

# ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

# 360°

Март'23

Генератор с удельной мощностью 15 кВт/кг обеспечит электроэнергией жилой дом. Он будет размером с арбуз.

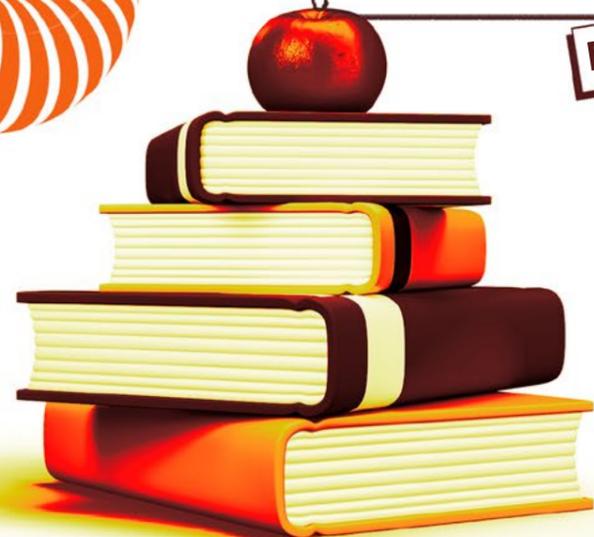


# ★ Реализуй свой проект

→ **Поступи**  
в элитную магистратуру  
ПИШ без вступительных  
испытаний

**Получи денежный приз**

Следи за подробностями  
в наших соц. сетях:



**1**

25 мая в ТГ-канале и в группе ВК ПИШ «Моторы Будущего» будут размещены ТЗ по четырем номинациям:

- технологии электромашиностроения,
- проектирование электрических машин,
- проектирование систем управления электрическими машинами и создание алгоритмов и программного обеспечения для ЭМ и формы регистрации

Для участия в конкурсе приглашаются студенты специальностей:  
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
11.03.04 Электроника и наноэлектроника

**2**



**3**

Задания представляют собой **технические требования** к новым электротехническим комплексам

На выполнение работ дается **один месяц**. Оформленные результаты работ отправляются на почту в срок **до 25 июня**

**4**



**5**

Кроме номинаций жюри, будет номинация, определяемая **голосованием в сообществе** ПИШ «Моторы Будущего» на лучшую работу. В данной номинации будет **один приз в размере 100 тыс. руб.** Для этого все работы с 30 июня (при согласии авторов) будут выложены в ВК и ТГ для проведения голосования

В течение **двух недель** жюри рассматривает полученные результаты и объявляет победителей в срок **до 10 июля**

**6**



**3** стр. Раскрыты технические и технологические секреты электрических машин гибридных силовых установок с удельной мощностью 18-20 кВт/кг.

**7** стр. Обзор текущего состояния исследований и разработок авиационных силовых установок в Европейском Союзе и США за март 2023 г.

**19** стр. Обзор достижений и направлений развития силовой электроники и систем управления, а также областей применения электронных устройств.

**25** стр. Современные мировые достижения в области разработки и применения электрических машин.

**33** стр. Современные отечественные и мировые достижения в области разработки и применения беспилотных летательных аппаратов.

Страницы



# Раскрыты технические и технологические секреты электрических машин гибридных силовых установок с удельной мощностью 18-20 кВт/кг

За последние два года сотрудниками Университета Ноттингема совместно с корпорацией *Rolls Royce* и *Siemens* был опубликован цикл статей, посвящённый созданию электрического генератора для гибридной силовой установки с единичной мощностью 4 МВт и удельной мощностью 18 кВт/кг (*IEEE Transactions on Transportation Electrification (Volume: 7, Issue: 4, December 2021)*). Подобные результаты были достигнуты впервые в мировой практике. Поэтому перед исследователями Передовой инженерной школы «Моторы будущего» Уфимского университета науки и технологий совместно с ее партнёрами (ООО «НПФ Вектор», ООО «ЭТК») данные публикации явились вызовом для научного поиска с целью воспроизведения данных технологий, их производственного освоения и значительных улучшений.

При этом ответ на данный вызов необходим для реализации масштабных проектов в области будущих электромобилей, самолетов с гибридной силовой установкой и электрифицированных авиационных двигателей нового поколения в Российской Федерации. Правда, пока промышленность РФ ставит задачи создания подобных электрических машин мощностью до 500 кВт, но очевидно, что в будущем потребности в единичной мощности электрогенераторов будут расти, что еще больше обострит актуальность этой задачи для ПИШ «Моторы будущего».

Для ответа на этот вызов, используя ранее разработанные методики, передовой инженерной школой были сформированы расчётные компьютерные модели уникального электрогенератора, описанного в самых свежих публикациях ведущих мировых корпораций и Университета Ноттингема. В статьях указано, что повышение мощности достигается за счет особых методов управления, снижающих размагничивающий ток. На основе проведенного моделирования, было установлено, что с применением известных нам технологий без применения специального управления подобных удельных характеристик электрической машины, получить такую мощность невозможно. В результате моделирования с использованием известных технологий, мощность электрической машины, аналогичной по размерам, указанным в работах Университета Ноттингема, составляла не более 2,5 МВт, то есть не более 10-12 кВт/кг по удельной мощности.

Поэтому ПИШ «Моторы будущего» поставила задачу раскрыть технические секреты Университета Ноттингема, *Rolls Royce*, *Siemens*, а также провести экспериментальную апробацию этих секретов. В результате чего создать на основе новых методов и подходов к проектированию и производству электрические генераторы для гибридных силовых установок, а также сформировать новые знания и образовательные программы.

В ходе экспериментальных исследований сотрудниками ПИШ «Моторы будущего» совместно с партнёрами из ООО «НПФ Вектор» была показана возможность увеличения удельной мощности подобных электрических машин в генераторном режиме за счет алгоритмов управления токами при выпрямлении без изменения массогабаритных характеристик. Экспериментальная установка с исследуемым генератором приведена на рисунке 1. Сопоставление результатов экспериментальных данных с расчетными приведено на рисунке 2.

Экспериментальная апробация с целью экономии времени была проведена на маломощной электрической машине, разрабатываемой ПИШ «Моторы будущего» для беспилотных летательных аппаратов. Максимальная мощность, получаемая на данной электрической машине, ранее составляла не более 1,8 кВт. В результате используемых алгоритмов и технических решений мощность электрической машины была повышена до 3 кВт, без изменения массогабаритных показателей.

На основе полученных экспериментальных данных коллективом ПИШ «Моторы будущего» были скорректированы методики расчёта машин с высокими удельными параметрами мощности и заложены новые алгоритмы управления, а также ряд других технических решений. В результате моделирования, мощность электрической машины, аналогичной по размерам, указанным в работах Университета Ноттингема, уже составила 4 МВт! Это говорит о том, что основой секрет успеха в достижении высоких удельных показателей зарубежных электрических машин был раскрыт специалистами ПИШ Моторы будущего совместно с «НПФ Вектор».

Очевидно, что увеличение мощности в электрической машине при сохранении ее габаритных размеров приводит к увеличению тепловыделения. Поэтому отдельной важнейшей задачей при проводимых исследованиях стало выявление решений, которые применяются для обеспечения интенсивного теплоотвода.

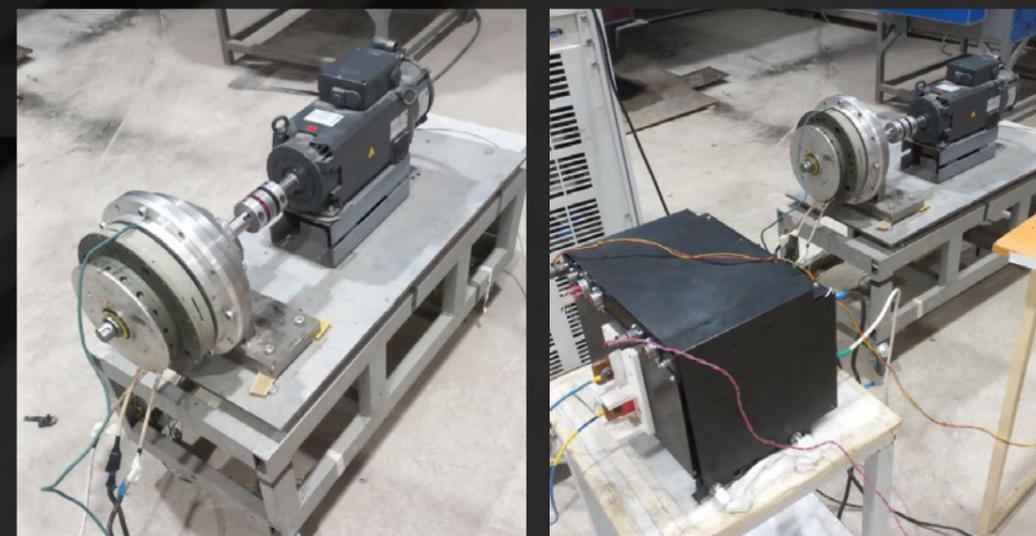


Рисунок 1. Экспериментальная установка с исследуемым генератором

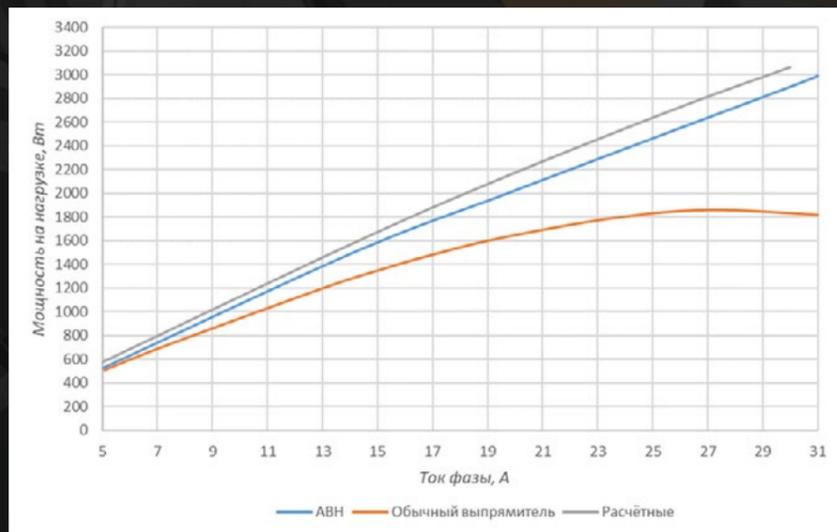


Рисунок 2. Сравнение экспериментальных зависимостей мощности от тока с активным выпрямителем напряжения (АВН), с обычным выпрямителем и расчетными данными

