ЛИН ИНДАСТРИАЛ

ТАЙМЫР-15

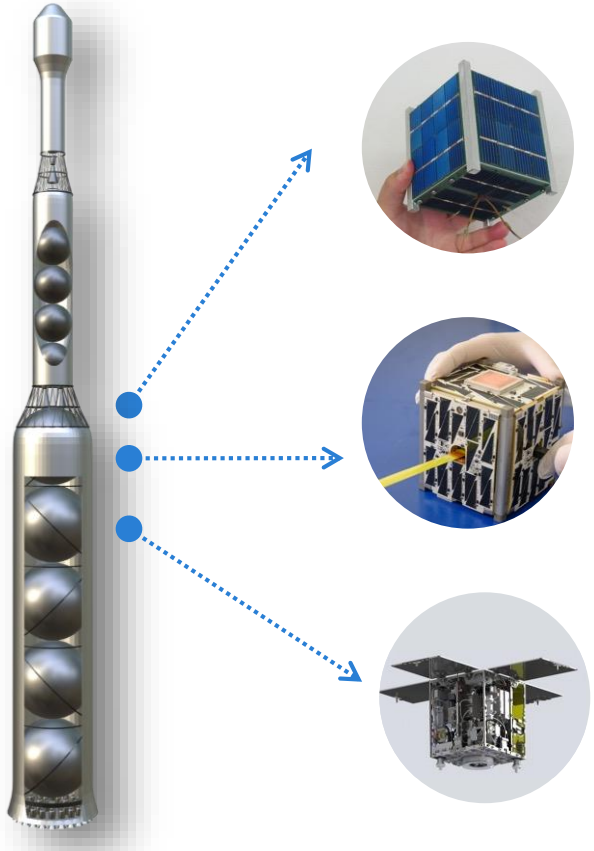
ПРОСТЕЙШАЯ РАКЕТА-НОСИТЕЛЬ СВЕРХЛЕГКОГО КЛАССА

ПРОБЛЕМА И РЕШЕНИЕ

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

Микроспутники – это космические аппараты массой менее 500 кг. Традиционно их запускают **в виде попутной нагрузки** с «большими» космическими аппаратами.
Это как поездка на автобусе.

Ракета-носитель сверхлёгкого класса – **«такси»** для микро- и наноспутников



ПРОГНОЗ РЫНКА ДО 2027 ГОДА

- **7 000** микро- и наноспутников будет выведено на орбиту за 8 лет
- **16 МЛРД** оборот рынка пусковых услуг микро- и наноспутников за 8 лет
- **150** микроспутников ежемесячно выходит на орбиту в 2027 году

КОНКУРЕНТЫ

	Носитель						
	Таймыр-15	**Таймыр-ЭНА**	**Vector Space Vector-H**	**Rocket Lab Electron**	**Relativity Space Terran-1**	**Virgin Orbit Launcher One**	**Firefly Alpha**
Стадия проекта	Предварительное проектирование	Предварительное проектирование	Закрыт	Коммерческая эксплуатация	Начало летных испытаний	Завершение наземной отработки	Завершение наземной отработки
Год первого пуска	2023	2024	-	2017	2020	2019	2020
Масса ПН на ССО 400 км, кг	15	150	95	150	100	До 300 кг	600
Стоимость пуска, млн. $	0,13	2,5	3	6	10	11	15
Время подготовки миссии	7-10 дней	14 дней	14-21 день	2-3 месяца	2-3 месяца	6-12 месяцев	2-3 месяца

РН «ТАЙМЫР-15»

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РН

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

- **200 км** – высота опорной орбиты

  до 15 кг – масса ПН

  В перспективе создание ракет большей грузоподъёмности вплоть до **500 кг** (до **3,5 т** при использовании боковых ускорителей)

- Проект оптимизирован по **критерию для снижения срока и стоимости разработки**

- **3 ступени**

  РН состоит из трёх жидкостных ступеней на перекиси водорода концентрации 85% и этилового спирта

