

Встреча Межведомственной коммуникационной площадки по инновационному развитию  
«Роль менеджмента знаний в трансфере технологий»  
17 февраля 2022 г.



# Использование внешних библиотек для обогащения корпоративной базы знаний Кейс АО «ОДК»

**Сергей Анатольевич Ревякин, Ph.D.**  
Президент корпоративного и академического  
сектора России Elsevier B.V.

**Гамируллин Марат Джаудатович, к.ф.-м.н.**  
Главный специалист отдела перспективных  
разработок АО «ОДК»

# Информация для проведения НИОКР

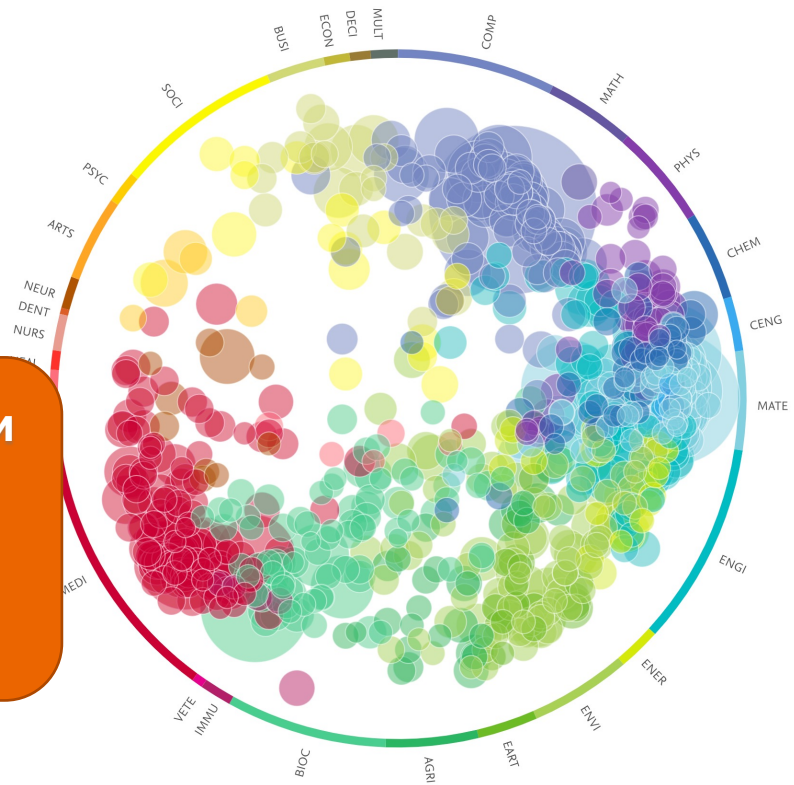
- Внешняя
- Внутрикorporативная

# Карта мировых научно-технических публикаций сегодня: качественно и вручную – не объять

R. Klavans, K.W. Boyack / Journal of Informetrics 11 (2017) 1158–1174



объем информации  
– первый вызов  
для  
эффективности  
НИОКР



**7 млн. новых документов** в сети ежедневно

**1 тыс. книг** в день

**200+ тыс. статей** в месяц

Записи научной информации

**удваиваются**

**каждые 15-20 лет**

Fig. 1. Visual map of the STS model of science. Each dot represents a topic.



# Информационная гигиена в условиях цифрового многообразия

ИЗВЕСТИЯ 12 | Новости | Статьи | Мнения | Фото | Видео | Инфографика | Рубрики

НАУКА | 29 мая 2019, 00:02

## В редакции что-то напутали: статьи ученых берут на веру

Откуда взялись хищники в мире научных журналов и при чем тут гамбургеры

Екатерина Кориненко  
Игнат Шестаков

BBC | BBC Account | Меню

## NEWS | РУССКАЯ СЛУЖБА

Главная | Новости | Россия | Британия | Бизнес | Наука | Видео | Подкасты | Спецпр

## Научный скандал года: ученые писали фейк-исследования, чтобы разоблачить лженауку

Николай Воронин  
Корреспондент по вопросам науки и технологий

4 октября 2018

Поделиться

repair technology and diagnostic mode, specific issue groups have be

Все версии статьи (5)

the echoes issuing from the flaws to be detected. Therefore, it cannot be cancelled by classical time averaging or matched band-pass filtering techniques.

Many signal processing techniques have been utilized for signal-to-noise ratio (SNR) improvement in ultrasonic NDT of highly scattering materials. The most popular one is the split spectrum processing (SSP) [1-3], because it makes possible real-time ultrasonic test for industrial applications, providing quite good results. Alternatively to SSP, wavelet transform (WT) based denoising/detection methods have been proposed during recent years [4-8], yielding usually to higher improvements of SNR at the expense of an increase in complexity. Adaptive time-frequency analysis by basis pursuit (BP) [9,10] is a recent technique for decomposing a signal into an optimal superposition of elements in an over-complete waveform dictionary. This technique and some other related techniques have been successfully applied to denoising ultrasonic signals contaminated with grain noise in highly scattering materials [11,12], as an alternative to the WT technique, the computational cost of the BP algorithm being the main drawback.

In this paper, we propose a novel matching pursuit-based signal processing method for improving SNR in ultrasonic NDT of highly scattering materials, such as steel and composites. Matching pursuit is used instead of BP to reduce the complexity. Despite its iterative nature, the method is fast enough to be real-time implemented. The performance of the proposed method has been evaluated using both computer simulation and experimental results. When the input SNR (SNRin) is lower than 0dB (the level of echoes from the microstructures is above the level of noise).

2. Matching pursuit

Matching pursuit was introduced by Mallat and Zhang [13]. Let us suppose an approximation of the ultrasonic backscattered signals  $x[n]$  as a linear expansion in terms of functions  $g_i[n]$  chosen from an over-complete dictionary. Let  $H$  be a Hilbert

space. We define the over-complete dictionary as a family  $D = \{g_i, i=0, 1, \dots, L\}$  of vectors in  $H$ , such as  $\|g_i\| = 1$ .

The problem of choosing functions  $g_i[n]$  that best approximate the analysed signal  $x[n]$  is computationally very complex. Matching pursuit is an iterative algorithm that offers sub-optimal solutions for decomposing signals in terms of expansion functions chosen from a dictionary, where  $l^1$  norm is used as the approximation metric because of its mathematical convenience. When a well-designed dictionary is used in matching pursuit, the non-linear nature of the algorithm leads to compact and sparse signal models.

In each step of the iterative procedure, vector  $g_m[n]$  which gives the largest inner product with the analysed signal is chosen. The contribution of this vector is then subtracted from the signal and the process is repeated on the residual. At the  $m$ th iteration the residue is

$$r^m[n] = \begin{cases} x[n] & m=0, \\ r^{m-1}[n] + \sigma_{i_m} g_{i_m}[n], & m \neq 0, \end{cases} \quad (1)$$

where  $\sigma_{i_m}$  is the weight associated to optimum atom  $g_{i_m}[n]$  at the  $m$ th iteration.

The weight  $\sigma_m^*$  associated to each atom  $g_i[n] \in D$  at the  $m$ th iteration is introduced to compute all the inner products with the residual  $r^m[n]$ :

$$\sigma_m^* = \frac{\langle r^m[n], g_i[n] \rangle}{\langle g_i[n], g_i[n] \rangle} = \frac{\langle r^m[n], g_i[n] \rangle}{\|g_i[n]\|^2} = \langle r^m[n], g_i[n] \rangle. \quad (2)$$

The optimum atom  $g_{i_m}[n]$  (and its weight  $\sigma_{i_m}$ ) at the  $m$ th iteration are obtained as follows:

$$g_{i_m}[n] = \underset{g_i \in D}{\operatorname{argmin}} \|\langle r^m[n], g_i[n] \rangle\|^2 = \underset{g_i \in D}{\operatorname{argmax}} |\langle r^m[n], g_i[n] \rangle|. \quad (3)$$

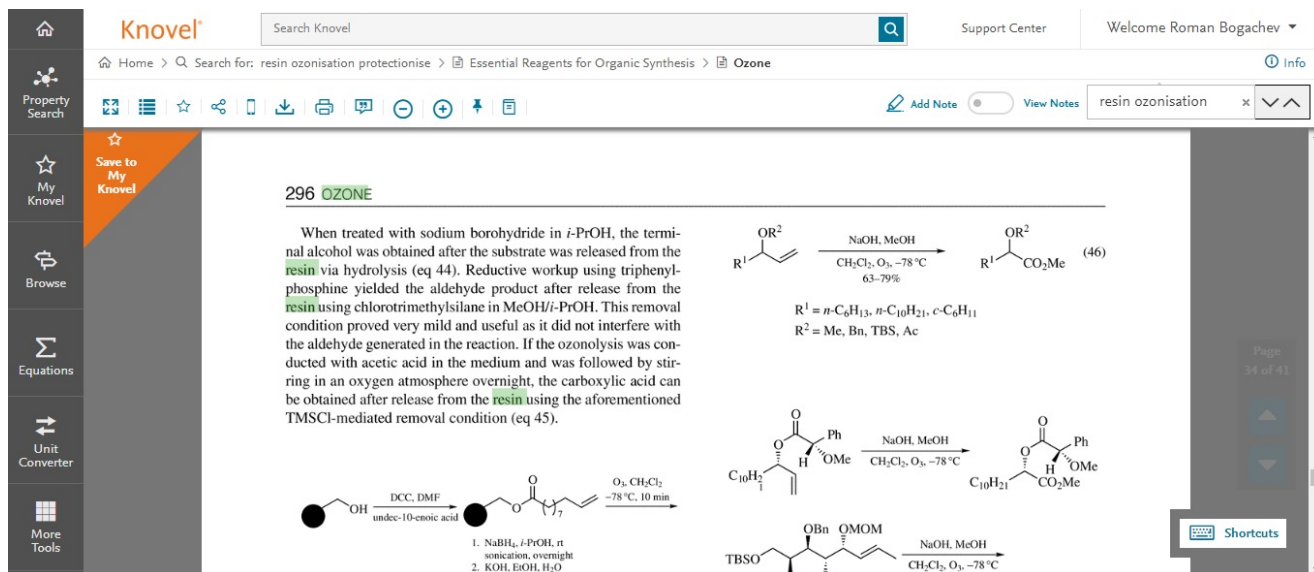
The computation of correlations  $\langle r^m[n], g_i[n] \rangle$  for all vectors  $g_i[n]$  at each iteration implies a high computational effort, which can be substantially reduced using an updating procedure derived from Eq. (1). The correlation updating procedure [13] is performed as follows:

$$\langle r^{m+1}[n], g_i[n] \rangle = \langle r^m[n], g_i[n] \rangle - \sigma_{i_m} \langle g_{i_m}[n], g_i[n] \rangle. \quad (4)$$

достоверность используемой информации – второй вызов для эффективности НИОКР

«Ошибиться можно в академических исследованиях, но не в военных разработках»

- Задача:** по результатам эксплуатации опытного сверхвысотного самолета **уплотнитель кабины пилота** разрушался менее чем за неделю. Обломки попадали с воздухозаборник двигателя и могли вызвать его остановку. Повторный запуск двигателя на высоте в условиях разряженного воздуха невозможен. Необходимо было найти причину и решение для продления ресурса



Knovel Search Knovel Support Center Welcome Roman Bogachev

Home > Search for: resin ozonisation protection > Essential Reagents for Organic Synthesis > Ozone

resin ozonisation

296 OZONE

When treated with sodium borohydride in *i*-PrOH, the terminal alcohol was obtained after the substrate was released from the resin via hydrolysis (eq 44). Reductive workup using triphenylphosphine yielded the aldehyde product after release from the resin using chlorotrimethylsilane in MeOH/*i*-PrOH. This removal condition proved very mild and useful as it did not interfere with the aldehyde generated in the reaction. If the ozonolysis was conducted with acetic acid in the medium and was followed by stirring in an oxygen atmosphere overnight, the carboxylic acid can be obtained after release from the resin using the aforementioned TMSCl-mediated removal condition (eq 45).

$$\text{R}^1\text{-CH}=\text{CH-OR}^2 \xrightarrow[\text{CH}_2\text{Cl}_2, \text{O}_3, -78^\circ\text{C}]{\text{NaOH, MeOH}} \text{R}^1\text{-CH}_2\text{-CO}_2\text{Me} \quad (46)$$

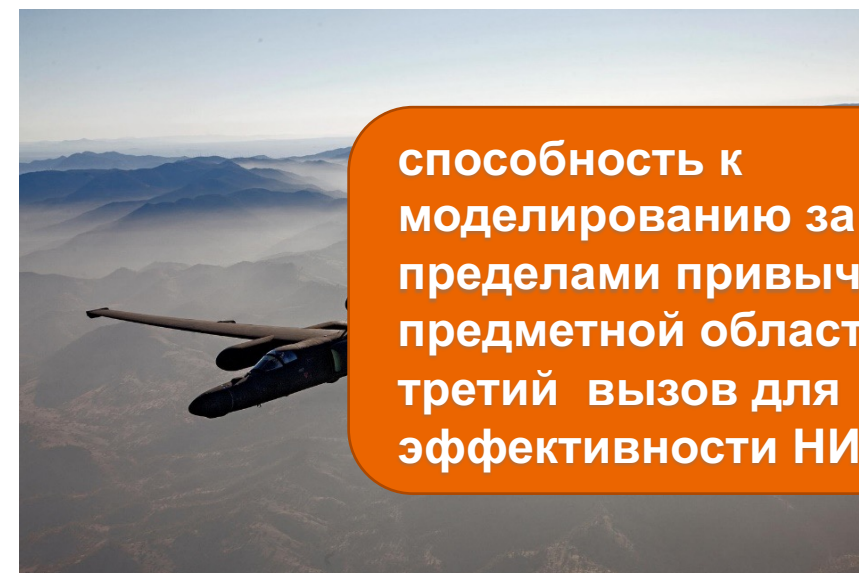
$$\text{R}^1 = n\text{-C}_6\text{H}_{13}, n\text{-C}_{10}\text{H}_{21}, c\text{-C}_6\text{H}_{11}$$

$$\text{R}^2 = \text{Me, Bn, TBS, Ac}$$

$$\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{-CH}=\text{CH-OMe} \xrightarrow[\text{CH}_2\text{Cl}_2, \text{O}_3, -78^\circ\text{C}]{\text{NaOH, MeOH}} \text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{-CH}_2\text{-CO}_2\text{Me}$$

$$\text{TBSO-CH}_2\text{-CH}(\text{OBn})\text{-CH}(\text{OMOM})\text{-CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow[\text{CH}_2\text{Cl}_2, \text{O}_3, -78^\circ\text{C}]{\text{NaOH, MeOH}}$$