**При детальном анализе было установлено, что таких решений несколько:**

- для снижения потерь на вихревые токи в постоянных магнитах – они в зарубежном аналоге выполняются шихтованными с толщиной шихтовки 1 мм. Отечественными предприятиями толщина шихтовки постоянных магнитов выполняется не менее 5 мм. Поэтому в ПИШ «Моторы будущего» была разработана технология полного цикла изготовления магнитов с толщиной шихтовки 1 мм. Были получены опытные образцы, изготовленные на собственном производстве (технология резки, технология склейки, технология намагничивания). Опытные образцы приведены на рисунке 3.

- для интенсификации охлаждения в рекордсмене по удельной мощности – в электрической машине, разработанной Университетом Ноттингема, в зазоре между статором и ротором был установлен стакан из композитного материала, основанного на стекловолкне. В передовой инженерной школе для реализации этих решений также были освоены технологии производства подобных стаканов, разработаны методы их расчёта.

Отдельной задачей были исследования и освоения технологий композитных бандажей ротора, вопросы создания магнитных сборок Хальбаха. Все эти вопросы решаются сотрудниками ПИШ «Моторы будущего», и нами не только повторены передовые зарубежные достижения, но и получен уникальный научный и технологический задел для последующего улучшения данных технологий, для прыжка «лягушки» и получения первенства в высокотехнологичной отрасли создания электрических машин для электрических самолетов и электромобилей.

Часть из полученных решений уже используется ПИШ «Моторы будущего» совместно с ООО НПФ «Вектор» при реализации проектов НИОКР в интересах промышленных партнёров.

В результате решения данной научной задачи возник ряд новых направлений научного поиска: это и бионический дизайн системы охлаждения, обеспечение отказоустойчивости данных электрических машин, исследования вибраций статорных частей электрических машин, вызываемых электромагнитными силами в воздушном зазоре, создание новых материалов, алгоритмов управления, поиск новых решений, способных привести к еще большему увеличению удельных характеристик

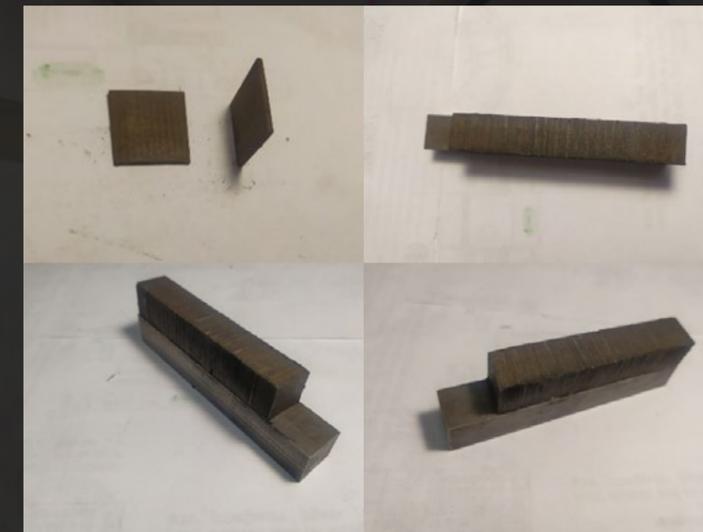


Рисунок 3. Опытные образцы шихтованных магнитов, изготовленные на собственном производстве

электрических машин, к расширению фронтов научных исследований ПИШ «Моторы будущего». Также возникает спектр задач, направленный на доведение полученного задела до конечных продуктов, в том числе формирования методик экономического расчёта подобных электрических машин с учетом ограничений по себестоимости и конъюнктуры рынка, правового базиса по сертификации подобных электрических машин. И все эти новые задачи будут решаться нами в ближайшее время. Будут появляться новые публикации, новые патенты, новые кадры и новые продукты, будут появляться электрические машины поколения Next.

Важно отметить, что на всех этапах реализации данного поиска привлекались студенты, магистранты и аспиранты ПИШ «Моторы будущего» в рамках образовательного процесса и их непосредственной работы в проекте, а полученные научные и технологические знания уже начинают реализовываться в виде лекций, практик и лабораторных стендов для практических занятий студентов в образовательных программах бакалавриата и магистратуры ПИШ «Моторы будущего».

Даже несмотря на отсутствие спроса на высокомогущные электрические машины на данный момент, ПИШ «Моторы будущего» поступает дальновидно и в инициативном порядке исследует и разрабатывает машины мощностью от 2 до 4 МВт. В обозримом будущем спрос на такие машины в РФ неизбежно возникнет, но к тому времени у нас будет полностью сформирована научная, технологическая и кадровая база для обеспечения всех потребностей в таких машинах!

Источник:  
[ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=6687316](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=6687316)  
[ieeexplore.ieee.org/xpl/tocresult.jsp?isnumber=9552991&punumber=6687316](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/tocresult.jsp?isnumber=9552991&punumber=6687316)

# Обзор текущего состояния исследований и разработок авиационных силовых установок в Европейском Союзе и США за март 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

Силовая установка Airbus A321neo, CFM Leap-1A оснащена малоэмиссионной камерой сгорания с низким уровнем выбросов сажи. Ключевым научным вопросом при проведении летных испытаний является оценка интенсивности образования кристаллов льда в инверсионном следе при работе двигателя с малоэмиссионной камерой сгорания с низким уровнем образования сажи на 100% SAF-топливе. В 100% SAF-топливе отсутствуют ароматические углеводороды, что приводит к существенному снижению уровня сажеобразования. Уменьшение концентрации частиц сажи, которые являются центрами роста кристаллов льда, способно привести к уменьшению инверсионного следа. Исследования DLR совместно с NASA показали, что уменьшение инверсионного следа и уменьшение количества генерируемых кристаллов льда приводит к снижению негативного воздействия на окружающую среду. Для проведения летных испытаний используются различные варианты HEFA (Hydro-processed Esters and Fatty Acids) топлива.

Планируется проведение измерений эмиссии вредных веществ в ближнем поле при расстоянии между Airbus A321neo и Falcon 20E порядка 100 м и в дальнем поле, на расстоянии несколько километров.



Airbus A321neo во время испытательного полета

## 1 DLR совместно с Airbus проводит измерения эмиссии вредных веществ силовой установки

Немецкий центр авиации и космонавтики (DLR) совместно с Airbus проводит летные испытания Airbus A321neo с целью измерения эмиссии вредных веществ силовой установки, работающей на 100% SAF-топливе. DLR использует исследовательский самолет Falcon 20E, летящий позади Airbus A321neo для измерения эмиссии вредных веществ и образования кристаллов льда в инверсионном следе. В рамках запланированной программы впервые проводятся испытания силовой установки Airbus A321neo при работе на 100% SAF-топливе.

Испытательные полеты Airbus A321neo в количестве 15 шт запланированы с конца февраля по конец марта 2023 г. Испытательные полеты являются частью французской исследовательской программы VOL avec Carburants Alternatifs Nouveaux (VOLCAN) и проекта DLR Neofuels.

““”

На сегодняшний день принято считать, что применение SAF-топлива позволяет максимально снизить эмиссию вредных веществ на 80%, при этом текущее поколение двигателей сертифицировано для использования смеси 50%.

Источник:  
[aerospacetestinginternational.com/news/engine-testing/dlr-and-airbus-measure-100-saf-emissions-with-flight-tests.html](https://aerospacetestinginternational.com/news/engine-testing/dlr-and-airbus-measure-100-saf-emissions-with-flight-tests.html)

## 2. Sikorsky ведет разработку летающей лаборатории

Компания Sikorsky объявила о запуске разработки летательного аппарата вертикального взлета и посадки (eVTOL) с гибридной силовой установкой, который будет использоваться в качестве летающей лаборатории для отработки критических технологий.

Разработкой полностью автономного демонстратора технологий пассажирского летательного аппарата вертикального взлета и посадки Hybrid-Electric Demonstrator (Hex) занимается подразделение Sikorsky Innovations.

БПЛА вертикального взлета и посадки Sikorsky Hex будет иметь максимальный взлетный вес 3175 кг, дальность полета 925 км.

БПЛА будет оснащен гибридной силовой установкой, включающей турбовальный двигатель General Electric CT7, электрогенератор General Electric мощностью 1 МВт и блоки силовой электроники.

В настоящее время General Electric ведет разработку аналогичной гибридной силовой установки для нужд Военно-воздушных сил США и NASA.

Демонстратор технологий Sikorsky Hex будет оснащен системой автономного управления с элементами искусственного интеллекта

Sikorski Matrix, способной осуществлять полетную миссию в автоматическом режиме без дистанционного управления с земли.