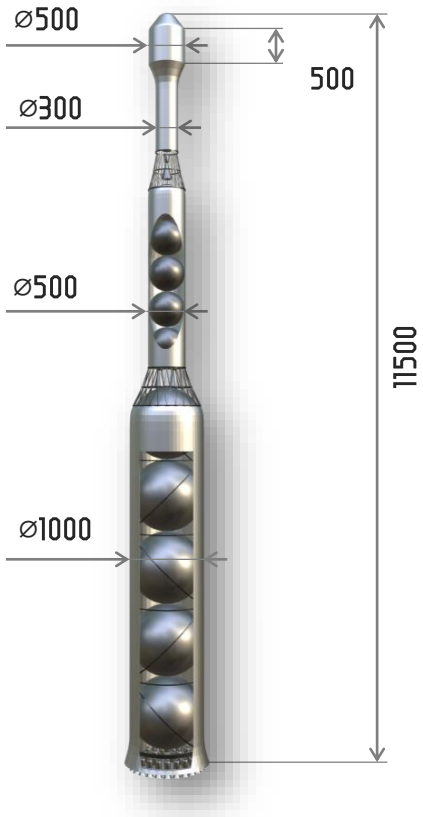
ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТА «ТАЙМЫР-15»

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

- Проект оптимизирован по критерию снижения срока и стоимости разработки, уменьшена размерность ракеты и масса полезной нагрузки
- Используется простейший вариант подачи топлива - вытеснительный, сферические баки унифицированного для каждой ступени диаметра, унифицированные камеры сгорания для всех ступеней
- Горючее для ЖРД – этанол, не дающий нагара, в камере сгорания ЖРД низкое давление для упрощения охлаждения, двухэтапная подача топлива с каталитическим предразложением
- Максимальная автономность управления РН в полёте и обслуживания её на стартовой площадке, снижение необходимого количества наземного оборудования

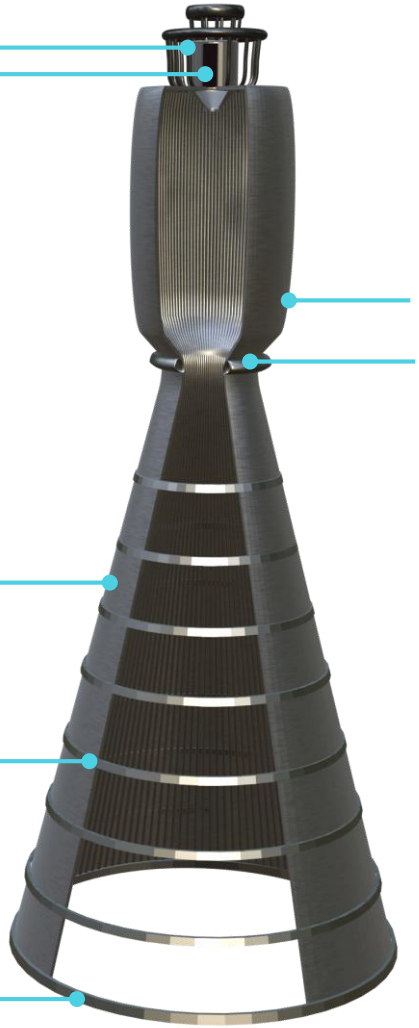
КОМПОНОВКА РН

- Тандемное расположение ступеней
- Управление полётом дросселированием тяги маршевых двигателей 1-й и 2-й ступени совместно с рулевыми ЖРД малой тяги
- Разделение ступеней холодное, без пиросредств



ЖРД «ГЛУШКО»

ЛИН ИНДАСТРИАЛ



ЖРД: КЛЮЧЕВЫЕ РЕШЕНИЯ

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

- **ПЕРЕКИСЬ ВОДОРОДА:** «холодная» камера, устойчивое горение, простая конструкция
- **ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ:** устойчивый состав, нет нагара
- **КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ПРЕДРАЗЛОЖЕНИЕ:** многократный запуск, простые форсунки
- **ДВУХЭТАПНАЯ ПОДАЧА ОКИСЛИТЕЛЯ:** снижение массы, улучшение динамики*
- **НИЗКОЕ ДАВЛЕНИЕ:** технологичная камера (трубчатая или 3D-печатная), простая система хранения и подачи

*в катализаторе разлагается только доля перекиси, необходимая для термического разложения остального расхода

ПОКАЗАТЕЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ЖРД «ГЛУШКО»

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

200 с - удельный импульс на уровне моря (уширение сопла 3:1)

290 с - удельный импульс в вакууме (уширение сопла 100:1)

15–17 бар - давление в камере сгорания

145 кгс - тяга в вакууме

100 кгс - тяга на уровне моря

5,2 : 1 - соотношение компонентов

не хуже 1:30 - оценочное соотношение веса двигателя к массе

3D-печать сложных элементов на основе задела

АВИОНИКА РН

- **ДАТЧИКИ** на 3 ступени определяют положение и ориентацию РН.
  Датчики – шестикомпонентный инерциальный датчик на промышленных MEMS-компонентах, четыре разнесённых приёмника спутниковой навигации
- **БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ** между ступенями
- **АВТОНОМНОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ** от литий-ионных или тепловых химических источников тока

ДУ: КЛЮЧЕВЫЕ РЕШЕНИЯ

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

- **ВЫТЕСНИТЕЛЬНАЯ ПОДАЧА:**
  снижение стоимости разработки, упрощение ЖРД
- **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СФЕРИЧЕСКИХ БАКОВ:**
  облегчение в 2-3 раза для вытеснительной системы подачи
- **ЕДИНЫЙ ДИАМЕТР БАКОВ ТОПЛИВА И БАЛЛОНА ГАЗА НАДДУВА:**
  упрощение технологии, увеличение удлинения РН
- **УНИФИЦИРОВАННЫЕ ЖРД НА ВСЕХ СТУПЕНЯХ:**
  снижение затрат на разработку ЖРД и стендовую базу, повышение надёжности*

*Двигатели первой и верхней ступеней отличаются только длиной и уширением сопла

ДУ: ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

20 БАР	– давление хранения компонентов
55 БАР	– давление в гелиевом баллоне
АМг6	– материал системы хранения и подачи
7,5%(от массы топлива)	– масса системы хранения и подачи

НАЗЕМНЫЙ КОМПЛЕКС

- **ТЕЛЕМЕТРИЯ** через спутниковую связь
- **СБОРКА, ЗАПРАВКА И МОНТАЖ КГЧ** на стартовой площадке без дополнительного оборудования
- **РАЗДЕЛЬНОЕ ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ** всеми видами транспорта на неограниченную дальность

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

не более **3 ТОНН** – масса РН в заправленном состоянии

не более **1,0 М** – калибр РН

не более **12 М** – высота РН

не менее **15 КГ** – масса ПН

не более **10 МЛН. РУБ.** – стоимость пуска

не более **500 МЛН. РУБ.** – ориентировочная цена НИОКР

не более **3 ЛЕТ** – ориентировочная продолжительность НИОКР

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ РН

- **ОСНОВНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ** – транспортирование и прочность конструкций, размеры оснастки
- **МАКСИМАЛЬНЫЙ ВАРИАНТ** – ПН 500 кг, стартовая масса 100 т. Пакетно-тандемная компоновка, блоки D=2 м (технологическое ограничение). ЖРД тягой 3500 кгс на основе ранее разработанного
- **ВОЗМОЖНЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ.** Грузоподъёмность будет определяться анализом рынка

ДОРОЖНАЯ КАРТА

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

Аванпроект
цена 4 млн. руб.

Выпуск рабочей документации
50 млн.руб.

Наземная экспериментальная отработка, доработка документации и технологии
91 млн.руб.

3 МЕС. | 6 МЕС. | 1 ГОД | 6 МЕС. | 6 МЕС. | 6 МЕС. | 9 МЕС.

Эскизный проект
20 млн. руб.

Подготовка производства
(параллельно с выпуском РКД), 50 млн.руб.

Подготовка стендовой базы
(параллельно с выпуском РКД), 35 млн.руб.

