

ИНТЕНСИВ
**Архипелаг
2121**

**Платформа
распределенных силовых
установок для БВС
«Платформа РСУ»**

ДК «Аэронет»

АГЕНТСТВО
СТРАТЕГИЧЕСКИХ
ИНИЦИАТИВ

20.35
УНИВЕРСИТЕТ

ПЛАТФОРМА НТИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

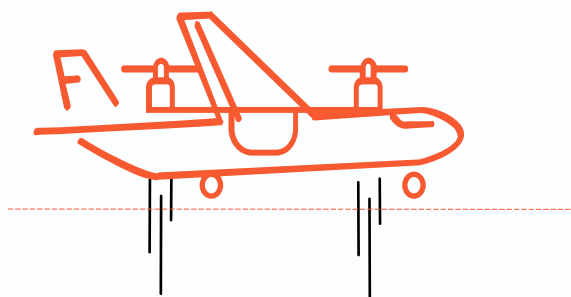
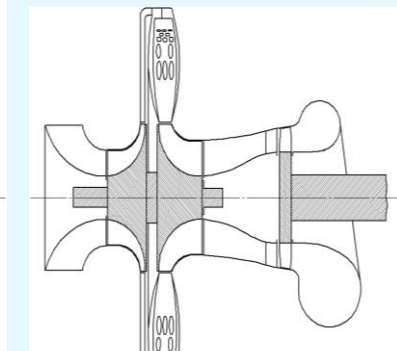
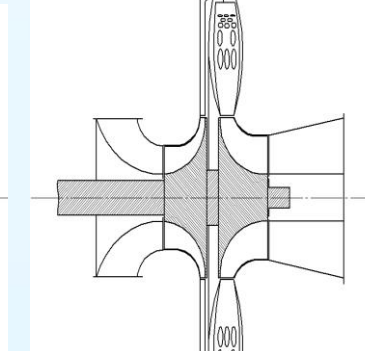
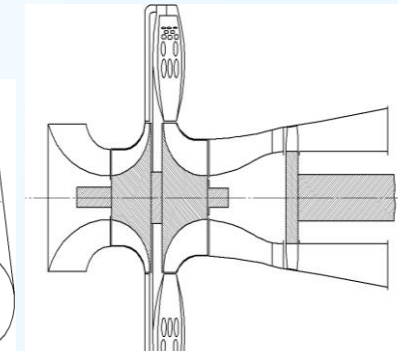
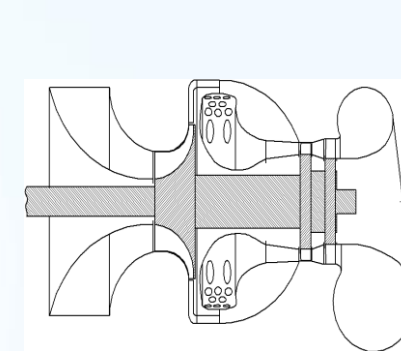
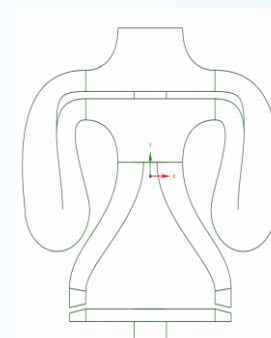
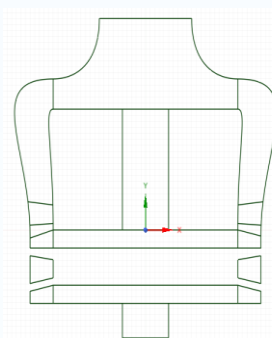
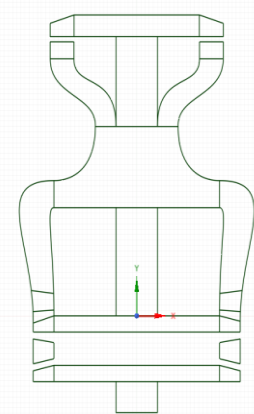
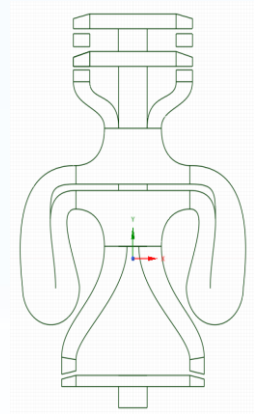
Описание продукта и технологий

Продукт

В результате выполнения проекта будет представлена **платформа РСУ**, в основе которой лежат типовые масштабируемые решения, включающие схемы газогенераторов, турбокомпрессоров, синхронных электрических генераторов, электродвигателей. Типовые решения платформы позволят оперативно разрабатывать и выпускать ГТД, турбовинтовые двигатели, турбокомпрессоры и турбогенераторы мощностью от 50 кВт до 500 кВт. Схемы и примерные характеристики представлены ниже.

