию размером примерно с пару парковочных мест. Теперь Zipline представляет своего дроида, судно размером с небольшую спортивную сумку, которое автономно спускает трос с дрона, направляется к нужному месту и аккуратно опорожняет его содержимое, прежде чем снова застегнуть молнию в дрон.

«Подобно тому, как современные автомобили используют датчики и камеры для понимания окружающего мира, наш дроид будет иметь надежный бортовой набор датчиков, включая GPS и визуальные датчики, которые он будет использовать для маневрирования и поможет гарантировать, что на месте доставки нет детей и собак. или другие препятствия», — рассказал TechCrunch Джо Мардалл, руководитель технического отдела Zipline, отметив, что аналогичный набор датчиков помогает управлять P2 Zip, дроном следующего поколения.

Три вентилятора дроида помогают ему бороться с изменениями ветра или другими факторами окружающей среды для более точной доставки — Zipline утверждает, что ему удалось сузить зону падения до двух футов.

P2 может нести полезную нагрузку от шести до восьми фунтов и имеет радиус обслуживания 10 миль при доставке посылки и возвращении прямо на один док. Как и предыдущая версия дрона Zipline, P2 представляет собой самолет с неподвижным крылом. Однако он также оснащен четырьмя пропеллерами, которые позволяют аппарату зависать в воздухе и осуществлять вертикальный взлет и посадку. Это помогает не только с доставкой, но и с выполнением.

Новая платформа доставки включает в себя стыковочное и зарядное оборудование, которое можно прикрепить снаружи любого здания или установить, как отдельно стоящую конструкцию. Когда дроны возвращаются после доставки, они пристыковываются, выпускают пустого дроида, берут нового и затем улетают обратно, чтобы выполнить еще одну доставку. Zipline также разработала сопутствующее программное обеспечение, которое можно интегрировать со сторонними системами управления запасами и заказами, а также приложение, которое позволяет клиентам и компаниям отслеживать заказы «с точностью до секунды».

«Мы создали самую близкую к телепортации вещь, когда-либо созданную — плавную, сверхбыструю, удобную и поистине волшебную автономную логистическую систему, которая одинаково обслуживает всех людей, где бы они ни находились», — сказал Келлер Ринаудо Клифтон, соучредитель и генеральный директор Zipline, в заявлении.

Некоторые предприятия уже присоединились к обновленной услуге, например, сеть ресторанов быстрого питания Sweetgreen, хотя Zipline не уточнил, когда и где начнутся эти поставки. Michigan Medicine — еще один новый клиент, который надеется удвоить количество рецептов, которые он выписывает каждый год через собственную аптеку.

Intermountain Health в районе метро Солт-Лейк-Сити расширяет свое партнерство, которое началось в октябре прошлого года и включает в себя новую услугу. Существующий клиент MultiCare Health System в Вашингтоне также будет использовать новую платформу для ускорения диагностики и доставки рецептов и медицинского оборудования в свои больницы, кабинеты врачей и лаборатории.

Наконец, правительство Руанды, первого клиента Zipline, расширит свое партнерство с Zipline, чтобы более точно доставлять товары в дома, отели и медицинские учреждения в Кигали, а затем и за его пределы.

Zipline заявила, что продолжит предлагать свою первоначальную услугу доставки с парашютами наряду с новой услугой, поскольку они дополняют друг друга и могут подходить для разных случаев использования.

«Мы очень рады этой новой платформе, потому что считаем, что это лучший опыт доставки. Это не просто лучший опыт доставки дронами, а лучший опыт доставки», — сказал в своем заявлении Кинан Виробек, соучредитель и технический директор Zipline.

Zipline планирует впервые внедрить новую систему среди клиентов к началу следующего года. В этом году компания планирует провести более 10 000 летных испытаний с использованием около 100 самолетов.



Zipline

Сегодня актуально создания транспортных систем на основании беспилотных роботизированных комплексов, которые могут выполнять задачи доставки грузов. В климатических условиях Российской Федерации актуально создание самолетов с вертикальным взлетом, которые могут покрывать большие расстояния и базироваться вне аэродромов. В ПИШ «Моторы Будущего» ведется разработка электродвигателей для самолетов внеаэродромного базирования с вертикальным взлетом.

