

Riga Technical University Institute of Aeronautics

## International conference "AVIA-INVEST 2014"

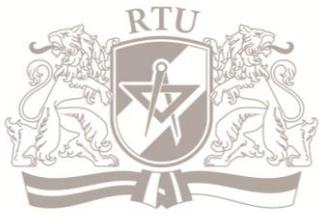


# Проектирование экспериментальных летательных аппаратов в САД-среде



Авторы: А. Урбах, В. Петров, А. Яковлев  
Докладчик: Александр Яковлев





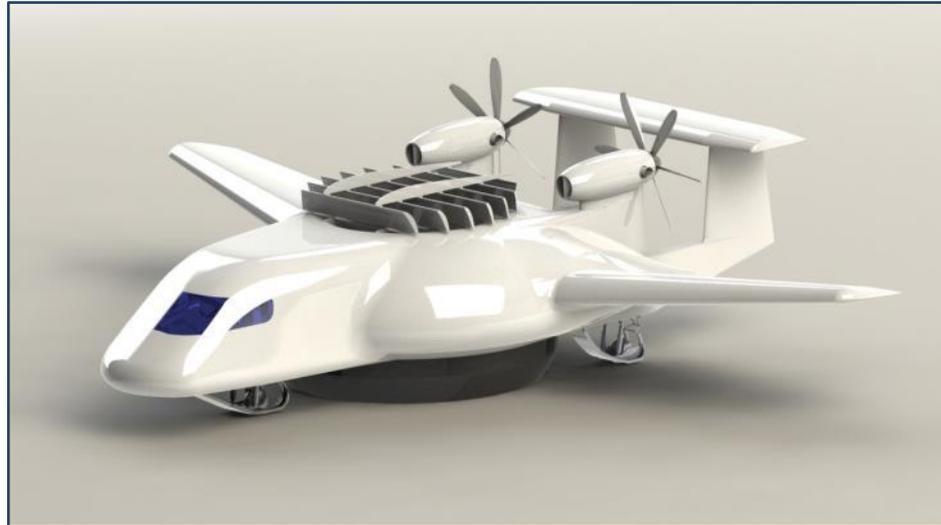
# Проектирование экспериментальных летательных аппаратов



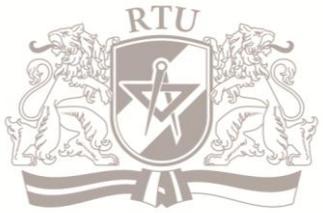
## Проект ESTOLAS



**Extremely Short Take Off and Landing All-Surface hybrid aircraft**



Гибридный самолет с предельно коротким взлетом и посадкой на любые поверхности

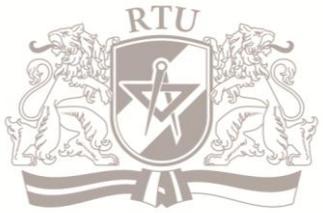


# Проектирование

• Идея • Опыт • Ресурсы

- Идея - выгодная с разных аспектов
- Опыт – знания, наработанные приёмы проектирования и нестандартные подходы
- Ресурс - материальная база, рабочий ресурс и программное обеспечение



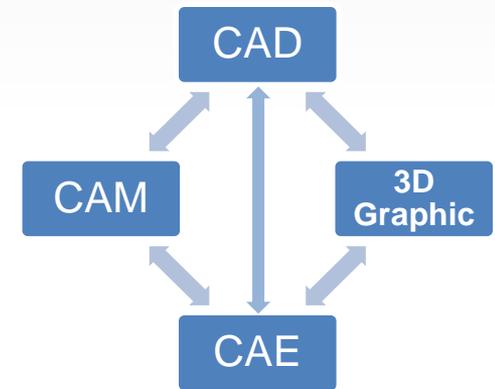


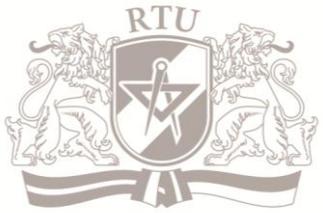
# Ресурсы



## CAD/CAM/CAE системы

- Автоматизированное проектирование в системах **CAD** - программы **Solidworks**, **Autodesk Inventor** и др.
- Инженерные расчеты в **CAE** системах - приложение **Solidworks Simulations**
- Первичные аэродинамические исследования в приложении **Solidworks Flow Simulation**, программы **XFLR5** и др.
- Графические оформления прототипов в приложениях **PhotoView 360**, **Photoshop** и др.
- Применение **CAM** систем для изготовления реальных копий и их составляющих, используя станочное оборудование с ЧПУ и технологии быстрого прототипирования (3D printing)
- Изготовление технической документации





# Опыт



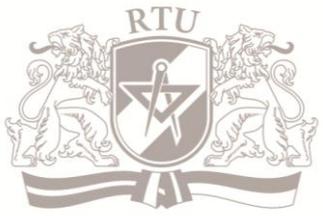
Многолетний опыт в проектирование прототипов летательных аппаратов, систем мониторинга и экспериментальной техники



В 2014 году успешно завершен один из европейских проектов в рамках которого были спроектированы и изготовлены два промышленных образца беспилотных летательных аппаратов –

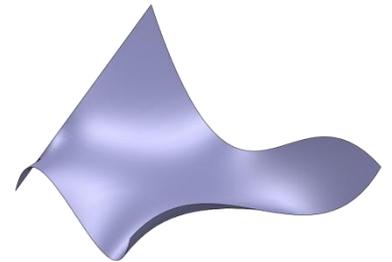
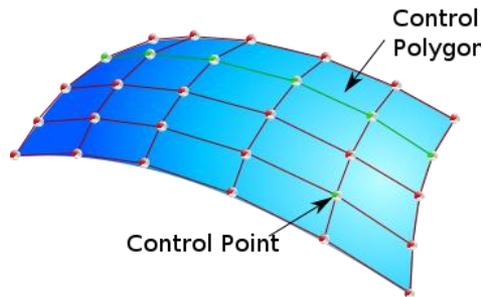
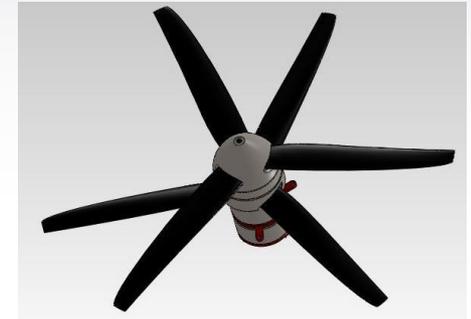
**“Development of an unmanned aircraft system and creation of the industrial prototypes of unmanned aerial vehicles for performing the tasks of Latvian national economy”,**

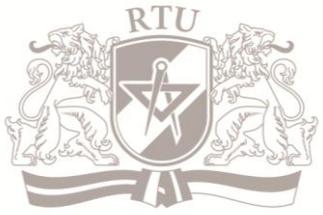




# Методы компьютерного моделирования<sup>1</sup>

- Метод твердотельного моделирования
- Метод поверхностного моделирования
- Комбинированный метод