- Мидель: - 100 кВт - 500-700 мм; - 500 кВт - 1000-1800 мм.
- Масса: - 100 кВт - 50-80 кг; - 500 кВт - 150-300 кг.
- Топливная эффективность:
- 100 кВт - 200г/кВт•ч (147 г/л.с.ч), КПД 37-38% на клеммах;
- 500 кВт - 180г/кВт•ч (132 г/л.с.ч), КПД 40-42% на клеммах.

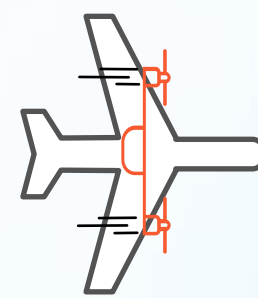
Типовой маршрут ускоренного создания продукта



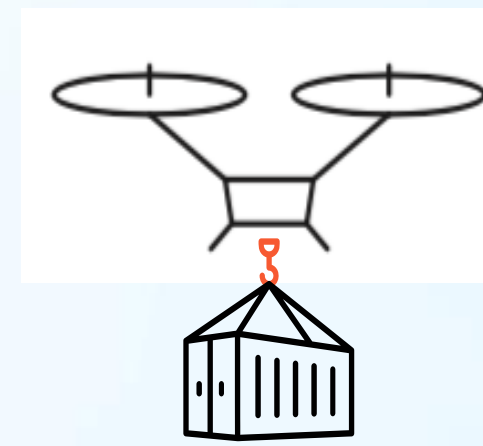
ТВД для БВС ВВП



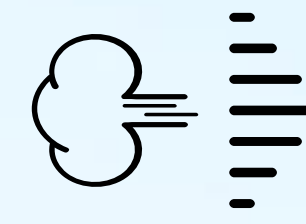
ТВД для вертолета



Турбогенератор для РСУ трансп. БВС



Турбогенератор для грузовика



ТРД для скоростного БВС



Распределенная Энергетика

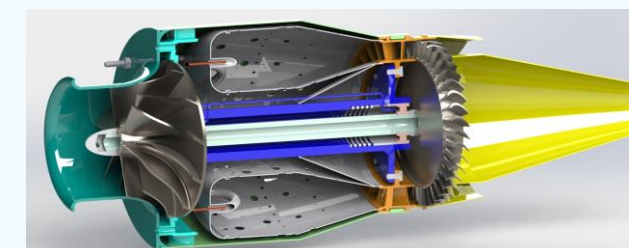
Описание продукта и технологии

Технология (TRL-4)

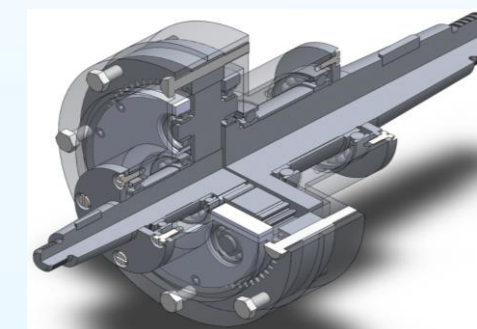
В основе проекта лежит три ключевые технологии:

- безмасляные трансмиссии на воздушной смазке (впервые на авиационных моторах).
- высокоуровневые методики проектирования оптимальных конструкций методом решения обратной некорректной задачи оптимизации;
- методы аддитивных технологий и топологической оптимизации, специально разработанные для применения в проектировании турбомашин.

Текущий статус технологии разработаны экспериментальные образцы узлов и изделий.