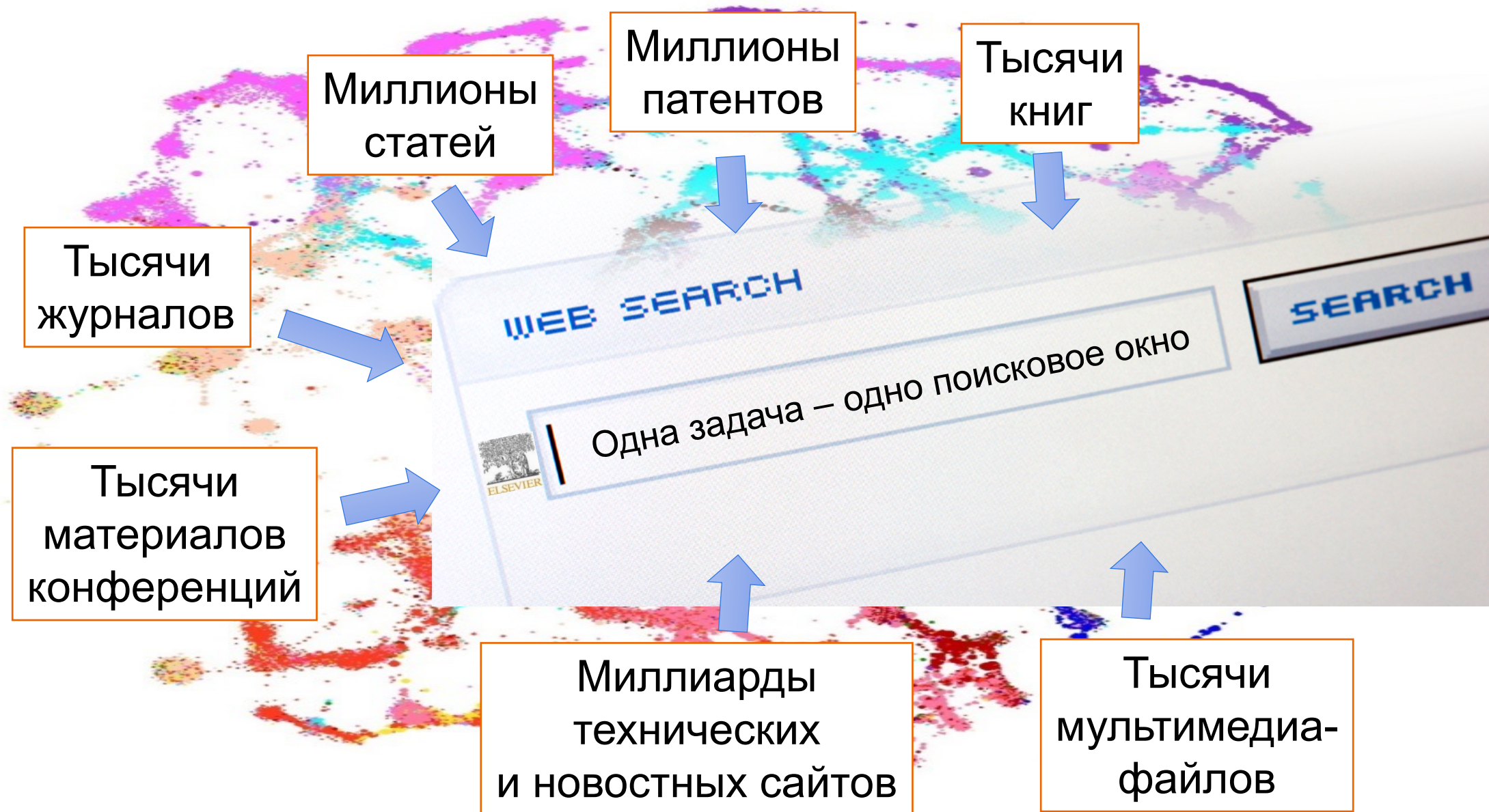
$$\text{undec-10-enoic acid} \xrightarrow[\text{undec-10-enoic acid}]{\text{DCC, DMF}} \text{undec-10-enoic acid} \xrightarrow[\text{O}_3, \text{CH}_2\text{Cl}_2, -78^\circ\text{C}, 10 \text{ min}]{\text{1. NaBH}_4, i\text{-PrOH, rt, 2. KOH, EtOH, H}_2\text{O}}$$



способность к моделированию за пределами привычной предметной области - третий вызов для эффективности НИОКР

- Решение:** с помощью инженерной библиотеки Elsevier были всесторонне исследованы вопросы составления резиновых композитов и способы их проектирования. Была найдена статья департамента канализационного хозяйства штата Калифорния, в которой упомянуты случаи чрезвычайно быстрого разрушения уплотнителей установок озонирования воды. Инженерами были проведены аналогии между условиями в камерах озонирования и условия полета на границе озонового слоя Земли. Причиной разрушения уплотнителя оказалась высокая концентрация озона. Защита от озона была найдена в той же библиотеке с помощью справочников производителя резин DuPont. Решением было введение силикона в состав резиновой смеси по специальной технологии.

# Цифровые инструменты анализа научно-технических публикаций



# Три протокола обогащения корпоративной базы знаний за счет ВНЕШНИХ ИСТОЧНИКОВ

1. Прямой доступ к банкам мировой научно-технической информации (веб-интерфейс)
2. API-модели интеграции
3. Передача массивов данных

# ОБЪЕДИНЕННАЯ ДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ (создана в 2007 году)



- ✓ 12 городов присутствия в России
- ✓ 7 опытно-конструкторских бюро
- ✓ 10 производственных предприятий
- ✓ 5 авиаремонтных заводов
- ✓ > 93 000 высококвалифицированных сотрудников
- ✓ > 20 000 двигателей в эксплуатации



ИНФОРМАЦИЯ – ЭТО ПУТЬ К УСПЕХУ

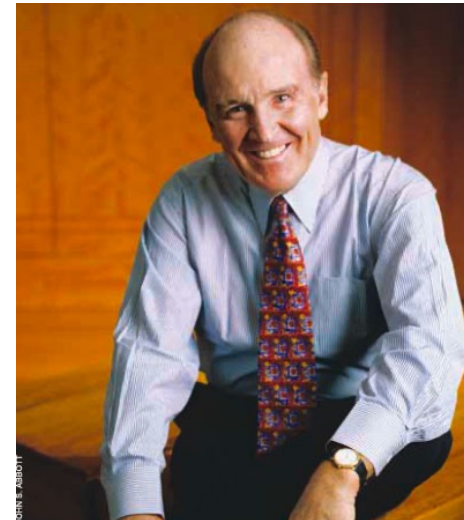
Результат – новый материал –NORYL



10M \$ инвестиций  
~8 лет и 1B+ \$ доход

Проанализированные публикации привели химика Дена Фокса из команды Уэлша к решению добавить ряд полимеров, в результате чего получился термостойкий полимер – «noryl».

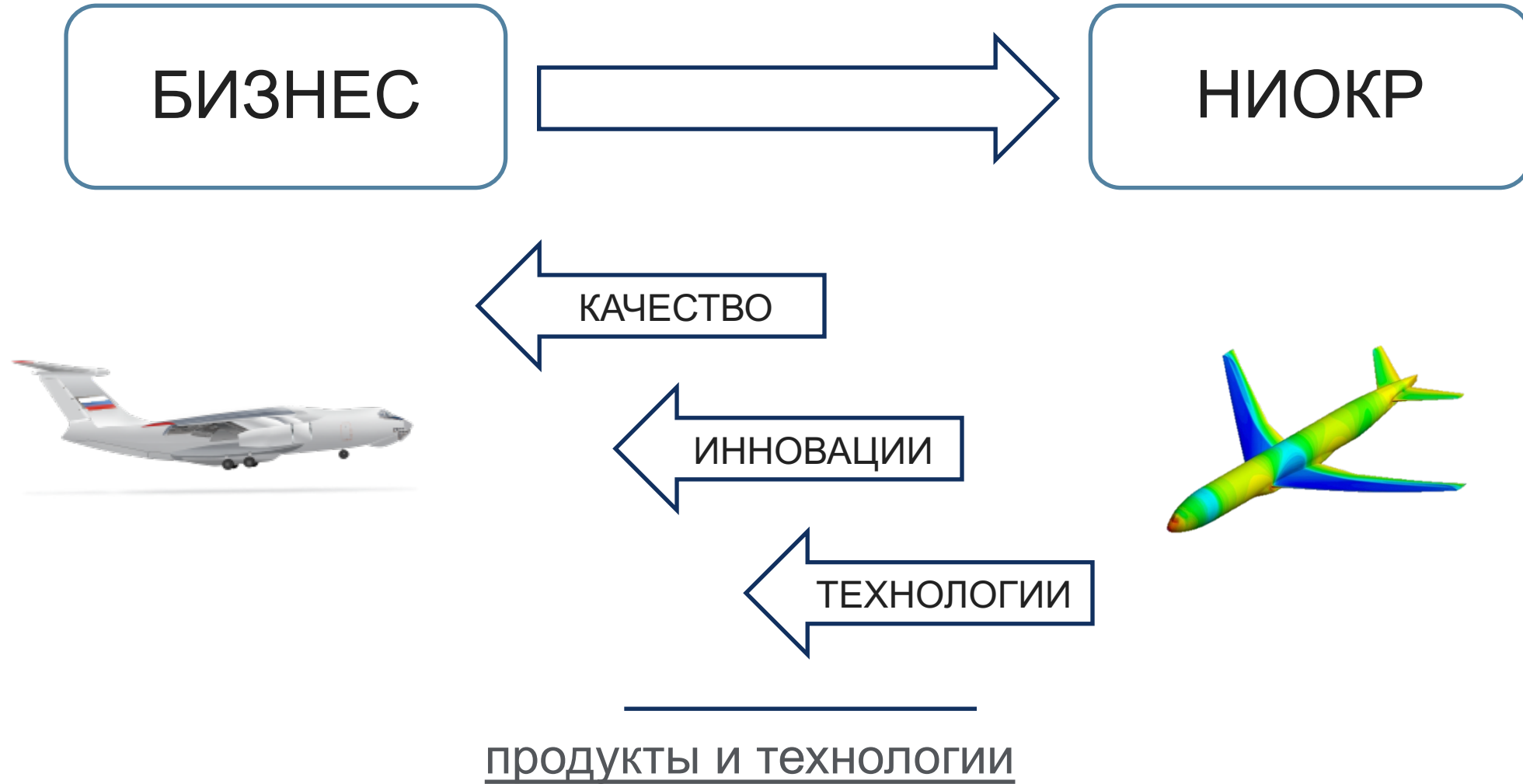
Ph.D Джек Уэлш решил проблему разрушения высокотемпературного термопласта в самом начале своей карьеры



Проблема

Предполагалось что термопласт заменит металлические трубы для горячей воды, однако он не выдерживал высоких температур, инвестиции в 10M \$ не оправдывали себя.

# ГЛОБАЛЬНАЯ ЦЕЛЬ



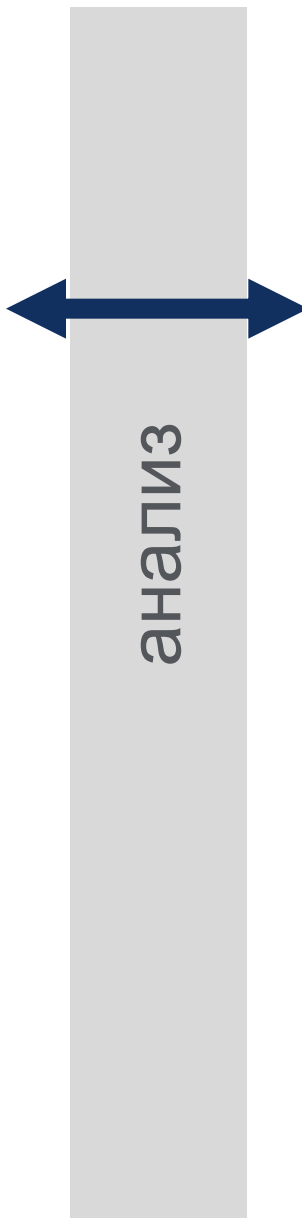
## ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

### ВНЕШНЯЯ ИНФОРМАЦИЯ

(информация из открытых  
источников)

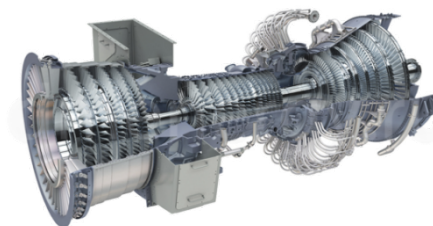
- ОПЕРАТИВНОСТЬ
- ДОСТОВЕРНОСТЬ
- АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОВ
- ПОЛНОТА
- СТРУКТУРИРОВАННОСТЬ
- НОВОСТИ
- ПРОГНОЗЫ И ТРЕНДЫ
- ОБОСНОВАНИЯ
- ...

СОВРЕМЕННЫЕ ИТ-РЕШЕНИЯ



### ВНУТРЕННЯЯ ИНФОРМАЦИЯ

(собственная информация  
компании)



# КЛАССИФИКАЦИЯ ВНЕШНЕЙ ИНФОРМАЦИИ



## ВНЕШНЯЯ ИНФОРМАЦИЯ ВЫСОКОГО УРОВНЯ



## БОЛЕЕ ДЕТАЛЬНЫЕ ЦЕЛИ

1. Конкурентоспособность и качество создаваемой продукции.
2. Наставничество нового типа.
3. Оперативная отработка сценариев развития техники.
4. Прогнозирование трендов развития – интеллектуальные системы поиска и анализа (интеграция отчетов).
5. Оперативное решение научно-технологических задач.
6. Технологический поиск информации для реверс-инжиниринга.
7. Отсутствие дублирования НИОКР.
8. Технологический маркетинг – прогнозирование и новые технологии.

---

ИНФОРМАЦИЯ

# ИЗДАТЕЛЬСТВО ELSEVIER – КАК ИСТОЧНИК ВНЕШНЕЙ ИНФОРМАЦИИ



качество



ВСЯ ИНФОРМАЦИЯ ПРОВЕРЯЕТСЯ  
ЭКСПЕРТАМИ И ЭКСПЕРТНЫМИ  
СООБЩЕСТВАМИ



конкурентоспособность



№1 В МИРЕ ПО КОЛИЧЕСТВУ



технологическое  
развитие



ПРОДВИНУТЫЕ АЛГОРИТМЫ И  
ИНТЕРФЕЙС ПОИСКА



окупаемость вложений

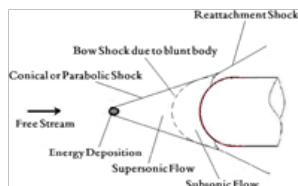
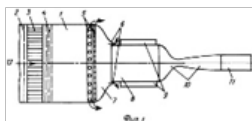


ИНСТРУМЕНТЫ  
ВИЗУАЛИЗАЦИИ И  
АНАЛИТИКИ  
BIG DATA



ELSEVIER

# ИНФОРМАЦИЯ И РЕЗУЛЬТАТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ



## Technology Readiness Level (TRL) by NASA

Уровень готовности технологии

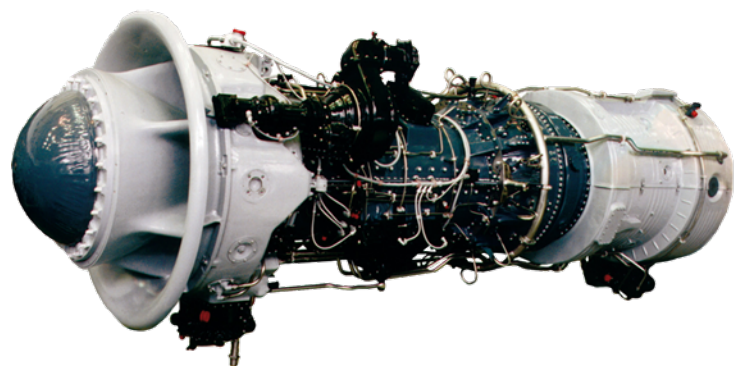
<b>TRL - 9</b>	1) Постановка на производство 2) Запуск в серию 3) Коммерциализация	<b>SEED</b> (Посевной)	<b>I+ публикаций</b>
<b>TRL - 8</b>	Финальный прототип (pre-production) готовый к опытной/малой серии		
<b>TRL - 7</b>	Пилотные/полевые испытания и тесты прототипов	<b>PRE - SEED</b> (Предпосевной)	<b>X+ публикаций</b>
<b>TRL - 6</b>	Первый прототип <<похожий на ожидания>>		
<b>TRL - 5</b>	Этап конструирования узлов и модулей		
<b>TRL - 4</b>	Лабораторный прототип (<<на коленке>>) (proof of concept)	<b>Фаза научных исследований и изысканий</b>	<b>XXX+ публикаций</b>
<b>TRL - 3</b>	Разработка базовой технологии в лаборатории, гараже		
<b>TRL - 2</b>	Техническая проработка, формирование концепта		
<b>TRL - 1</b>	Идея		

# ОРГАНИЗАЦИЯ ПОИСКА

Запрос



ОХВАТ МАКСИМАЛЬНОГО  
КОЛИЧЕСТВА КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ



ПОИСК СТАТЬИ В  
SCIENCEDIRECT

ENGINEERING VILLAGE  
KNOVEL  
SCOPUS

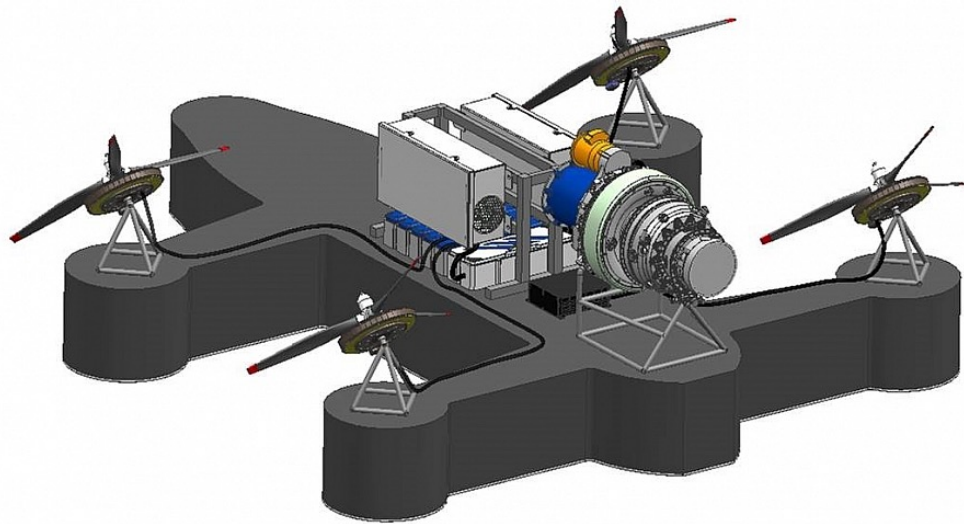
Инфометрика  
Scopus/Scival

Анализ по  
критериям поиска

Загрузка данных во  
внутренний портал

Задача: обзор гибридных и электрических самолетов

ПОИСК СТАТЬИ В  
SCIENCEDIRECT



Find articles with these terms  
electric, hybrid and turboelectric



Advanced search

22 results

Set search alert

Refine by:

Years

2020 (5)

Download selected articles

sorted by *relevance* | *date*

Review article  Full text access

**Electric, hybrid, and turboelectric** fixed-wing aircraft: A review of concepts, models, and design approaches

Progress in Aerospace Sciences, Volume 104, January 2019, Pages 1-19

Benjamin J. Brelje, Joaquim R. R. A. Martins

ScienceDirect



## Контур

Аннотация

Номенклатура

1. Введение
2. Основы электродвигателя самолета
3. Продукты, прототипы и концепции
4. Эффекты электрификации на уровне самол...
5. Архитектура электрической системы
6. Управление температурным режимом
7. Моделирование, симуляция и оптимизация
8. Выводы

Источники финансирования

Конфликт интересов

Подтверждения

Ссылки

Показать полный план

## Цифры (8)



## Прогресс в аэрокосмических науках

Том 104 , январь 2019 года , страницы 1-19



# Электрические, гибридные и турбоэлектрические самолеты: обзор концепций, моделей и подходов к проектированию

Бенджамин Дж. Брелье  Жоаким , Р.Р. , Мартинс

[Показать больше](#)

<https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2018.06.004>

[Получить права и контент](#)

## Аннотация

После значительных государственных и отраслевых исследований, электрические двигательные установки стали важной темой исследований. В этой статье дается обзор научной и деловой литературы о самолетах с неподвижным крылом, приводимых в движение полностью или частично с помощью электричества. Это включает в себя полностью электрическую, гибридную электрическую и турбоэлектрическую архитектуры. Мы вводим классификацию электрических самолетов, технологических факторов и параметров

## Рекомендуемые статьи

Краткий обзор наземных и летных отка...  
Прогресс в аэрокосмических науках, том 107...

[Скачать PDF](#) [Посмотреть детали](#)

От идеи до полета - обзор разработки ...  
Прогресс в аэрокосмических науках, том 104...

[Скачать PDF](#) [Посмотреть детали](#)

Концептуальный проект гибридно-эле...  
Прогресс в аэрокосмических науках, том 79, ...

[Скачать PDF](#) [Посмотреть детали](#)

[1](#) [2](#) [следующий](#)

## Цитирование статей (26)

## Метрики статьи

### Цитирование

Индексы цитирования: 26

### Захватывает

Экспорт-Экономит: 5

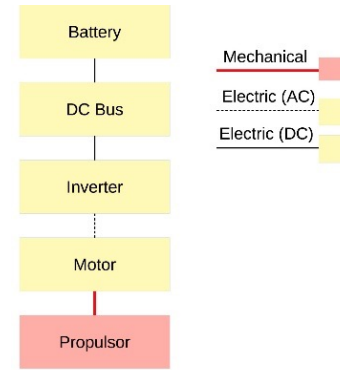
Читатели: 417

# КЕЙС №1

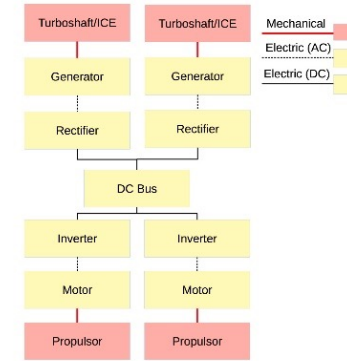
Architecture	$H_P$	$H_E$	Diagram	
Conventional		0	0	
All-Electric		1	1	2a
Turboelectric		>0	0	2b
Series Hybrid		1	<1	2c
Parallel Hybrid		<1	<1	2d

Name	1st flight yr	Arch. <sup>a</sup>	Seats	TOGW (kg)	Max power (kW)	$e_b$ (W hr/kg)	Range (nmi)/Endur	Remarks
Lange Antares 20E	2003	E	1	660	42	136	NA	1st elec. aircraft w/airworthiness cert.; commercially avail. motorglider
Fishman Electraflyer C	2008	E	1	283	13.5		90min	Converted motorglider; Li-Po battery

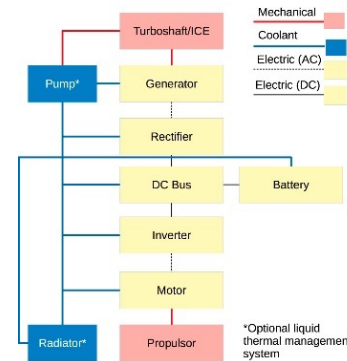
$$R_f = \frac{L}{D} \eta_p \eta_{int} \eta_{eng} \frac{e_f}{g} \ln \left( \frac{1}{1 - m_f / m_{TO}} \right)$$



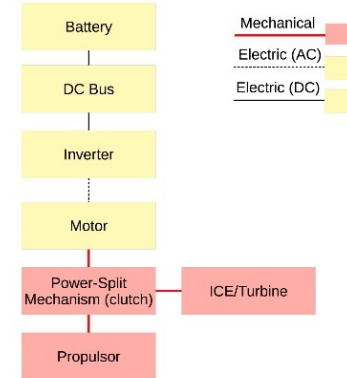
(a) All Electric



(b) Twin Turboelectric



(c) Series Hybrid (with Liquid Cooling)



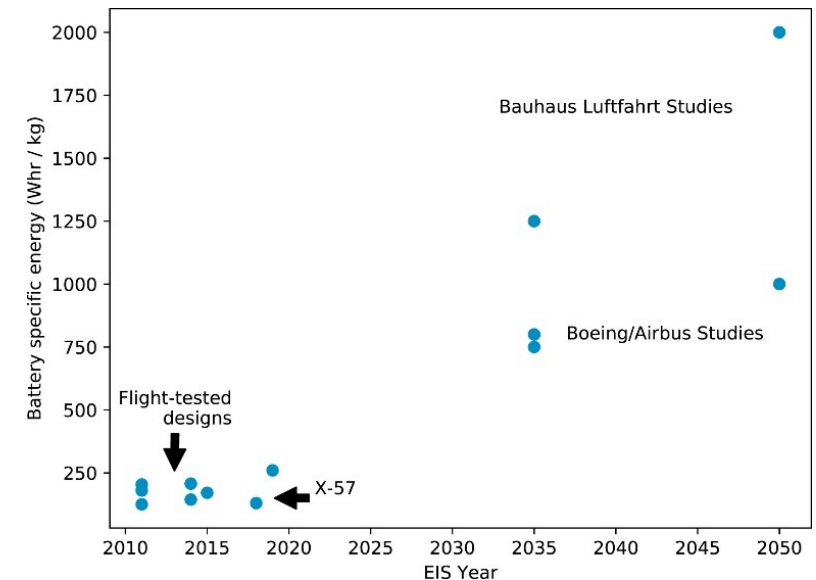
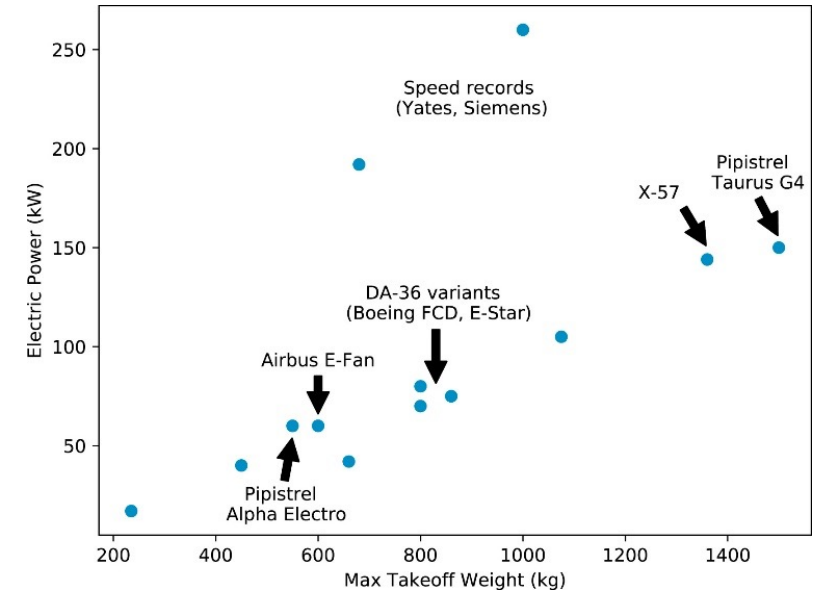
(d) Parallel Hybrid

	GT-HEAT [142,154,164]	NASA X-57	NASA N-3X	ESAero [67]	Bauhau Luftfah
Aerodynamics	FLOPS/drag polar; BLI benefit based on flat-plate momentum thickness	Design using vortex lattice/boundary layer codes; some CFD for analysis [51,85,158]	CFD results from similar configuration, with increment for BLI [56]	Drag polar	L/D correct method from Torenb [16]
Structures	NA	6 DOF beam	NA	NA (for MDAO); NA	

Table 3. Summary of electric fixed-wing aircraft concepts and studies.

Name	Target EIS yr	Arch. <sup>a</sup>	Seats	TOGW (kg)	Max power (MW)	$e_b$ (W hr/kg)	Design Range (nmi)	Remarks	Ref
NASA X-57 "Maxwell"	2018	E	2	1360	0.144	130		2×72kw tip motors; manned demonstrator; leading-edge DP	[[51], [52], [53]]
NASA STARC-ABL	2035	TE	154	60000	2.6 <sup>b</sup>		3500	-9.4% fuel burn; tube/wing config. w/tailcone BLI prop.	[54,5 5]
NASA N3-X	2045	TE	300	227000	50		7500	-10% FB due to EP; supercond.; HWB w/BLI dist. prop.	[27, [56], [57], [58],

$$\eta_e = \eta_g \eta_r \eta_{bus} \eta_i \eta_m,$$



Задача: гибридизация  
среднего вертолета





Copyrighted Materials  
Alfred Gessow Rotorcraft Center  
University of Maryland



## ASSESSMENT OF POWER SOURCES AND ELECTRIC MOTORS FOR HYBRID TILTROTORS

VENGALATTORE T. NAGARAJ  
Senior Research Scientist

INDERJIT CHOPRA  
Alfred Gessow Professor and Director

Presented at the 40th European Rotorcraft Forum 2014  
September 2-5, 2014, Southampton, U.K.



### Electric Motors and Generators



#### Desirable characteristics of electric motors

- High instant power
- High power density
- High torque at low rotor RPM, (300 to 500 RPM)
- High efficiency over a wide RPM range
- Scalability
- High reliability and robustness
- Fault tolerance
- Low cost



### SOME PREVIOUS ANALYTICAL STUDIES



#### Electric Helicopters

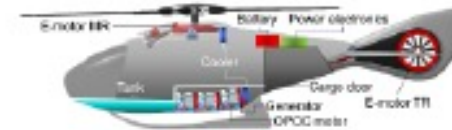
- NASA/Ames: Datta, A., and Johnson, W., 2010
- Southampton: Buyschaert, F., Hendrick P., and Newman, S., 2012

#### Diesel Engines for Helicopters

- Turbomeca/SAFRAN: Richard, S., Alix, G., Wasselin, T., Dabadie, J-C., Matrinez, L., and LeBerr, F., 2013

#### Electric and Hybrid Helicopters

- Eurocopter: Jaenker, P., Stuhlberger, J., Hoffmann, F., Niesl, G., and Kloeppel, V., 2010
- Maryland: Nagaraj, V.T., and Chopra, I., 2014





## Summary and Conclusions



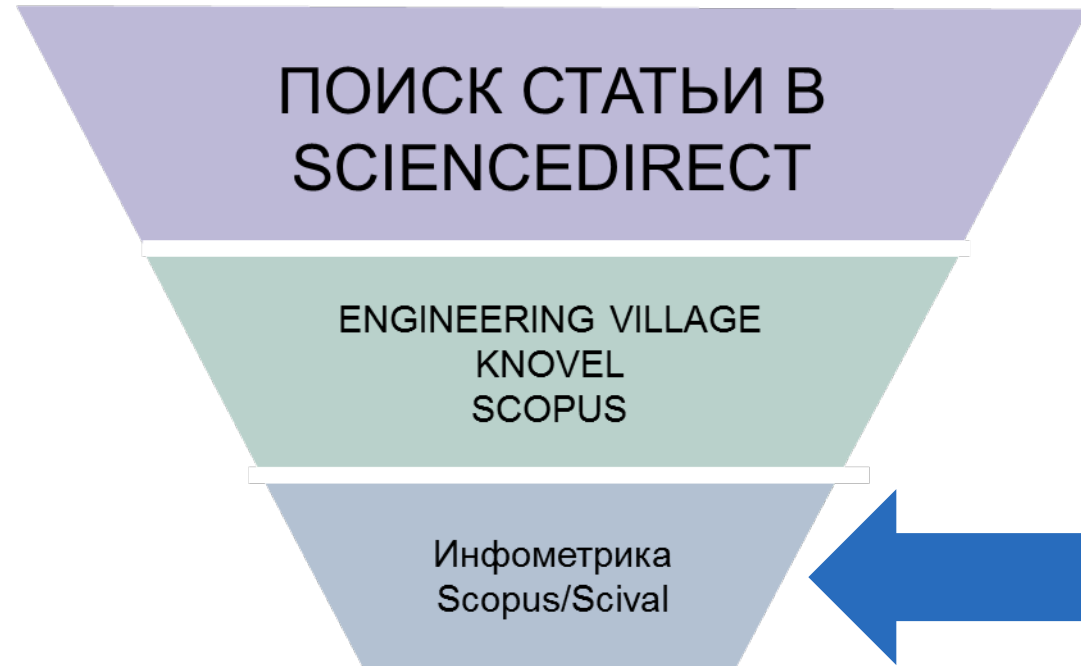
1. For best performance, rotors of Tiltrotor aircraft need a continuously variable RPM both in hover and in forward flight.
2. Compared power sources: Turboshaft, Diesel, Gasoline, Batteries, and Electric Motors
  - Need for speed reduction gear box, preferably Continuously Variable Transmission
  - Diesel Engine, with high torque at low RPM and high torque over large RPM range, well suited for Continuously Variable Transmission
  - Electric motor suited for Continuously Variable Transmission
3. Current technology battery and fuel cell (PEMFC) result in very heavy vehicle.  
 To match baseline turboshaft powered Tiltrotor,  
 Need 11X increase in battery energy density  
 Need 66% reduction in hydrogen fuel tank weight and  
 3.2X increase in PEMFC stack specific power



## Summary and Conclusions



4. Diesel engine alone option results in 7.3% reduction in Take-off weight and 51% reduction in fuel consumption
5. Hybrid (diesel engine + generator) combination results in 34% increase in Take-off weight and 34% reduction in fuel required
6. Hybrid option requires 87% increase in power density of (motor+gearbox+controller) to match baseline Turboshaft vehicle.
7. Targets for Batteries, Fuel Cells, Motors:
  - Battery Power Density: 1.32 kWh/kg
  - PEMFC Fuel Cell Stack Power Density: 2.08 kWh/kg
  - Hydrogen Tank Weight: Weight of Hydrogen fuel/ 0.15
  - Specific Power of (Electric Motor+ Reduction Gear + Controller): 5.17 kW/kg



