



Bauman Moscow State
Technical University

Электронагревный двигатель для микро и наноспутников

Павлов А.М.
студент каф. СМ-1

15 октября 2014
г. Москва

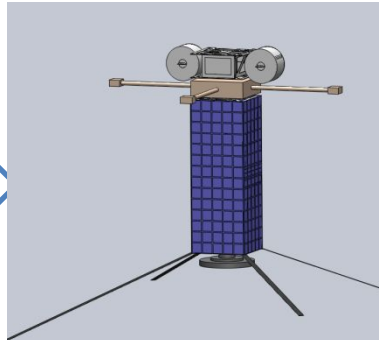
Содержание

- Начало и предпосылки разработки
- Принцип работы и конструктивно-компоновочная схема
- Основные характеристики и результаты расчетов
- Экспериментальная отработка
- Текущие работы и перспективы

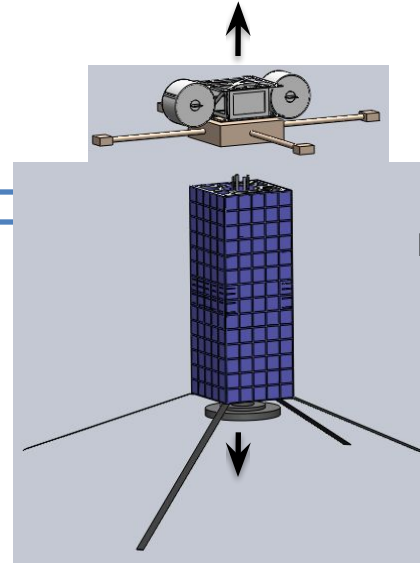
Проект «Парус - МГТУ»



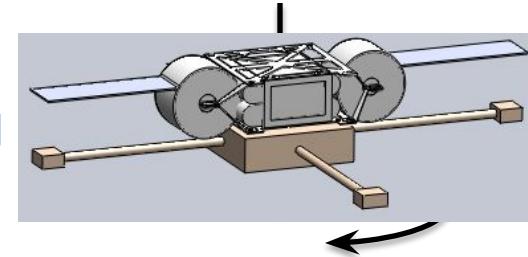
Доставка КА на МКС



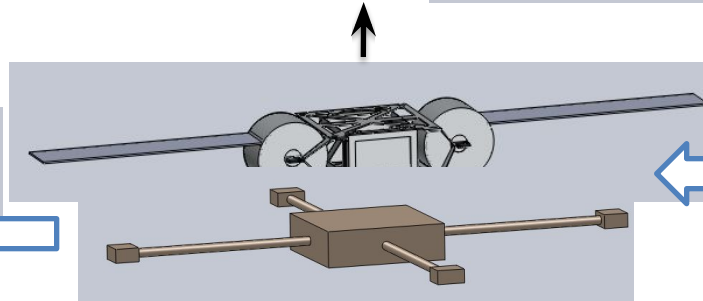
Проверка систем КА
Подготовка к проведению
эксперимента



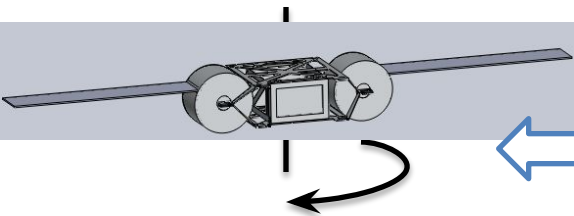
Разделение базового
КА и КА с солнечным
парусом с системой
развёртывания