Лётная экспериментальная отработка
250 млн.руб.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА «ТАЙМЫР-15»

500 000 000 руб.
Стоимость проекта

10 000 000 руб.
Себестоимость пуска

50 000 000 руб.
Цена пусковых услуг

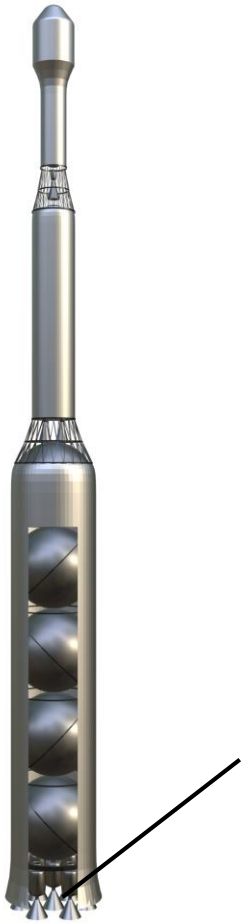
4 пуска в год

160 000 000 руб.
Прибыль в год

4 года
Срок окупаемости проекта

РН «ТАЙМЫР-15» С ЖРД ПОВЫШЕННОЙ ТЯГИ НА ПЕРВОЙ СТУПЕНИ

- Основные параметры РН не изменяются
- Возможно повышение надёжности по сравнению с базовым вариантом
- Возрастают затраты и сроки разработки из-за потребности в ЖРД большей тяги и стенде для него
- Затраты: 600 млн.руб.
  Срок разработки: 4 года
  Срок окупаемости: 6 лет



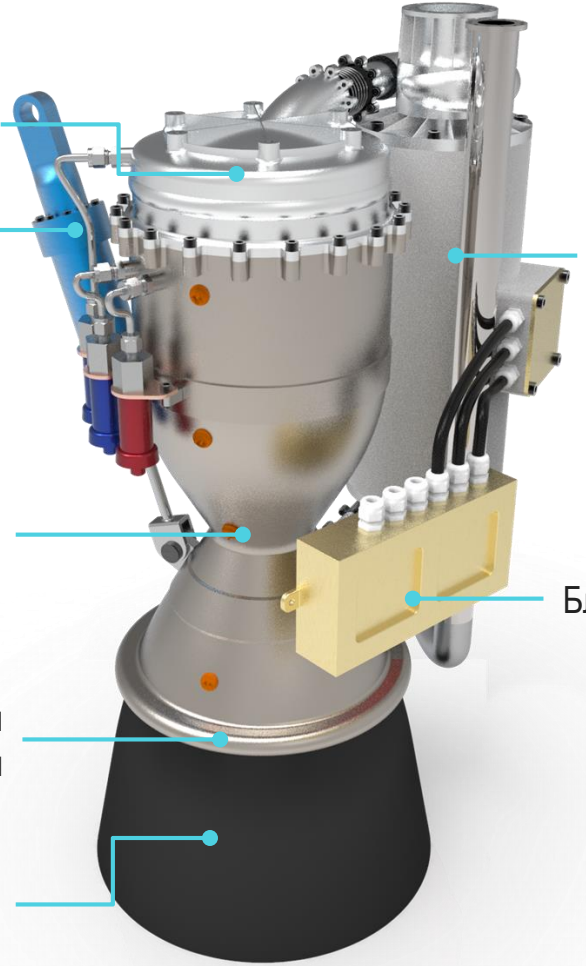
7 ЖРД тягой 600 кгс каждый

РН «ТАЙМЫР-ЭНА»

РАНЕЕ ПРЕДЛОЖЕННЫЙ ПРОЕКТ - РН «ТАЙМЫР»

ЖРД «ЦАНДЕР»

ЛИН ИНДАСТРИАЛ



ЖРД «КОНДРАТЮК»

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

ЖРД «Кондратюк» будет использоваться не только на второй ступени ракеты-носителя «Таймыр», но и на суборбитальной многоразовой ракете. Дорожная карта проекта предполагает коммерциализацию результатов работ на всех этапах его реализации.

