



Организатор



При поддержке



Устроитель



## Круглый стол «Достижения авиационной отрасли»

Направления научно-исследовательской деятельности БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова в интересах аэрокосмических предприятий

К.А. Шахорко Начальник научно-исследовательской лаборатории БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова



[www.helirusia.ru](http://www.helirusia.ru)

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
ВЕРТОЛЕТНОЙ ИНДУСТРИИ

## БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова обладает:

- 1 структурой для выполнения НИОКР
- 2 опытом работы
- 3 квалифицированными научно-техническими кадрами
- 4 мощными аппаратными средствами и программным обеспечением
- 5 экспериментальной базой
- 6 опытным производством
- 7 испытательными лабораториями
- 8 необходимыми лицензиями и научно-технической документацией

## Структура для выполнения НИОКР включает:

### 1 Инжиниринговый центр

- парк современных металлообрабатывающих станков, 3D принтеров и т.д.
- испытательные лаборатории

### 2 Двенадцать профильных лабораторий, среди которых:

- НИЛ «БАКТС» (Беспилотные авиационные и космические транспортные системы);
- НИЛ «РИМС» (Робототехнические и мехатронные системы);
- НИЛ «РИУС» (Радиоэлектронные и информационно-управляющие системы);
- НИЛ «ГЭК» (Газотурбинные энергетические комплексы).

### 3 Конструкторское бюро

- мощные вычислительные кластеры
- современное программное обеспечение

### 4 Шесть центров коллективного пользования среди которых:

- Центр высокопроизводительных вычислений;
- Центр радиотехнических и оптических измерений;
- Центр инновационных технологий;
- Центр экспертных испытаний и контроля качества новых функциональных материалов.
- Центр аддитивных технологий и объемного сканирования

## Экспериментальная база

1

Продувка моделей летательных аппаратов и их элементов



2

Исследования струйных до- и сверхзвуковых течений



3

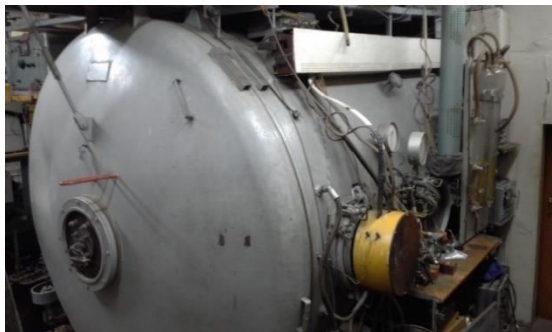
Исследование нестационарных течений с ударными волнам



## Экспериментальная база

4

Исследование в вакууме (до  $10^{-1}$   
мм. рт. ст.)



5

Испытательный  
огневой стенд

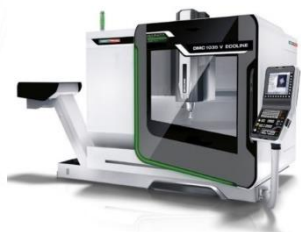


6

Стенд электродинамика



## Опытное производство



Вертикальный фрезерный  
обрабатывающий центр

DMC 1035 V ecoline



Вертикальный фрезерный  
обрабатывающий центр

MILLSTAR LMV800



Вертикальный фрезерный  
обрабатывающий центр

Haas VF-2DHE



Токарный обрабатывающий центр

LEADWELL T6M



Токарно-револьверный центр

Haas SL-10 THE

## Опытное производство



Токарный станок с осью Y

CTX510 ecoline



Электродпечь сопротивления  
камерная вакуумная

Bera-3M



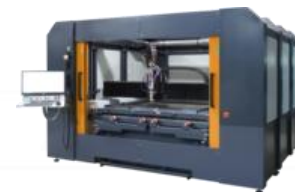
Проволочно-вырезной  
электроэрозионный станок

Fanuc Robocut C400iB



3D принтер

Concept Laser Mlab  
Cusing



Машина для  
лазерной резки  
листового металла  
МЛ35

**Испытательные лаборатории,  
имеющие аттестованное в соответствии с ГОСТ РВ 0008-002-2013 испытательное оборудование,  
среди которых:**

- Лаборатория испытаний на внешние воздействия;
- Лаборатория разрушающего и неразрушающего контроля.