Развёртывание
солнечного паруса



Разделение КА с солнечным
парусом и системы его
развёртывания



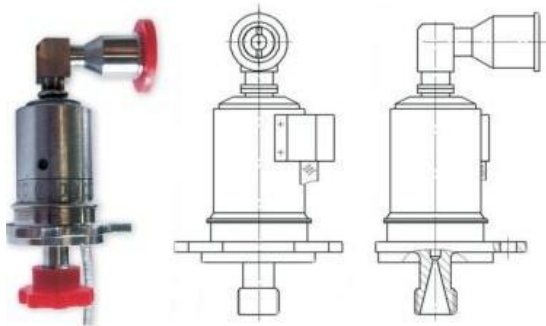
Полёт КА
с солнечным
парусом



Выбор типа ДУ

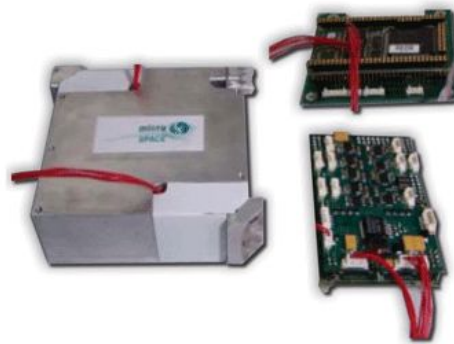
- Удовлетворение требованиям безопасности МКС
- Тяга, обеспечивающая подъем орбиты сверхмалого аппарата
- Высокая технологичность
- Достаточная эффективность
- Низкая стоимость разработки и изготовления

Газоструйный двигатель
НИИМАШ



Рабочее тело: азот/гелий
Тяга: ок. 0.8 Н
Удельный импульс:
- азот 716 м/с
- гелий 1657 м/с
Масса двигателя: 0,066 кг
Масса шар-баллона: ок. 15 кг

ДУ для наноспутников ISIS



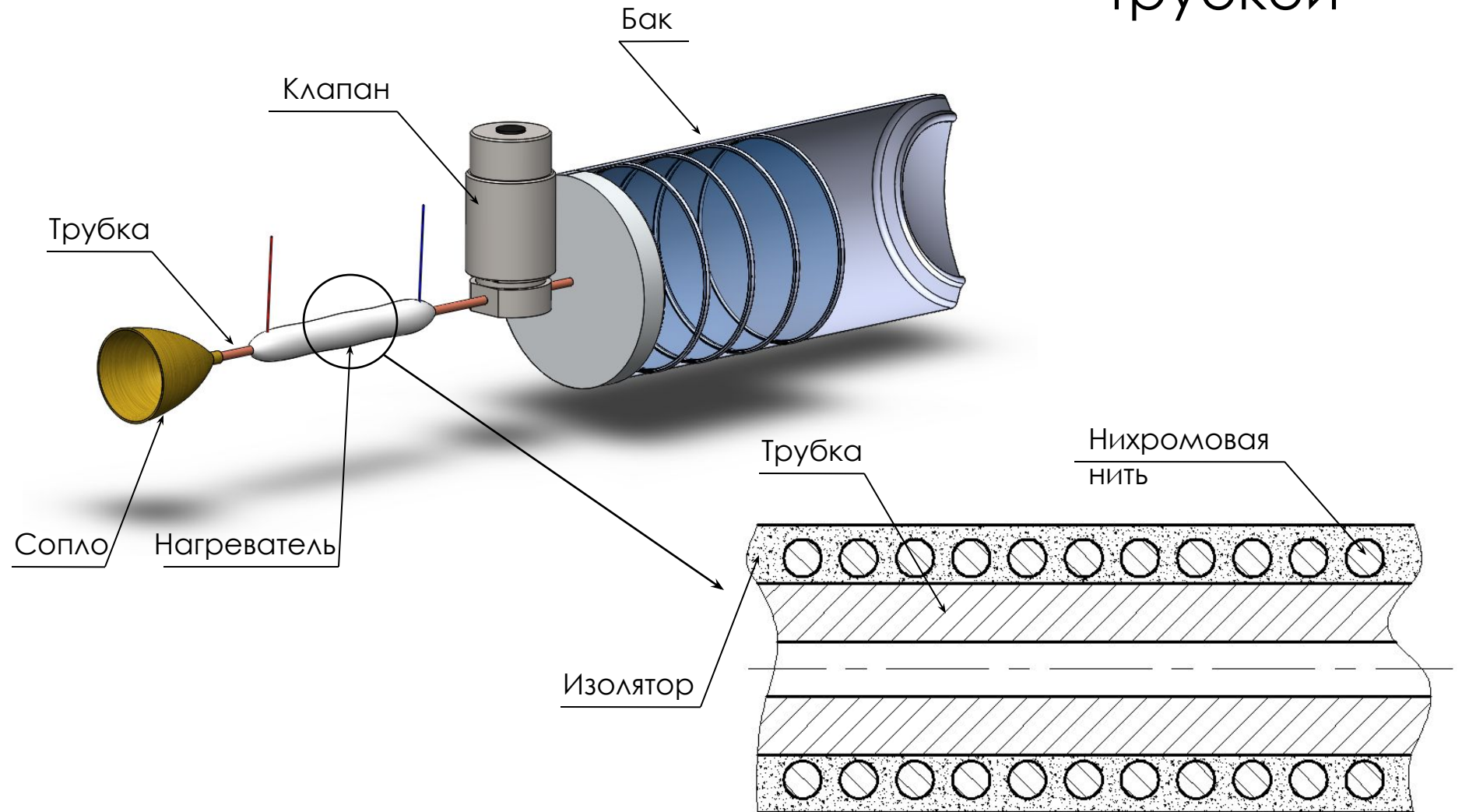
Тяга: 100 мкН...10мН
Удельный импульс: 50...100 с
Масса ДУ: 0,3 кг
Энергопотребление: 2 Вт
Стоимость: 81 000 €