Демонстратор технологий Sikorsky Autonomy Research Aircraft (SARA) на базе Sikorsky S-76 с автономной системой управления Matrix

Источник: [aerospacetestinginternational.com/news/defense/sikorsky-to-build-hex-hybrid-evtol-testbed.html](https://aerospacetestinginternational.com/news/defense/sikorsky-to-build-hex-hybrid-evtol-testbed.html)

## 3. Компания Destinus получила финансирование от Европейского Союза

В Испании запущен проект «Cryogenics, Fuel Cells and Hydrogen Combustion in Air Transport», основной целью которого является разработка авиационных силовых установок, работающих на водородном топливе.

В рамках проекта будет вестись работа по четырем основным направлениям:

- Разработка систем хранения жидкого водородного топлива и его газификации для использования в авиационных газотурбинных двигателях;
- Разработка авиационной силовой установки на базе водородных топливных элементов, включая движитель (компрессор или воздушный винт), электродвигатель и силовую электронику;
- Исследование рабочего процесса камер сгорания, работающих на водородном топливе;
- Модификация газотурбинного двигателя для работы на смеси природного газа и водорода, с последующим переходом на чистый водород

Для реализации проекта сформирован консорциум под руководством ITP Aero, включающий компании DESTINUS, AJUSA и AEROTECNIC.

Компания DESTINUS – это стартап, основанный в 2021 году российским предпринимателем и ученым Михаилом Кокоричем, основной целью которого является разработка гиперзвуковых пассажирских самолетов с силовой установкой на водородном топливе.

Анонсировано финансирование в размере \$12.9 миллионов на разработку и постройку испытательного центра, а также \$16.6 миллионов на разработку и создание авиационной силовой установки, работающей на жидком водороде.

Ожидается, что компания DESTINUS получит финансирование в размере \$10.75 миллионов на проведение исследований и разработок.

В настоящее время DESTINUS ведет работы по созданию двух гиперзвуковых летательных аппаратов Jungfrau и Eiger, а также газотурбинного двигателя, оснащенного форсажной камерой, работающей на водородном топливе.

Ожидается, что летные испытания газотурбинного двигателя, работающего на водородном топливе, состоятся до конца 2023 года.

Источник: [aerospacetestinginternational.com/news/engine-testing/destinus-hypersonic-aircraft-receives-e37m-spanish-funding-boost.html](https://aerospacetestinginternational.com/news/engine-testing/destinus-hypersonic-aircraft-receives-e37m-spanish-funding-boost.html)



# Airbus возглавила проект ЕС HERON



Самолет Airbus A321neo во время исследовательского полета

В Европейском Союзе запущен проект Highly Efficient gReen OperatioNs (HERON), основной целью которого является разработка усовершенствованных правил воздушного и наземного движения с повышенной топливной эффективностью и минимальным углеродным следом.

Проект HERON является продолжателем проекта ALBATROSS, в рамках которого проводились исследовательские полеты с целью повышения топливной эффективности.

В рамках проекта HERON планируется проведение летных испытаний с использованием электрической тяги для рулежки на земле, оптимизация правил и траекторий наземного передвижения для минимизации простоя самолетов на земле.

В рамках проекта HERON планируется исследование и оптимизация траекторий движения самолетов, в том числе с использованием методов искусственного интеллекта.

Проект HERON является частью программы Европейского Союза Single European Sky ATM Research (SESAR), которая координирует усилия европейских авиаперевозчиков в области управления воздушным движением.

В проекте HERON кроме Airbus участвуют 25 партнеров из 10 стран, включая основных авиаперевозчиков, крупные аэропорты, центры управления воздушным движением и провайдеров аэронавигационных услуг.

В рамках проекта HERON планируется отработка процедур управления воздушным движением на основе пространственно-временных 4-D траекторий (Trajectory based operations).

Планируется, что в рамках проекта HERON будет совершено в течение 7 месяцев не менее 1000 исследовательских полетов.

Источник:  
[aerospacetestinginternational.com/news/electric-hybrid/airbus-starts-test-flights-for-eu-heron-fuel-efficient-flight-project.html](http://aerospacetestinginternational.com/news/electric-hybrid/airbus-starts-test-flights-for-eu-heron-fuel-efficient-flight-project.html)

# 5. Universal Hydrogen совершил первый испытательный полет



Самолет De Havilland Dash 8, оснащенный силовой установкой Universal Hydrogen на базе водородно-воздушных топливных элементов, совершил первый испытательный полет длительностью 15 минут из аэропорта Grant County International Airport (США).

Летающая лаборатория на базе De Havilland Dash 8, названная Lightning McClean, стала самым крупным из когда-либо взлетавших самолетов, оснащенных силовой установкой на базе водородно-воздушных топливных элементов. Предыдущий рекорд принадлежал летающей лаборатории Dornier 228 компании ZeroAvia.

В одной из мотогондол летающей лаборатории De Havilland Dash 8-300 установлена силовая установка на базе водородно-воздушных топливных элементов мегаваттного класса мощности.

Во время испытательного полета силовая установка на базе водородно-воздушных топливных элементов функционировала в штатном режиме. Летчик-испытатель Alex Kroll выключил штатный газотурбинный двигатель, в результате чего была продемонстрирована возможность крейсерского полета полностью на водородном топливе. При этом отмечается пониженный уровень вибраций и шума по сравнению со штатным газотурбинным двигателем.

Силовая установка Universal Hydrogen включает в себя ячейки водородно-воздушных топливных элементов Plug Power семейства ProGen, которые были адаптированы для авиационного использования, электродвигатель Magni650 и силовую электронику компании MagniX.

Адаптацией самолета и установкой силовой установки занималась компания AeroTEC

Источник: [aerospacetestinginternational.com/news/electric-hybrid/universal-hydrogen-flies-hydrogen-fuel-cell-aircraft.html](https://aerospacetestinginternational.com/news/electric-hybrid/universal-hydrogen-flies-hydrogen-fuel-cell-aircraft.html)

# 6. Lyte Aviation запускает проект пассажирского и грузового самолета SkyBus и SkyTruck

Компания Lyte Aviation в рамках Helicopter Investor Conference озвучила планы по разработке пассажирского самолета вертикального взлета и посадки (СВВП) SkyBus и грузового СВВП SkyTruck. Ожидается, что первый прототип пассажирского СВВП SkyBus пассажироместимостью 40 человек будет создан в течение 24 месяцев.

Пассажирский СВВП SkyBus будет иметь дальность полета до 1000 км при крейсерской скорости 300 км/ч.

На каждом из крыльев SkyBus/SkyTruck будет установлено по два турбовинтовых двигателя, а на законцовках крыльев будет установлено по электроприводному движителю, приводимому от водородно-воздушных топливных элементов.

Также СВВП будет оснащен буферной аккумуляторной батареей.

Долгосрочной целью компании Lyte Aviation является создание силовой установки, полностью работающей на водородном топливе, однако, на начальном этапе планируется использовать доступные на рынке серийные турбовинтовые двигатели в классе мощности 3500-5000 л.с. Для турбовинтовых двигателей допускается работа на традиционном керосине или 100% SAF-топливе.

Реализация концепции СВВП позволит использовать SkyBus и SkyTruck вне аэропортов и традиционной инфраструктуры.

На начальном этапе планируется запуск грузовой версии SkyTruck, которая будет иметь грузоподъемность 4,5 тонны при взлетном весе 17 тонн.



Источник: [futureflight.aero/news-article/2023-03-23/lyte-aviation-launches-high-capacity-hybrid-evtol-skybus](https://futureflight.aero/news-article/2023-03-23/lyte-aviation-launches-high-capacity-hybrid-evtol-skybus)

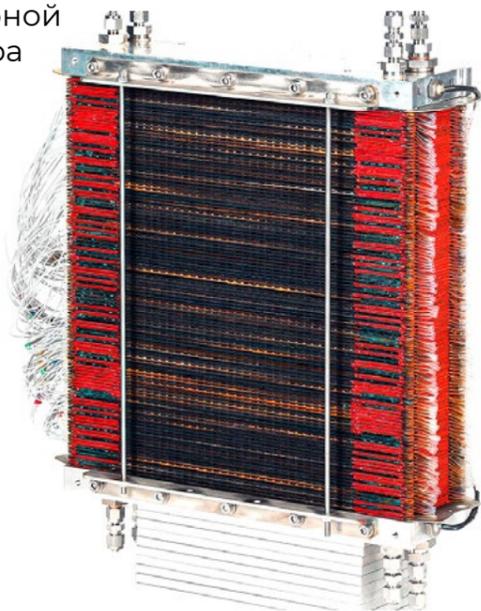
# 7 Zero Avia провела рекордные испытания батареи

Компания Zero Avia в R&D-центре в Великобритании провела успешные испытания новой батареи топливных элементов с протонообменной мембраной.

Zero Avia провела испытания батареи топливных элементов с высокотемпературной протонообменной мембраной мощностью 20кВт, в которых был достигнут рекордный уровень удельной мощности 2.5кВт/кг. Ожидается, что в ближайшие два года компания сможет достичь уровня удельной мощности 3кВт/кг.

По заявлению представителей Zero Avia достижение удельной мощности 3кВт/кг сделает силовые установки на базе водородно-воздушных топливных элементов пригодными для ближне-среднемагистральных пассажирских самолетов типа Boeing 737 или Airbus A320.

В силовой установке самолета Dornier 228 компания Zero Avia использовала топливные элементы с низкотемпературной протонообменной мембраной, которые обладают высокими характеристиками в классе мощности менее 1 МВт. В традиционных топливных элементах с низкотемпературной протонообменной мембраной температура не превышает 80°C, а в топливных элементах с высокотемпературной протонообменной мембраной температура может достигать 200°C. Повышенная рабочая температура способствует более быстрому протеканию химических реакций, повышению эффективности и удельной мощности. Кроме того, при использовании топливных элементов с высокотемпературной протонообменной мембраной ожидается достижение ресурса в 20000 часов, что в 4 раза превышает ресурс применяемых сейчас топливных элементов.