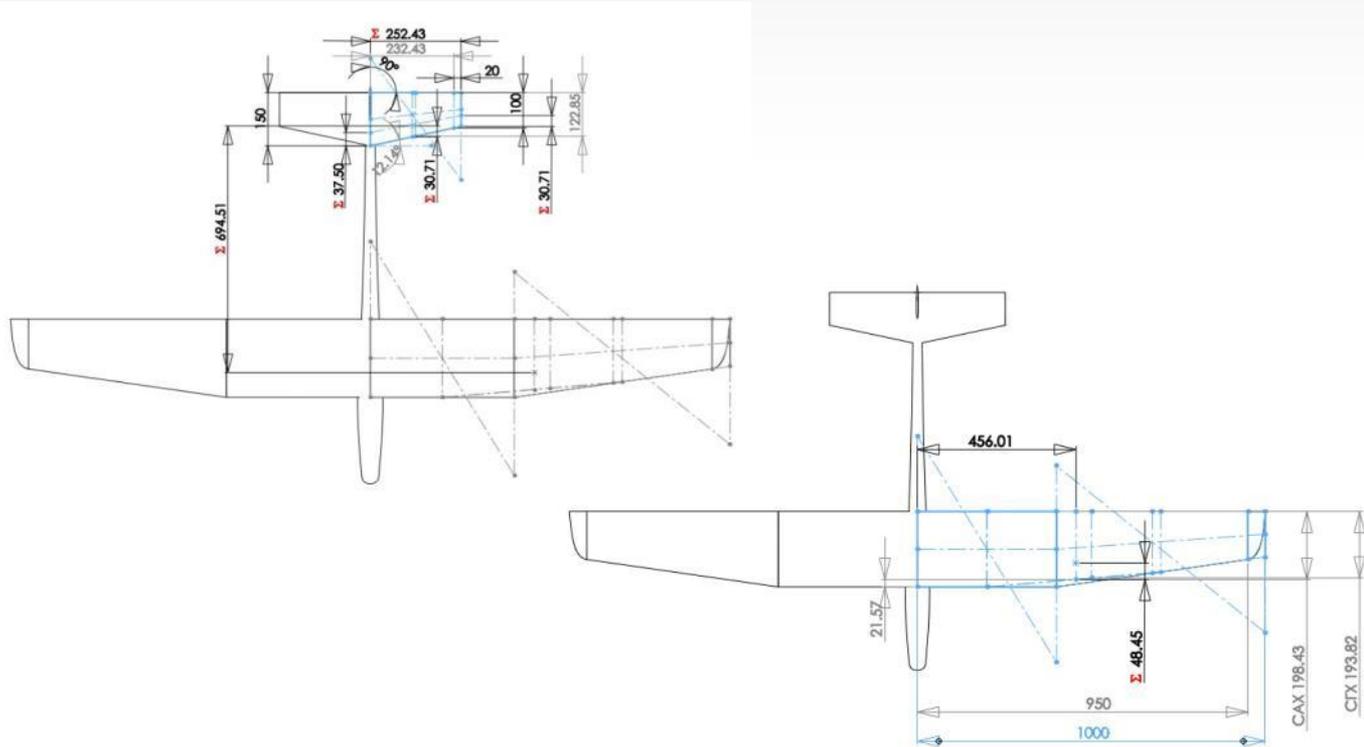


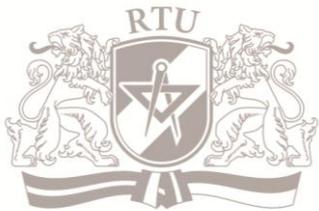


# Методы компьютерного моделирования<sup>2</sup>



Метод твердотельного моделирования с использованием параметрических таблиц





# Методы компьютерного моделирования<sup>3</sup>



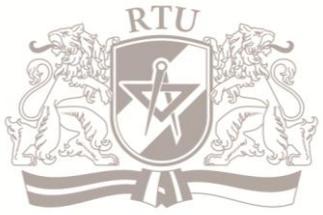
Equations, Global Variables, and Dimensions

123

Name	Value / Equation	Evaluates to	Comments
<b>Global Variables</b>			
"Ss"	= "D1@Sparnu parametru projekcija" * "D15@Sj	193839.43mm	
"Sa"	= "Ss" * 0.16	31014.31mm	
"ash"	= "D2@AstuSak nerv"	150mm	
"Abh"	= "D1@AstuBeig Nerv"	95.7mm	
"Sk"	= "Ss" * 2 * 0.07	27137.52mm	
<i>Add global variable</i>			
<b>Features</b>			
<i>Add feature suppression</i>			
<b>Dimensions</b>			
D1@Sparnu V L H parametri	400mm	400mm	
D2@Sparnu V L H parametri	50mm	50mm	
D3@Sparnu V L H parametri	550mm	550mm	
D4@Sparnu V L H parametri	0deg	0deg	
D5@Sparnu V L H parametri	7deg	7deg	
D6@Sparnu V L H parametri	120mm	120mm	
D7@Sparnu V L H parametri	3mm	3mm	
D1@Bultvedums	0mm	0mm	
D2@Bultvedums	80mm	80mm	
D2@Sakuma nerv	220mm	220mm	
D1@Sakuma nerv	2.5deg	2.5deg	
D2@Vid nerv	220mm	220mm	
D1@Vid nerv	2.5deg	2.5deg	
D2@Vid nerv 2	220mm	220mm	
D1@Vid nerv 2	2.5deg	2.5deg	
D2@beigu nerv	140mm	140mm	
D1@beigu nerv	1.5deg	1.5deg	
D2@vitlinga nerv	1mm	1mm	
D1@vitlinga nerv	1.5deg	1.5deg	
D1@Sparnu parametru projekcija	193.84mm	193.84mm	
D6@Sparnu parametru projekcija	950.45mm	950.45mm	
D15@Sparnu parametru projekcija	1000mm	1000mm	
D18@Sparnu parametru projekcija	456.01mm	456.01mm	

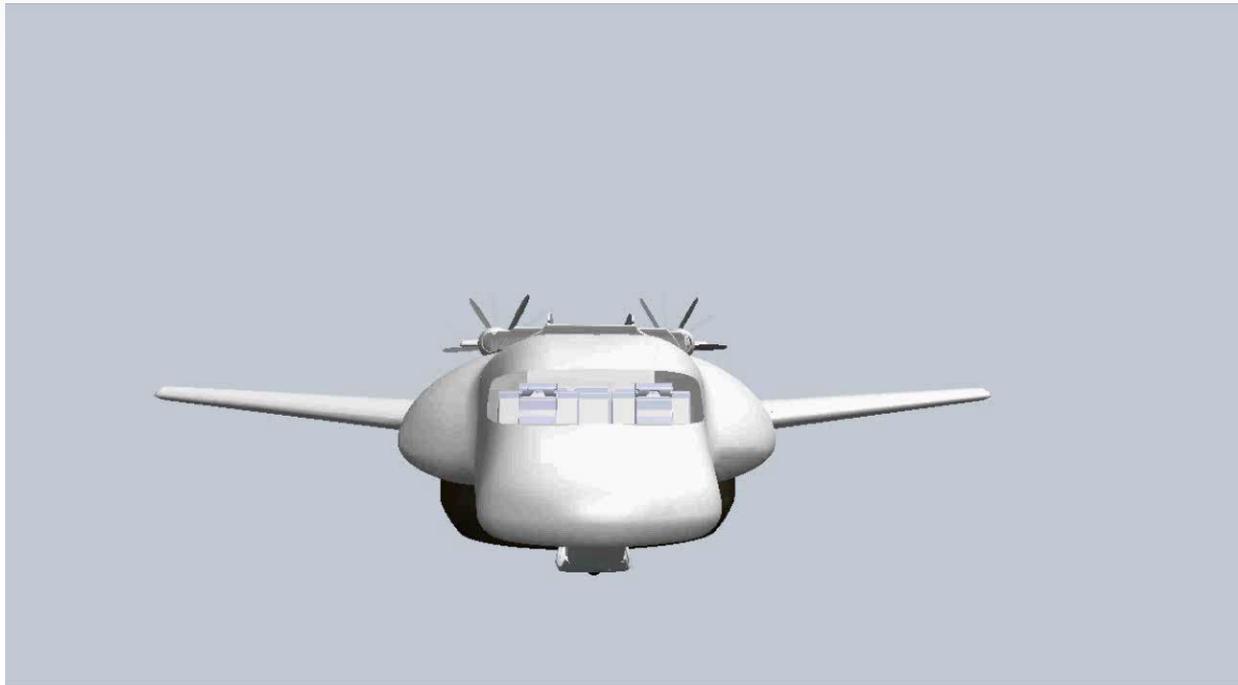
Automatically rebuild  Link to external file: Angular equation units:   Automatic solve order