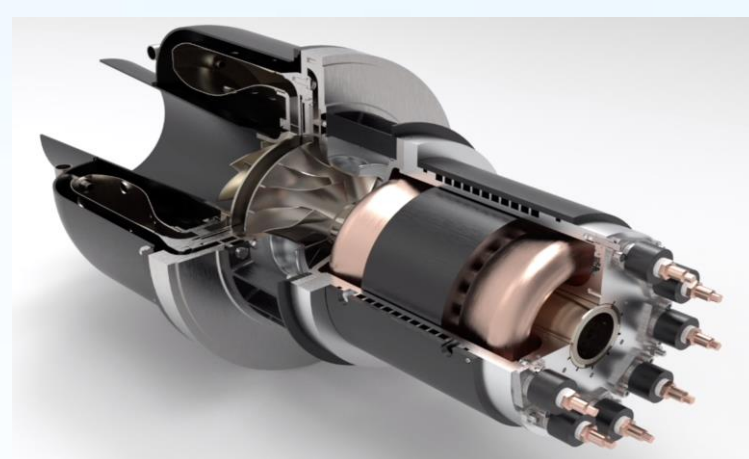
ТРД-400



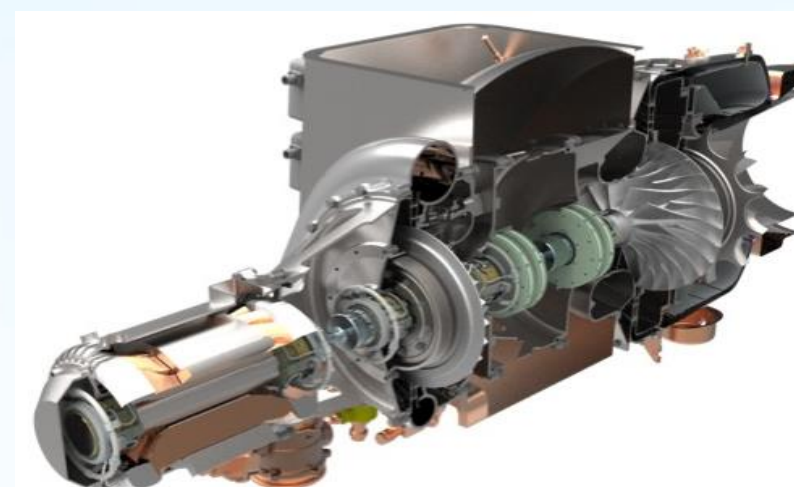
Редуктор ТВД-500



Гибридные ГСП



ТГ-100



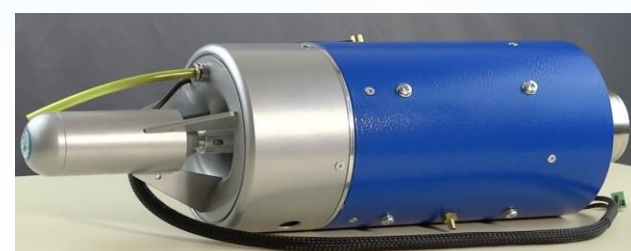
ВСУ-350



ТРД-400



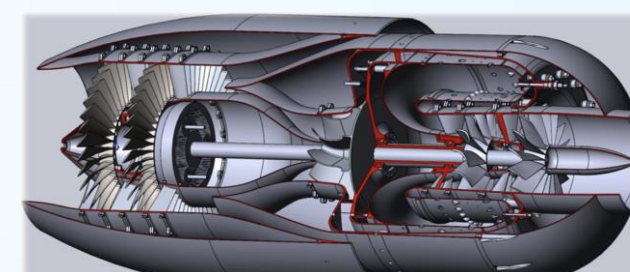
Синхронный генератор СГ-100



ТРД-100 Э



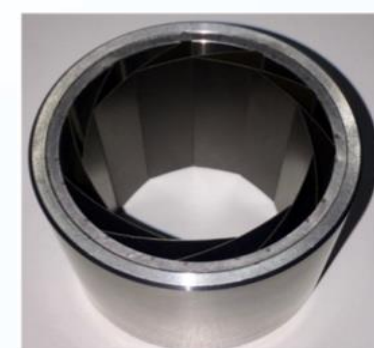
ТРД-100 О



ДТРД-1000



Гибридные газовые опоры тяжелых роторов



Лепестковые ГДП



ТРД-600

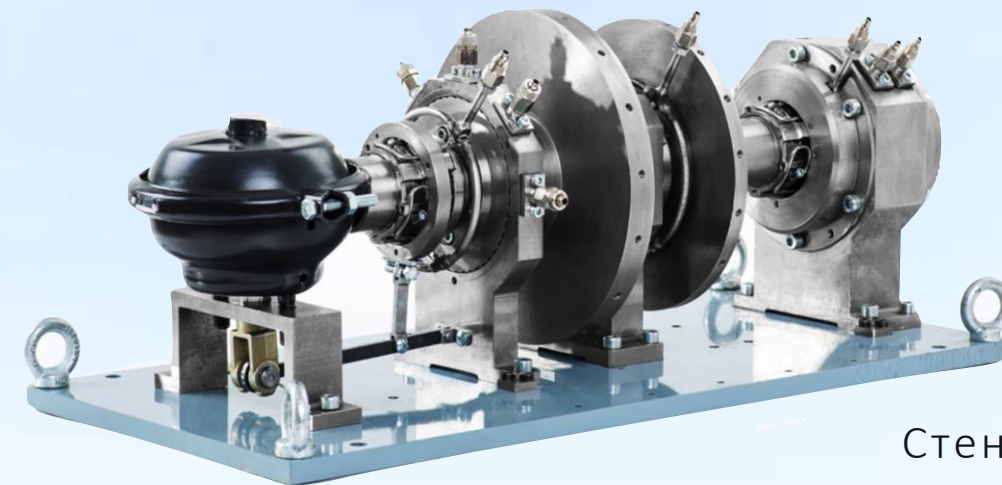
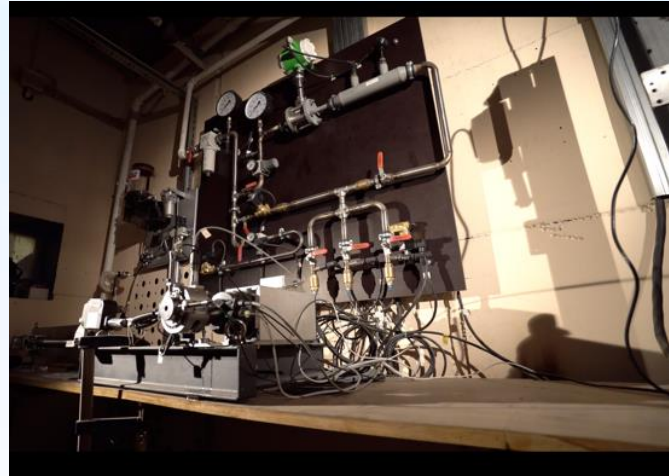