ОКУПАЕМОСТЬ ПРОЕКТА И МАРЖИНАЛЬНОСТЬ

1 400 000 000 руб.
Стоимость проекта

$ 1 500 000
Себестоимость пуска

$ 2 500 000
Цена пусковых услуг

5 пусков в год

300 000 000 руб.
Прибыль в год

5 лет
Срок окупаемости проекта

СРАВНЕНИЕ ПРОЕКТОВ «ТАЙМЫР-15» И «ТАЙМЫР-ЭНА»

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

Проект	Таймыр-15	Таймыр-15 с большей тягой ЖРД 1 ступени	Таймыр-ЭНА
Масса ПН, кг	15	15	150
Количество ступеней	3	3	2
Затраты на создание, млн.руб.	500	600	1400
Сроки создания, лет	3	4	5
Себестоимость пуска, млн.руб.	10	10	110
Срок окупаемости, лет	5	6	5

КОМАНДА

ИСТОРИЯ «ЛИН ИНДАСТРИАЛ»

2004 2006 2008 2010 2012 2014 2016

2006 – Испытан однокомпонентный двигатель на перекиси водорода.
2009 – «Селеноход» — единственная команда-участник конкурса Google Lunar X PRIZE из России.
2011 – «Селеноход» — участник космического кластера фонда «Сколково».
2013 – Углепластиковый макет лунного ровера испытан в пустыне Юты на Mars Desert Research Station.
2013 – Предложен проект лунной базы первого этапа — «Луна семь» .
2014 – «Лин Индастриал» — участник космического кластера фонда «Сколково».
2014 – Работа над стратегией космической отрасли в составе экспертного совета коллегии Военно-промышленной комиссии.
2015 – В проект «Таймыр» привлечены первые инвестиции.
2015 – Получен минигрант фонда «Сколково».
2016 – Проведены испытания системы управления в реальном полете ракеты-прототипа.
2016 – Проведены огневые испытания жидкостного ракетного двигателя на стенде собственной разработки.
2017 – «Лин Индастриал» участник выставки «Россия, устремлённая в будущее».
2019 – Подписан договор с «Национальной космической компанией»

КЛЮЧЕВЫЕ СПЕЦИАЛИСТЫ

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

АЛЕКСАНДР ИЛЬИН

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР И ГЛАВНЫЙ КОНСТРУКТОР

Выпускник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Опыт работы в космической отрасли более 7 лет. Награжден почетной грамотой ФКА «За долголетнюю плодотворную работу в области создания и использования РКТ». Входил в состав команды «Селенохода» – единственной отечественной команды Google Lunar X PRIZE. Работал на Mars Desert Research Station в пустыне Юты в 2013 году.

СЕРГЕЙ ЖУРИН

ИНЖЕНЕР-КОНСТРУКТОР

Кандидат физико-математических наук. Большой опыт работы в отделе аэрогазодинамики и теплообмена РКК «Энергия». Кроме этого занимался конструированием парашютных систем в НИИ Парашютостроения.

АЛЕКСЕЙ РЕБЕКО

ИНЖЕНЕР-ХИМИК

Специалист по химии ракетных топлив. Разработал уникальное твердое ракетное топливо с высоким показателем удельного импульса.

ВИКТОР ШКУРОВ

СПЕЦИАЛИСТ ПО ДВИГАТЕЛЬНЫМ УСТАНОВКАМ

Свыше десяти лет работы инженером в отраслевых предприятиях, специалист по двигательным установкам. Имеет большой опыт разработки турбонасосных агрегатов.

АЛЕКСЕЙ КАЛТУШКИН

СООСНОВАТЕЛЬ «ЛИН ИНДАСТРИАЛ»

Опыт работы во многих международных компаниях – Nokia, Siemens, NokiaSiemensNetworks, Microsoft, Mercedes-Benz, Chrysler, Kaspersky lab. Прошел акселерацию в Founder Institute (Кремниевая Долина, Калифорния, США).

ДМИТРИЙ ВОРОНЦОВ

ВЕДУЩИЙ ИНЖЕНЕР

Инженер по конструкциям ракет. Эксперт по космическим средствам выведения. Инженер в Волжском филиале НПО «Энергия». Опыт проектирования космической системы «Энергия-Буран».

АЛЕКСЕЙ МИШУКОВ

СПЕЦИАЛИСТ ПО ЭЛЕКТРОННЫМ СИСТЕМАМ

Окончил Московский государственный университет машиностроения. Главный конструктор ООО «Мотохром».

АЛЕКСАНДР ШЛЯДИНСКИЙ

ИНЖЕНЕР-КОНСТРУКТОР

Инженер по конструкциям ракет. Выпускник БГТУ «Военмех», факультет авиа- и ракетостроения.