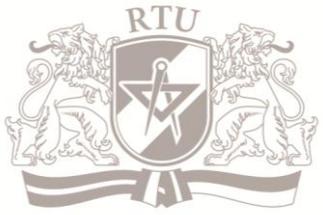
Пример таблицы с параметрами летательного аппарата



# Проект ESTOLAS

## Проектирование прототипа ESTOLAS





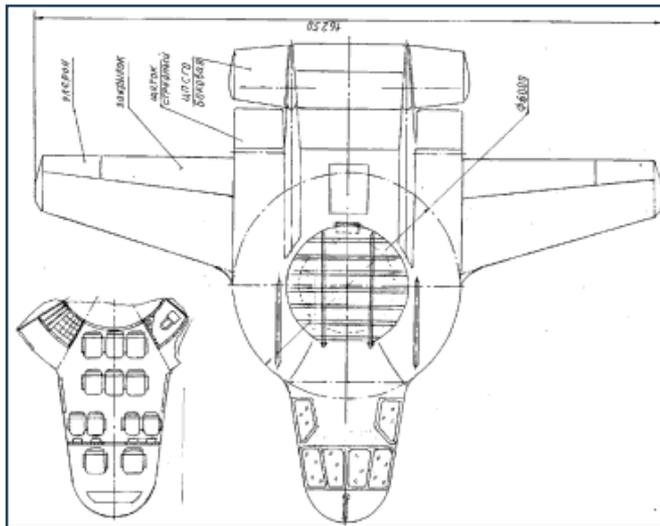
# Анализ исходных данных



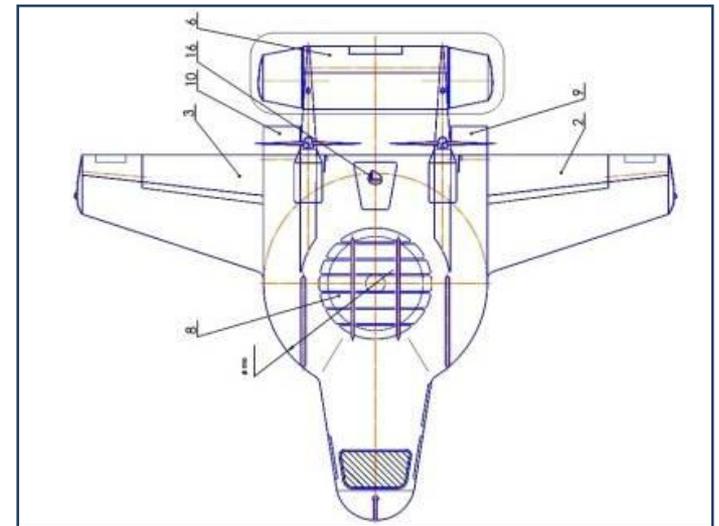
- Анализ исходной технической документации
- Анализ аналогов прототипа
- Коррекция несогласованной информации



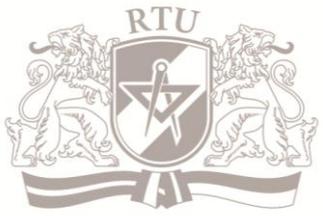
Летательный аппарат конструктора А. Филимонова



БЭЛЛА-2

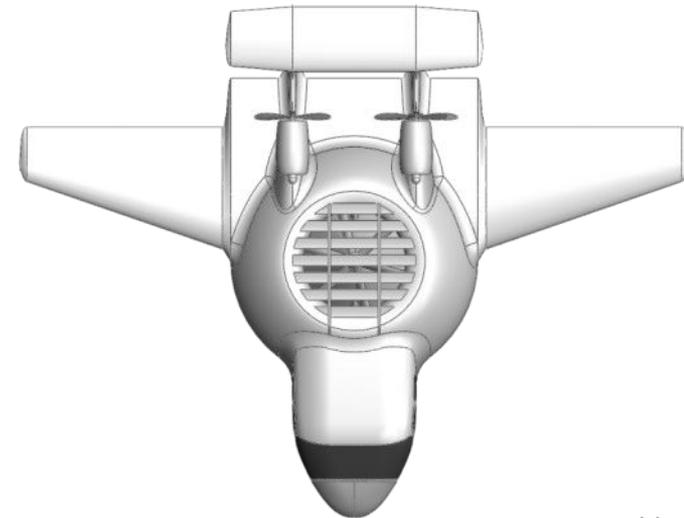
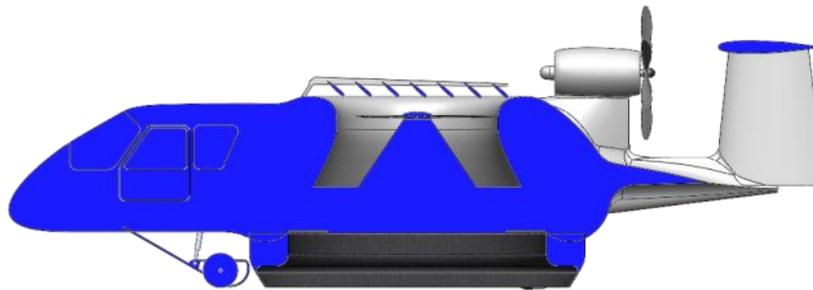
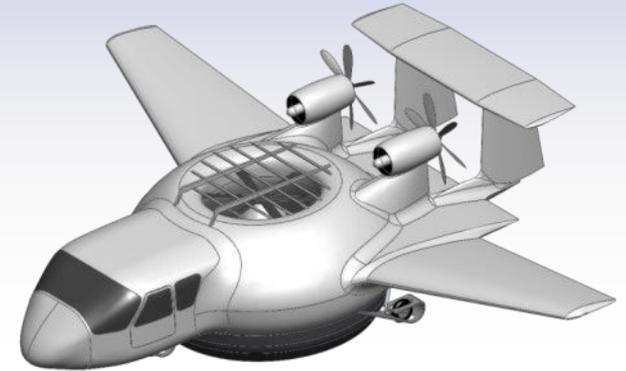


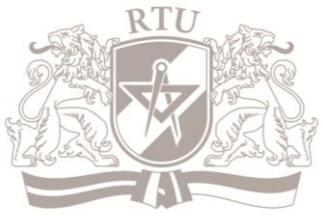
БЭЛЛА-1



# Выбор методов проектирования<sup>1</sup>

Метод твердотельного проектирования не дает возможностей точно смоделировать необходимую форму частей сложного летательного аппарата.