239 результатов поиска документов

Выберите диапазон годов для анализа: 1990

по 2020

Анализировать

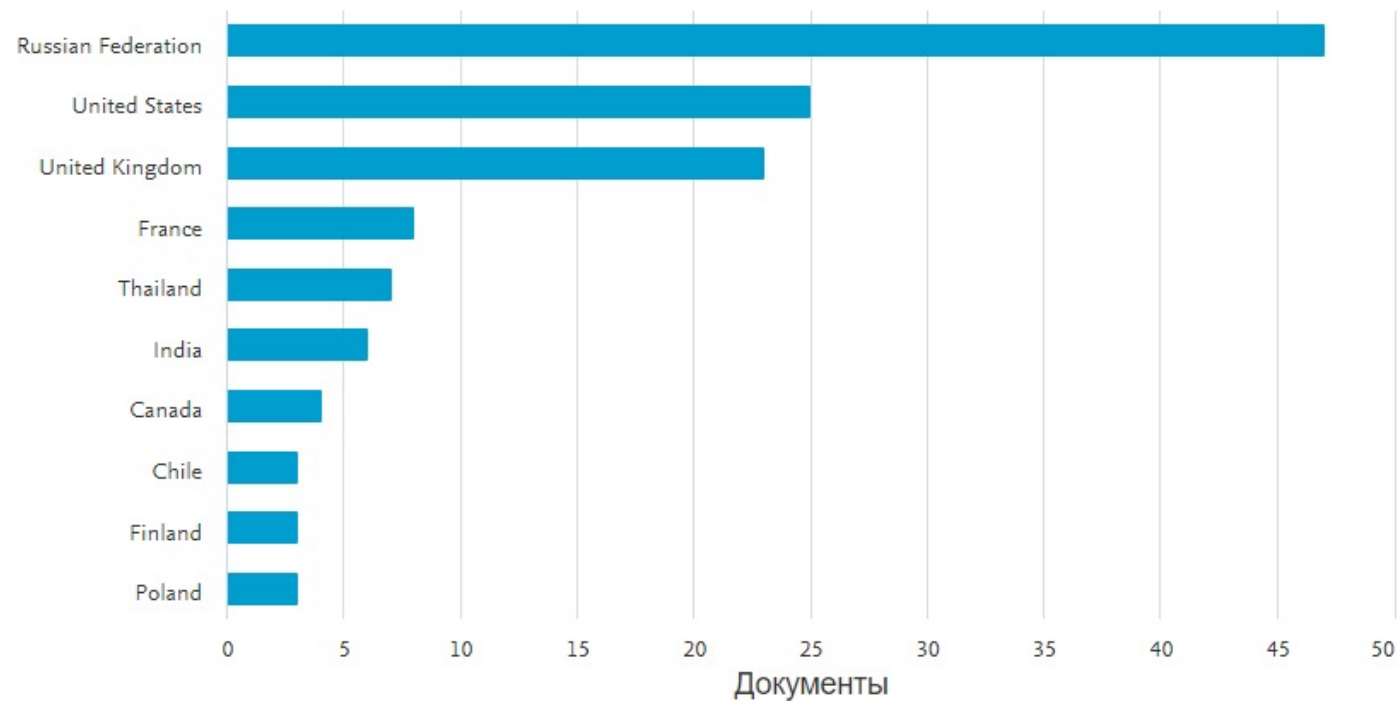
Страна ↑

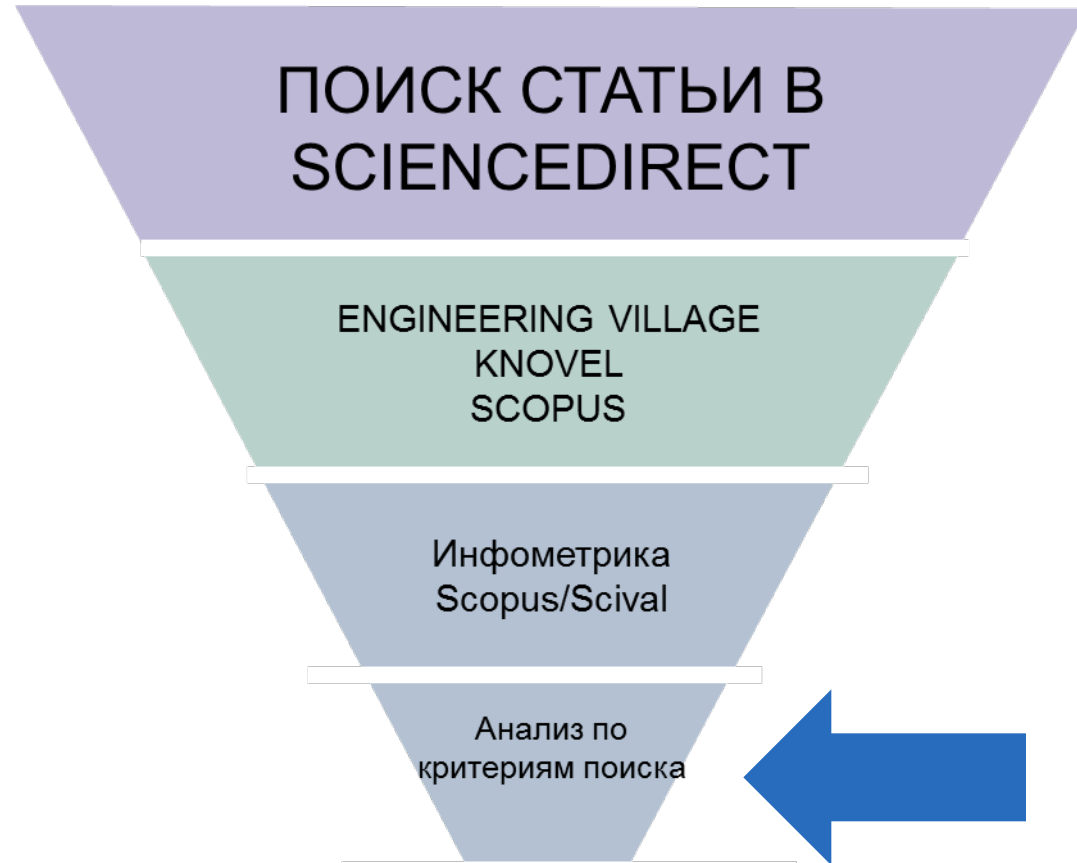
Документы ↓

<input type="checkbox"/> Russian Federation	47
<input type="checkbox"/> United States	25
<input type="checkbox"/> United Kingdom	23
<input type="checkbox"/> France	8
<input type="checkbox"/> Thailand	7
<input type="checkbox"/> India	6
<input type="checkbox"/> Canada	4
<input type="checkbox"/> Chile	3
<input type="checkbox"/> Finland	3

## Документы по странам или территориям

Сравните количества документов максимум по 15 странам/территориям.



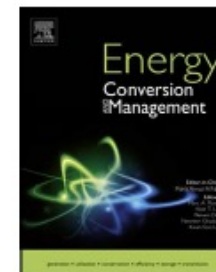




Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

## Energy Conversion and Management

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/enconman](http://www.elsevier.com/locate/enconman)



## Fuel consumption of rotorcrafts and potentiality for hybrid electric power systems

T. Donateo\*, A. Carlà, G. Avanzini

*Department of Engineering for Innovation, Università del Salento, Campus Ecotekne, Italy*

### ARTICLE INFO

*Keywords:*

Hybrid power systems  
Fuel economy  
Helicopters  
Batteries  
Turbo shaft engines

### ABSTRACT

The paper proposes a simulation approach to evaluate the power required by a rotorcraft in standard flight missions and in emergency landing maneuvers, and the corresponding fuel consumption, in order to compare the feasibility and potential fuel savings for different hybrid power systems. More in detail, three options are analyzed, namely electrification of the tail rotor, fully hybrid electric propulsion and electric emergency landing. Weight penalty and potential fuel saving for the proposed hybridization schemes are evaluated for an Agusta-Westland A109 twin engine helicopter model. Nonetheless the discussed methods of analysis have general validity for single main rotor helicopter configurations.

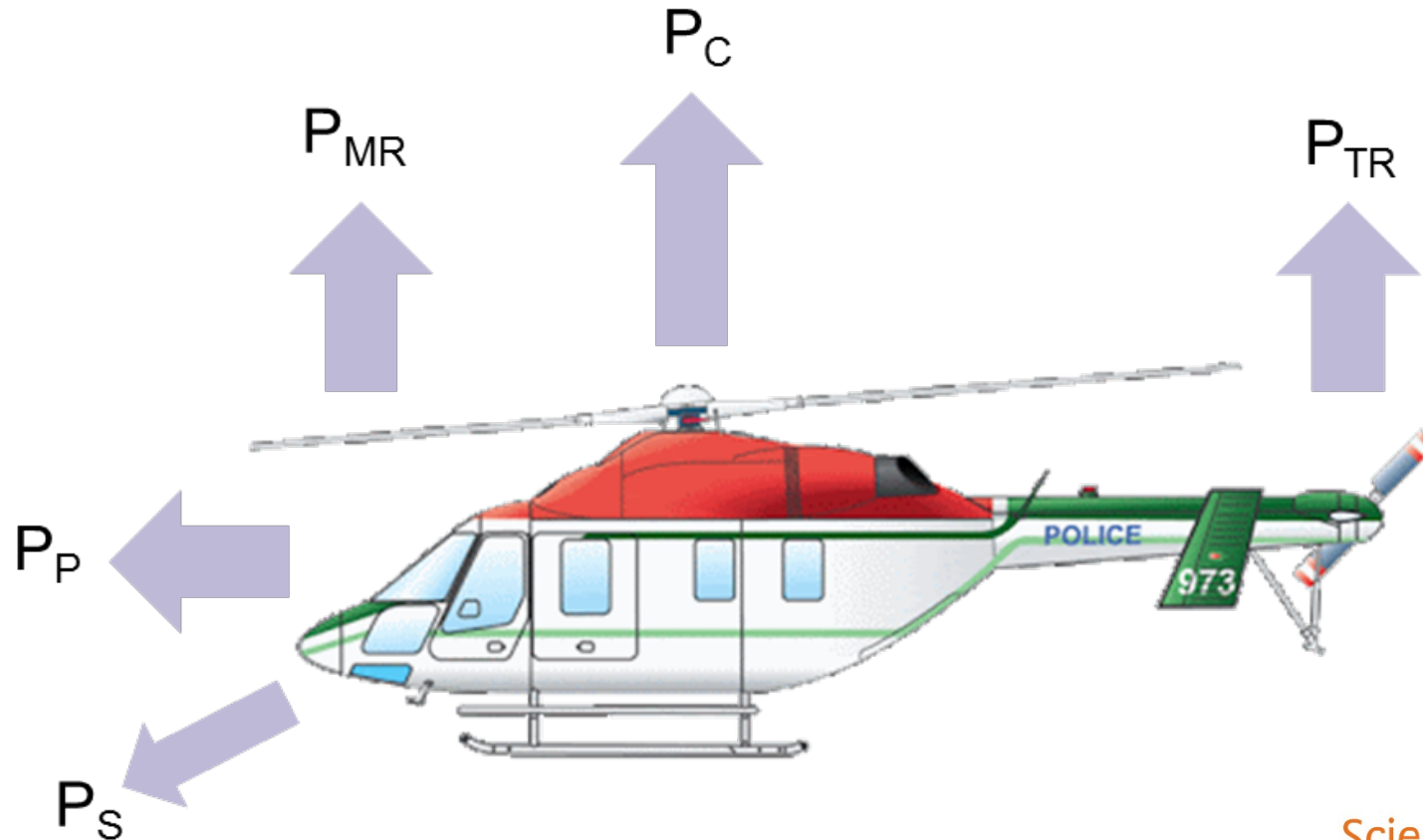
# МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ПРИМЕРЕ AGUSTA WESTLAND 109

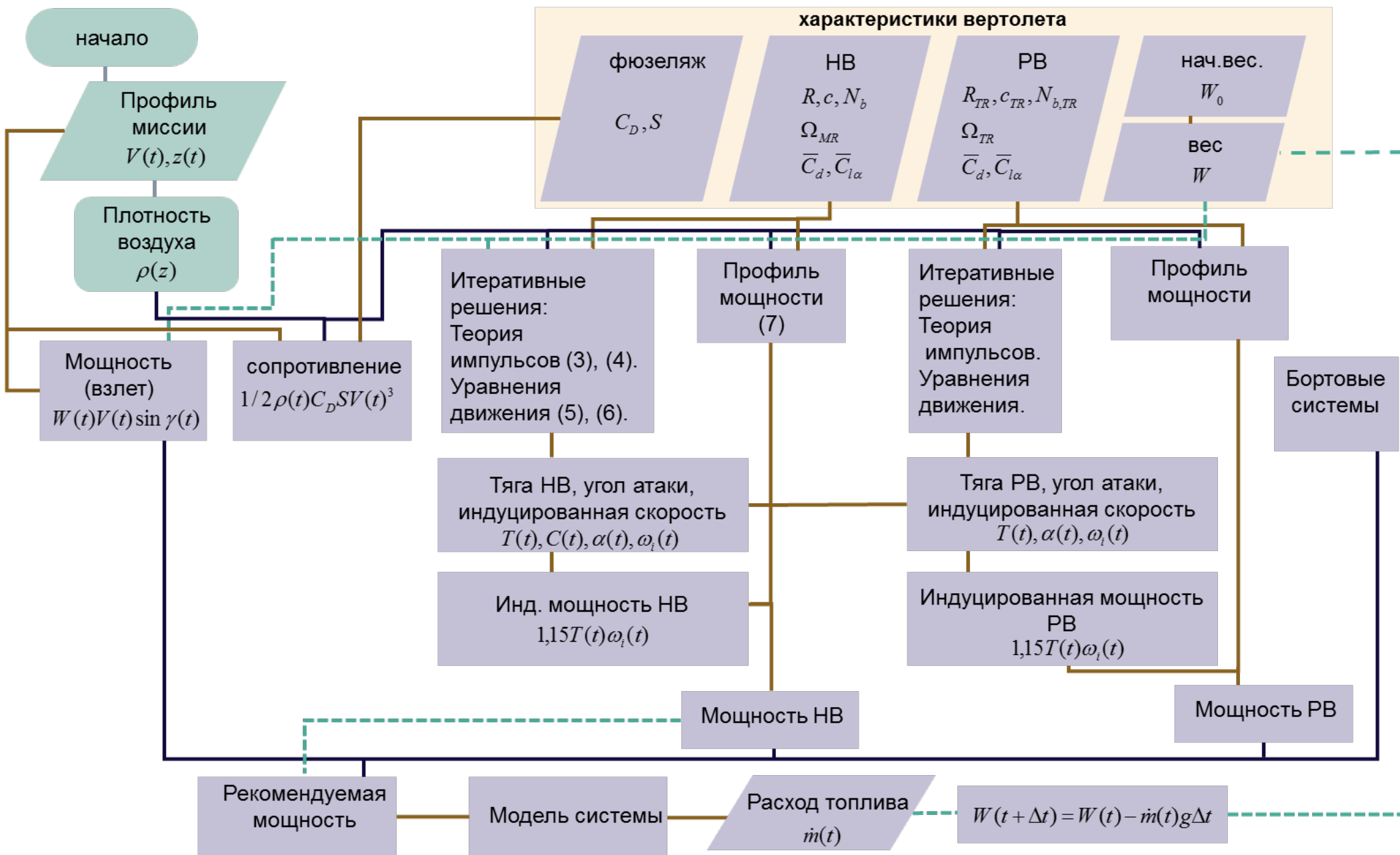


$W=2950$  кг  
 $2 \times 538$  кВт

# РАСХОД МОЩНОСТИ – ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ

$$P_R = P_p + P_{MR} + P_{TR} + P_C + P_S$$





$$P_R = P_p + P_{MR} + P_{TR} + P_C + P_S \quad (1) \text{ суммарная мощность;}$$

$$P_p = DV = 1/2 \rho V^3 SC_D$$

$$P_C = WV \sin \gamma$$

$$\frac{dh}{dt} = V \sin \gamma$$

$$P_S = const$$

$$P_{MR} = P_{ind} + P_{pr} \quad (2) \text{ мощность НВ;}$$

$$P_{ind} = 1,15 P_{id}$$

$$P_{id} = \tau \omega_i$$

$$T = 2 \rho (\pi R^2) V_D \omega_i \quad (3) \text{ роторная тяга;}$$

$$V_D = \sqrt{(V \sin \alpha - \omega_i)^2 + (V \cos \alpha)^2} \quad (4) \text{ скорость на диске;}$$

$$\frac{W}{g} \frac{dV}{dt} = -T \sin \alpha - D - W \sin \gamma$$

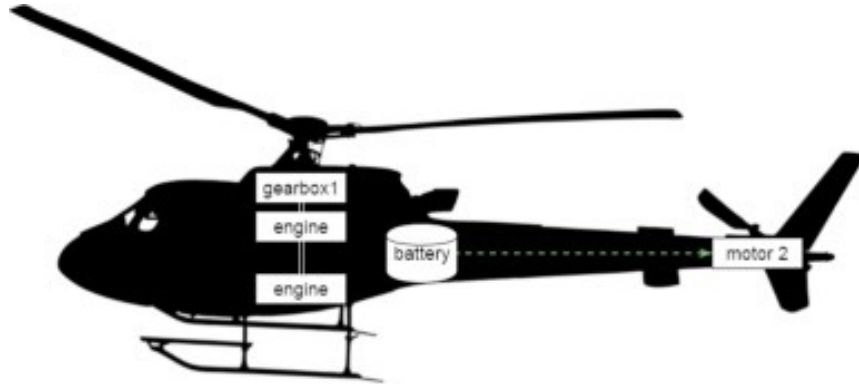
$$\frac{W}{g} V \frac{d\gamma}{dt} = T \cos \alpha - W \cos \gamma$$

$$P_{pr} = (\rho \pi \Omega_{MR}^2 R^4) \frac{\sigma \overline{C_D}}{8} (1 + 3\varphi^2)$$