Камера сгорания ГТД-100

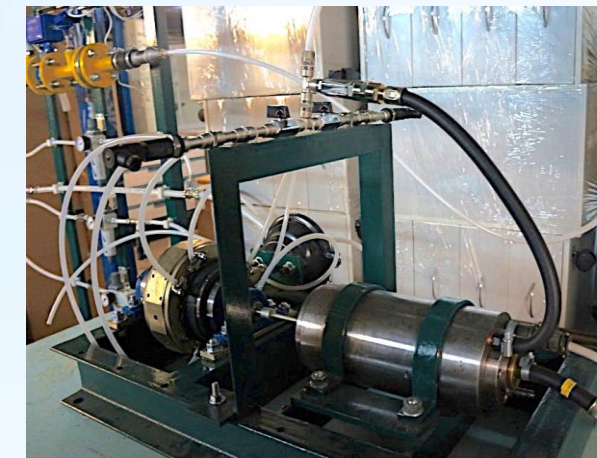
Описание продукта и технологии

Технология (TRL-4)

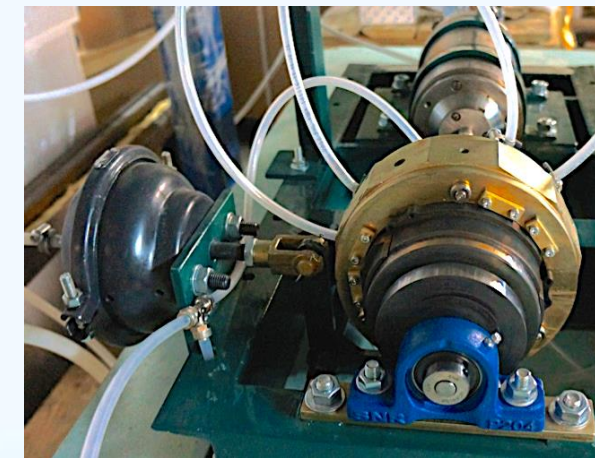
Разработана, смонтирована, испытана и введена в эксплуатацию стендовая база:



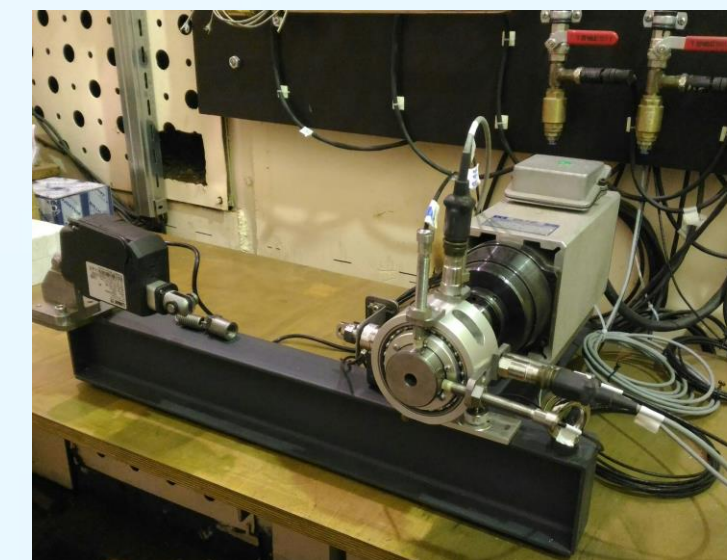
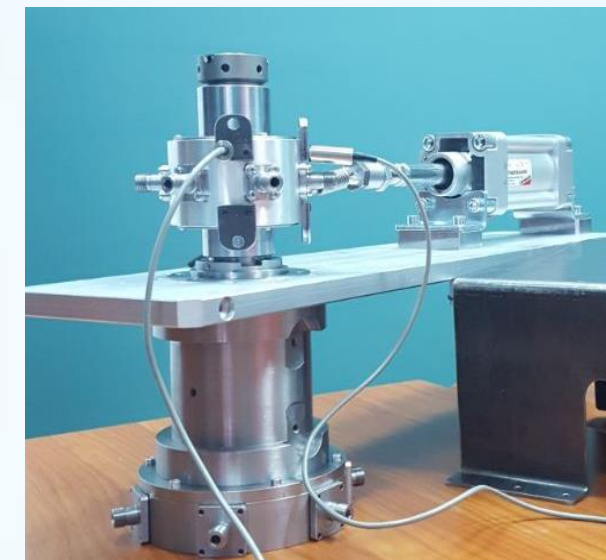
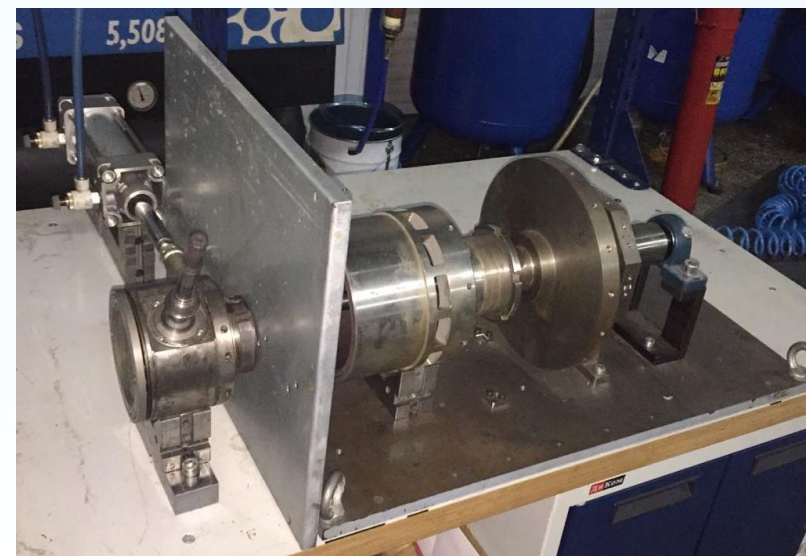
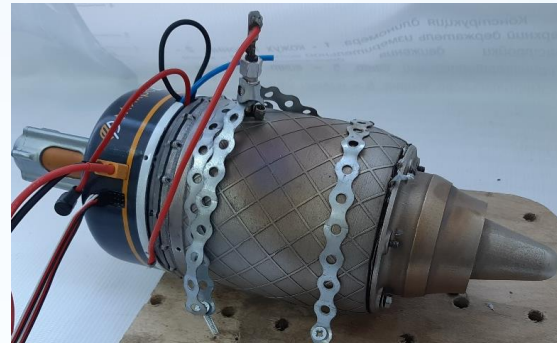
Стенд -
аналог ротора ВСУ ТА 18-200,
280 кВт, 50,55,65 мм, нагрузка 55 кг,
перегрузка 2g.



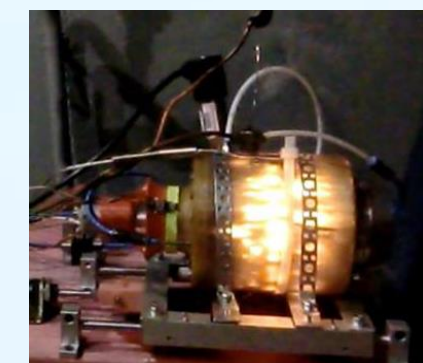
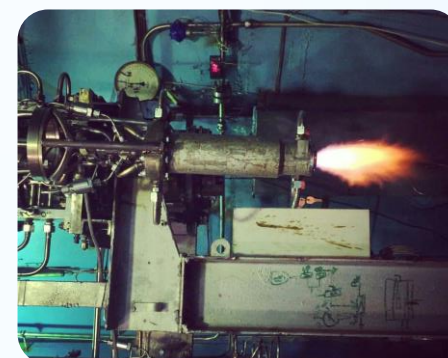
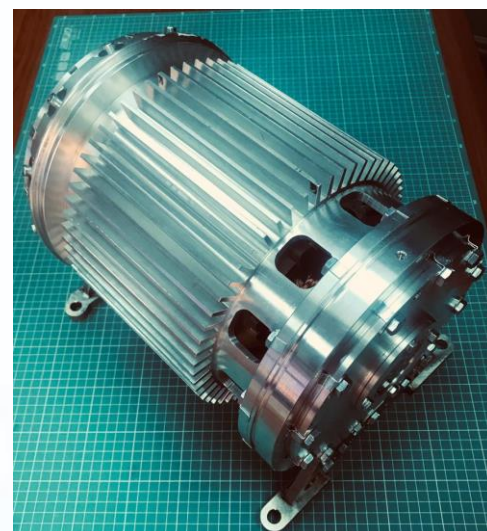
Стенд - демонстратор технологии радиального ГСП,
2МВт ГТД, 110 мм, нагрузка 300 кг