Батарея топливных элементов с высокотемпературной протонообменной мембраной

Источник: [futureflight.aero/news-article/2023-03-13/zeroavia-reveals-record-breaking-hydrogen-fuel-cell-performance-tests](https://futureflight.aero/news-article/2023-03-13/zeroavia-reveals-record-breaking-hydrogen-fuel-cell-performance-tests)

# 8 Первые летные испытания двигателя CJ1000A

На летающей лаборатории Xian Y-20 прошли первые испытательные полеты нового двигателя АЕСС CJ1000A.

Двигатель CJ1000A является разработкой Aero Engine Corporation of China для использования на новом ближне-среднемагистральном пассажирском самолете COMAC C919. Двигатель АЕСС CJ1000A должен составить конкуренцию двигателю CFM Leap-1C, используемому в настоящее время на самолете COMAC C919.

Двигатель CJ1000A является разработкой Aero Engine Corporation of China для использования на новом ближне-среднемагистральном пассажирском самолете COMAC C919. Двигатель АЕСС CJ1000A должен составить конкуренцию двигателю CFM Leap-1C, используемому в настоящее время на самолете ЦСОМАС С919.

Двигатель CJ1000A является первым двигателем семейства турбореактивных двухконтурных двигателей с высокой степенью двухконтурности с тягой 98-196кН. CJ1000A проходит испытания с 2018 году, сертификация двигателя ожидается в 2027 году, а запуск серийного производства в 2030 году.



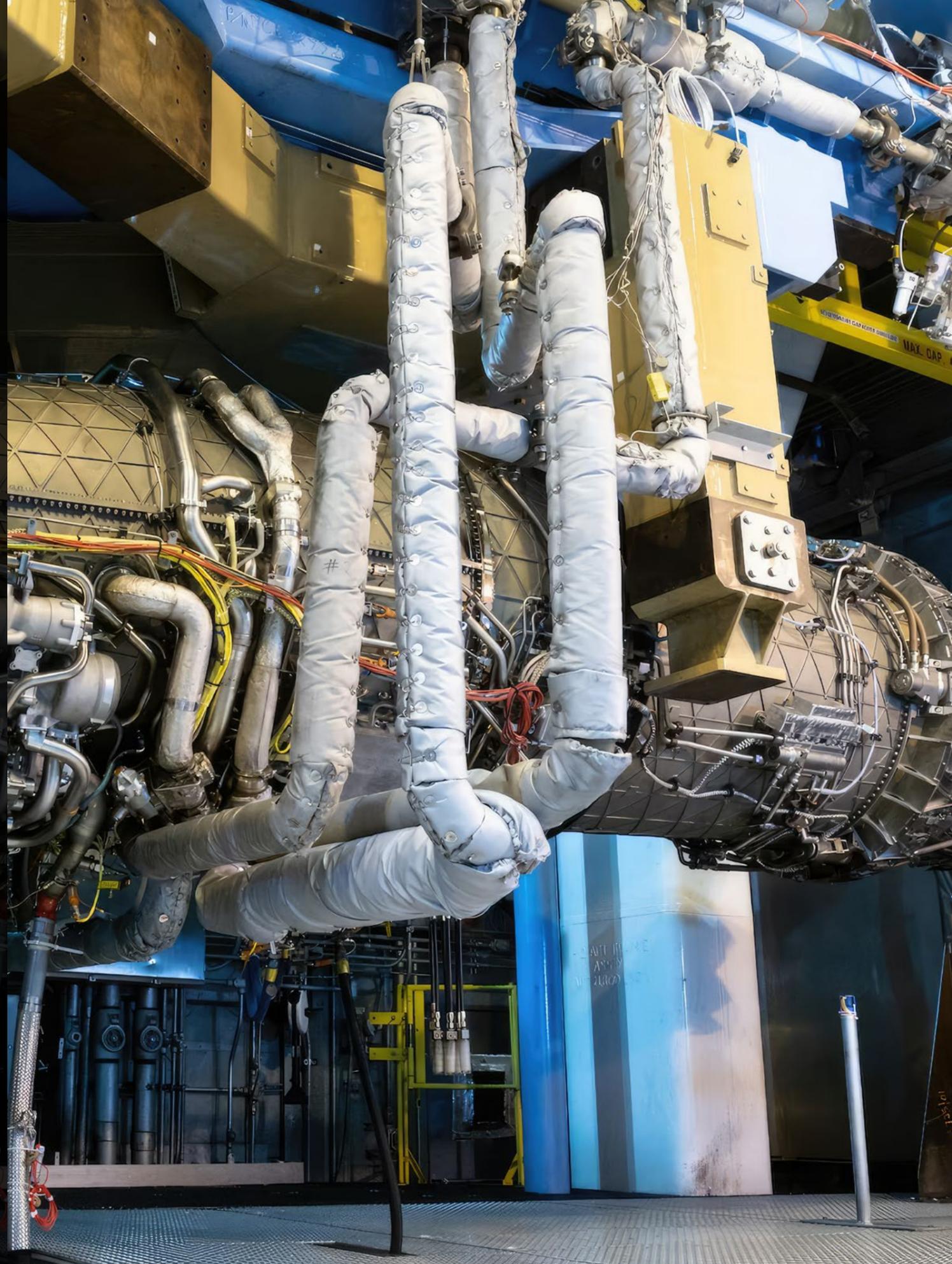
Двигатель АЕСС CJ100A

Источник: [airdatanews.com/chinese-c919-jetliner-engine-spotted-in-tests-on-y-20-aircraft](https://airdatanews.com/chinese-c919-jetliner-engine-spotted-in-tests-on-y-20-aircraft)

# 9

## ВВС США отказалось от разработки нового двигателя

Руководство Военно-воздушных сил США отказалось от планов по ремоторизации истребителя Lockheed Martin F-35 новым адаптивным трехконтурным двигателем General Electric XA100. Военно-воздушные силы в рамках бюджетного запроса на 2024 финансовый год запланировали контракт с Pratt&Whitney на модернизацию базовых двигателей F135PW-100 и F135PW-600 по программе Engine Core Update. Ключевыми требованиями при реализации программы Engine Core Update является увеличение генерируемой двигателем электрической мощности, а также повышение количества утилизируемого тепла при терморегулировании агрегатов истребителя. В рамках программы модернизации истребителя F-35 Block 4 ожидается установка нового бортового оборудования и вооружения, в результате чего остро встает проблема терморегулирования агрегатов, которая должна быть решена при модернизации силовой установки Pratt&Whitney F135. По заявлению представителя Военно-воздушных сил США отказ от разработки и внедрения нового адаптивного трехконтурного двигателя General Electric XA100 связан с высокой стоимостью программы, а также отсутствием версии для истребителя F-35B с коротким взлётом и вертикальной посадкой. В запросе Военно-воздушных сил США на 2024 финансовый год запланировано выделение \$254 миллиона на программу модернизации двигателя Pratt&Whitney Engine Core Update. Кроме того, компания Pratt&Whitney получила контракт на \$5.2 миллиарда на поставку 278 двигателей F135 различных модификаций для нужд Министерства Обороны США и иностранных заказчиков. Также предусмотрен опциональный контракт на \$2.8 миллиарда на дополнительные 140 двигателей F135.



Двигатель Pratt&Whitney F135 на испытательном стенде (фон)

# Обзор достижений и направлений развития силовой электроники и систем управления, а также областей применения электронных устройств

**Фаррахов Данис Рамилевич**

кандидат технических наук, доцент кафедры электромеханики

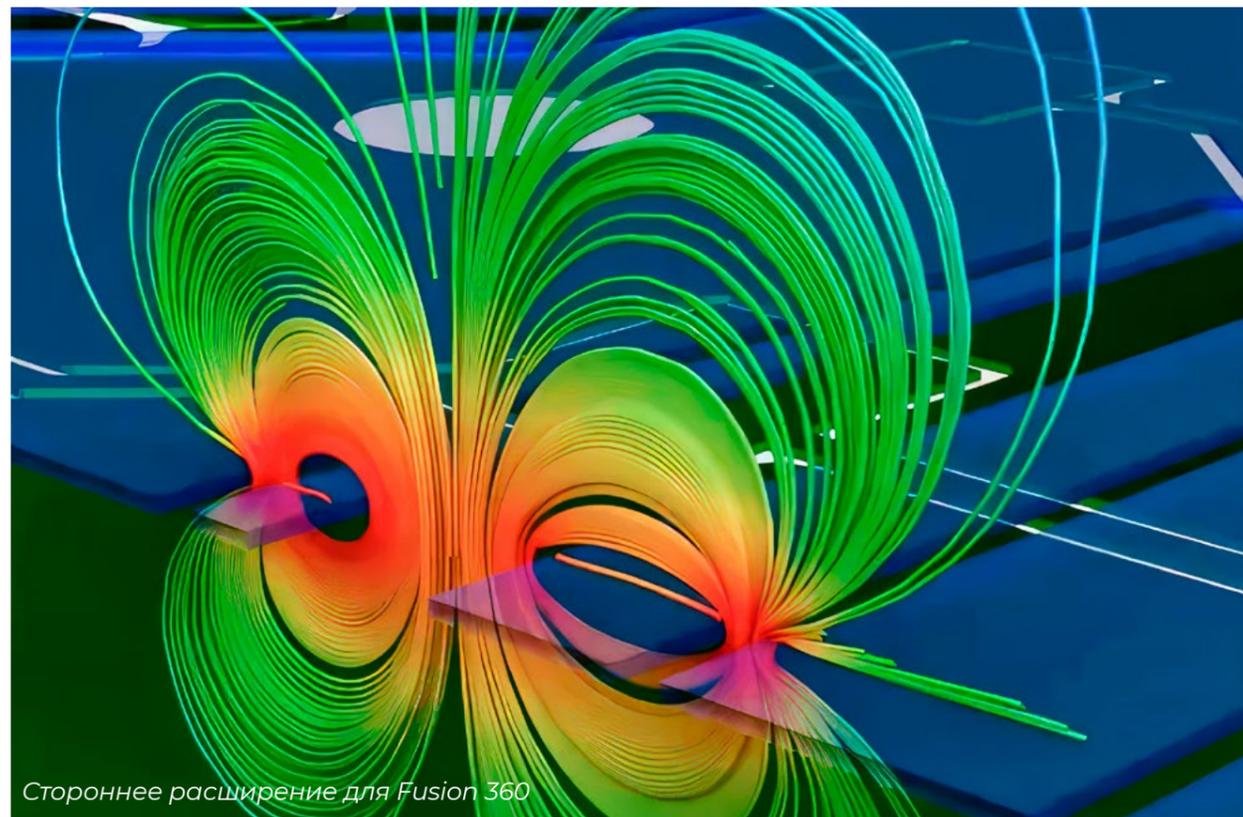
**Барабанов Кирилл Андреевич** (инженер 1 категории)