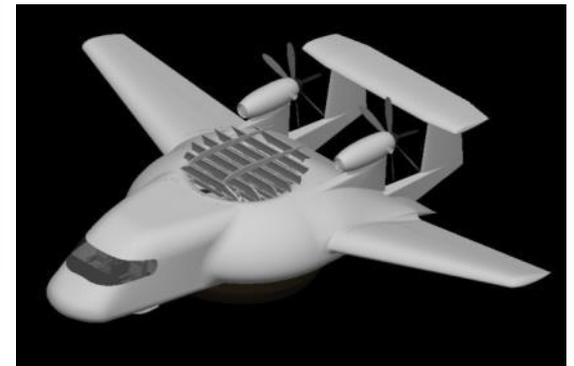
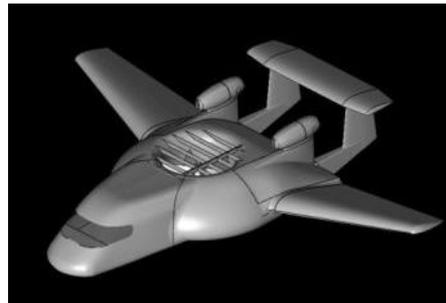
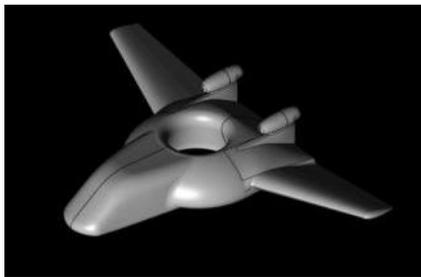
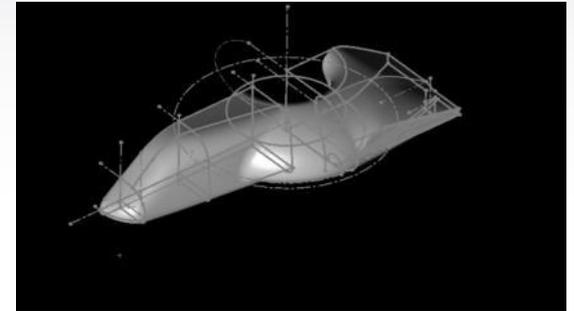
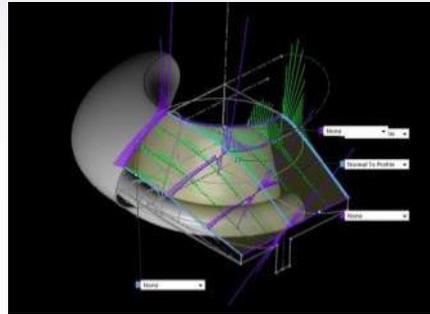
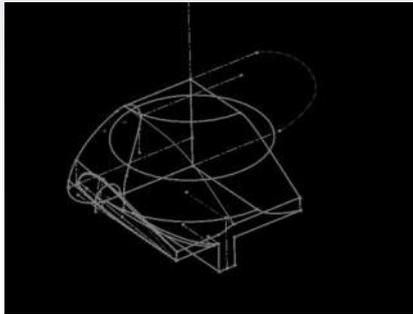




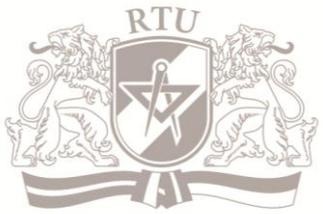
# Выбор методов проектирования<sup>2</sup>



Проектирования методом поверхностного моделирования



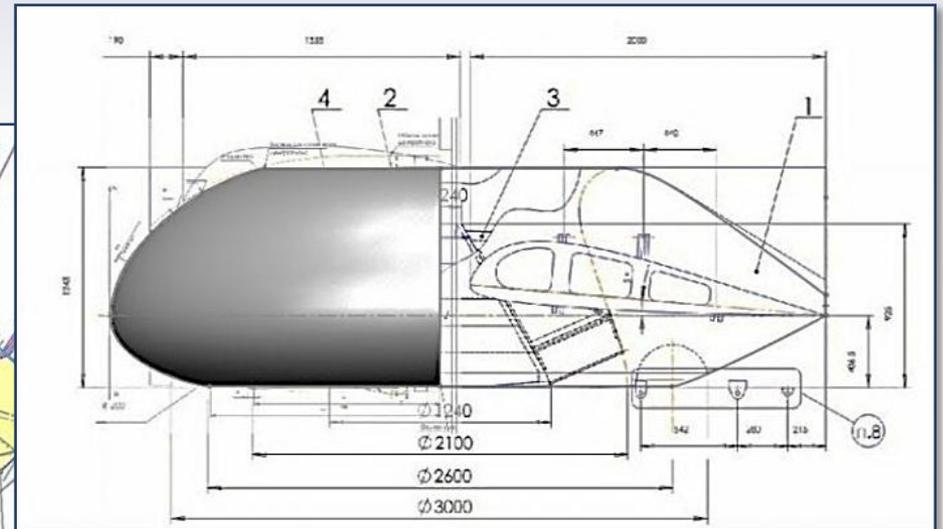
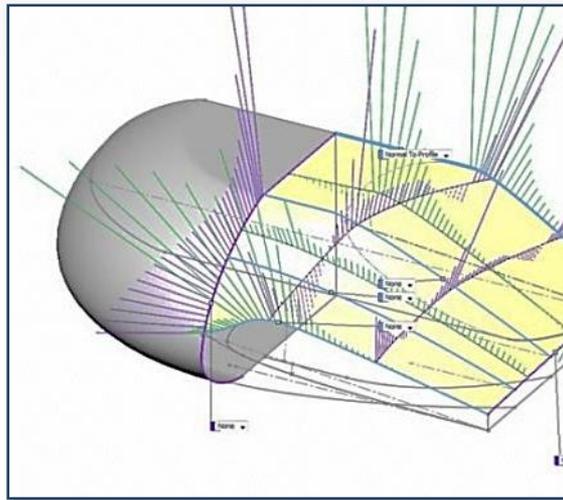
Этапы поверхностного моделирования



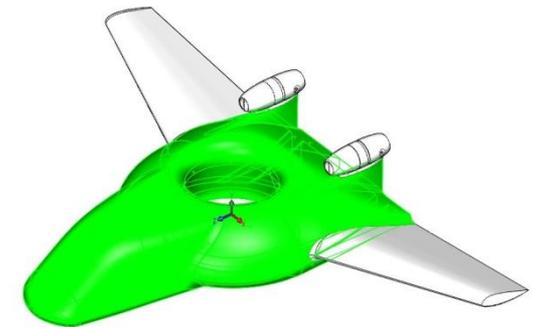
# Проектирования основных частей<sup>1</sup>

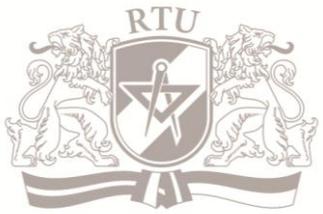


## Проектирование центроплана



**Центроплан - наиболее сложная часть аппарата с точки зрения 3-х мерного моделирования**

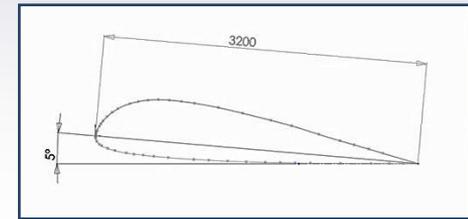
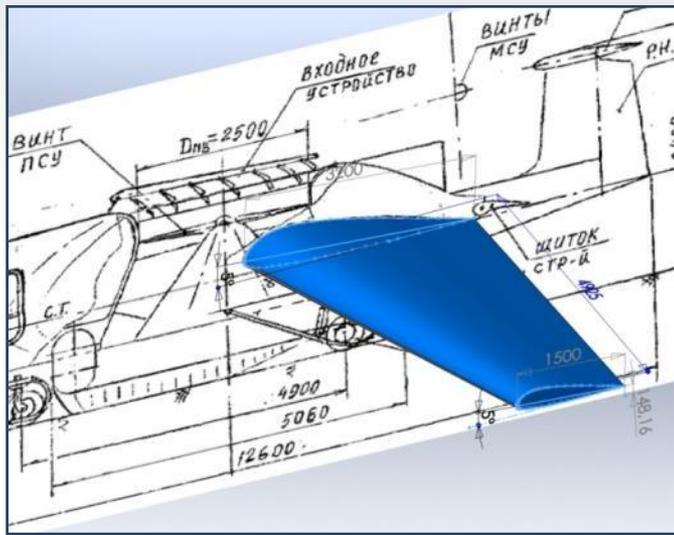