Стенд для отработки осевых
подшипников



Стенды для отработки роторов ГТД и
турбогенераторов



Испытания камеры
сгорания

Описание продукта и технологии

Конкурирующие решения **Velka Bites**



TJ-100



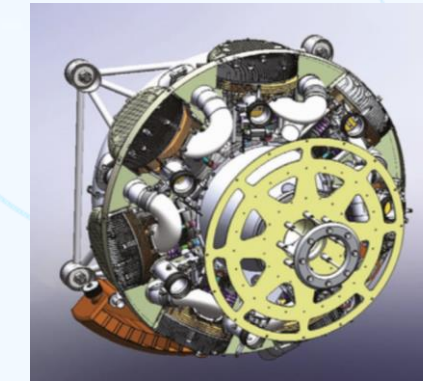
TP-100



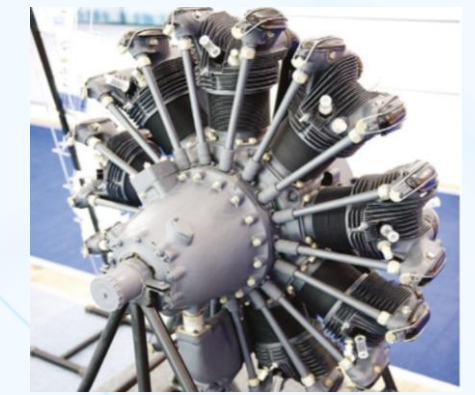
TS-100



ТА 14-130, 106 кВт



Поршневые и роторно-поршневые



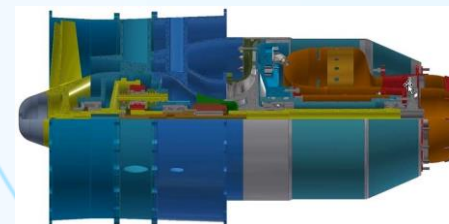
Характеристика	Ед. изм.	TJ-100	TP-100	TS-100ZA	TS-100DA
Максимальный диаметр	мм	272			
Поперечные размеры	мм х мм		300x398	398x330	398x330
Длина	мм	625	887	829	881
Масса (без жидкостей)	кг	19,5	61,6	56,7	62,6
Максимальная тяга	Н	1100			
Мин. расход топлива	кг/ДаН/ч	1,09			
Электрическая мощность	кВт	750			
Выходная мощность на валу	кВт		180	180	180
Скорость вращения ВВ	об/мин		2158	5978	2158
Крутящий момент	Нм		797	287	797
Высотность	м	8000	9000		
Топливо		JET-A1, JP5, JP8		TS-1, T2, RT, JET A, JET A1, JET B	



ТА 18-100, 256 кВт



ТА 18-200, 350 кВт



ДТРД ЦИАМ, 295 кгс

Основные характеристики АПД российской разработки

Характеристика	Ед. изм.	ДВ-50	ПД-1400	АПД 110/120	«Ритм»	ДВ-200	АПД 250/300 ¹	ДВ-370В ²	ДВ-400	ДВ-450
Разработчик		ОКБМ	«АГАТ»	«АГАТ»	«Промсервис»	ОКБМ	«АГАТ»	ОКБМ	ОКБМ	ОКБМ
Число цилиндров		4	4	4	7	5	4	9	9	9
Расположение		оппозит	оппозит	оппозит	звезда	звезда	оппозит	звезда	звезда	звезда
Мощность ¹	л.с.	50	90	120	200	200	300	370	400	450
Масса двигателя ²	кг	35	75	92	156	75	230	235	205	205
Уд. расход топлива	г/л.с. ч	190	190	190		180	165	190	180	180
Ресурс ³	ч	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500

1 – максимальная мощность; 2 – масса сухого двигателя; 3 – ресурс до первого капитального ремонта расчетный; 4 – дизель; 5 – вертолетный двигатель.