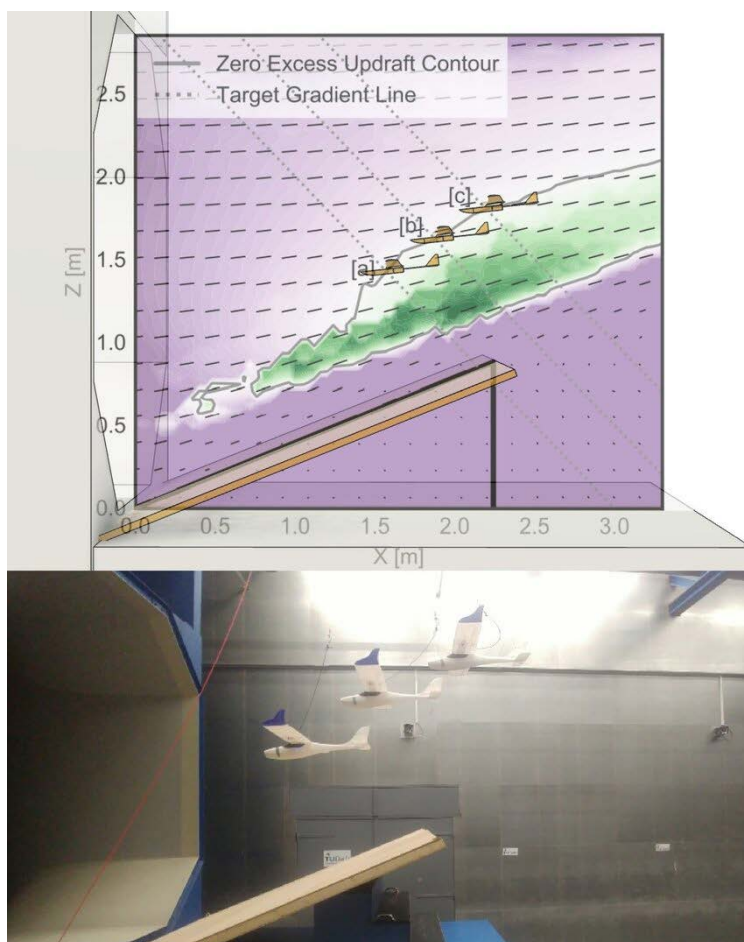
Источник: techcrunch.com/2023/03/15/zipline-unveils-cute-little-droid-to-make-drone-delivery-more-accurate

4. Автономное управление орографическим парением БПЛА с неподвижным крылом

Инженеры разработали алгоритм управления для беспилотников самолетного типа, который позволяет парить на восходящих воздушных потоках, расходуя в 150 раз меньше энергии, чем при активном полете с работающим двигателем. Алгоритм отслеживает и подстраивается под непрерывно изменяющиеся воздушные потоки, сохраняя высоту.

Группа инженеров под руководством Гвидо де Круна (Guido de Croon) из Делфтского технического университета разработала систему управления, которая позволяет беспилотникам самолетного типа без какой-либо предварительной информации о поле ветра самостоятельно находить оптимальные точки в восходящих воздушных потоках и использовать их для длительного парения с минимальным расходом энергии. В системе управления вместо обычного ПИД-регулятора используется метод инкрементальной нелинейной динамической инверсии, контролирующей угловое ускорение, подстраивая его под желаемые значения. Система управления может без изменения настроек работать и в режиме парения, и при полете с включенным двигателем во время поиска новых оптимальных точек в воздушных потоках или для компенсации резких порывов ветра.

Для поиска оптимальных точек в поле ветра, в которых скорость снижения полностью компенсируется восходящим потоком воздуха, применяется алгоритм имитации отжига. Он случайно выбирает направления в пространстве пытается найти такую точку, в которой беспилотник может устойчиво лететь с минимально возможной тягой двигателя.