**Фазлиахметов Денис Маратович** (инженер 2 категории)

**Рахман Мд. Нафиз** (инженер 2 категории)

**Обух Федор Андреевич** (оператор ЭВиВМ)

**Мустафин Дамир Шамилевич** (оператор ЭВиВМ)



Стороннее расширение для Fusion 360

## 1 В Fusion 360 появилась новая функция

В мире высокоскоростной электроники импеданс и целостность сигнала неразрывны. Целостность сигнала относится к способности конкретного электрического сигнала соответствовать требованиям к точности схемы на приемном конце. В контексте сверхбыстрой коммутации наиболее важные проблемы целостности сигнала связаны с согласованием перекоса или требованиями к настройке и удержанию.

Просмотр изменений импеданса между трассировками печатной платы на этапе компоновки в режиме реального времени является сложной задачей, и большинство инструментов проектирования не предоставляют таких подробностей в интегрированном пакете.

Недавно Autodesk заключила партнерство с Ansys для разработки стороннего расширения для Fusion 360, чтобы добавить именно эту функциональность.

Это расширение целостности сигнала использует метод moments solver для анализа трассировок печатной платы с учетом всех соответствующих параметров, рассмотренных ранее. Он обеспечивает четыре основные функции: согласование импеданса, анализ сигнала, анализ по требованию и визуальная маркировка нарушений.

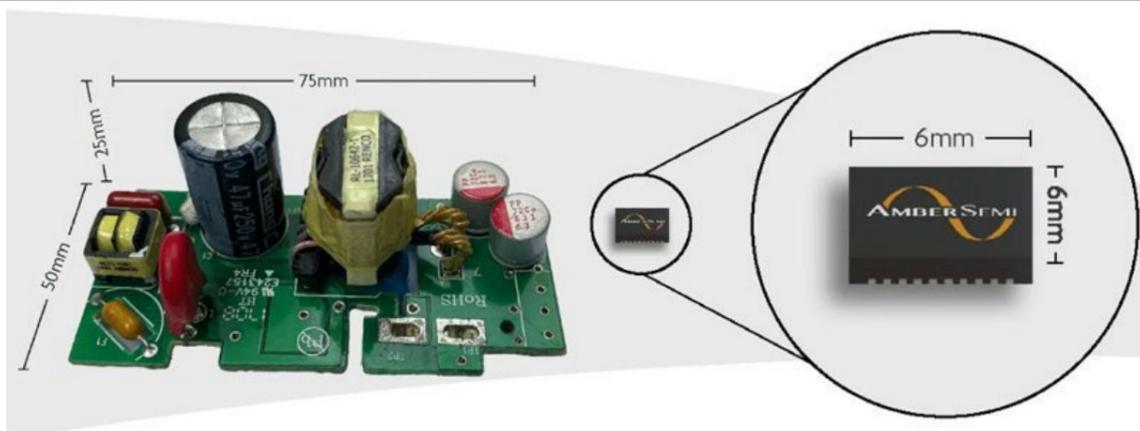
При проектировании печатной платы в Fusion 360 вы можете просто нажать на кнопку целостности сигнала, чтобы запустить рабочую область расширения. Учитывая все параметры, относящиеся к дизайну, такие как материалы печатной платы, конфигурация компоновки, поперечное сечение трассы, расстояние между компонентами и тому подобное, можно смоделировать конкретную трассу и проанализировать ее характеристики импеданса. Проектировщик должен указать интересующую частоту, необязательный целевой импеданс и допуск.

“ ”

Теперь появилась новая функция для анализа трассировки печатных плат. Возможность просмотра изменения импеданса доступна для программной обработки, что повышает эффективность проектирования устройств.

Источник:  
[allaboutcircuits.com/industry-articles/improve-signal-integrity-by-reducing-pcb-trace-impedance-variation](http://allaboutcircuits.com/industry-articles/improve-signal-integrity-by-reducing-pcb-trace-impedance-variation)  
[autodesk.com/products/fusion-360/blog/fusion-360-electronics-how-to-use-the-signal-integrity-extension](http://autodesk.com/products/fusion-360/blog/fusion-360-electronics-how-to-use-the-signal-integrity-extension)

# 2. Чип прямого преобразования переменного тока в постоянный



AmberSemi eliminates the need for electrolytics, transformers, relays, & more...

...replacing them with a dramatically smaller silicon chip

Компания Amber Semiconductor (AmberSemi) сообщила, что завершила проектирование цифрового чипа для прямого преобразования переменного тока в постоянный. Патентованная технология представляет собой огромную глобальную возможность революционизировать способ доставки энергии ко многим конечным электрическим устройствам на Земле. Одна крохотная микросхема заменит большой блок преобразователя с массой дискретной обвязки и освободит это место для полезного.

Сегодня множество устройств от простых детекторов дыма до бытовой и вычислительной электроники используют подключение к сети переменного тока для получения питания. Каждый раз для преобразования переменного тока в постоянный ток, требуемый для питания маломощной электроники, создаются довольно громоздкие схемы AC/DC преобразователей. Чип AmberSemi значительно упрощает схемотехнику таких блоков, сокращая количество довольно внушительных дискретных элементов как минимум в два раза. Освободившееся место можно использовать либо для уменьшения размеров устройств, либо для увеличения его возможностей с помощью добавления новых функций.

Представленный чип способен преобразовывать входной переменный ток с напряжением от 25 до 277 В и частотой 50/60 Гц в постоянный ток с напряжением, регулируемым в пределах 1,8-24 В и мощностью до 5 Вт. Кроме того, имеются два вспомогательных регулируемых выхода постоянного тока с напряжением 5,0 В и 3,3 В соответственно. Устройство работает как очень гибкий основной источник питания или вспомогательное питание для широкого спектра продуктов и технологий. В первую очередь устройство ориентирована на устройства умного дома и различные датчики, которым для работы достаточно 5 Вт мощности. Новый чип пока не выпущен в кремнии. Готов лишь его дизайн в цифровом виде. Теперь компания занимается вопросами изготовления фотошаблонов для запуска решения в массовое производство.

“”

Блоки питания в ближайшем будущем станут значительно меньше по габаритам благодаря новой патентованной технологии. Это значит, что размеры всех остальных устройств будут уменьшаться, что способствует новому толчку во всех областях.

Источник:

[3dnews.ru/1083253/na-poroge-revolyutsii-v-blokah-pitaniya-predstavlen-chip-priyomogo-preobrazovaniya-peremennogo-toka-v-postoyanniy-bez-transformatorov-filtrov-i-vipryamitelnih-mostov](http://3dnews.ru/1083253/na-poroge-revolyutsii-v-blokah-pitaniya-predstavlen-chip-priyomogo-preobrazovaniya-peremennogo-toka-v-postoyanniy-bez-transformatorov-filtrov-i-vipryamitelnih-mostov)

# 3. Датчик тока на основе магнитного поля с классом безопасности ASIL C

Компания Amber Semiconductor (AmberSemi) сообщила, что завершила проектирование цифрового чипа для прямого преобразования переменного тока в постоянный. Патентованная технология представляет собой огромную глобальную возможность революционизировать способ доставки энергии ко многим конечным электрическим устройствам на Земле. Одна крохотная микросхема заменит большой блок преобразователя с массой дискретной обвязки и освободит это место для полезного.

Сегодня множество устройств от простых детекторов дыма до бытовой и вычислительной электроники используют подключение к сети переменного тока для получения питания. Каждый раз для преобразования переменного тока в постоянный ток, требуемый для питания маломощной электроники, создаются довольно громоздкие схемы AC/DC преобразователей. Чип AmberSemi значительно упрощает схемотехнику таких блоков, сокращая количество довольно внушительных дискретных элементов как минимум в два раза. Освободившееся место можно использовать либо для уменьшения размеров устройств, либо для увеличения его возможностей с помощью добавления новых функций.



Датчик тока возбуждения Allegro

Представленный чип способен преобразовывать входной переменный ток с напряжением от 25 до 277 В и частотой 50/60 Гц в постоянный ток с напряжением, регулируемым в пределах 1,8-24 В и мощностью до 5 Вт. Кроме того, имеются два вспомогательных регулируемых выхода постоянного тока с напряжением 5,0 В и 3,3 В соответственно. Устройство работает как очень гибкий основной источник питания или вспомогательное питание для широкого спектра продуктов и технологий. В первую очередь устройство ориентирована на устройства умного дома и различные датчики, которым для работы достаточно 5 Вт мощности. Новый чип пока не выпущен в кремнии. Готов лишь его дизайн в цифровом виде. Теперь компания занимается вопросами изготовления фотошаблонов для запуска решения в массовое производство.