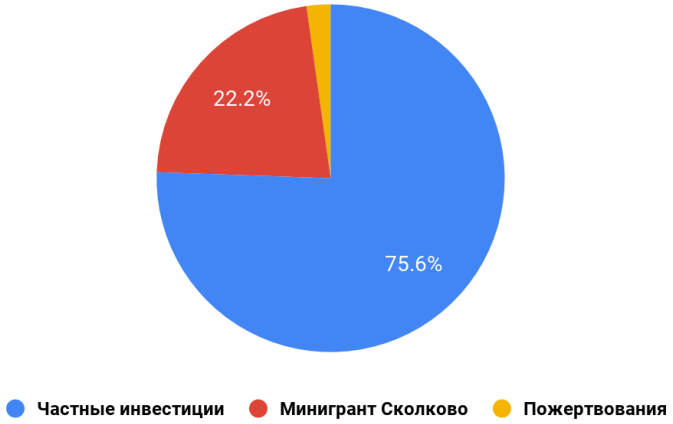
ТЕКУЩИЙ ПРОГРЕСС

ПОЛУЧЕНЫ ИНВЕСТИЦИИ

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

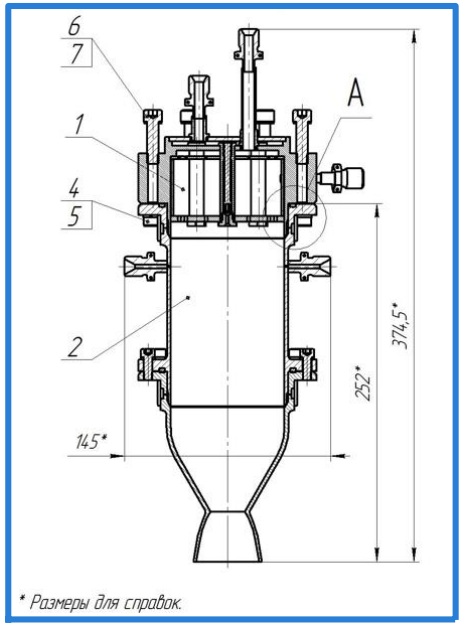
Привлечено инвестиций
22 500 000 руб.

Источники финансирования

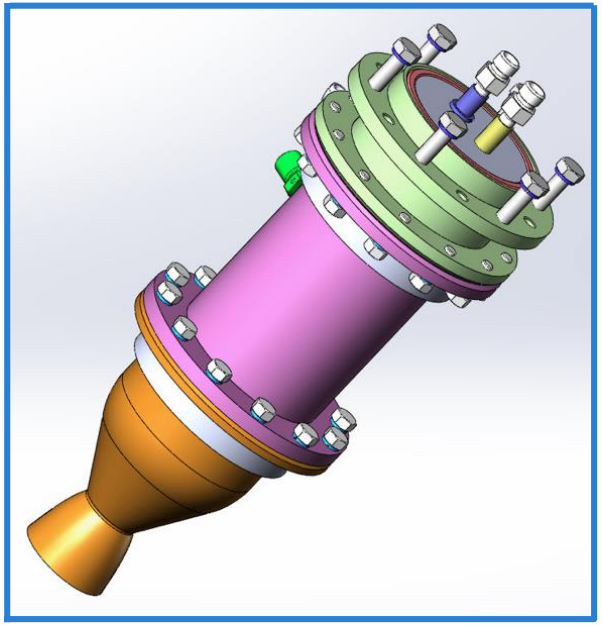


Статьи расходов

1- ИЗГОТОВЛЕН ЖРД ТЯГОЙ 100 КГС



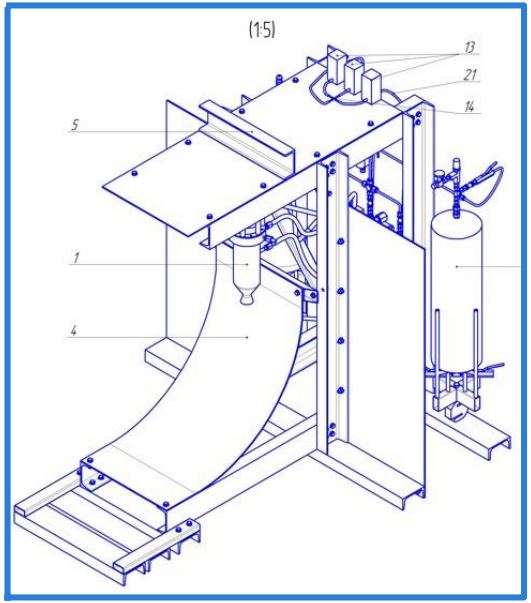
1 – Форсуночная камера
2 – Камера сгорания