Парение БПЛА самолетного типа

Для тестов инженеры построили 3D-печатный прототип на основе модели радиоуправляемого самолета Eclipsion model C. Он имеет размах крыла 1100 миллиметров и массу 716 грамм вместе с аккумуляторной батареей. В качестве полетного контроллера применяется Pixhawk 4. Помимо установленного под крылом и откалиброванного в аэродинамической трубе сенсора скорости, беспилотник имеет GPS-модуль для отслеживания положения во время полетов на открытом воздухе. В помещении применяется оптическая система Optitrack. Испытания проводились в аэродинамической трубе, возле которой установили наклонную рампу, для создания восходящего воздушного потока. Прототип запускали в воздушном потоке сначала на ручном управлении, после чего включали автопилот.

Разработчики провели эксперименты двух типов. В первом они постепенно изменяли скорость воздушного потока от 8,5 до 9,8 метров в секунду при фиксированном угле наклона рампы. Во втором эксперименте скорость воздушного потока оставалась неизменной, зато менялся угол установки подиума. В обоих случаях алгоритм системы управления быстро находил в поле ветра точки, в которых мог поддерживать планирующий полет в течение более чем 25 минут, лишь изредка задействуя тягу двигателя в среднем лишь на 0,25 процента от максимальной, хотя при таких значениях воздушного потока для поддержания обычного полета требуется около 38 процентов. При изменении поля ветра из-за изменившегося угла наклона рампы или скорости воздушного потока алгоритм успешно находил и удерживал новое положение равновесия. В будущем инженеры планируют провести испытания на открытом воздухе.

Таким образом, существенное улучшение функциональных характеристик БПЛА возможно не только за счет улучшения характеристик их модулей и изменения конструкции, а за счет модернизации алгоритмов управления. В ПИШ «Моторы Будущего» ведется ряд работ по изменению алгоритмов полетов беспилотных летательных аппаратов на программном уровне.

Источник: Tom Suys¹, Sunyou Hwang¹, Guido C.H.E. de Croon¹, and Bart D.W. Remes // Delft University of Technology

5.

Беспилотная платформа для распыления пестицидов и обнаружения болезней

Цели статьи - создать беспилотный летательный аппарат, способный автономно составлять карту плантации пальмовых орехов и распылять пестициды на пальмы, одновременно прогнозируя урожайность, обнаруживая и регистрируя болезни.

Задачи статьи:

- 1) оптимизировать применение пестицидов за счет обеспечения точного наведения и контролируемого распыления;
- 2) улучшить применение пестицидов за счет обеспечения точного наведения и контролируемого распыления;
- 3) сократить трудозатраты и время ручного распыления за счет автоматизации процедуры с помощью автономного беспилотного летательного аппарата;
- 4) распознавать признаки болезни и закономерности, которые не очевидны невооруженным глазом.

Дроны – это большой шаг вперед в точном земледелии и управлении растениеводством на основе GPS и больших данных как метод повышения урожайности сельскохозяйственных культур при одновременном решении проблемы нехватки воды и продовольствия. Согласно исследованиям, возрос спрос на системы, которые обеспечивают точное опрыскивание пальм и обнаружение заболеваний. В этом исследовании представлена одновременная локализация и картографирование (SLAM) пальмовых плантаций, а также их геолокация с использованием детектора YOLOv4. Автономный процесс последовательного принятия решений (SDP) выполняется для навигации с использованием встроенной системы Pixhawk PX4, которая использует пальмы, обнаруженные с помощью камеры, в качестве целей и перемещается вокруг них и последовательно к следующей пальме. Изображения, снятые дроном, сканируются на наличие любых признаков желтизны листьев или гнили с помощью обучающего векторного квантования (LVQ) и кластеризации K-Means в каналах RGB. Ключевым моментом этого исследования является система траекторных форсунок, которая отслеживает положение орехов арека и активно регулирует распыление в соответствии с положением орехов.