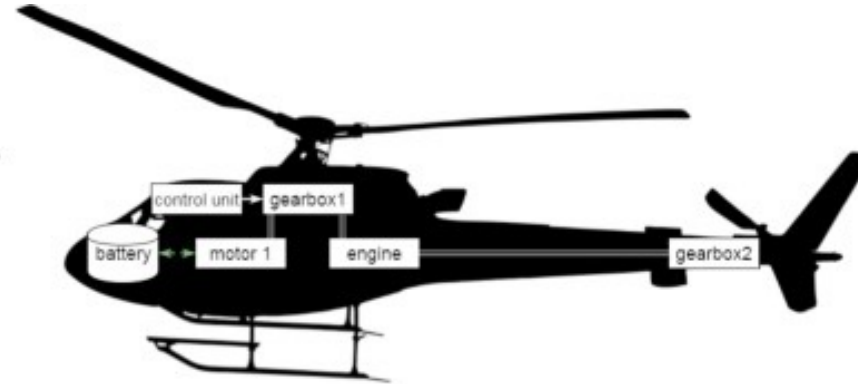
$$\sigma = N_b c / (\pi R)$$

$$\varphi = V / \Omega R$$

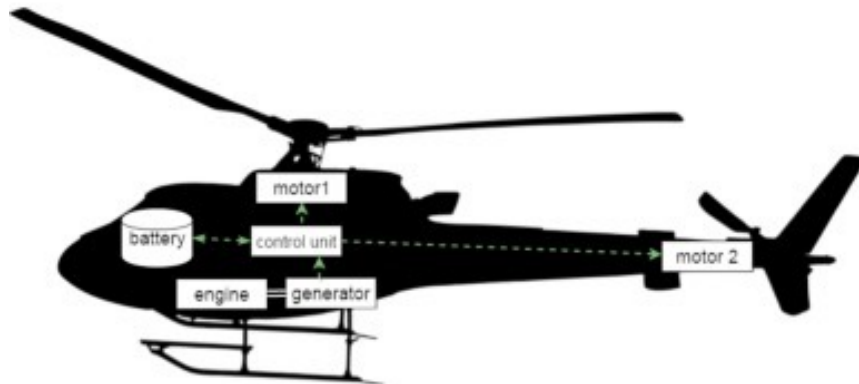
# АРХИТЕКТУРЫ ГИБРИДИЗАЦИИ



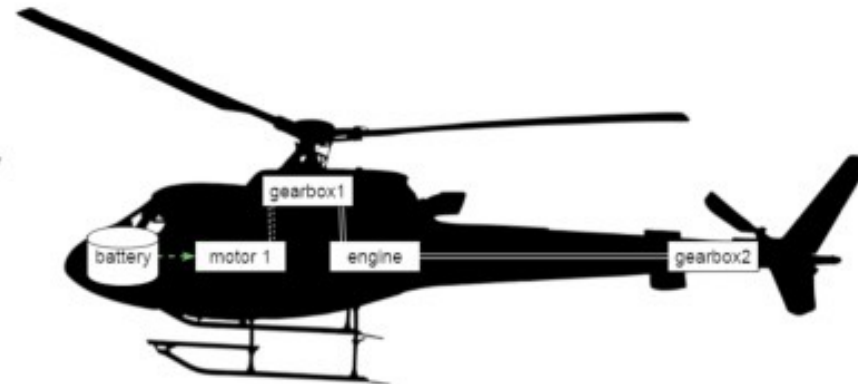
a) Electric tail rotor



b) Parallel hybrid electric

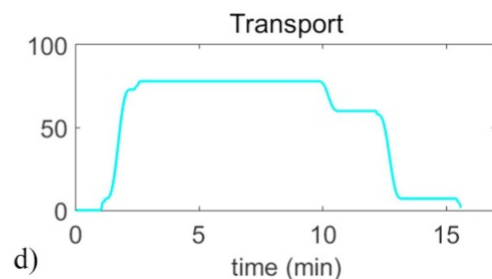
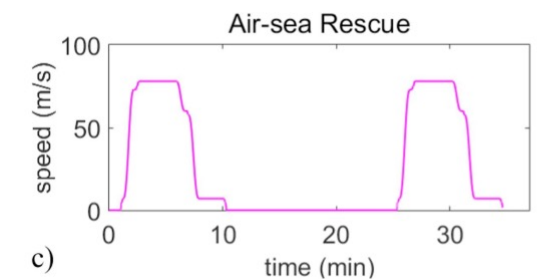
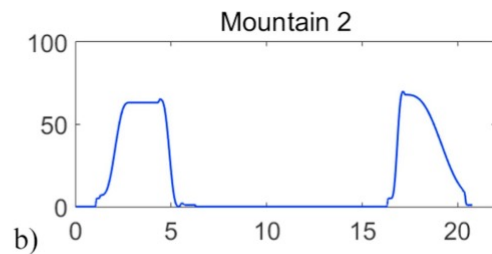
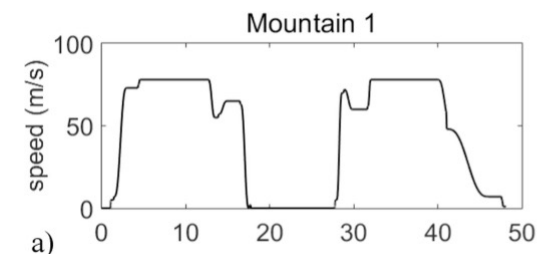
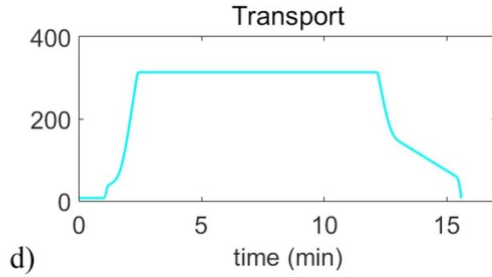
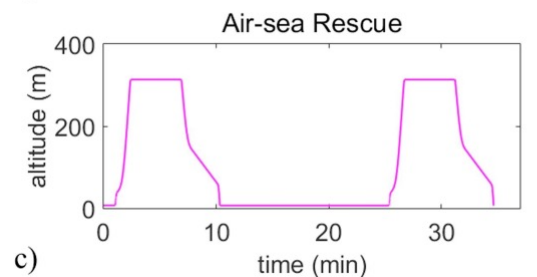
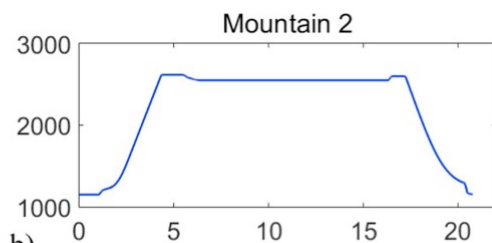
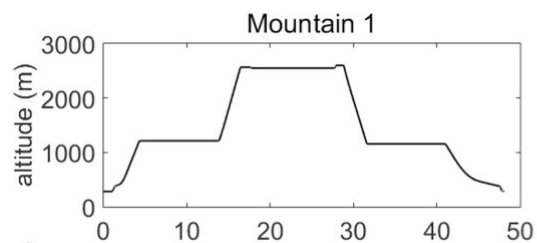


c) Series hybrid electric



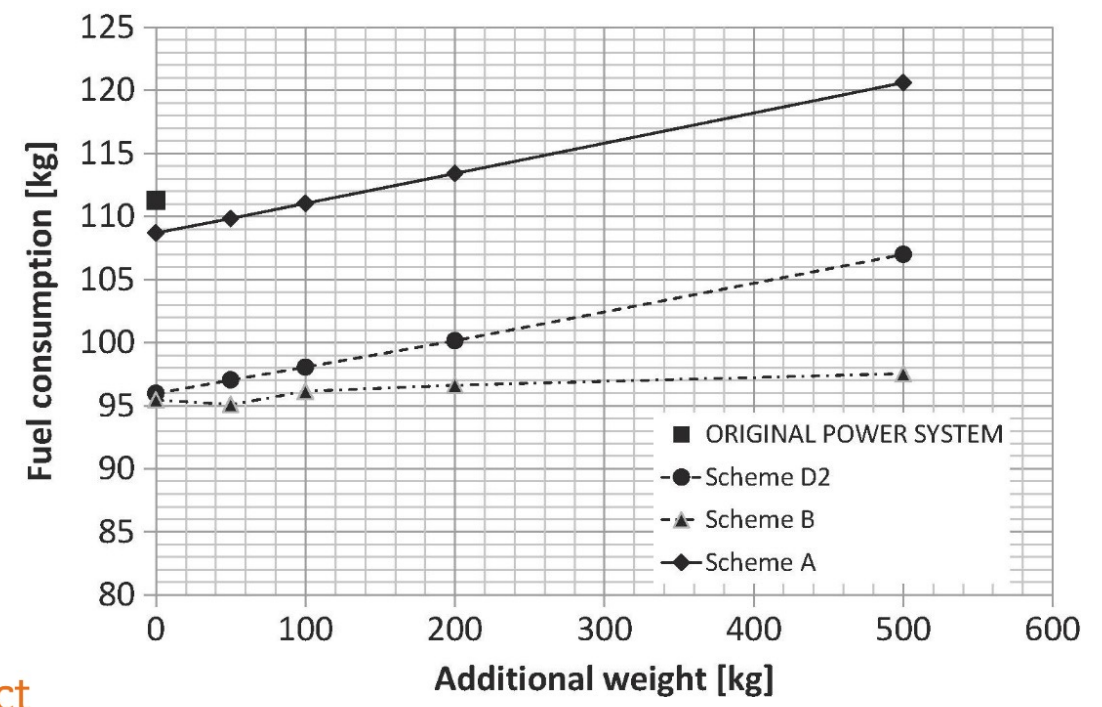
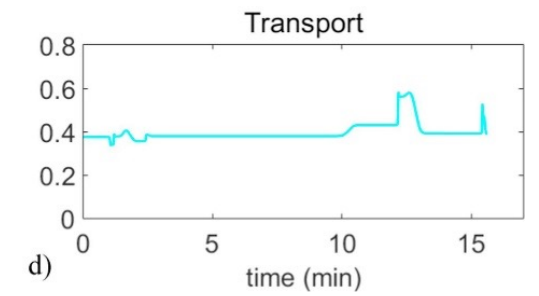
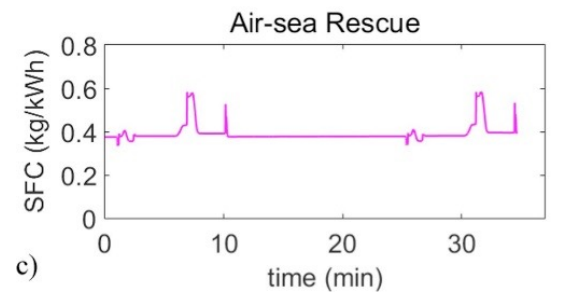
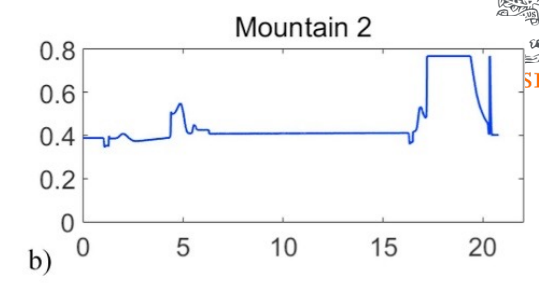
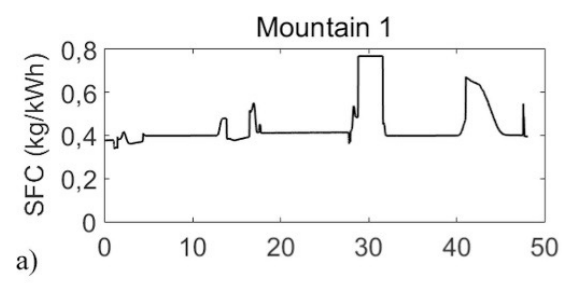
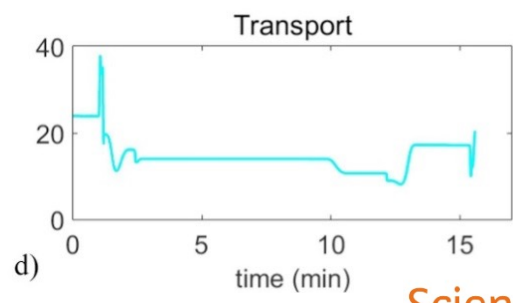
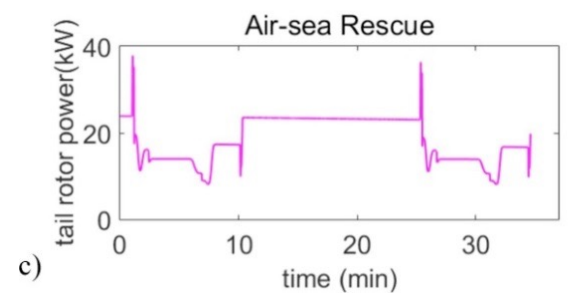
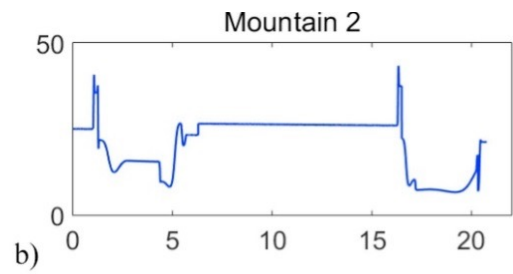
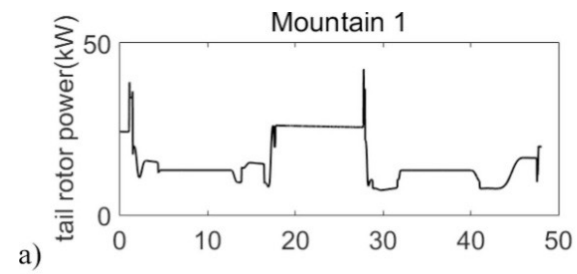
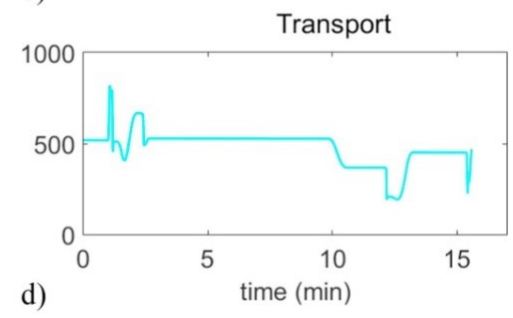
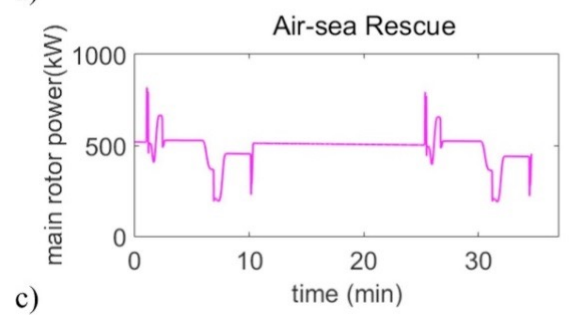
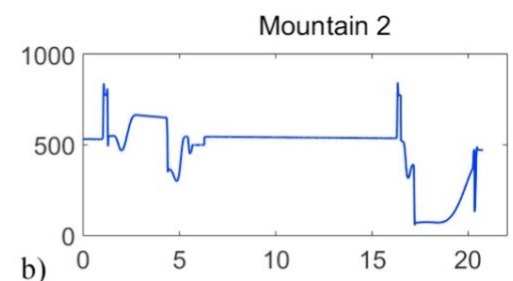
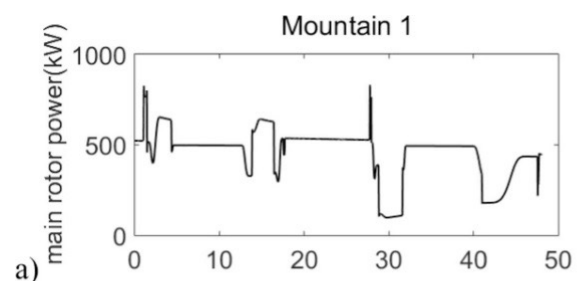
d) Emergency landing power system