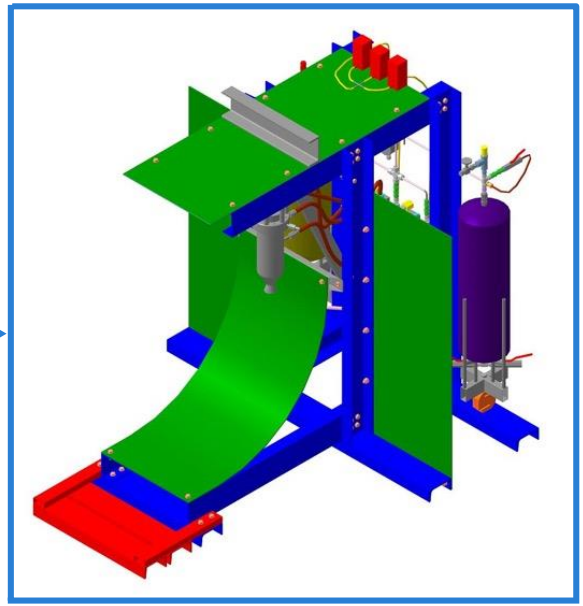
3D-модель собранного двигателя

Изготовленные двигатели

2- ИЗГОТОВЛЕН ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД



Чертеж мобильного испытательного стенда



3D-модель стенда

Собранный стенд

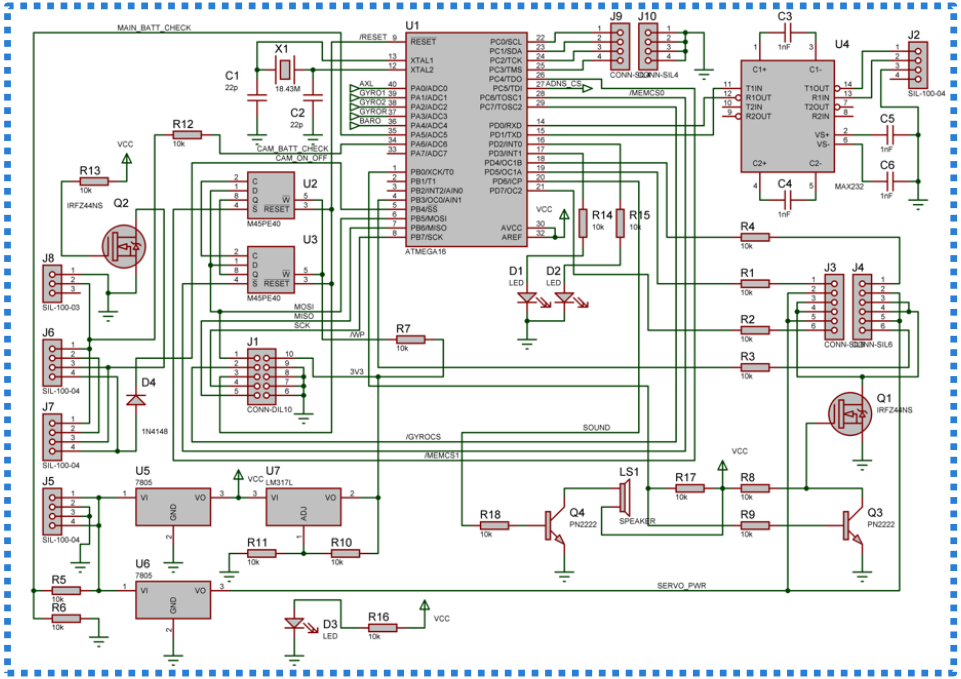
3- ПРОВЕДЕНЫ ИСПЫТАНИЯ СОЗДАННОГО ЖРД НА СТЕНДЕ