**Ультразвуковой  
дефектоскоп EPOCH**



**Прибор акустической  
эмиссии Ранис**



**Анализатор металлов  
Foundry-master Smart-  
эмиссионный спектрометр**



**Инструментальный  
микроскоп  
с возможностью трансляции  
через монитор**



**Универсальная  
испытательная  
машина  
Shimadzu**



**Прибор оценки остаточных  
напряжений «Резикон»**



Испытательные лаборатории,  
имеющие аттестованное в соответствии с ГОСТ РВ 0008-002-2013 испытательное оборудование,  
среди которых:

- Лаборатория испытаний на внешние воздействия;
- Лаборатория разрушающего и неразрушающего контроля.



Вибростенд

Sentek Dynamics L0620M



Пневматический ударный  
стенд

SY11-50



Камера вакуумная

«ВК-1000»



Камера тепла-холода-влаги

EVCLIM-KTXB-408



Камера пыли и песка

EVCLIM-КП-1000-1 Z

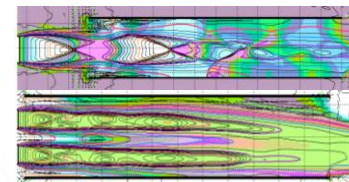


Газовый хроматограф

YL 6500 GC

## Основные направления работ

- Разработка облика БПЛА
- Разработка и исследование аэродинамической схемы БПЛА
- Разработка стартовых и пусковых устройств
- Разработка двигательных установок (малые ГТД, турбовинтовые системы, распределённые ЭУ)
- Разработка систем бортовой авионики
- Разработка систем технического зрения
- Разработка систем управления БПЛА
- Разработка алгоритмов управления роем БПЛА
- Разработка микроэлектромеханических систем исполнительной автоматики БПЛА
- Разработка целевой полезной нагрузки
- Системы беспроводной передачи энергии и информации



## Системы наведения, позиционирования и стабилизации бортовой аппаратуры КА

### Электромеханические системы высокой грузоподъемности с широкой рабочей зоной



- › Области применения: наведение, стабилизация и ориентация крупногабаритных конструкций, контррефлекторов, оптической аппаратуры
- › Степеней свободы: 6
- › Перемещение по X Y / Z : не менее 200 / 50 мм
- › Перемещение вокруг X Y Z : не менее 7 °
- › Погрешность наведения: до  $\pm 10$  мкм по линейным координатам, до  $\pm 30''$  по угловым координатам
- › Специальные алгоритмы управления позволяют обеспечить заявленную точность при работе в широком диапазоне температур в условиях космического пространства и в течение длительного времени
- › Комплектующие электромеханические узлы, микромодульная система измерения и управления собственной разработки на базе преимущественно отечественных комплектующих.

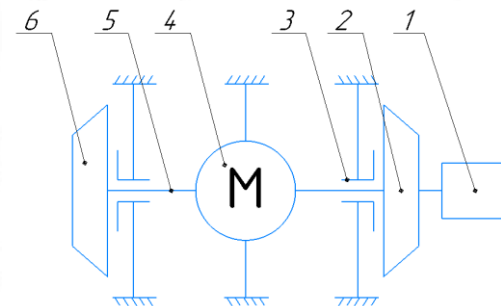


## Системы терморегулирования для средних и больших платформ КА

Электронасосные агрегаты нового поколения с высокими показателями надежности и ресурса



Области применения	Активные системы терморегулирования космических аппаратов; Различные гидравлические системы авиационной, транспортной и наземной техники
Основные параметры	Перепад давления – до 2 атм, расход – до 180 см <sup>3</sup> /с; Энергопотребление – не более 150 Вт; Ресурс – до 160 000 часов; Виброактивность – не более 10 <sup>-3</sup> g
Дополнительные функции	Бортовой мониторинг, диагностика и прогнозирование технического состояния с применением искусственного интеллекта; Современные отказоустойчивые режимы управления электродвигателем, в том числе бездатчиковые; Программные алгоритмы виброгашения;
Комплектующие	на базе отечественных комплектующих



- 1 – входной осевой импеллер,
- 2 – первое центробежное лопаточное колесо,
- 3 – радиально-упорная гидродинамическая опора,
- 4 – электродвигатель,
- 5 – единый ротор агрегата,
- 6 – второе центробежное лопаточное колесо.