Беспилотные летательные аппараты, используемые в сельском хозяйстве, часто используют мультиспектральные или гиперспектральные датчики для сбора данных, выходящих за пределы видимого спектра. Эти датчики способны обнаруживать изменения в состоянии растений, выявлять индикаторы стресса и выявлять ранние симптомы болезней или дефицита питательных веществ. Теперь фермеры могут нацелиться на конкретные регионы для вмешательства, что приведет к повышению урожайности сельскохозяйственных культур, сокращению использования пестицидов и более эффективному распределению ресурсов. Беспилотные летательные аппараты также могут быть оснащены распылительными устройствами для автоматизации внесения пестицидов или удобрений. По сравнению с традиционными технологиями наземного распыления, они могут точно воздействовать на поврежденные участки, предотвращать распространение химических веществ и уменьшать воздействие на окружающую среду. Это не только повышает эффективность, но и снижает трудозатраты и устраняет воздействие потенциально опасных соединений на фермеров.

Авторы обсудили конструкцию квадрокоптера под названием FREYR drone, основной целью которого является перевозка пестицидов для распыления по всей ферме, что, в свою очередь, сокращает трудозатраты фермеров. Пестициды и удобрения вносят значительный вклад в урожайность. Они также создали пользовательский интерфейс для того, чтобы фермер мог самостоятельно управлять дроном. Фермер может управлять дроном с помощью приложения для Android, которое подключается к дрону с помощью модуля Wi-Fi ESP 8266. Беспилотник проложит маршрут интересующей области с помощью GPS независимо от формы поля и типа урожая. На борту имеется беспроводная камера, которая может транслировать и принимать фотографии с отличным разрешением.

Авторами описан новый подход глубокого обучения для автоматизированной и автономной нумерации пальм для инвентаризации по аэрофотоснимкам с использованием сверточных нейронных сетей. Четыре системы обнаружения объектов были протестированы для

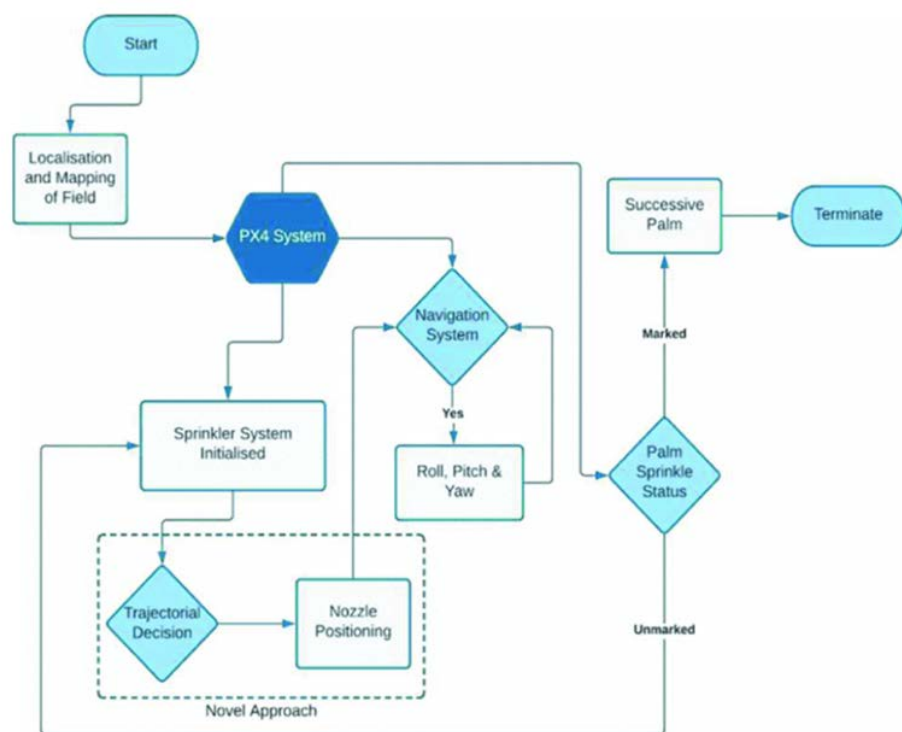
обучающих моделей, которые были запущены на наборе данных, собранных в двух разных регионах Саудовской Аравии двумя беспилотными летательными аппаратами DJI. Первоначальный тест был выполнен по алгоритму YOLOv3.