# ПОТЕНЦИАЛ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МИССИЯХ ВКЛА

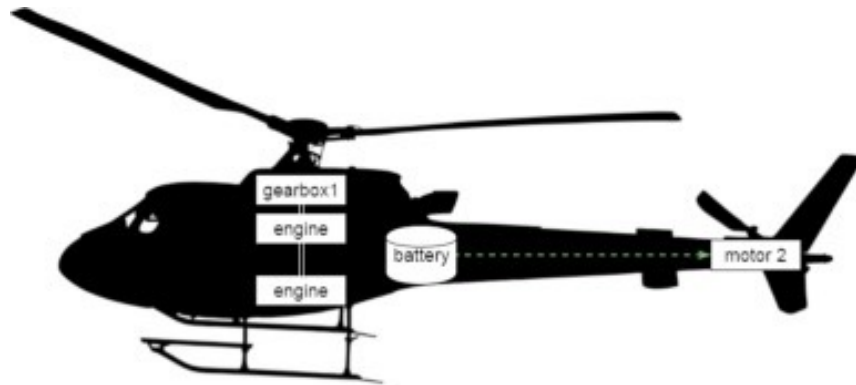


## Потенциал экономии топлива (кг)

Схема	Mountain n 1	Mountain 2	Air-sea Rescue	Transport
Оригинальная (2x550кВт)	157,3	71,75	49, 53	111, 3
2x550кВт + РВ 45 кВт	154	70,08	48, 58	108, 7
550кВт + электропривод 350 кВт	135	60,76	42,4	95, 46
900кВт+электр опривод для аварийной ситуации 540 кВт	135	61,49	42,61	95, 97



# ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ РУЛЕВОГО ВИНТА



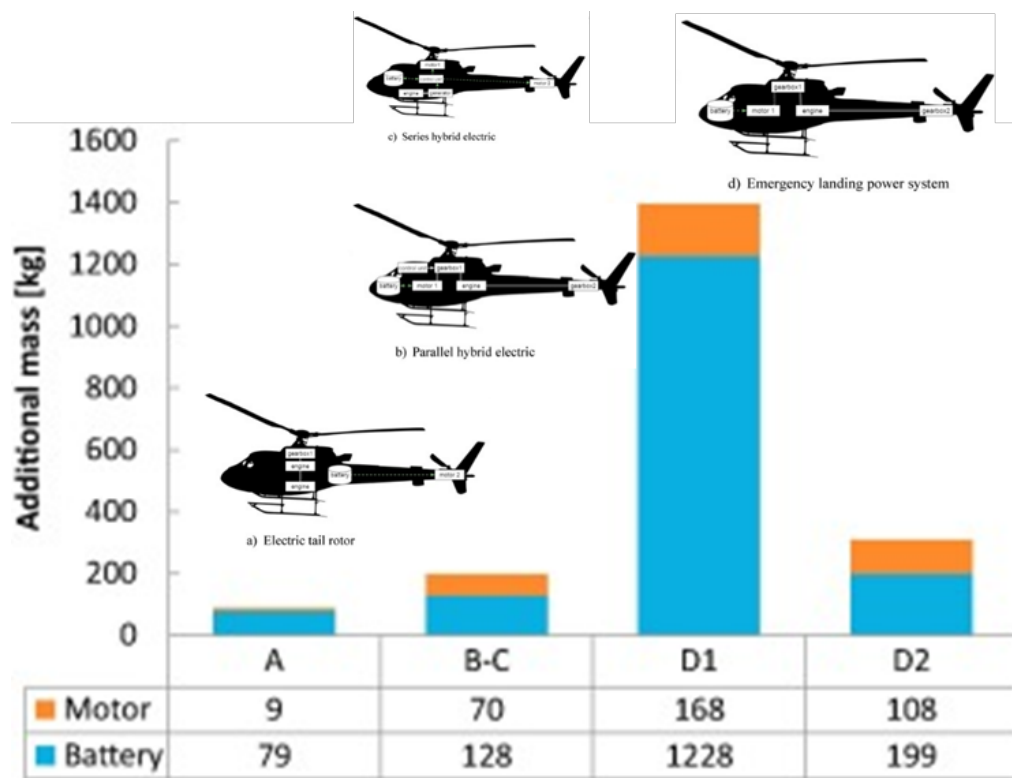
a) Electric tail rotor

При ряде преимуществ:

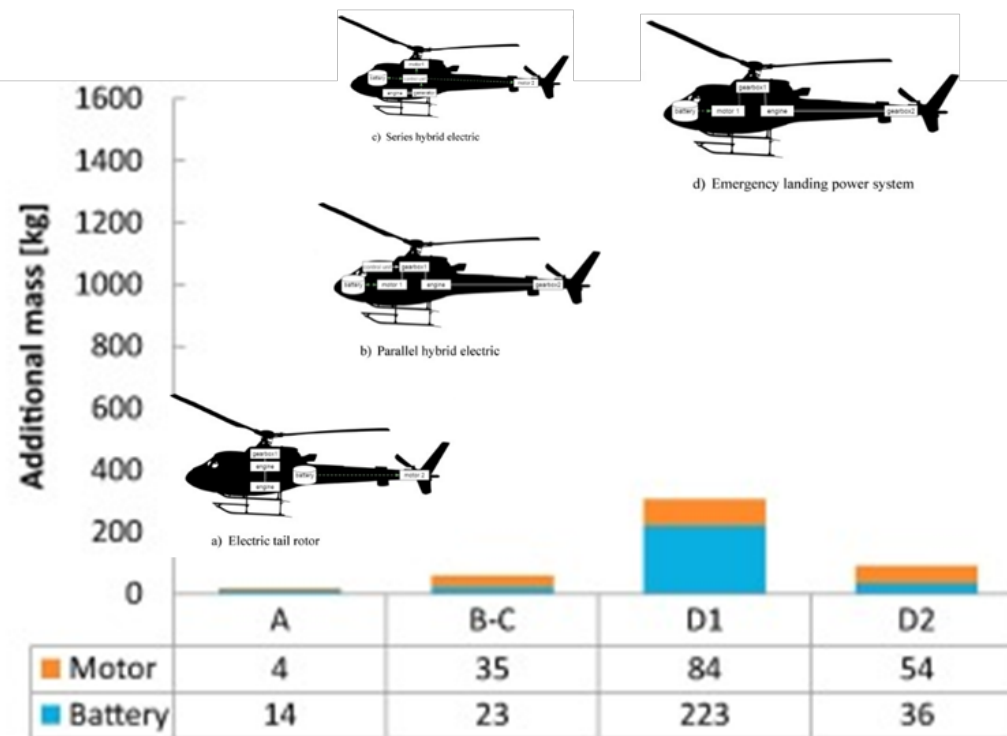
1. Уменьшение веса за счет снятия механического приводного вала;
2. Сокращение времени и скорости обслуживания;
3. Возможность дублирования соединения генератора и двигателя;
4. Автономность скорости вращения РВ

Электрификация РВ имеет ограниченную возможность экономии топлива.

# МАССА ВКЛА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМАХ ГИБРИДИЗАЦИИ



a) today



b) 2040

3кВт/кг - 2017

170Вт/кг

10кВт/кг: 2030 -2040 [Snider]

750 Вт/кг: 2030-2040

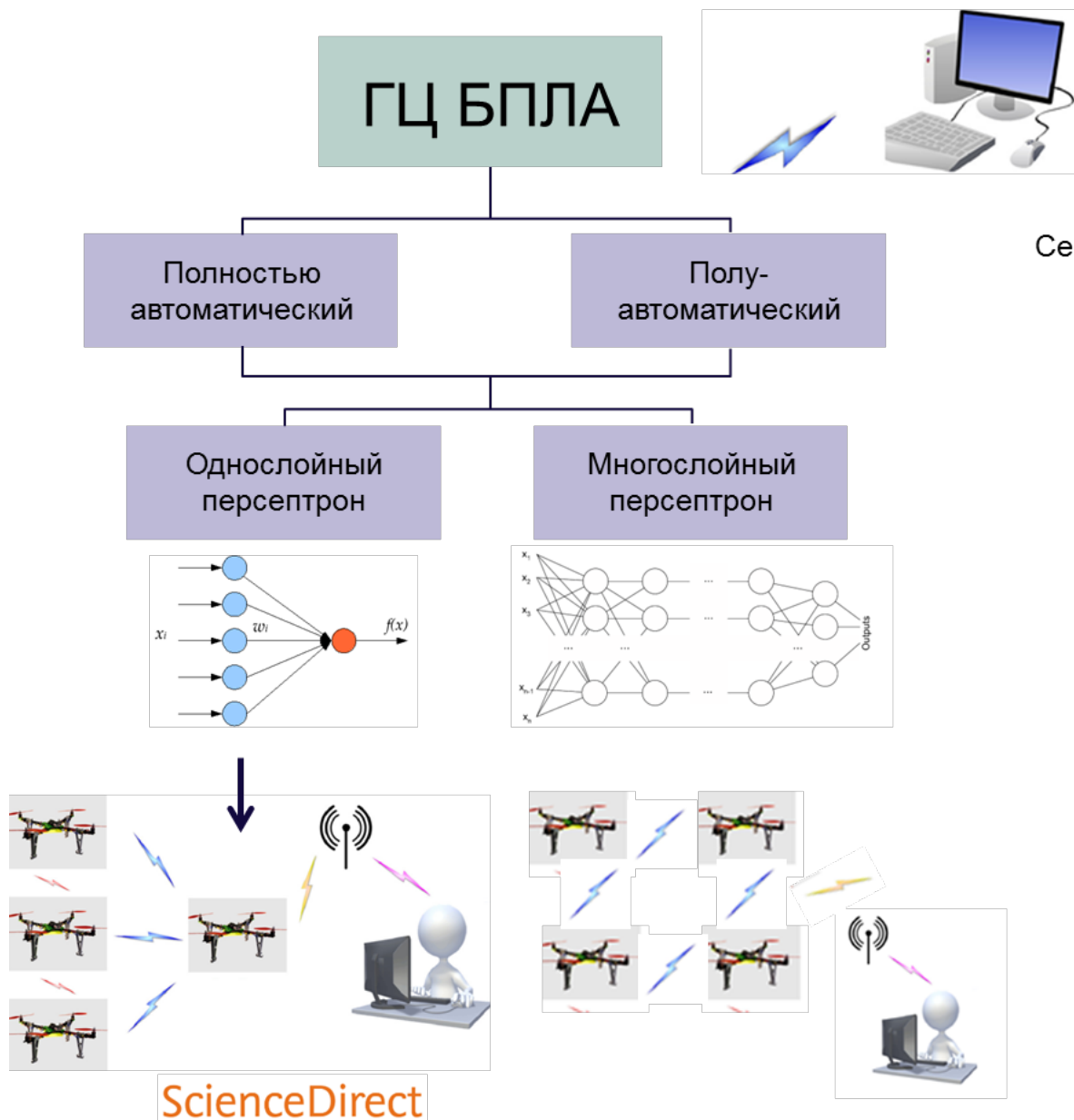
## ВЫВОДЫ ПО ГИБРИДИЗАЦИИ ВЕРТОЛЕТА

1. Полная электрификация ВКЛА невозможна даже в ближайшем будущем.
2. Электрификация РВ – единственная схема, которая может быть достигнута без значительного увеличения массы ВКЛА (экономия топлива ~2%).
3. Частичная гибридикация (замена двухдвигательной системы на однодвигательную) может сэкономить до 5% топлива при сложной стратегии управления энергопотреблением.
4. Производительность гибридных электроэнергетических систем сильно зависит от стратегии управления энергией и ограничена процессом зарядки/разрядки.
5. Помимо специалистов в области моделирования аэродинамики ВКЛА, создания электрохимических источников тока, необходимы специалисты по созданию СУ ВКЛА.
6. Перспективная схема гибридикации – использование дизельного двигателя в качестве традиционной силовой установки.



ОПРЕДЕЛИТЬ НАУЧНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТРЕНД  
РАЗВИТИЯ ГЦ БПЛА (РОЙ БПЛА)

# ПРИМЕНЕНИЕ БПЛА В КАЧЕСТВЕ ГЦ




Технология LOCUST 30 ед. за раз.  
Недорогой БПЛА изготовленный с помощью 3D печати

T-Hawk (ДВС)

Perdix (300г)

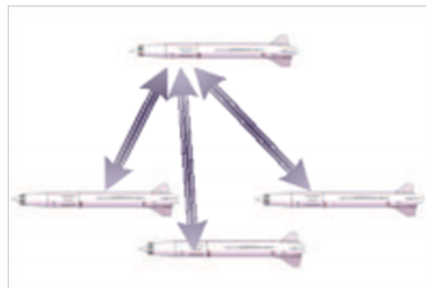
103 ед. с F/A-18

Запуск БПЛА с C-130

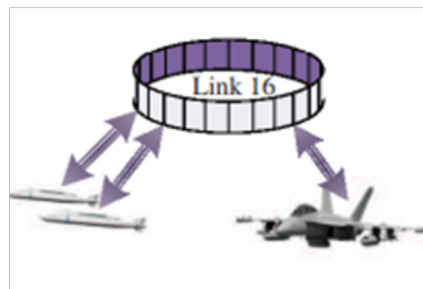
Kratos (Boeing)

# ГРУППОВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АСП

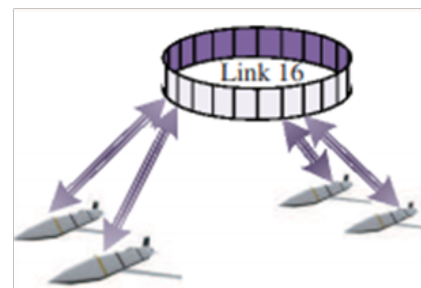
P-700 Granite



AGM-154



AGM-158C



Boeing PWATS /Northrop Grumman X-47A



ТРД КР-21-300

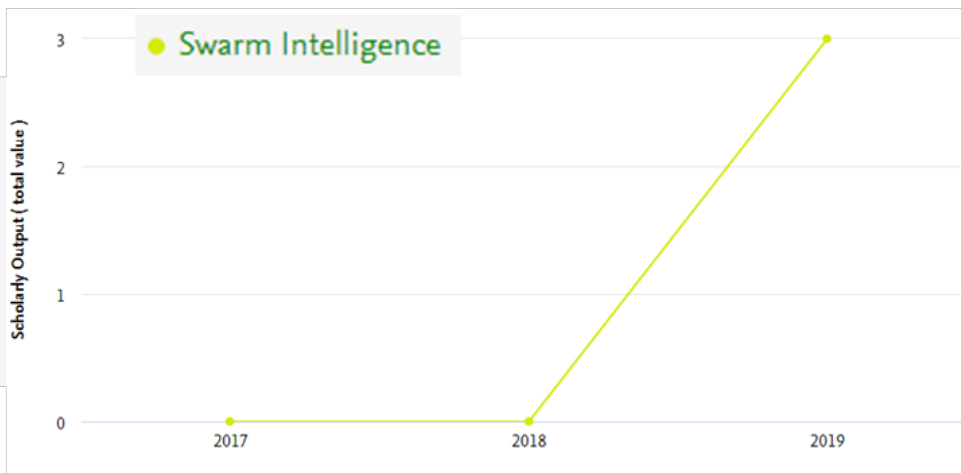
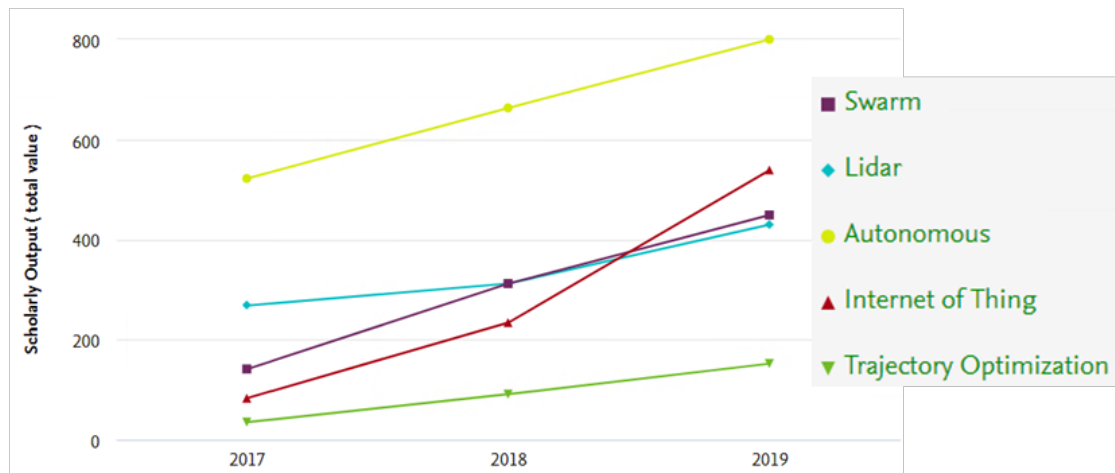
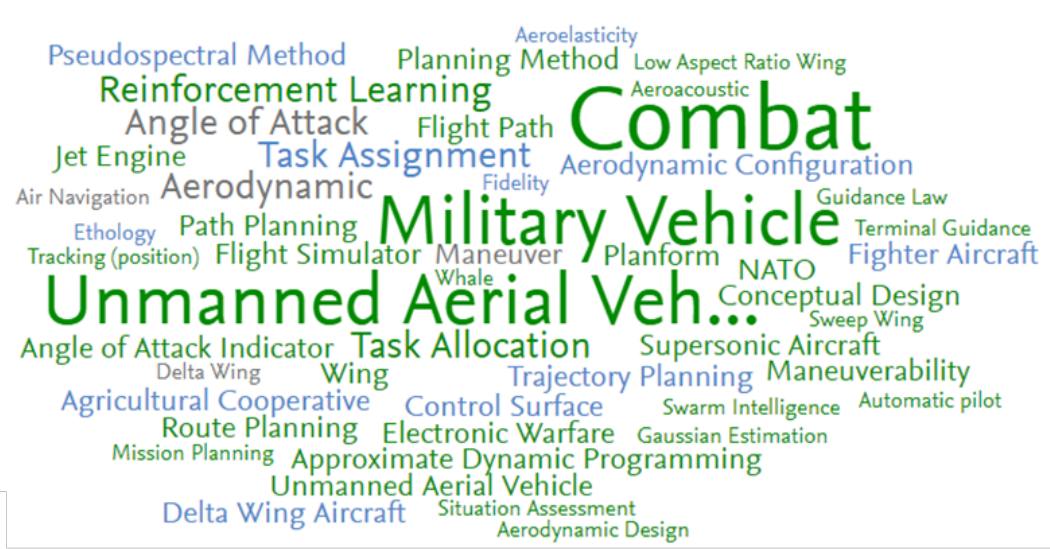
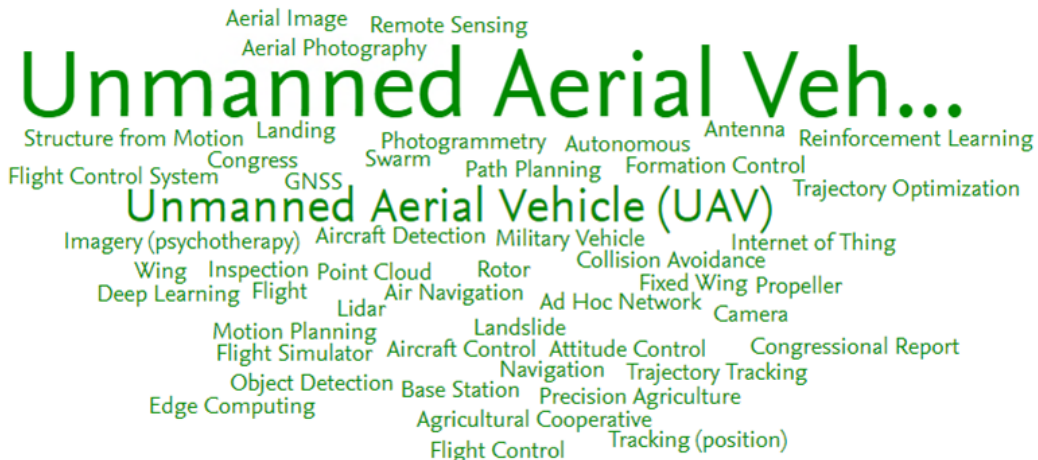
ТВД Williams F107

HS TJ-150

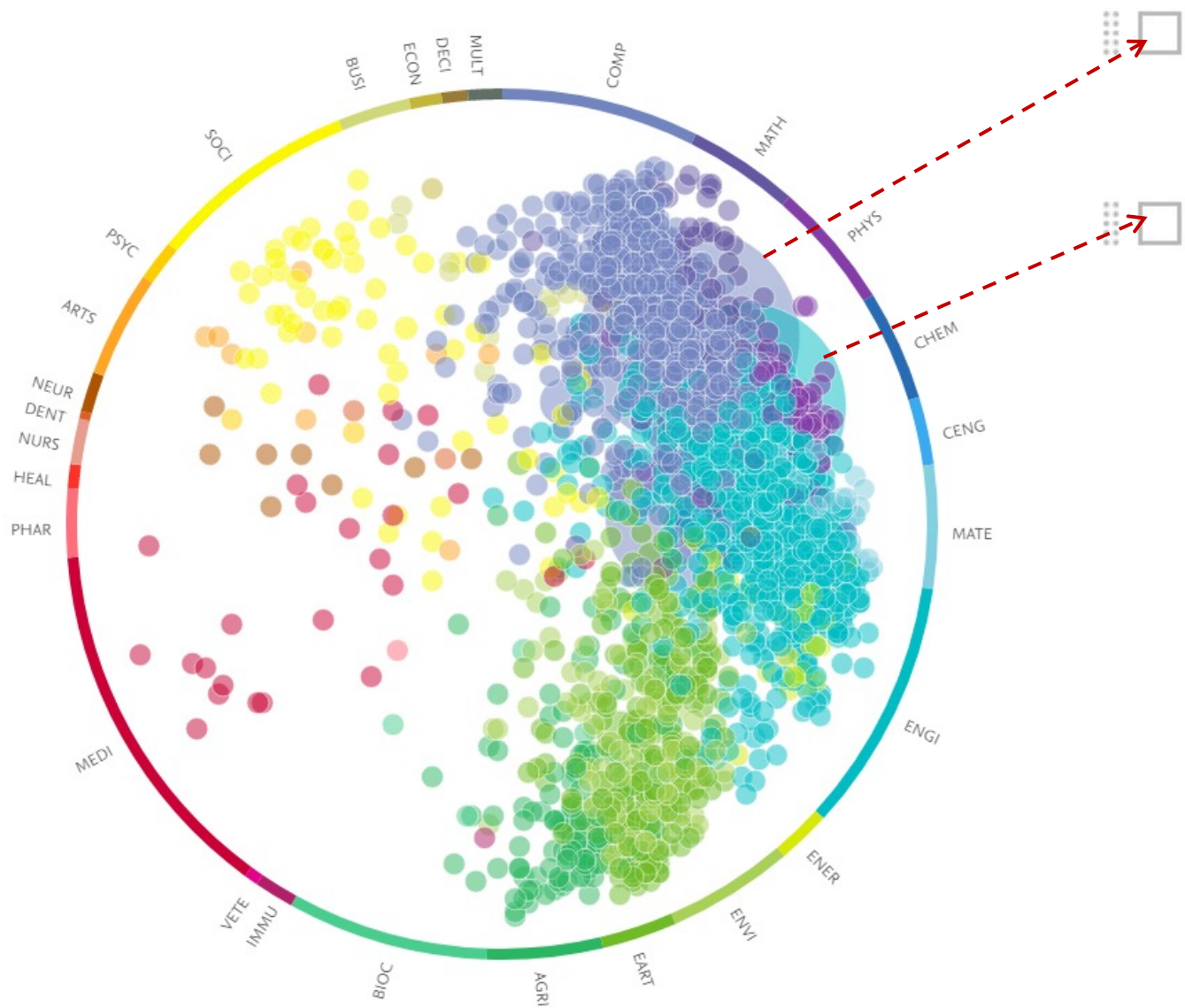
ТВД Williams F107

- Навигация и контроль с отказом от GPS;
- Самостоятельное принятие решений;
- Опережение ПЛА;
- РЭБ и обмен данными;
- Всепогодность;
- До 24 ед. на борту;
- Союз с P-8 SH F/A-18

# UAV/USAV АНАЛИТИКА SCIVAL



# АНАЛИТИКА ПО БПЛА - ТРЕНДЫ



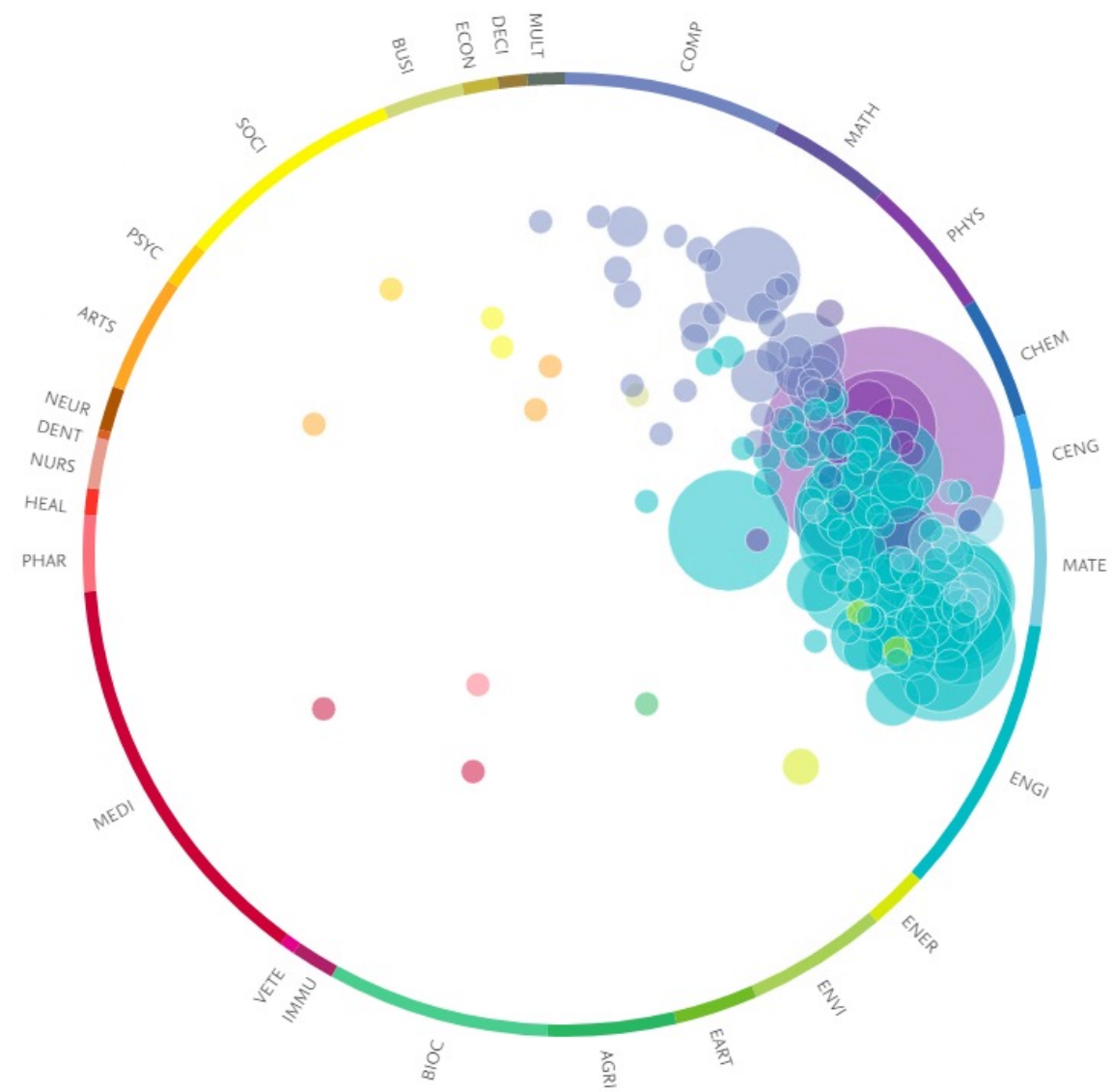
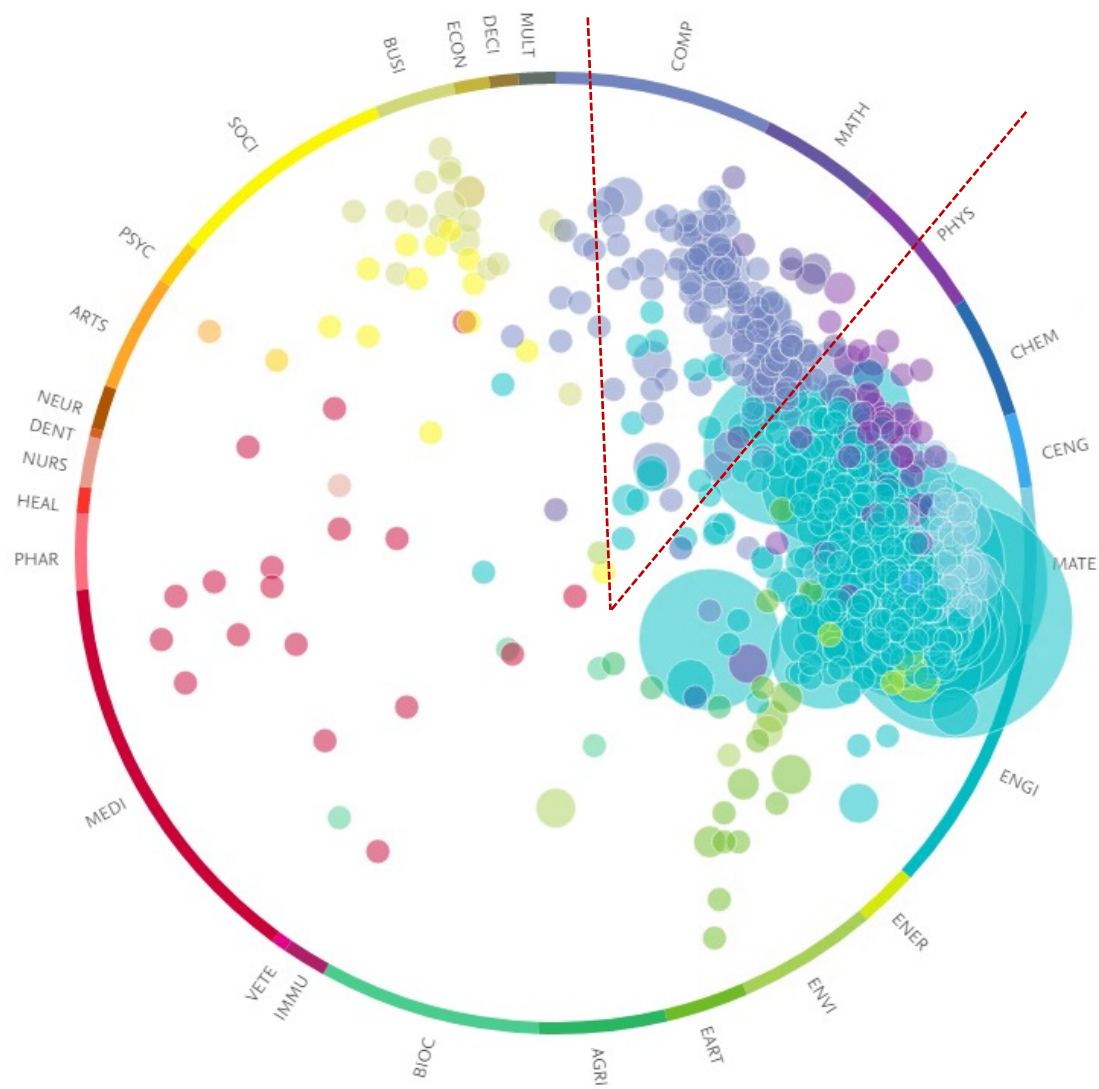
Ad Hoc Networks; Unmanned Aerial Vehicles; Base Stations  
T.21868

Trajectory Tracking; Altitude Control; Vertical Takeoff and Landing  
T.1153



R

# ТРЕНДЫ BOEING VS AIRBUS



SciVal

## ВЫВОДЫ ПО ГЦ БПЛА

Работы по использованию БПЛА в качестве ГЦ начаты более 20 лет назад.