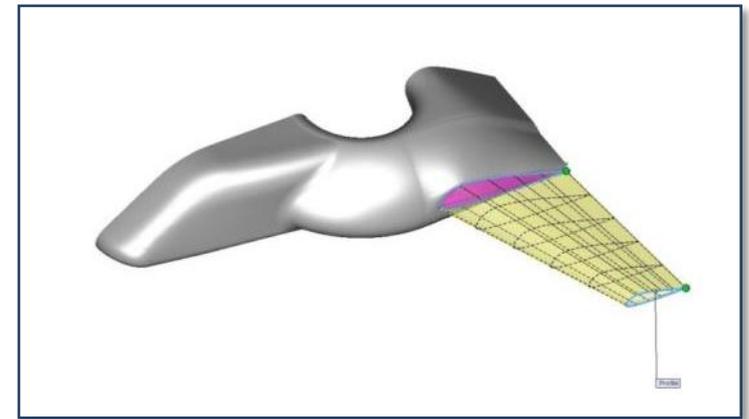
# Проектирования основных частей<sup>2</sup>



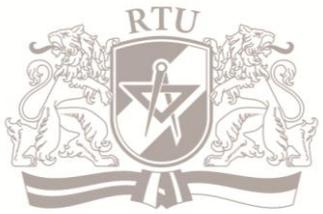
## Проектирование крыла



Высоко несущий профиль крыла (ЦАГИ-Р-III-18)



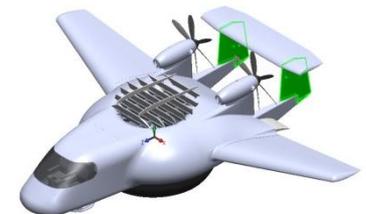
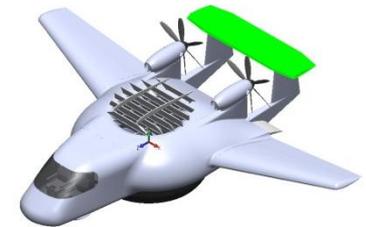
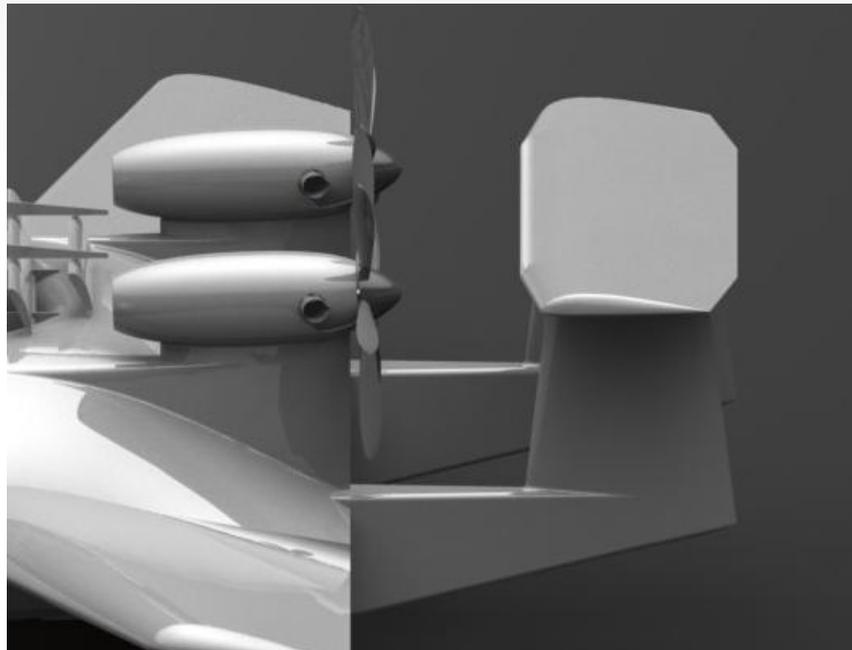
Проектирование крыла методом твердотельного моделирования



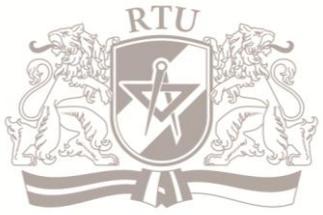
# Проектирования основных частей<sup>3</sup>



## Проектирование хвостового оперения, механизации и рулевых поверхностей



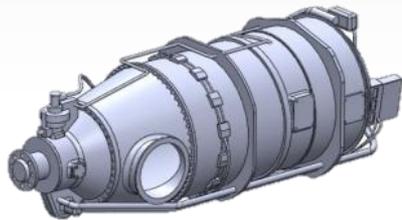
**Хвостовое оперение**



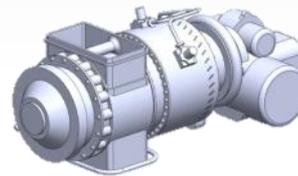
# Комплектация прототипа<sup>1</sup>



Проектирование основных агрегатов,  
оборудования и силовых установок



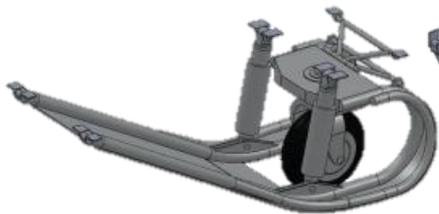
Pratt Whitney PT6A



ГТДЕ-250



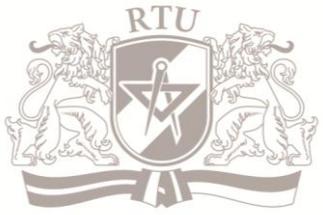
Пилотское и  
пассажирские  
кресла



Переднее колесно-  
лыжное шасси

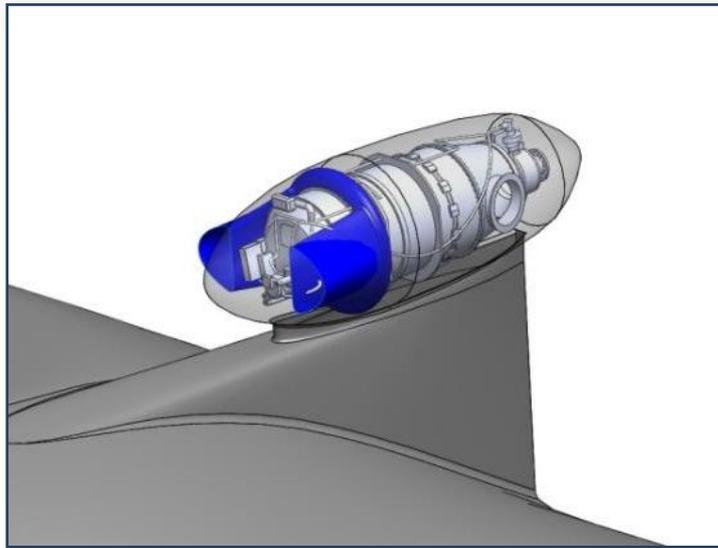


Задние колесно-  
лыжное шасси

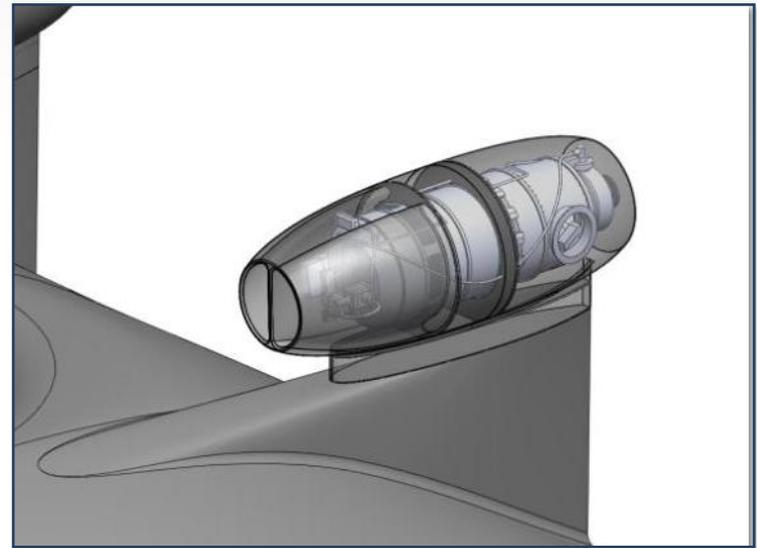


# Комплектации прототипа<sup>2</sup>

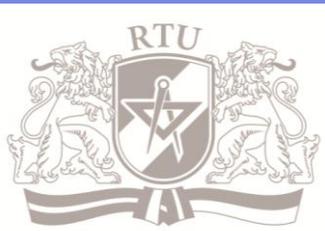
Различные версии гондол двигателей, исходя из оптимального размещения и охлаждения двигателей