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

4- ИЗГОТОВЛЕН УГЛЕПЛАСТИКОВЫЙ БАК С ЛЕЙНЕРОМ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА, ПРОВЕДЕНЫ ЕГО СТАТИЧЕСКИЕ ПРОЧНОСТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

ЛИН ИНДАСТРИАЛ

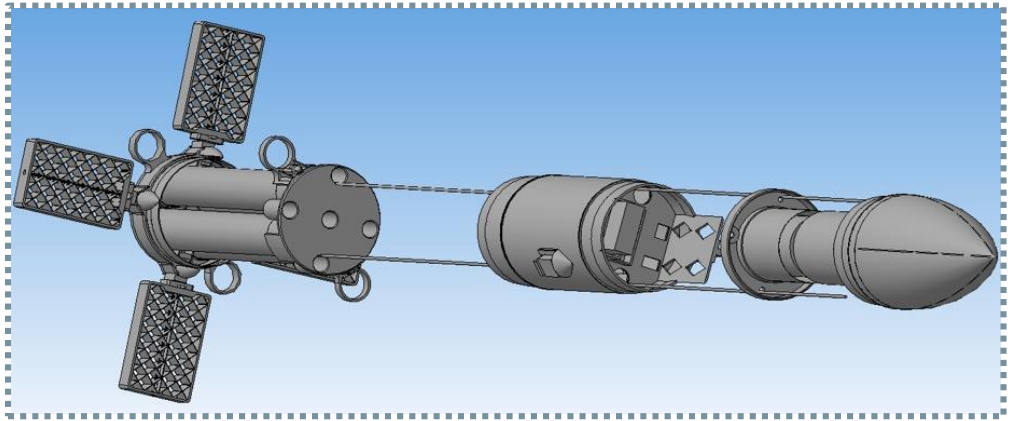
5 -СОЗДАН ПРОТОТИП СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАКЕТЫ...

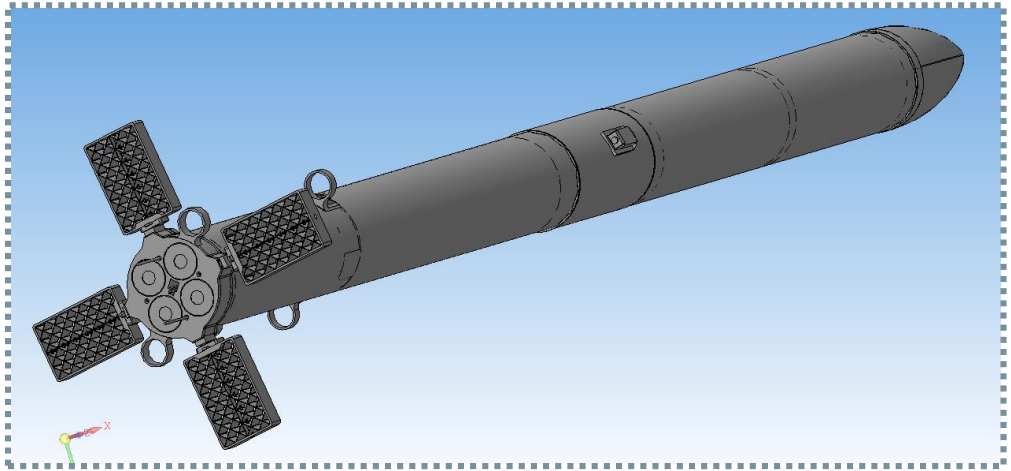


Примечание: на схеме нет датчиков (барометра, внешнего акселерометра, внешнего гироскопа) и микросхемы ADIS16445 (трехосный MEMS-гироскоп + трехосный акселерометр); контроллер помечен как ATMEGA16 — данная микросхема использовалась в ранних версиях системы управления, совпадает по выводам с ATmega8535

...И ПРОТЕСТИРОВАН В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОГО ПОЛЕТА

ЛИН ИНДАСТРИАЛ





ЛИН
ИНДАСТРИАЛ

КОНТАКТЫ

www.spacelin.ru
spacelin@ya.ru
+7-985-124-93-93