“”

*Датчики тока совершенствуются для промышленных нужд. Теперь появилась микросхема в виброустойчивом корпусе с защитой по току и полосой пропускания 240 кГц для автомобильной отрасли, что способствует увеличению применения таких микросхем в датчиках тока.*

## 4. Фермент, который вырабатывает электричество из водорода в воздухе

Ученые обнаружили фермент, который преобразует воздух в электричество, потенциально открывая доступ к почти неограниченному источнику чистой энергии.

Новый фермент потребляет водород и генерирует электрический ток, используя атмосферу в качестве источника энергии. Его удалось добыть из почвенной бактерии *Mycobacterium smegmatis*.

Сам фермент назвали Нус, учёные заявили о его высокой эффективности по сравнению с другими катализаторами. В отличие от всех других известных ферментов и химических катализаторов, он даже потребляет водород ниже атмосферного уровня — всего 0,00005% воздуха, которым мы дышим.

Эту методику можно использовать для питания имплантов или носимой электроники.

“”

*Потенциально новый основной источник энергии в далеком будущем, если её смогут изучить и сделать максимально эффективной и экономически оправданной.*



Источник:  
[industry-hunter.com/v-avstralii-vydellili-iz-bakterij-ferment-kotoryj-vyrabatyvaet-elektricesstvo-iz-vodorda-v-vozduhe](https://industry-hunter.com/v-avstralii-vydellili-iz-bakterij-ferment-kotoryj-vyrabatyvaet-elektricesstvo-iz-vodorda-v-vozduhe)  
[ixbt.com/news/2023/03/12/v-avstralii-vydellili-iz-bakterij-ferment-kotoryj-preobrazuet-vozduh-v-jelektrichestvo.html](https://ixbt.com/news/2023/03/12/v-avstralii-vydellili-iz-bakterij-ferment-kotoryj-preobrazuet-vozduh-v-jelektrichestvo.html)

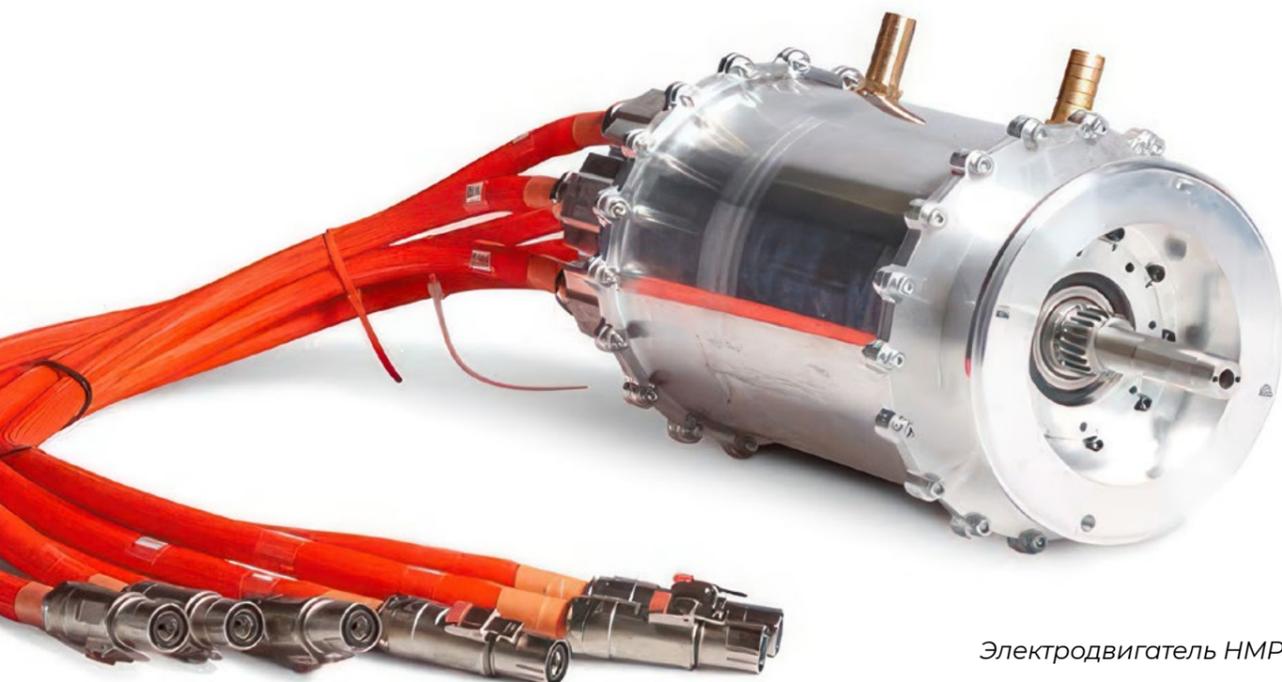
# Современные мировые достижения в области разработки и применения электрических машин

## Жеребцов Алексей Анатольевич

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

Пронин Егор Андреевич (инженер)

# 1 Equiptake представляет ● электродвигатель



Электродвигатель HMP-400

Компания Equiptake представила сверхлегкий электродвигатель HPM-400 с высокой удельной мощностью и малой продолжительности работы, разработанный для работы при атмосферном давлении и вакууме в космических, аэрокосмических и морских отраслях. Первоначальное предназначение – использование в качестве привода топливного насоса ракеты для программы Eris австралийской компании Gilmour Space Technologies.

Ян Фоли, генеральный директор компании Equiptake, расположенной в Снеттертоне, Норфолк, сказал, что разработка первого прототипа заняла шесть месяцев, и что двигатель не требовал вакуумных испытаний. Он также упомянул, что «По сравнению с другими нашими продуктами, для которых проводятся проверочные вибрационные испытания конструкции, эти отдельные двигатели и инверторы проходят приемочные вибрационные испытания в соответствии со стандартной практикой космической промышленности».

HPM-400 имеет максимальную частоту вращения двигателя 20000 об/мин, пиковую мощность 400 кВт, пиковый крутящий момент 250 Н·м и массу 30 кг. В совокупности со встроенным инвертором вся система весит 40 кг.

““”

Исходя из изложенной информации, можно сделать вывод, что области применения данной электрической машины могут быть существенно ограничены. В основном это связано с малой длительностью работы. Другим интересным моментом является отсутствие информации по номинальной мощности для данной электрической машины. Удельная мощность по пиковой мощности составляет 13,3 кВт/кг, что является выдающимся результатом, но фактическая номинальная мощность будет ниже, и именно по фактической номинальной мощности можно судить о настоящем достижении этой компании.

Источник:  
[electrek.co/2023/03/01/equipmake-ultra-light-energy-dense-electric-motor-space-marine-applications](https://electrek.co/2023/03/01/equipmake-ultra-light-energy-dense-electric-motor-space-marine-applications)  
[theengineer.co.uk/content/news/equipmake-unveils-electric-motor-believed-to-be-the-most-power-dense-in-the-world](https://theengineer.co.uk/content/news/equipmake-unveils-electric-motor-believed-to-be-the-most-power-dense-in-the-world)



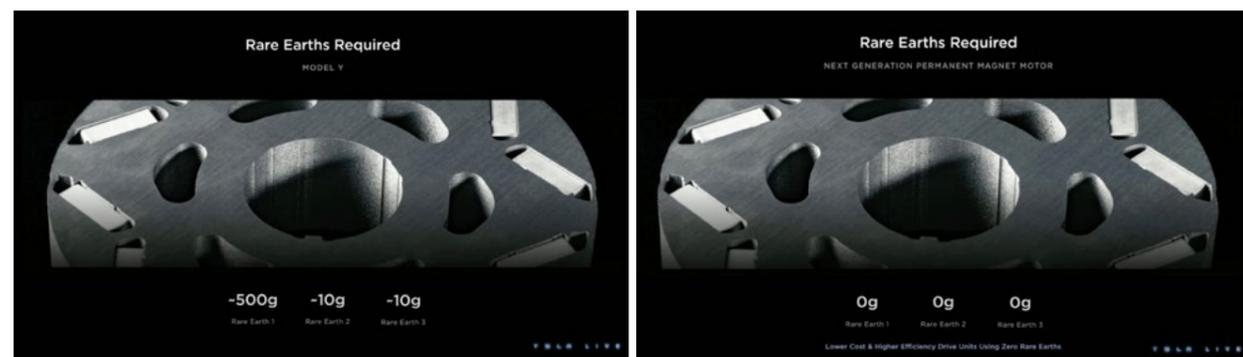
Инвертор

## 2. Tesla возвращается к электродвигателям без редкоземельных элементов

Tesla планирует использовать электрические двигатели на постоянных магнитах без редкоземельных материалов для своих электромобилей. Это было объявлено на Дне инвестора. Компания Tesla заявила, что в период с 2017 по 2022 год ей удалось сократить использование редкоземельных металлов в новых приводах Model 3 на 25%, поскольку удалось повысить эффективность трансмиссии.

Во время своей презентации, посвященной Дню инвестора, компания Tesla показала слайд, сравнивающий текущее использование редкоземельных элементов в двигателе с постоянными магнитами Model Y и потенциальном двигателе следующего поколения.

Tesla не уточнила, какие именно элементы она использует, возможно, считая эту информацию коммерческой тайной, которую она не хочет раскрывать. На это заявление отреагировал фондовый рынок, ожидая снижения спроса на редкоземельные элементы.



Сравнение использования редкоземельных материалов: слева – настоящее время, справа – будущие планы

“”

Одной из возможных причин такого решения Tesla является угождение администрации действующего президента США, которая стремится использовать материалы для компонентов электромобилей отечественного американского производства. В настоящее время большая часть редкоземельных элементов проходит через Китай на той или иной стадии. Интересно было бы увидеть сравнение по выходным и удельным показателям между электродвигателями с редкоземельными постоянными магнитами и электродвигателями с постоянными магнитами без редкоземельных элементов.