JetCat



JetCat SPT5H

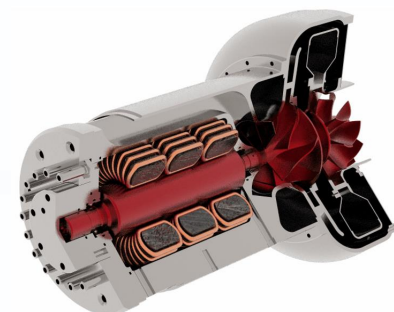
Двигатели	AMT Titan	JetCat P400	TJ90
Тяга, P [Н]	392	395	400
Максимальная частота вращения ротора, n [об/мин]	96000	98000	100000
Степень повышения полного давления,	3,8	3,8	
Расход воздуха, [кг/с]	0,66	0,67	
Расход топлива, [г/с]	17	16,3	
Стоимость, \$	11000	9400	6700



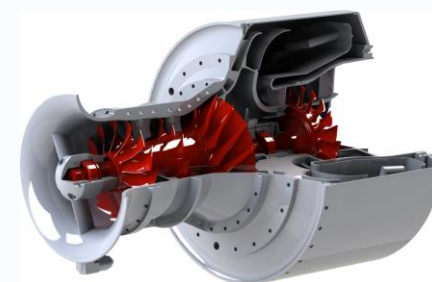
Генератор М-софт, 40 кВт



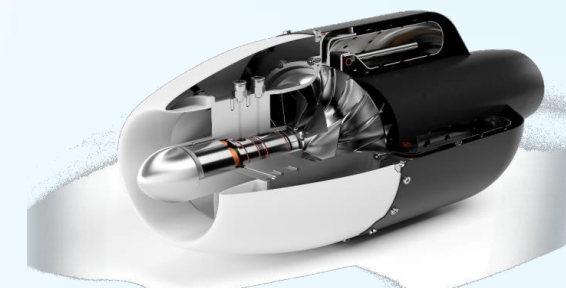
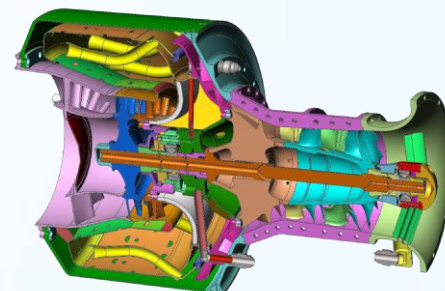
РГД MIT X-mini, 2,6 кВт



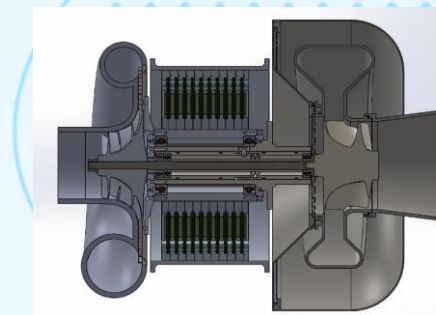
Турбогенератор и ТВД



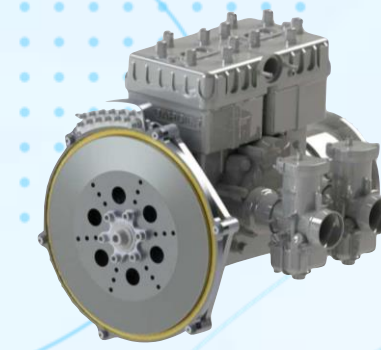
SWISS TURBINES



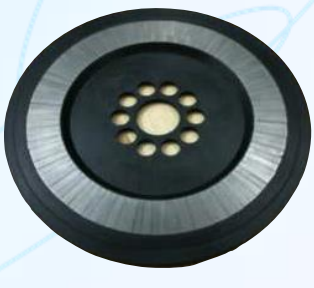
reynolds.aero, Россия, 300 кгс



Генератор с ГТД MetisDesign, дисковый ротор генератора, 300 кВт



Генератор с DVC LaunchPoint, дисковый ротор генератора



Описание продукта и технологии

Разрабатываемый продукт имеет преимущества перед конкурентами.

Ключевые преимущества продукта перед конкурирующими решениями:

- отсутствие масляной смазки, пожаробезопасность, на 30% меньший вес и количество деталей;
- широкое применение 3D-печати позволяет освоить кастомизированное производство;
- высокоуровневое моделирование позволит получить более высокие удельные показатели.

- ✓ **показатель 1** – возможность единичного производства
- ✓ **показатель 2** – отсутствие масляной смазки

- ✓ **показатель 3** – ресурс
- ✓ **ценовой показатель** – стоимость владения

Конкурирующие решения

	AMT Titan	JetCat P400	TJ90	TP-100	проект
показатель 1	Нет	Нет	Нет	Нет	Да
показатель 2	Нет	Нет	Нет	Нет	Да
показатель 3	25	25	50	75	300/1500
Ценовой показатель	52 тыс.\$	49 тыс.\$	52 тыс.\$		До 25 тыс.\$
Тип решения	совпадает	совпадает	совпадает	совпадает	совпадает