## Универсальные приводы вращательного и линейного перемещения, универсальные модули управления



**Привод вращательного движения**  
Компактный универсальный модуль  
вращательного движения с  
интегрированными электронными  
системами.

Характеристика	9100	9200	9300
Номинальный момент	62 Нм	125 Нм	280 Нм
Масса	1,8 кг	2,5 кг	3,4 кг

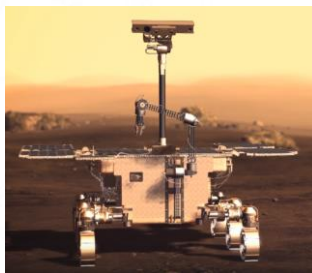


**Приводы линейного перемещения**  
Компактный универсальный привод линейного перемещения  
оснащенный электронными системами

Характеристика	ЛП-150	ЛП-100
Рабочий ход	150 мм	100 мм
Усилие	2 кН	0,4 кН
Масса	1,46 кг	1,58 кг

# Робототехнические комплексы для обслуживания КА

## Универсальный робот-манипулятор



**Особенности изготовления**

Модульность конструкции, уникальные алгоритмы управления обеспечивают широкую вариативность, создания систем различного назначения и исполнения

**Погрешность наведения**

до 50 мкм

**Комплектующие**

электромеханические узлы, микромодульная система измерения и управления собственной разработки на базе преимущественно отечественных комплектующих

**Области применения**

аэрокосмическая и наземная техника, промышленное измерительное, обрабатывающее, медицинское и испытательное оборудование

**Особенности**

Модульная конструкция, высокая удельная мощность, система технического зрения, тактильное ощущение схвата, возможность коллаборативного исполнения, сменные устройства схвата и инструмента



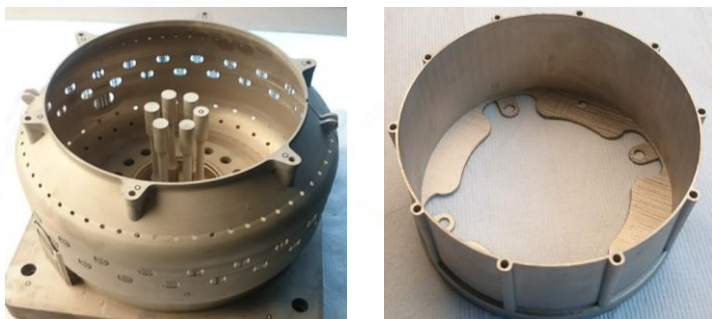
## НИОКТР «Разработка и создание всепогодного комплекса для обеспечения поисково-спасательных операций, проводимых с помощью летательных аппаратов в условиях Арктики»

### ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ КОПСО

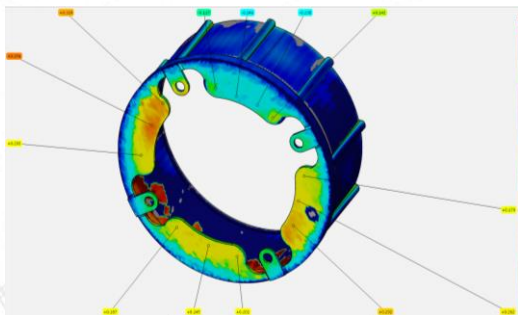
- Обеспечение безопасности полета на малых высотах и при посадке
- Обнаружение и определение относительных координат навигационных препятствий по курсу движения ЛА
- Определение типа и характеристик подстилающей поверхности при посадке на необорудованную площадку
- Поиск малоразмерных объектов на фоне земной и морской подстилающей поверхности
- Поиск и спасение терпящих бедствие на морских (прибрежных) акваториях