Резистоджет
SSTL

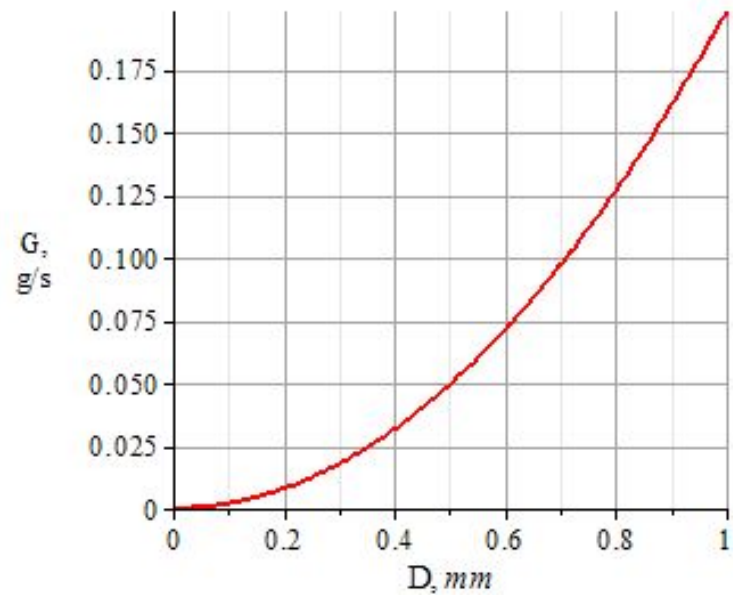
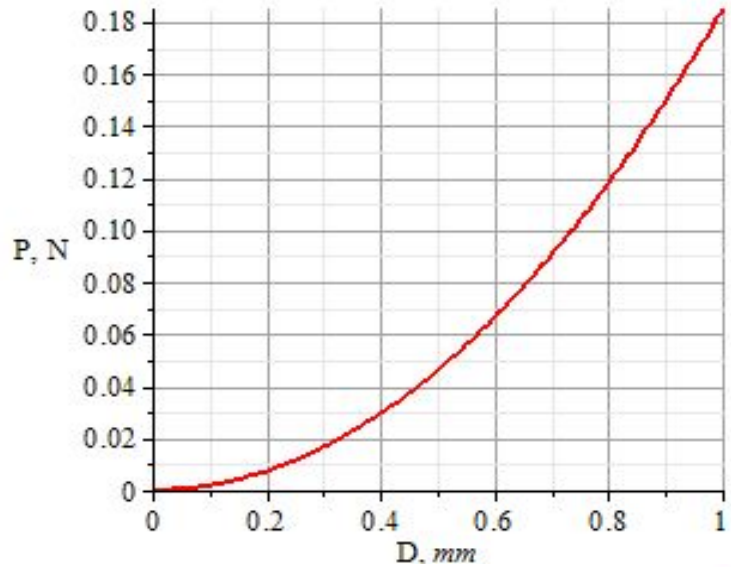