Источник: [barrons.com](https://barrons.com)

## 3. Pininfarina Battista Hyper GT установил рекорд скорости для серийных автомобилей

Гиперкар Battista Hyper GT компании Automobili Pininfarina в настоящее время является самым быстрым серийным автомобилем в мире после того, как он преодолел четверть мили всего за 8,55 секунды, а половину мили — всего за 13,38 секунды, достигнув максимальной скорости 224,5 миль в час. Для движения электромобиля используются 4 синхронных электродвигателя с постоянными магнитами и жидкостным охлаждением, расположенными на каждом колесе, которые развивают суммарную мощность 1900 лс и момент 2340 Н·м, что позволяет электромобилю разогнаться до 350 км/ч.

### Перечень рекордов автомобиля:

- разгон от 0 до 60 миль в час за 1,79 секунды;
- разгон от 0 до 100 километров в час за 1,86 секунды;
- разгон от 0 до 120 миль в час за 4,49 секунды;
- разгон от 0 до 200 километров в час за 4,75 секунды;
- полная остановка при скорости 100 километров в час с тормозным путем 31 метр;
- запас хода 300 миль, или 482 километра, по циклу EPA.



Для этих заездов на Battista использовались шины Michelin Pilot Sport Cup 2, при этом все рекорды максимальной скорости были подтверждены Федерацией автоспортивных клубов Индии (FMSCI), индийской спортивной организацией, входящей в FIA.

“”

Инженеры Pininfarina добились большого успеха в применении синхронных электродвигателей в составе трансмиссии электромобиля, что позволило поставить шесть мировых рекордов.

Источник: [techeblog.com/pininfarina-battista-hyper-gt-fastest-production-car-quarter-mile](https://techeblog.com/pininfarina-battista-hyper-gt-fastest-production-car-quarter-mile)

# 4. Повышение удельной мощности синхронного двигателя

В данной работе представлено исследование по улучшению удельной мощности и КПД электрических двигателей для электротяговых приложений с высокой рабочей скоростью. Исследуемая машина представляет собой синхронный двигатель с осевым магнитным потоком и двойным ротором. Методология заключается в использовании различных магнитных материалов для оптимальной конструкции магнитных цепей статора и ротора с целью улучшения характеристик двигателя. Магнитные материалы-кандидаты, адаптированные к ограничениям электромобильности, изготовлены из тонких слоев неориентированной зернистой электротехнической (изотропной) стали Si-Fe, зернистой ориентированной электротехнической (анизотропной) стали Si-Fe (GOES) и железо-кобальтовой электротехнической стали Permendur (Co-Fe). Смешанная структура GOES-Co-Fe позволяет достичь номинальной удельной мощности 10 кВт/кг и высокой эффективности в условиях городского цикла. Применение этой структуры в конструкции электродвигателей позволяет сделать трансмиссию менее энергоемкой в аккумуляторных электромобилях и снизить выбросы CO<sub>2</sub> в гибридных электромобилях.

“”

*В настоящее время полная версия статьи отсутствует в свободном доступе, поэтому оценку информации приходится проводить по подразделам, указанным на сайте. Применение в двухроторных электрических машинах с аксиальным магнитным потоком анизотропных кремнистых, а также железокобальтовых сталей за счет большей магнитной проницаемости и высоких значений индукции технического насыщения действительно ведет к увеличению удельных показателей. Однако утверждение о номинальной удельной мощности в 10 кВт/кг является очень смелым. Судя по представленной информации, исследование носит теоретический оптимизационный характер и не имеет экспериментального подтверждения. При непосредственном реальном использовании электрических машин номинальная удельная мощность с учетом вибрации и других характеристик может стать меньше. Для полноценной оценки данной работы необходима полная версия статьи.*

Источник:  
[emerald.com/insight/content/doi/10.1108/COMPEL-09-2022-0318](https://emerald.com/insight/content/doi/10.1108/COMPEL-09-2022-0318)

# 5. Механический и электрический расчет прототипа двигателя мощностью 100 кВт

В журнале IEEE Transactions on Applied Superconductivity опубликована работа, посвященная разработке сверхпроводящего синхронного двигателя для применения в самолетах. Синхронный сверхпроводниковый двигатель мощностью 100 кВт, 4500 об/мин строится в Исследовательском институте Пайхау-Робинсона, Университет Виктории в Веллингтоне, Новая Зеландия. Двигатель имеет сверхпроводящие катушки возбуждения на роторе и обычную обмотку статора. Для минимизации массы двигатель имеет воздушный сердечник, что означает, что внутри двигателя не используются ферромагнитные материалы.

**Некоторые из характерных особенностей этого двигателя включают:**

- 1) катушки обмотки возбуждения с использованием проводника REBCO CORC;
- 2) катушки возбуждения с питанием от бесконтактного сверхпроводящего динамо-возбудителя;
- 3) экран ЭМ на роторе для защиты катушек возбуждения от высокочастотных магнитных полей, возникающих из-за гармоник статора и коммутации электроники привода;
- 4) уникальная конструкция однослойной обмотки статора, где обмотки статора выполнены из медного литцендрата и имеют жидкостное охлаждение.

В этом документе описывается электрическая схема и 3D-моделирование двигателя, а также освещаются совершенствования катушек статора и ротора, которые будут проверены в прототипе. Чувствительность к критическим параметрам конструкции оценивалась при моделировании и изготовлении первоначальных прототипов подсистем для испытаний. Эскизный проект предусматривает диаметр и осевую длину этого двигателя 360 мм и 550 мм соответственно с КПД 96,4 % при номинальной нагрузке. Эти цифры могут быть сравнимы с двигателями с постоянными магнитами аналогичной мощности, но этот двигатель создается в качестве испытательного стенда для оценки различных технологий компонентов ротора и статора. Конечной целью этой программы является машина мощностью 3,0 МВт со сверхпроводящим якорем и обмотками возбуждения. Ожидается, что по сравнению с магнитоэлектрическим двигателем мощностью в диапазоне 2,5-3,0 МВт, разрабатываемые двигатели с возбуждением на сверхпроводниковых обмотках будут в 4-5 раз меньше по размеру и массе, при этом имея КПД более 99 %.

“”

*В настоящее время статья находится в раннем доступе и получить полную версию статьи пока не представляется возможным. По информации, представленной в аннотации, можно оценить технические решения, принятые коллективом для реализации рассматриваемой конструкции.*

Источник:  
[ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10038324](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10038324)

# 6. Электрический самолет Vertiia совершил первый полет

AMSL Aero рассчитывает начать поставки Vertiia в 2026 году клиентам в авиационно-медицинском, грузовом, экстренном и региональном секторах воздушной мобильности.



Электрический самолёт Vertiia

“”

Для австралийских инженеров это является большим прорывом. Заявляемые цифры впечатляющие, однако они могут быть существенно ниже во время настоящей эксплуатации.

Источник: [airmedandrescue.com/latest/news/vertiia-all-electric-aircraft-takes-maiden-flight](https://airmedandrescue.com/latest/news/vertiia-all-electric-aircraft-takes-maiden-flight)

# 7. Прототип летающего автомобиля

Компания Guangdong Huitian Aerospace Technology получила патент на свой инновационный «летающий автомобиль». Этот автомобиль сочетает в себе четыре колеса для движения по дорогам и четыре пропеллера для полета. Хотя прототип немного отличается от патентных чертежей, он сохраняет основные характеристики. Летная демонстрация показала, что машина способна летать, но ее устойчивость и отсутствие вертикального взлета указывают на то, что есть возможности для усовершенствования. Также стоит отметить, что летающий автомобиль издает значительный шум. Поток воздуха от пропеллеров сильно тревожил рядом располагающиеся ветви деревьев.

“”

Подобная конструкция может быть и будет иметь какие-то перспективы для применения и использования, но точно в измененном исполнении. Во-первых, как видно из прикрепленной картинки, наружное окружающее пространство никаким образом не защищается от винтов. Во-вторых, винты имеют большой вылет по всем 4 сторонам вокруг машины, что при городской эксплуатации существенно усложнит передвижение как данного автомобиля, так и других участников движения. В-третьих, аэродинамику самого автомобиля следовало бы улучшить для полетов.



Источник: [gizmochina.com/2023/03/17/xiaopeng-flying-car-prototype](https://gizmochina.com/2023/03/17/xiaopeng-flying-car-prototype)

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

Уразбахтин Руслан Рустемович

Руководитель СКБ «УППО-УГАТУ»

## 1 Дроны курьеры Zipline



Источник:  
[3dnews.ru/1083514/akkuratnuyu-dostavku-k-parogu-s-nebes-obespechit-spuskaemiy-s-drona-na-trose-konteyner?ysclid=lfxh5o9lxn267127549](https://3dnews.ru/1083514/akkuratnuyu-dostavku-k-parogu-s-nebes-obespechit-spuskaemiy-s-drona-na-trose-konteyner?ysclid=lfxh5o9lxn267127549)

Компания Zipline, уже развернувшая с помощью воздушных дронов службу доставки медицинских товаров в удалённые районы Руанды, переходит на новый уровень обслуживания. До сих пор груз сбрасывался с дронов на парашюте. Новая платформа (рис. 1) позволит опускать заказ на тросе прямо к входной двери клиента. В городах и даже в пригороде парашют не лучшее решение, ведь он легко может зацепиться за провода или дерево, а доставка вертикальным спуском контейнера на тросе позволит выполнять всё предельно точно.