Гондола двигателя с боковыми воздухозаборниками



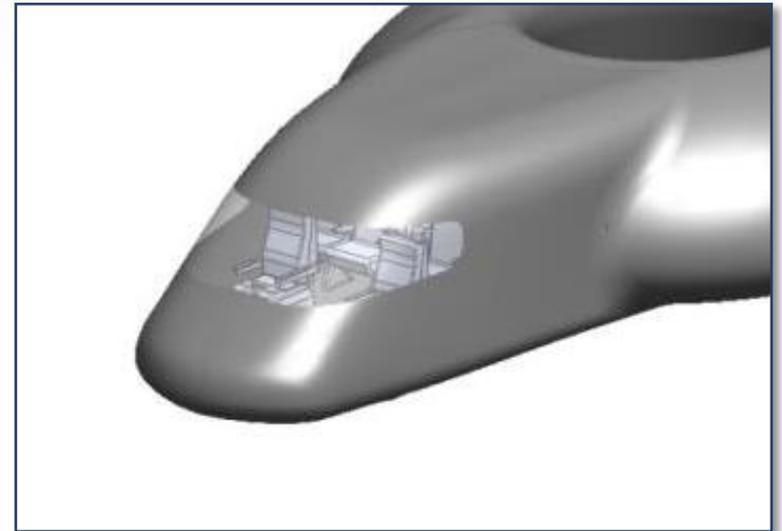
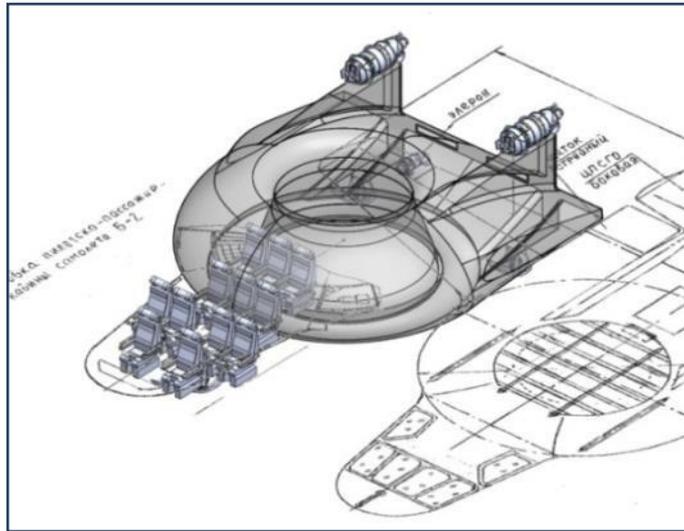
Гондола двигателя с лобовыми воздухозаборниками



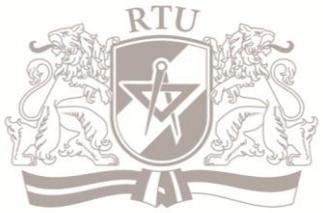
# Комплектация прототипа<sup>3</sup>



## Проектирование фюзеляжа исходя из размещения пассажирских мест



Моделирование расположения пассажирских мест и проектирование фюзеляжа

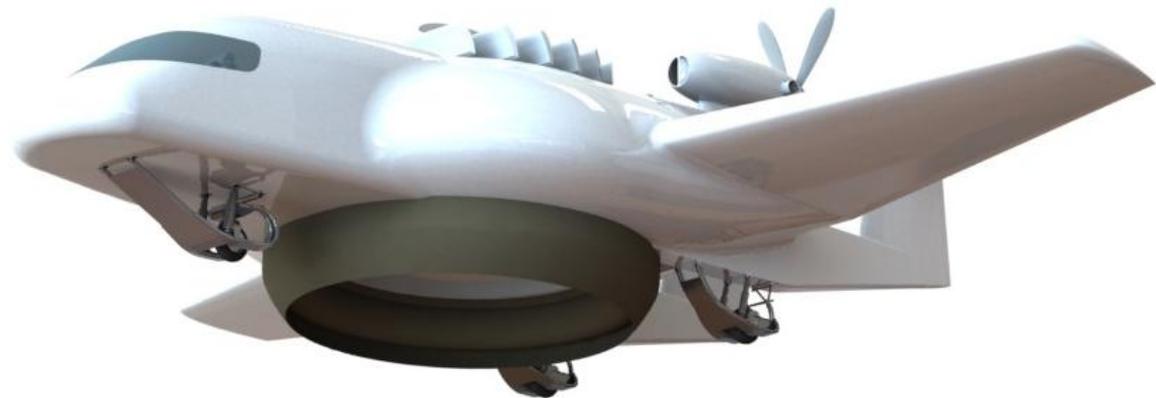


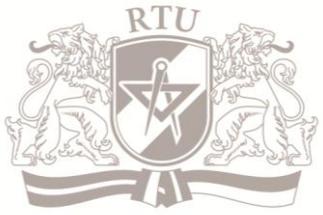
# Прототип ESTOLAS



## Техничекие данные

- Размах крыла – 16.2 м
- Длина – 12.75 м
- Размах центроплана - 6 м
- Полная взлётная - масса 3500 кг
- Масса сухого снаряженного – 1700 кг
- Полезная нагрузка – 850 кг (10 пассажиров)

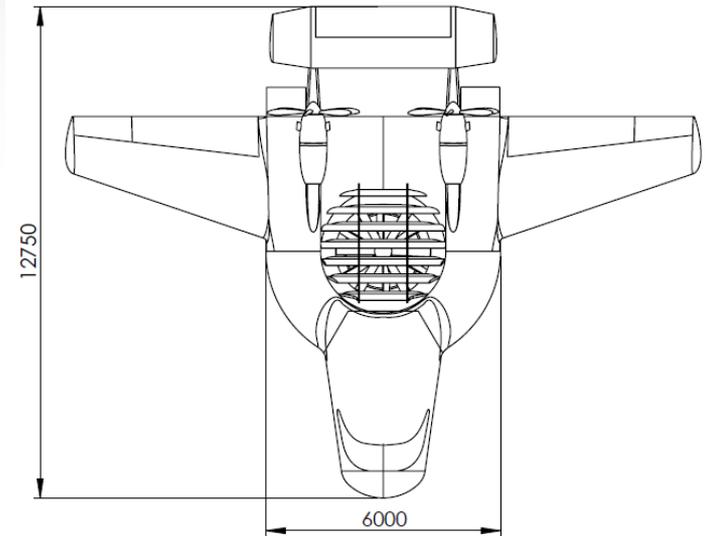
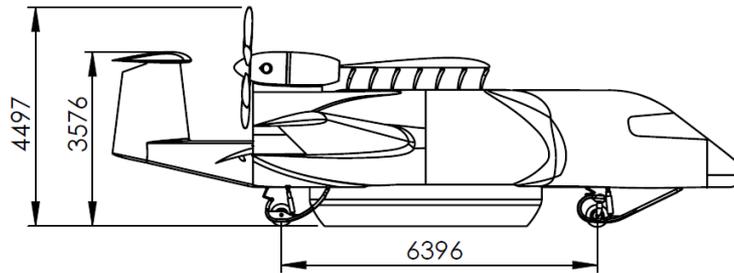
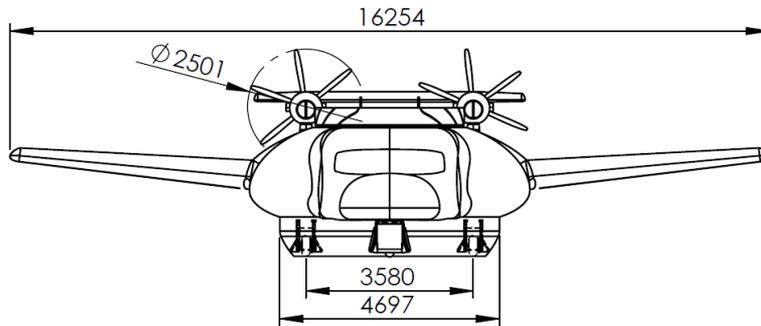