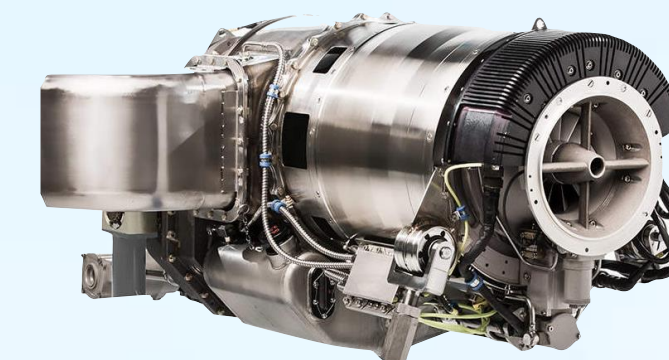


Stuttgart Engineering. Германия

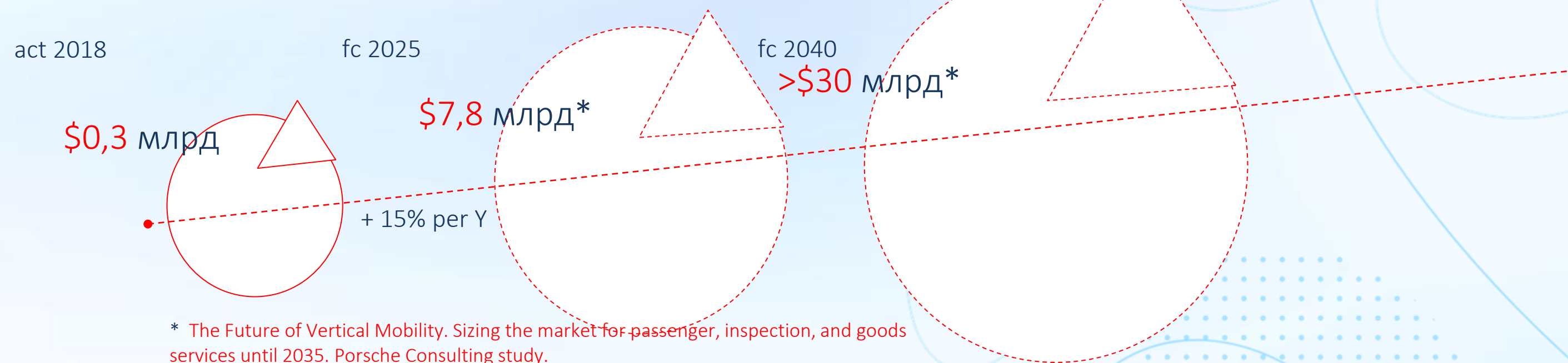
49000 Евро, мощн. 97,5 кВт, масса 30 кг
поставка 18 - 24 месяца от предоплаты.
Заявлен ресурс 2000 ч.
Серийного производства нет.

PBS VELKA BITES. Чехия

100000 Евро, мощн. 180 кВт, масса 61 кг
поставка 3 месяца от предоплаты.
Единственное реальное предложение на рынке. Линейка ТРД, ТВД, ТГ



Целевые рынки проекта



Несмотря на широкое распространение ДВС на современных БВС тяжелого и среднего класса, в классе всепогодных транспортных БВС будущее за гибридными РСУ с высокоэффективными турбогенераторами в качестве источника энергии (FAA Aerospace Forecasts Fiscal Years 2018-2038. FAA. 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.faa.gov/data_research/aviation/aerospace_forecasts/media/FY2018-38_FAA_Aerospace_Forecast.pdf, свободный, яз.англ. (Дата обращения 20.12.2018)), электрическим и механическим приводом винтов-вентиляторов, а также пропульсивными системами, сочетающими создание подъемной силы и силы тяги.

Рынок ТГ, МГТД и РСУ для БВС только начинает зарождаться. К 2025 году предполагается рост мирового рынка до 7800 млн.\$.

По прогнозам Morgan Stanley Research, объем рынка силовых установок БВС в 2040 году может составить \$ 30 млрд (15 - 20% от стоимости рынка транспортных БВС), в т.ч. ~ 30-40 % РСУ с источником энергии в виде ГТД (технология проекта). Доля авиационных ГТД размерности до 500 кВт составляет 35-50% от общего объема рынка - \$ 150 млн.

Команда проекта рассчитывает занять 30% внутреннего рынка МГТД к 2027 году., 10-15% мирового рынка к 2030 г.

Барьеры для выхода на целевые рынки

- Барьеры технологические: удельный вес конструкции, температура в камере сгорания, перед турбиной.
- Барьеры бизнес-модели: Протекционистская политика в высокотехнологичной сфере в развитых странах и КНР.



ИНТЕНСИВ
**Архипелаг
2121**

АГЕНТСТВО
СТРАТЕГИЧЕСКИХ
ИНИЦИАТИВ

20.35
УНИВЕРСИТЕТ

ПЛАТФОРМА НТИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Контакты

Сайт pltm.org/
Телефон **+7 (921) 883-55-02**
email pavelbulat@mail.ru