Тяга: 45 мН
Удельный импульс: 152 с
Давление в камере: 10 атм
Энергопотребление: 100...600 Вт
Рабочее тело: Вода

Электронагревный двигатель с капиллярной трубкой



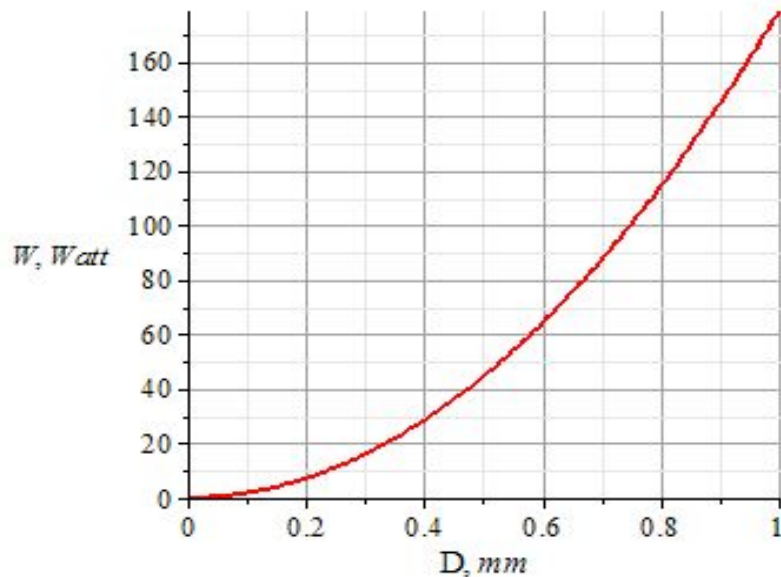
Теоретические характеристики ДУ



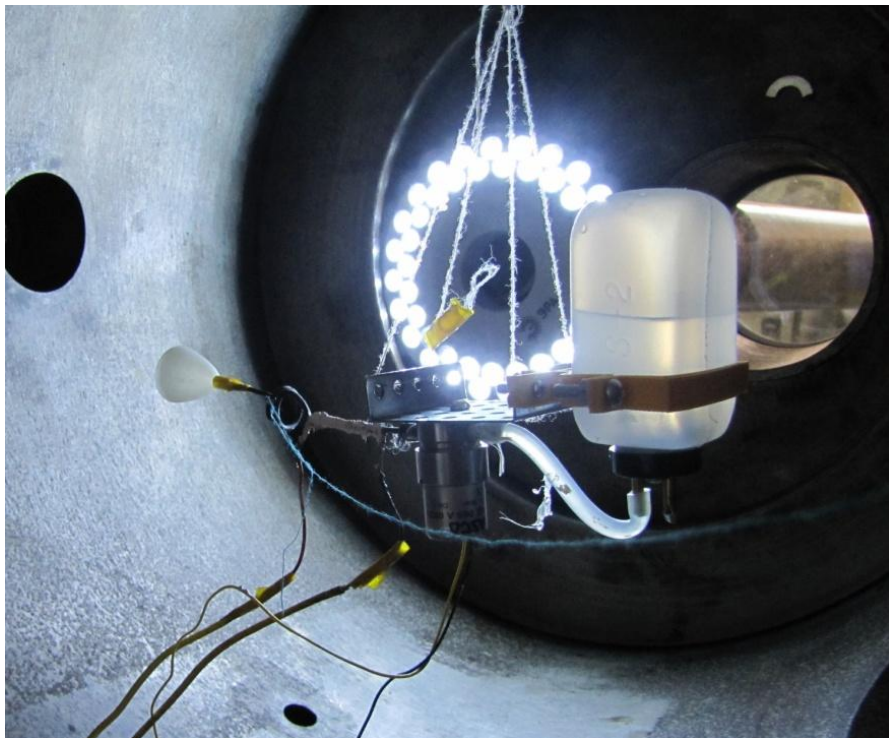
Графики для $P_0=1$ атм, $UИ=930$ м/с, рабочее тело – этиловый спирт