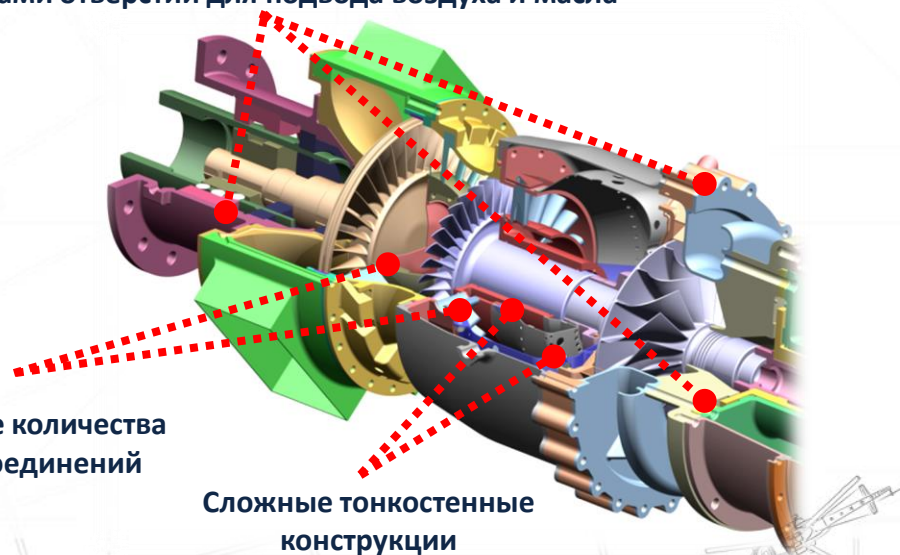
СЧ НИОКР: Разработка конструкции и технологии изготовления камеры сгорания и редуктора малоразмерного ГТД из порошков методом 3D печати (Работа выполнена по заданию АО «ОДК-Климов»)



Корпусные детали сложной формы с интегрированными системами отверстий для подвода воздуха и масла



Уменьшение количества  
сварных соединений



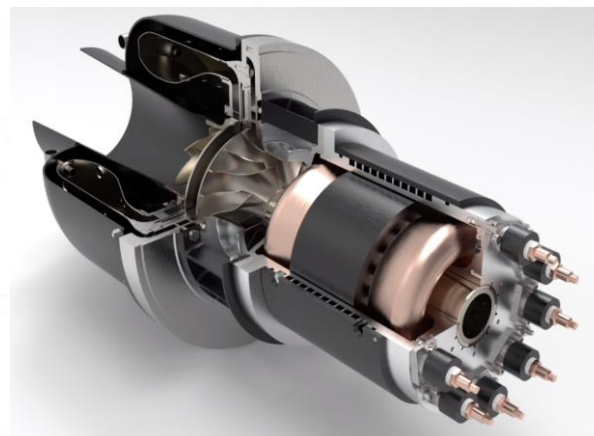
Сложные тонкостенные  
конструкции



**ПНИ: Разработка технических решений в обеспечение создания высокоэффективных автономных газотурбинных энергокомплексов малой мощности 100 кВт.**

**Основные параметры:**

- Рабочая частота – 60 тыс. об/мин
- Степень повышения давления – 3.7
- Степень понижения давления – 3.57
- Расход газа через турбину – 1.167 кг/с
- Расход топлива (авиационный керосин) – 17 г/с
- Температура на входе в турбину – 1150 К
- Тип генератора – синхронный на постоянных магнитах
- Охлаждение генератора – жидкостное топливом
- Ресурс подшипников – 9600 пусков
- Лопаточные колеса изготавливаются методами 3D-печати из титана и жаропрочного сплава соответственно и являются полыми с сохранением прочностных характеристик, что снижает их массу на 37%.



Выполнена по схеме на одном валу без редуктора.

За счет размещения осевого подшипника между колесами турбины и компрессора удалось значительно уменьшить габариты установки.

**ПНИ: Теоретические основы и практическая реализация технологических процессов изготовления деталей двигателей и агрегатов беспилотных летательных аппаратов с использованием аддитивных технологий.**

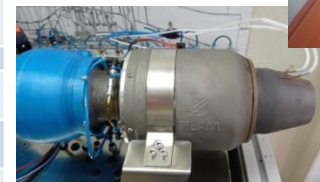
Базовая модель	мТРД 6	мТРД 9	миТРД 20	ТРД 40
Разработчик	Микроджет/ ВОЕНМЕХ	Микроджет/ ВОЕНМЕХ	ВОЕНМЕХ	ВОЕНМЕХ
Тяга max базовой модели, кгс	6	9	18	35
Тяга max для вариантов исполнения, кгс.	7, 8	10	20	40
Расход топлива (max), мл/мин	220	390	750	923
Удельный расход топлива, кг/Н*ч	0,18	0,18	0,15	0,11
Наружный диаметр	81	95	130	150
Длина	250	270	350	450
Частота вращения ротора, т.об/мин	45-162	45-153	33-113	80
Расход воздуха, г/с	160	225	450	730
Вес двигателя (без аксессуаров), кг	0,85	1,4	2,47	3,9
Температура газа перед турбиной о С	480 – 750	480 – 750	480 – 750	500-800
Топливо	Керосин/ Дизель	Керосин/ Дизель	Керосин/ Дизель	Керосин/ Дизель
Стадия готовности	УГТ 6-7 по ГОСТ Р 58048—2017	УГТ 6-7 по ГОСТ Р 58048—2017	УГТ 6-7 по ГОСТ Р 58048—2017	УГТ 5 по ГОСТ Р 58048—2017