Проект требует высоких затрат ввиду сложной программно-аппаратной части.

Требуются снижение себестоимости производства БПЛА.

Главными технологиями при создании ГЦ являются ПО и электроника.

Не решен ключевой вопрос – целеуказание и целераспределение при формировании БПЛА в виде ГЦ.

Не решена защита от помех при обмене данными между БПЛА.

БПЛА решает проблемы нехватки пилотов/учебных самолетов.

ГЦ способна анализировать информацию быстрее пилота

ГЦ способна использовать высокоразвитую тактику, в т.ч. с применением приманок/установки помех.

В качестве ГЦ возможно использование 6 БПЛА в виде «комплекса», по аналогии с наземными ЗРК (ЗРПК).

Ключевыми научными направлениями «Боинга» являются направления по развитию применения БПЛА в качестве ГЦ.

# КЕЙС №4



К 2035 году будет самолет с нулевым выбросом вредных веществ. Airbus.



Renewable and Sustainable Energy Reviews

Volume 1, Issue 4, December 1997, Pages 239-269



## Hydrogen aircraft and airport safety

U. Schmidtchen, E. Behrend, H.-W. Pohl, N. Rostek

Show more

[https://doi.org/10.1016/S1364-0321\(97\)00007-5](https://doi.org/10.1016/S1364-0321(97)00007-5)

[Get rights and content](#)

### Abstract

Hydrogen will be used as aviation fuel in the foreseeable future. First flight tests with a hydrogen demonstrator aircraft, currently under investigation in the scope of the German-Russian Cryoplane project, are scheduled for 1999. Regular service with regional aircraft may begin around 2005, followed by larger Airbus-type airliners

Outline

Highlights

Abstract

Graphical abstract

Nomenclature

1. Introduction

2. Expert elicitation and life cycle cost model

3. Results and discussion

4. Summary and conclusions

CRediT authorship contribution statement

Declaration of Competing Interest

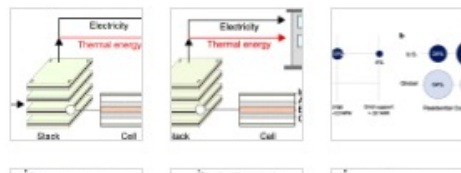
Acknowledgements

Appendix A. Supplementary data

References

Show full outline ▾

Figures (10)



Applied Energy

Volume 304, 15 December 2021, 117641



# Paths to market for stationary solid oxide fuel cells: Expert elicitation and a cost of electricity model

Michael M. Whiston <sup>a</sup>, Inés M. Lima Azevedo <sup>b</sup>, Shawn Litster <sup>c</sup>, Constantine Samaras <sup>d</sup>, Kate S. Whitefoot <sup>a, c</sup>, Jay F. Whitacre <sup>a, e, f</sup> 

- <sup>a</sup> Department of Engineering and Public Policy, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213, United States
- <sup>b</sup> Department of Energy Resources Engineering, Stanford University, Stanford, CA 94305, United States
- <sup>c</sup> Department of Mechanical Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213, United States
- <sup>d</sup> Department of Civil and Environmental Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213, United States
- <sup>e</sup> Wilton E. Scott Institute for Energy Innovation, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213, United States
- <sup>f</sup> Department of Materials Science and Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213, United States

Received 18 December 2020, Revised 29 July 2021, Accepted 15 August 2021, Available online 13 September 2021, Version of Record 13 September 2021.

Recommended articles ▴

Optimal sizing of stand-alone wind-powered se...

Applied Energy, Volume 304, 2021, Article 117888

 Download PDF

View details ▾

Assessment of accessible, clean and efficient en...

Applied Energy, Volume 304, 2021, Article 117731

 Download PDF

View details ▾

Promoting reproducibility and increased collab...

Applied Energy, Volume 304, 2021, Article 117745

 Download PDF

View details ▾

1 2 Next ▸

Citing articles (0)

Article Metrics ▴

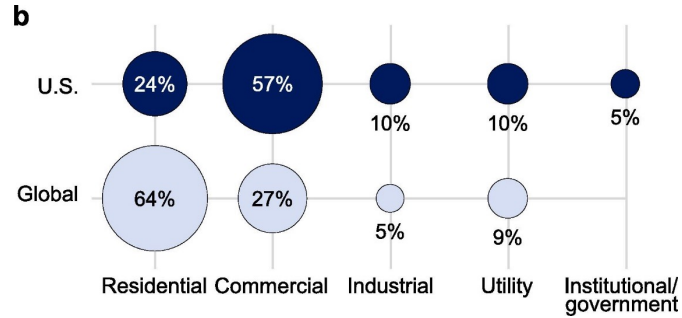
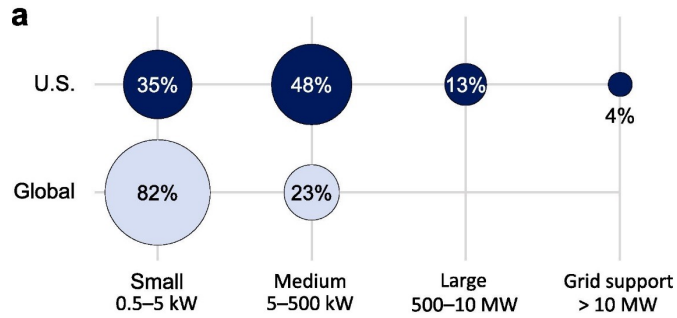
Captures

Readers: 10

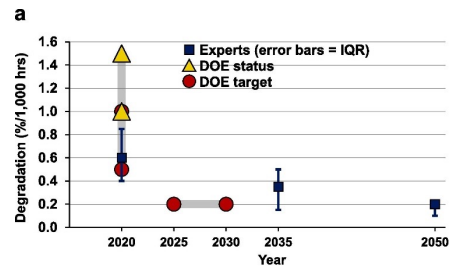
Social Media

Tweets: 5

# КЕЙС №5

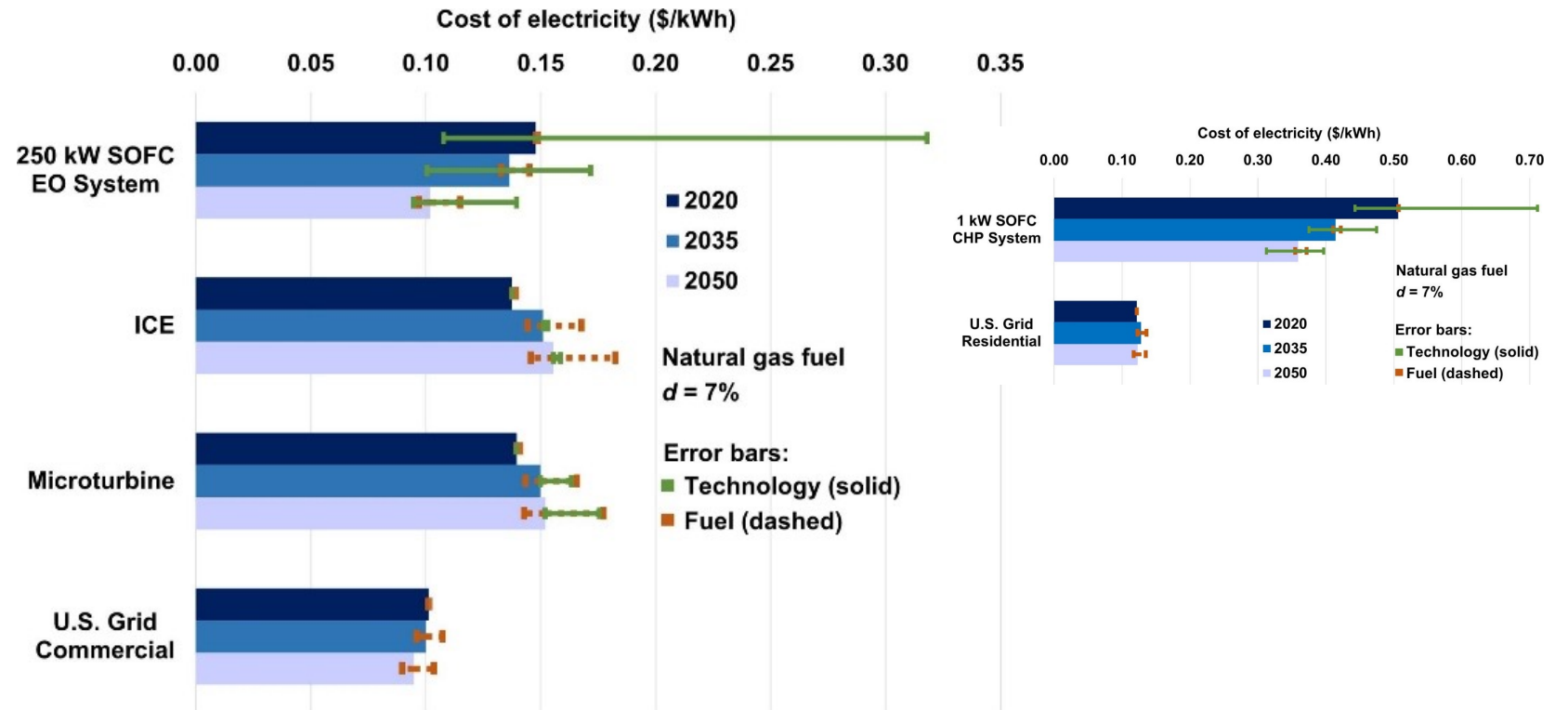


$$COE_{CHP} = \underbrace{k_1 \frac{CRF \cdot P_{sys,CHP}}{CF_e A_p}}_{\text{System capital cost}} + \underbrace{k_2 \frac{C_{O\&M, fixed}}{CF_e A_p}}_{\text{Fixed O\&M cost}} + \underbrace{C_{O\&M, variable}}_{\text{Variable O\&M cost}} + \underbrace{k_2 \frac{P_{fuel}}{\eta_{sys,e}} \cdot \left[ 1 - \frac{\eta_{sys,CHP} - \eta_{sys,e}}{\eta_{htg}} \cdot CF_h \right]}_{\text{Fuel cost minus thermal energy credit}}$$



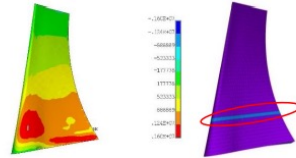
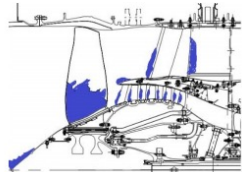
**b**

Degradation Mechanism	Ranking (from list)		
	1st	2nd	3rd
Chromium poisoning of the cathode	35%	39%	4%
Microstructural degradation of cathode	17%	22%	4%
Ni particle agglomeration and coarsening in the anode	17%	4%	13%
Chemical changes and reactions in cathode	13%	13%	9%
Interfacial cation diffusion at the electroactive interfaces of anode and cathode	13%	13%	9%
Nanoscale structural evolution of electroactive interfaces of anode and cathode	13%	4%	13%
Thermal stress in interconnects and seals	9%	13%	9%
Silicon poisoning from borosilicate seals	4%	13%	9%
Oxidation of metallic interconnects	4%	4%	13%
Carbon deposition on the anode	4%	4%	9%
Sulfur poisoning of the anode	4%	4%	4%
Lattice expansion of ceria-based anode, resulting in mechanical degradation	4%	4%	
Ni particle oxidation in the anode	4%	4%	
Loss of ionic conductivity of the electrolyte		4%	9%

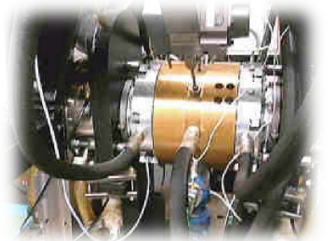
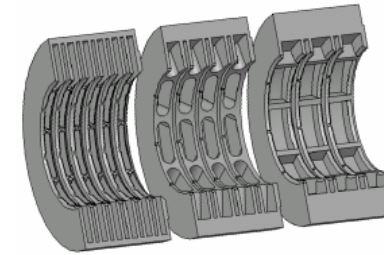
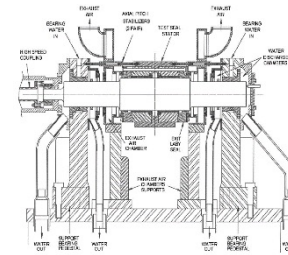


# КЕЙСЫ ПРЕДПРИЯТИЙ

Предприятие	АО «ОДК-Климов», дирекция ПДВ
Задача	Подходы к получению сертификата типа на АД с деталями АТ в течение 4-5 лет
Вывод	Найден рекомендательный циркуляр FAA; определены критичные факторы качества и свойств; адаптация действующих регламентов под АТ, численное моделирование процесса построения деталей с учетом вариативности Использование результата: определен основной путь, поддерживаемый мировым сообществом



Предприятие	АО «ОДК» ПК «Салют», отдел тепломассообмена
Задача	Охлаждение трактовых полок сопловых блоков с меридиональным поджатием
Вывод	Спроектирован сопловой блок ТВД с охлаждаемыми лопатками с меридиональным поджатием.



Предприятие	АО «ОДК-Авиадвигатель», отдел компрессоров
Задача	Подходы к моделированию разрушения куска льда в воздухозаборнике и компрессоре
Вывод	Был найден ответ, что в основном SPH (LS-DYNA). Выяснено, что динамическое матмоделирование пока крайне затратно по времени и вычислительным ресурсам.

Предприятие	ОКБ им. А. Льюльки «ОДК-УМПО», отдел камер сгорания.
Задача	Поиск экспериментальных данных для проведения верификации методик расчета
Вывод	Проведена верификация по экспериментальным исследованиям, рассмотрена схема и принцип работы экспериментальной установки, исследован принцип экспериментальных исследований стенда для изучения различного вида уплотнений с заменяемыми вставками.

## ВЫВОДЫ

Базы данных Elsevier способны обеспечить:

- информационный базис для проведения НИОКР;
- наставничество в виде современных технологий;
- проведение оперативной оценки сценариев развития техники;
- прогнозирование и экономическую оценку трендов развития;
- оперативное решение научно-технологических задач;
- экономия средств при проведении НИОКР;
- технологический поиск для реверс-инжиниринга;

СПАСИБО,  
и будем рады продолжить диалог

**Ревякин**  
**Сергей Анатольевич, Ph.D.**  
Президент корпоративного и  
академического сектора России

тел.: +7 (495) 937–68–61  
моб.: 8.999.8.0000.88  
e-mail: [s.revyakin@elsevier.com](mailto:s.revyakin@elsevier.com)  
сайт: [www.elsevier.ru](http://www.elsevier.ru)



**Гамируллин**  
**Марат Джаудатович, к.ф.-м.н.**  
Главный специалист  
отдела перспективных разработок

тел.: +7 (495) 232-55-02 доб. 4658  
моб.: +7 (958) 631-77-13  
e-mail: [m.gamirullin@uecrus.com](mailto:m.gamirullin@uecrus.com)  
сайт: [www.uecrus.com](http://www.uecrus.com)