Рекомендуемые характеристики для CubeSat

Тяга	0.02...0.1 N
Расход жидкости	0.02...0.1 g/s
Диаметр трубки (внутр)	0.3...0.8 mm
Подводимая мощность	20...110 W

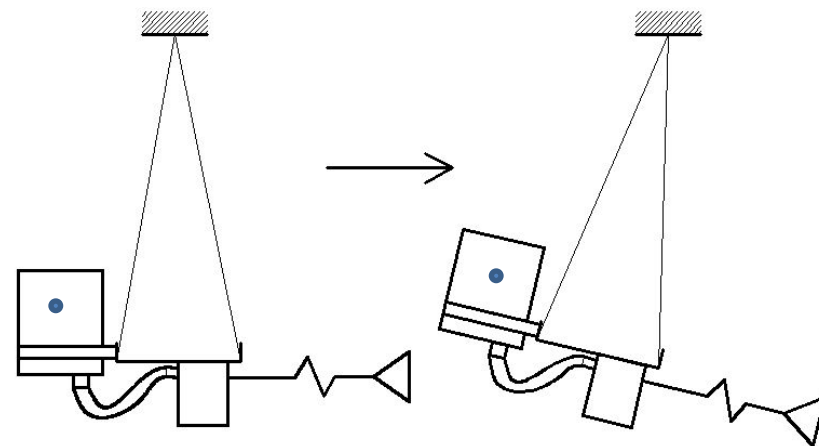


Экспериментальная отработка

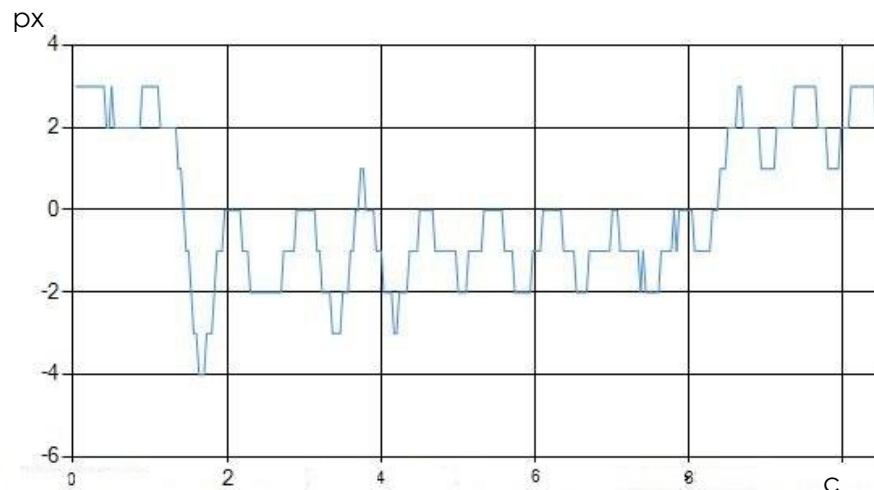


Экспериментальный образец,
расположенный в вакуумной камере

	Theory	Experiment
Thrust, mN	68,8	~65
Consumption, g/s	0.074	—
Specific pulse, m/s	930	~880



Измерение тяги (маятниковая схема)



Текущая работа и перспективы

- Доработка нагревательного элемента и системы подачи топлива
- Разработка испытательного стенда и проведение уточняющих экспериментов
- Стратосферный и суборбитальный экспериментальные запуски
- Разработка серийного изделия
- Летные испытания (космический пуск)

Спасибо за внимание!