Авторы использовали образцы грунта как из городских, так и из сельских районов для интерпретации определенных характеристик, которые были бы уникальными для особенностей участка исследования. Это, в свою очередь, отражает различия в росте растительности в данном районе. Как только переменные объекта выбраны, они оптимизируются с помощью алгоритма случайного леса. Этот алгоритм сравнивается с нейронными сетями обратного распространения (BPNN) и машинами опорных векторов (SVM). Модель классификации демонстрирует, что точность зависит от облачности и фрагментации суши.

Авторы провели выявление пятнистости ягод и быстрого увядания с помощью MATLAB. Входные данные теста первоначально преобразуются из RGB в HSV. Коэффициент повреждения используется в качестве характеристической переменной. Порог DR определяет здоровье листа. Исправление проводится путем удаления больного растения перца.

Авторы подробно обсудили сквозные процессы, связанные с разработкой САПР-модели квадрокоптера. Квадрокоптер спроектирован на платформе SolidWorks, и на нем проводится анализ FE (Метод конечных элементов). Все силы, действующие на раму, определяются перед анализом FE.

Беспилотник фотографирует всю плантацию партиями. Фотографии сшиваются вместе, используя перекрывающиеся участки фотографий в качестве ориентиров. Ориентируемый маркер в форме пальмы можно установить заранее или выбрать по фотографиям, сделанным во время первоначального обследования. Символический промежуток между высотой пальмы и поверхностью Земли отображает цифровую модель поверхности. Ортомозаика RGB создается путем изменения значений пикселей, окружающих фотографию. Модель поверхности и ортомозаика вместе дают грубое бинарное изображение, которое может быть изогнуто, чтобы придать форму пальмы, которая затем индексируется числом. Крайне важно установить оптимальный маршрут распыления пестицидов и выявления болезней.



Блок-схема алгоритма работы дрона

Когда гроздь ареки попадает в поле зрения системы видеонаблюдения, беспилотник сначала регулирует ее высоту в соответствии с траекторией полета насадки, нацеленной на плод. Когда высота полета дрона достигает требуемой, включается режим AltHold (удержание высоты). В режиме удержания Alt дроссельная заслонка автоматически регулируется для удержания дрона на постоянной высоте. Беспилотнику разрешается рыскать, крениться

и наклоняться по тангажу на одной и той же высоте над землей. Инициализируется процедура позиционирования, которая работает путем обнаружения скоплений ареки в виде больших двоичных объектов. Исходное визуальное изображение маскируется отрицанием изображения, составленного в соответствии с его значениями HSV. Этот фрагмент связи заключен в ограниченную рамку. Центр этого ограниченного прямоугольника используется в качестве точки отсчета для распыления пестицидов. Вычисляется евклидово расстояние между отклонением от центра рамки и пучком, и сообщения MAV Link отправляются в систему PX4, чтобы выровнять беспилотник по пучку. Беспилотный летательный аппарат сам перемещается в положение, при котором сопло может легко распылять пучок ареки с помощью сервоприводов. В этом положении включается режим PosHold (удержание положения), в котором беспилотник остается в абсолютном местоположении. Чтобы убедиться, что ни одна пальма не опрыскивается более одного раза, база данных проверяется перед процессом опрыскивания.

Была разработана система с одним соплом диаметром 1 мм для распыления. Насадка обеспечивает эффективную длину распыления около 2,5 м. Напечатанное на 3D-принтере одноосное сервоприводное крепление сопла предназначено для обеспечения перемещения сопла по вертикальной оси. Все системы форсунок крепятся болтами к раме для удобства обслуживания и ремонта. Команда на перемещение сопла подается контроллером полета, который, в свою очередь, управляется миниатюрным компьютером, установленным на беспилотном летательном аппарате. Форсунка может запускать / останавливать распыление и может перемещаться вверх/ вниз, в то время как движение рыскания обеспечивается беспилотным летательным аппаратом. Форсунка подсоединяется к наземной станции с помощью резиновых шлангов, а насос наземной станции подает пестицид. От рамы беспилотного летательного аппарата отходят 3 кронштейна, которые затем разветвляются на 2 ответвления каждый. Ответвления отходят от Т-образного соединения, напечатанного на 3D-принтере, на котором закреплены двигатели. Т-образное соединение будет испытывать сильную нагрузку из-за тяги вверх от двигателей с каждой стороны соединения. В Ansys был проведен анализ напряжений, и можно сделать вывод, что соединение может выдерживать приложенную к нему нагрузку двигателями.