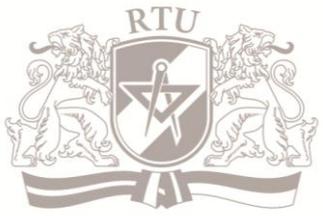


# Прототип ESTOLAS

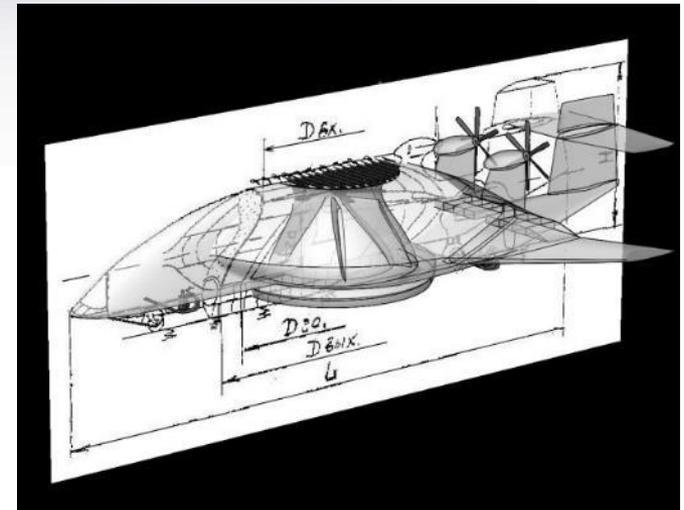
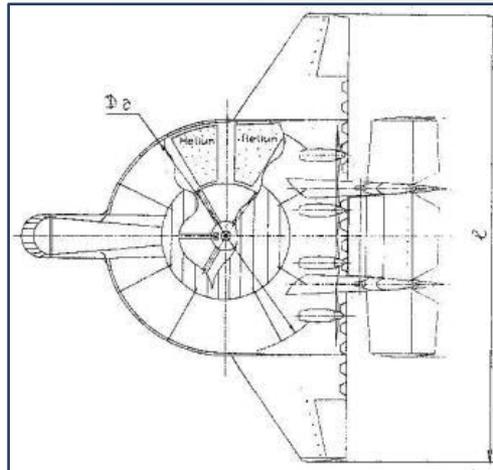
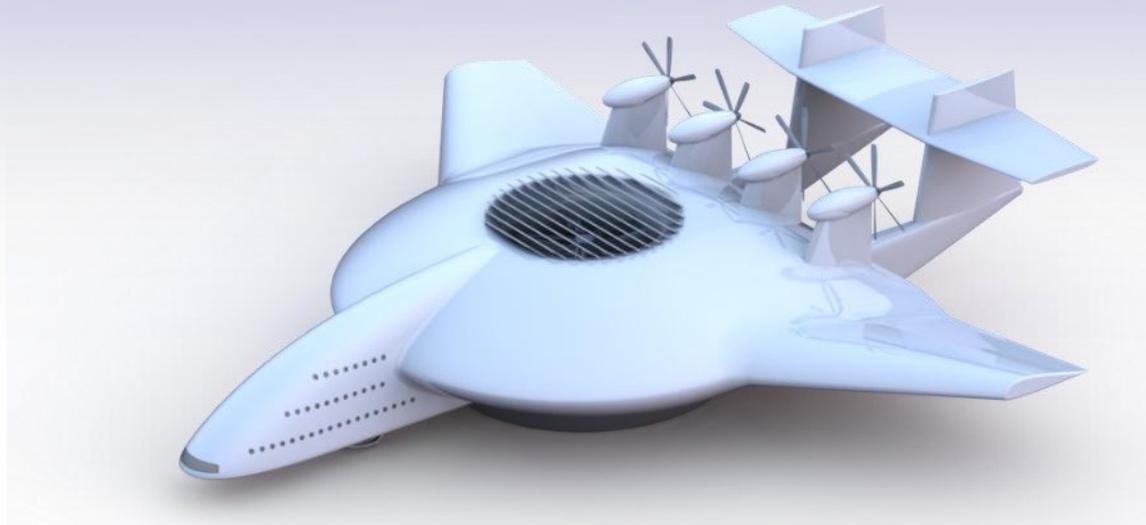
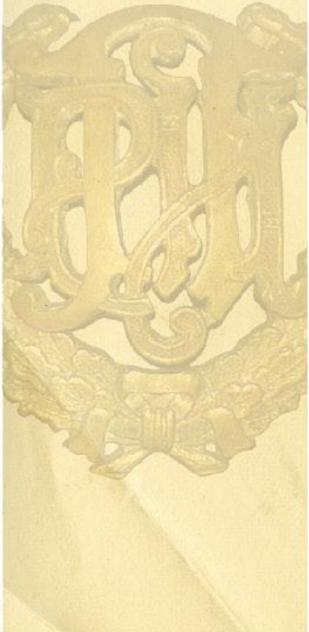