мТРД 6



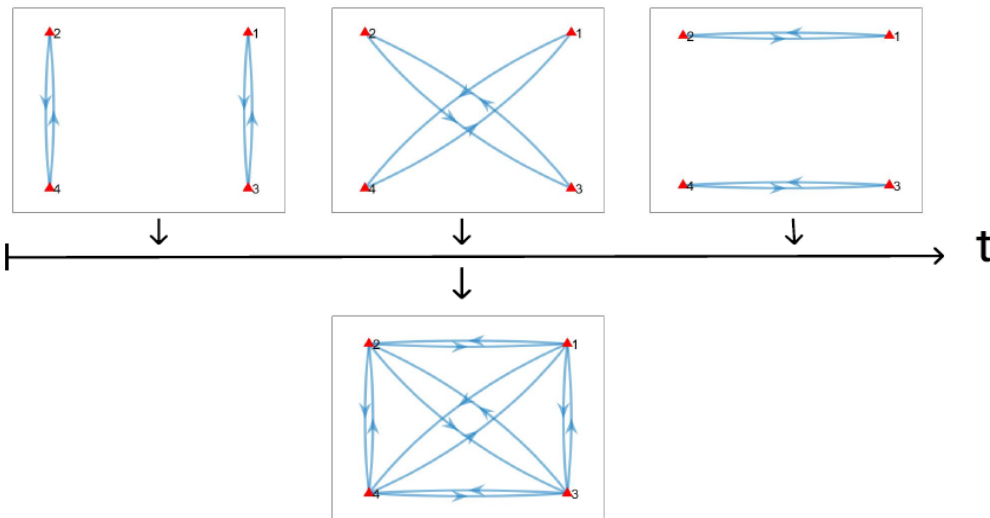
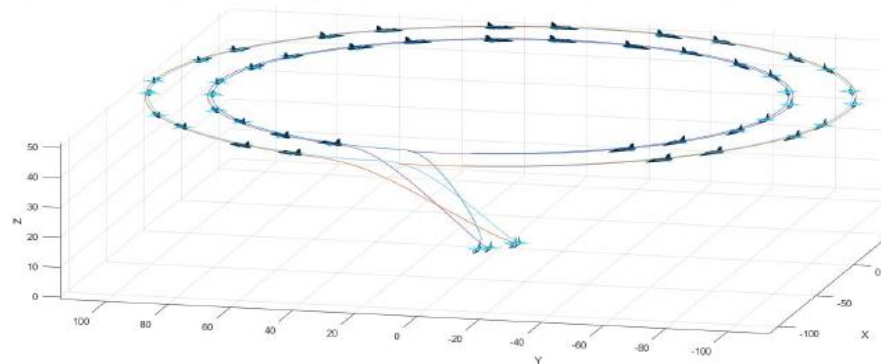
ТРД 40



миТРД 20

ФНИ: «Разработка фундаментальных основ создания и управления группировками высокоскоростных беспилотных аппаратов космического и воздушного базирования и группами робототехнических комплексов наземного базирования» 2020-2025 гг. (Номер государственного учёта АААА-А20-120071690043-7)

## Разработка алгоритмов управления роем БПЛА



Направления научно-исследовательской деятельности БГТУ  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова в интересах аэрокосмических  
предприятий



Спасибо за  
внимание

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования «Балтийский  
государственный технический университет  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»



Email

sciencebstu@bstu.spb.su



Телефон

+7 (812) 316 43 16



Website

<https://www.voenmeh.ru>



Адрес

190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я  
Красноармейская, д. 1