Испытания дрона

Дрон при весе в 5,9 кг способен эффективно поднимать в воздух на высоту до 15 метров до 0,5 кг пестицидов, подача пестицидов наземная.

Применение БПЛА позволяет автоматизировать некоторые процессы, которые сегодня выполняет человек. За счет этого может достигаться снижение времени выполнения задач и финансовых затрат. В ПИШ «Моторы Будущего» активно ведется создание систем обеспечения автоматического полета БПЛА. В настоящее время созданное программное обеспечение проходит стадию тестирования на наземной автоматизированной мобильной платформе. По завершению отладки на беспилотном наземном объекте будет происходить тестирование непосредственно на беспилотном летательном аппарате.

Источник: ieeexplore.ieee.org/document/10316732

6. Беспилотник, летающий год без перерыва в стратосфере

Недавно британский производитель BAE Systems приступил к тестированию беспилотника PHASA-35 в США. По заявлению производителя, работающий на солнечной энергии аппарат сможет находиться в воздухе в течение года, проводя большую часть времени в стратосфере. В ходе недавних испытаний дрон поднялся на высоту около 20 км и провёл там 24 часа, после чего совершил посадку. Ожидается, что он будет введён в эксплуатацию в конце 2026 года.



Внешний вид беспилотника

Другие компании также разрабатывают беспилотные летательные аппараты, способные длительное время находиться в суровых условиях стратосферы. Так подразделение авиастроительной компании Airbus разработало дрон Zephyr, который в ходе тестов провёл 64 дня на высоте около 21 км. Этим летом компания по заказу Министерства обороны США и японской телекоммуникационной компании готовится провести новый тест, в рамках которого аппарат должен будет находиться в полёте 200 дней. В настоящее время уже эксплуатируются несколько военных дронов, способных летать достаточно высоко. Речь идёт об аппаратах Global Hawk компании Northrop Grumman и Reaper от General Atomics Aeronautical Systems, которые могут подниматься на высоту 16 и 15 км соответственно и проводить там около 30 часов.

Чтобы летать выше и дольше компания BAE потратила годы на доработку своего беспилотника PHASA-35, первый полёт которого состоялся ещё в 2020 году. Размах крыльев дрона составляет около 35 метров, что примерно соответствует длине самолёта Boeing 737. При этом вес аппарата сопоставим с массой обычного мотоцикла. Длинные крылья необходимы для того, чтобы нести достаточное количество солнечных панелей, необходимых для обеспечения аппарата энергией. Кроме того, они обеспечивают необходимую подъёмную силу в разреженном стратосферном воздухе. Хрупкий дрон, попадая в стратосферу, сталкивается с температурой $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, а также воздействием солнечной радиации, которое предстоит преодолеть сложной электронике дрона в течение месяцев.

Направление, связанное с созданием беспилотников, способных длительное время проводить в стратосфере, развивается не так быстро. Несмотря на это, в BAE уверены, что в будущем будет высокий спрос на такие аппараты. По прогнозам Airbus, рынок стратосферных услуг, включающий в себя военное и коммерческое направления,

достигнет \$200 млрд к середине следующего десятилетия.

Создание беспилотных летательных аппаратов с очень большой продолжительностью полета является перспективным направлением в области беспилотия. Увеличение продолжительности полета может достигаться за счет совершенствования их систем электроснабжения, в том числе источников энергии на борту, повышения эффективности электрических двигателей. Разработка высокоэффективных электродвигателей для беспилотных летательных аппаратов активно ведется в ПИШ «Моторы Будущего».

Источник: 3dnews.ru/1090000/v-ssha-testiruyut-elektricheskiy-bespilotnik-kotoriy-smoget-god-letat-v-stratosfere

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

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, профессора
- 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:



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.



Передовая инженерная школа
Моторы Будущего

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