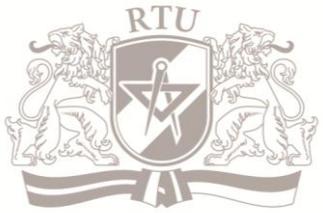
## Геометрические данные



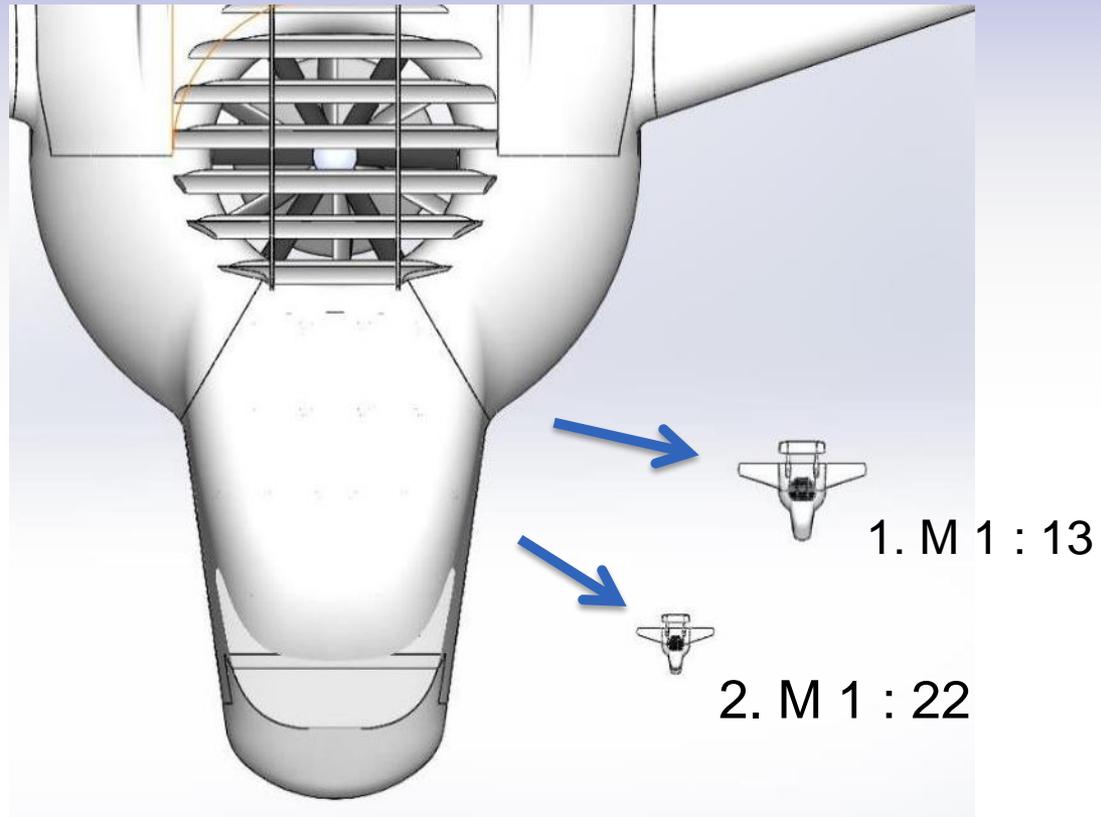


# Прототип ESTOLAS Large

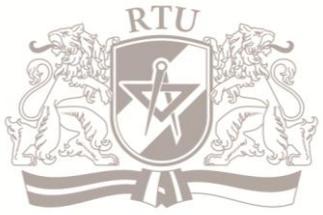




# Масштабирование моделей



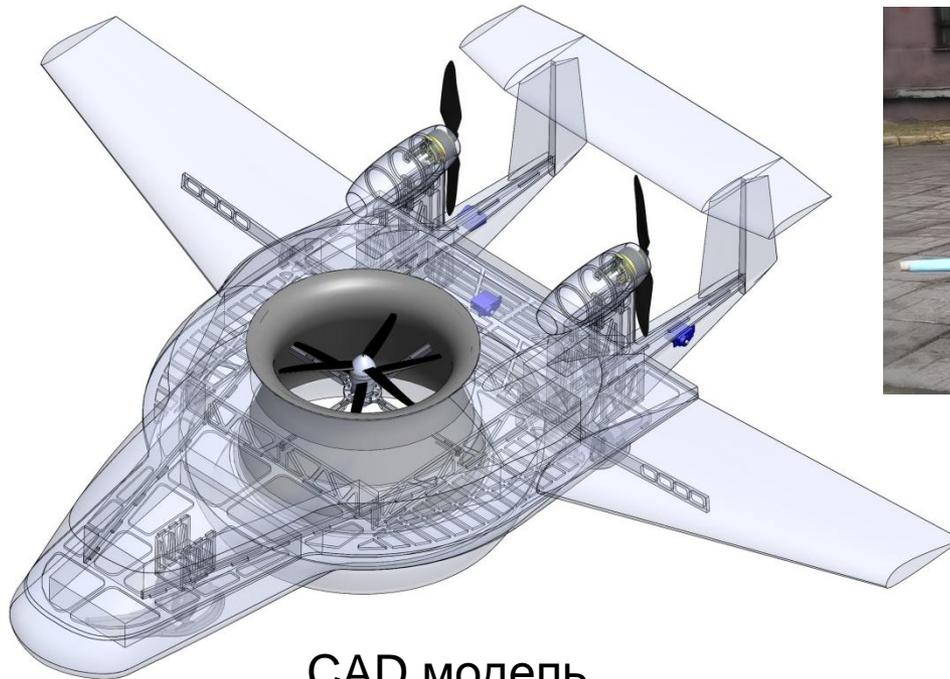
- 1. Модель для исследования летных характеристик**
- 2. Модель для аэродинамических исследований**



# Модели натурных исследований 1



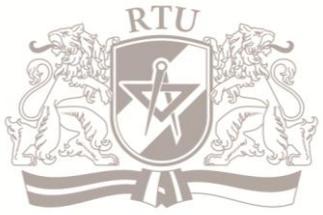
Демонстрационная радиоуправляемая модель для определения возможных летных характеристик



CAD модель

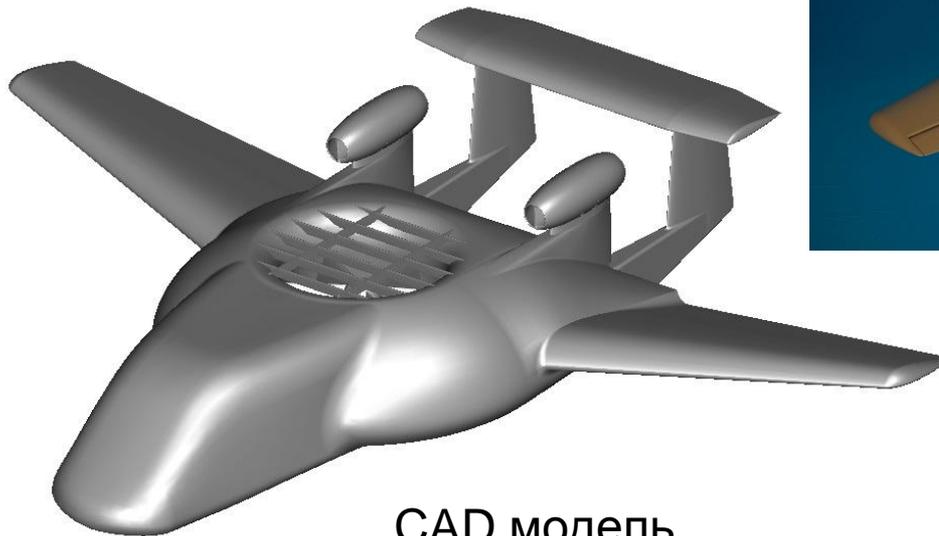


Физическая демонстрационная модель

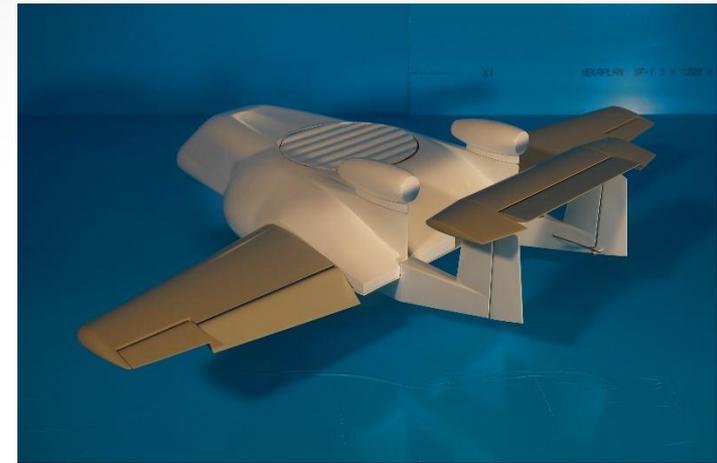


# Модели для натурных исследований

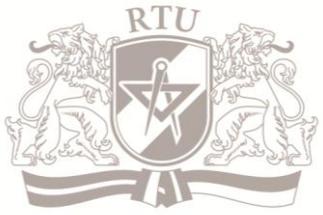
Физическая модель для аэродинамических исследований



CAD модель



Физическая модель



Благодарю за внимание!

Авторы: А. Урбах, В. Петров, А. Яковлев  
Официальный сайт проекта <http://www.estolas.eu/>