Новый грузовой беспилотник Platform 2 (P2) Zip компании Zipline будет нести внутри спускаемый на тросе контейнер. Заявленный максимальный вес груза достигает 3,6 кг. Радиус полёта беспилотника составляет 16 км или 39 км, если на пути будет промежуточная станция для подзарядки аккумуляторов. Такими станциями, например, оборудован склад с товарами. Беспилотники подвешиваются на улице, а контейнер на тросе опускается для загрузки заказа.

Аналогичными терминалами планируется оснащать медицинские центры в системах здравоохранения Мичигана: MultiCare и Intermountain Health в Солт-Лейк-Сити. Согласно предварительной договорённости, дроны P2 Zip будут перевозить рецепты, лекарства или биоматериалы для анализов в лаборатории.

Грузовой дрон будет держаться на высоте примерно 91 м (300 футов). Спускаемый контейнер опустится на тросе до земли и там автоматически оставит груз. Для стабилизации в воздухе при сильном ветре контейнер сможет удерживать положение с помощью собственного бортового пропеллера и системы датчиков ориентирования. Это очевидным образом улучшит точность приземления груза.

В Руанде, где дроны Zipline уже используются в сельской местности, новая платформа позволит организовать доставку в городах, где спуск на парашюте будет неуместным. Также в США доставку товаров дронами P2 Zip намерена развернуть сеть продуктовых магазинов Sweetgreen

“”

Работы по улучшению эргономики и облегчения использования дронов в городской среде сегодня являются актуальными и активно ведутся разработчиками беспилотных летательных аппаратов.



Визуализация доставки

# 2. Учёные разработали съедобный беспилотник для спасения жизней в экстренных ситуациях

В рамках европейской программы RoboFood учёные из Швейцарии создали частично съедобный БПЛА — часть его конструкции выполнена из продуктов питания. Это существенно увеличивает полезную нагрузку аппарата. И хотя для дрона это билет в один конец, дополнительные калории смогут поддерживать жизни людей, попавших в беду, до прибытия спасателей.

Разработку представили исследователи из Швейцарского федерального технологического института Лозанны (EPFL). Работа далеко не окончена и предстоит ещё множество экспериментов. Тем не менее, прототип способен увеличить полезную нагрузку в виде еды с 30 % от собственного веса до 50%. В составе прототипа съедобные только крылья. Учёные выбирали материал максимально лёгкий и наиболее прочный, не забывая при этом о калорийности. Выбор пал на рисовые вафли печенье. Лепёшки для увеличения прочности конструкции нарезали в виде сот и склеивали их желатином, придавая форму крыла. Затем крыло упаковывали в плёнку во избежание контакта с водой, разбухания и порчи.

Крыло было единственной съедобной частью беспилотника. Но эти 70 см из риса обеспечивали 300 ккал, что близко к потребностям человека во время завтрака. Прототип мог летать со скоростью 10 м/с, что достаточно для доказательства работы концепции. Несомненно, впереди много работы по усовершенствованию как конструкции частично съедобного БПЛА, так по подбору продуктов для изготовления его частей. Учёные планируют улучшить аэродинамику и калорийность комплектации, а также предусмотреть съедобные контейнеры с водой. Без еды человек может протянуть месяц, а без воды всего несколько дней.

Наверняка настанет время, когда в арсенале спасателей и военных появятся комплекты съедобных дронов. Голод плохой помощник, когда ты в беде.

“”

Сегодня беспилотные летательные аппараты находят самые неожиданные применения, что обусловлено уровнем современных технологий и материалов.

Источник:  
[3dnews.ru/1076720/evropeytsi-razrabotali-sedobniy-bespilotnik-dlya-spaseniya-gizni-lyudey-v-izolyatsii](https://3dnews.ru/1076720/evropeytsi-razrabotali-sedobniy-bespilotnik-dlya-spaseniya-gizni-lyudey-v-izolyatsii)



Частично съедобный БПЛА (фон)

# 3 Программирование беспилотников признали спортом



Министерство спорта Российской Федерации признало и включило программирование беспилотных авиационных систем во Всероссийский реестр видов спорта спортивных дисциплин, развитие которых осуществляется на общероссийском уровне, соответствующий приказ опубликован на официальном портале правовой информации. Данная дисциплина была включена в вид спорта «спортивное программирование». Туда также вошли программирование алгоритмическое, программирование продуктивное, программирование робототехники, программирование систем информационной безопасности. Кроме того, Минспорт РФ признал и включил «фиджитал-спорт» во всероссийский реестр видов спорта, не являющихся национальными, военно-прикладными и служебно-прикладными. В ноябре 2022 года заместитель председателя правительства РФ Дмитрий Чернышенко поручил расширить список обязательных дисциплин комплекса «Готов к труду и обороне» (ГТО), включив туда управление беспилотником.

““

Активно ведутся работы по популяризации разработок и привлечению молодежи в область беспилотных летательных аппаратов.

Источник: [sport.ria.ru/20230206/bespilotniki-1850141380.html](https://sport.ria.ru/20230206/bespilotniki-1850141380.html)

# 4 В США разработали план внедрения БАС в школьное обучение

Предлагаемые меры позволят США в ближайшем будущем вырастить целую армию блестяще подготовленных специалистов в области беспилотной авиации гражданского назначения и не только. Проект «Интеграция эксплуатации БАС в школьные учебные программы» был представлен на заседании Консультативного комитета по передовой авиации Федерального управления гражданской авиации США (АААС FAA), которое прошло 23 февраля. Специальная рабочая группа, которой было ранее поручено изучить возможности внедрения темы беспилотников в школах, оформила свои наработки в виде рекомендаций. Пожалуй, главной из них стал конкретный план предметов, которые предлагается ввести в программу школ, колледжей и вузов для постепенного ознакомления учащихся с беспилотной авиацией. Рекомендуется добавить в 12 классе: занятия по темам «Программирование полетных контроллеров» и «Основы автономного полета». В дальнейшем в колледжах и университетах в рамках тех же «Technical Courses» рекомендовано ввести предмет «Программирование ИИ автономных летательных аппаратов». Очевидно, что уже сейчас американские власти готовятся к тому гигантскому спросу на инженеров и специалистов по эксплуатации дронов, который, очевидно, возникнет в ближайшем будущем.

““

Принимаемые зарубежными странами меры в области школьного образования свидетельствуют об увеличении значимости беспилотных летательных аппаратов в повседневной жизни. Обучение школьников работе с беспилотными летательными аппаратами позволяет молодым людям осознанно подойти к выбору будущей профессии, а также получить более глубокие знания в области в связи с увеличением срока обучения.

Источник: [aeronext.aero/press\\_room/news/012087](https://aeronext.aero/press_room/news/012087)

# 5. BAE Systems представила необычный дрон

Австралийское подразделение британской оборонной компании BAE Systems совместно с компанией Innovaero (Бруней) представили на авиасалоне в Авалоне (Австралия) свою последнюю разработку — гибридный военный беспилотник с вертикальным взлетом Strix. Беспилотник складывается до размеров 2,6\*4,5 м, что позволяет перевозить его в транспортном контейнере. В боевом положении он способен нести до 160 кг полезной нагрузки и преодолевать расстояние свыше 800 км. На авиасалоне Strix представлен, как многоцелевой БПЛА, выполняющий функции ударного беспилотника, оснащенного ракетами класса «воздух-земля», воздушного разведчика, а также в качестве ведомого в группе с боевыми вертолетами.

Планер беспилотника имеет ряд особенностей. Его передние крылья сделаны с наклоном вниз, а задние — вверх, что соответствует конфигурации типа X-wing.

На концах крыльев установлены несущие винты большого диаметра. Передние шасси несколько длиннее задних, из-за чего Strix передвигается по земле с приподнятым носом. Для взлета и посадки беспилотнику не требуется взлетная полоса. После запуска двигателей он становится на «дыбы» и взлетает вертикально, а после приземляется, также опираясь на задние колеса.

Кроме боевой нагрузки Strix может перевозить и другие полезные грузы. Он способен работать как в автономном режиме, так и в режиме дистанционного управления с БТР М113, реактивного беспилотника MQ-28, с наземной станции или с борта вертолета для усиления защиты его экипажа в боевой обстановке.

“ “

*Применяются совершенно новые инженерные решения и схемы в конструкции БПЛА, позволяющие использовать аэродинамические преимущества как вертолетных, так и самолетных типов беспилотников, интенсивно развивается направление гибридизации беспилотных летательных аппаратов и применения нестандартных инженерных решений.*

Источник: [vpk.name/news/693592\\_bae\\_systems\\_predstavila\\_neobychnyi\\_dron\\_vertikalnogo\\_vzleta\\_strix.html](http://vpk.name/news/693592_bae_systems_predstavila_neobychnyi_dron_vertikalnogo_vzleta_strix.html)

# ПОСТОЯННЫЕ МАГНИТЫ



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

По всем вопросам:  
**finman@uust.ru**

## Линейка малоразмерных электродвигателей

По всем вопросам:  
finman@uust.ru

### Электродвигатель МБ-3013

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

### Электродвигатель ЗА-504

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

### Электродвигатель МБ-4010

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

### Электродвигатель ЭД-БАС-4950/400

|                                    |                |  |  |
|------------------------------------|----------------|--|--|
| Номинальное напряжение             | 37В            | Пусковой момент при нагреве постоянных магнитов до 80 °С | 1029<br>мНм                                |
| Частота холостого хода             | 9250<br>об/мин | Напряжение в режиме взлёта                               | 40В  |
| Номинальная частота вращения       | 4920<br>об/мин | Линейная индуктивность                                   | 650<br>мГн                                 |
| Номинальный момент                 | 0,5<br>Нм      | Линейное сопротивление                                   | 0,93<br>Ом                                 |
| Фазный ток при номинальном моменте | 11,93А         | Момент инерции   | 57,6·10 <sup>-6</sup><br>кг·м <sup>2</sup> |



Передовая инженерная школа  
**Моторы Будущего**

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

