

ТАЙМЫР-3-100

Ракета-носитель сверхлегкого класса

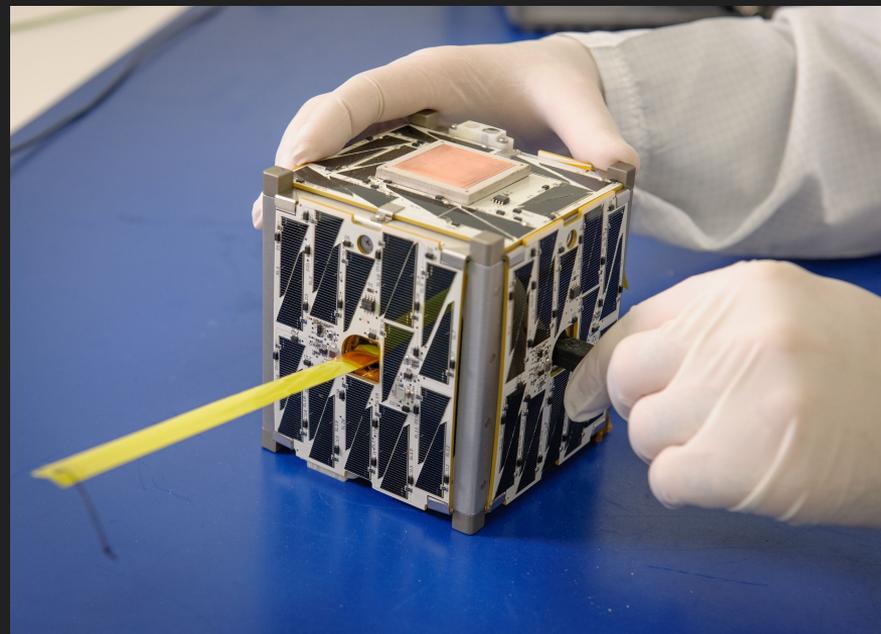
«Кто не устремлял в ясную звездную ночь своих взоров к небу, на котором сверкают миллионы звезд? Какие несметные ценности могли бы быть доставлены на Землю, если бы удалось туда перелететь?»

Ф.А. Цандер

1. МИКРОСПУТНИКИ

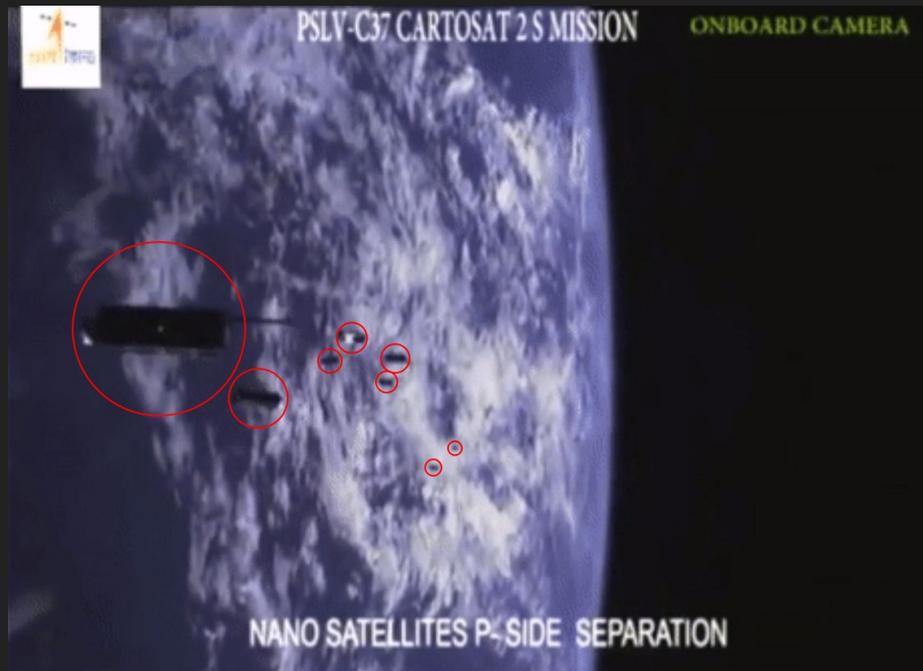
Микроспутники

Микроспутники — это космические аппараты массой менее 100 кг. В связи с постоянной миниатюризацией электроники микроспутники становятся все дешевле и легче, а их количество увеличивается экспоненциально.



Проблема запуска микроспутников

Традиционно микроспутники запускают в виде попутной нагрузки с «большими» космическими аппаратами. Это как поездка на автобусе — нужно долго ждать подходящего рейса, ехать в толпе и не совсем туда, куда нужно. Порой от момента постройки микроспутники до его вывода в космос может пройти несколько лет. На некоторые специфические орбиты пусков не бывает в течение десятилетий. Очевидно, что подобный способ выведения подходит далеко не всем.



Множество микроспутников сбрасываемых с ракеты PSLV

Традиционный способ запуска микроспутников в виде попутной нагрузки похож на поездку **автобусом** — долго и не всегда туда, куда нужно. Кроме этого, для нормального функционирования спутниковых группировок необходима возможность **экстренного** выведения на орбиту новых спутников, взамен вышедших из строя.



2. ТАЙМЫР

Ракета-носитель (РН) «Таймыр-3-100» — это такси для микро и наноспутников! В кратчайшие сроки обеспечит индивидуальную доставку космического аппарата на нужную орбиту.

РН «Таймыр-3-100»



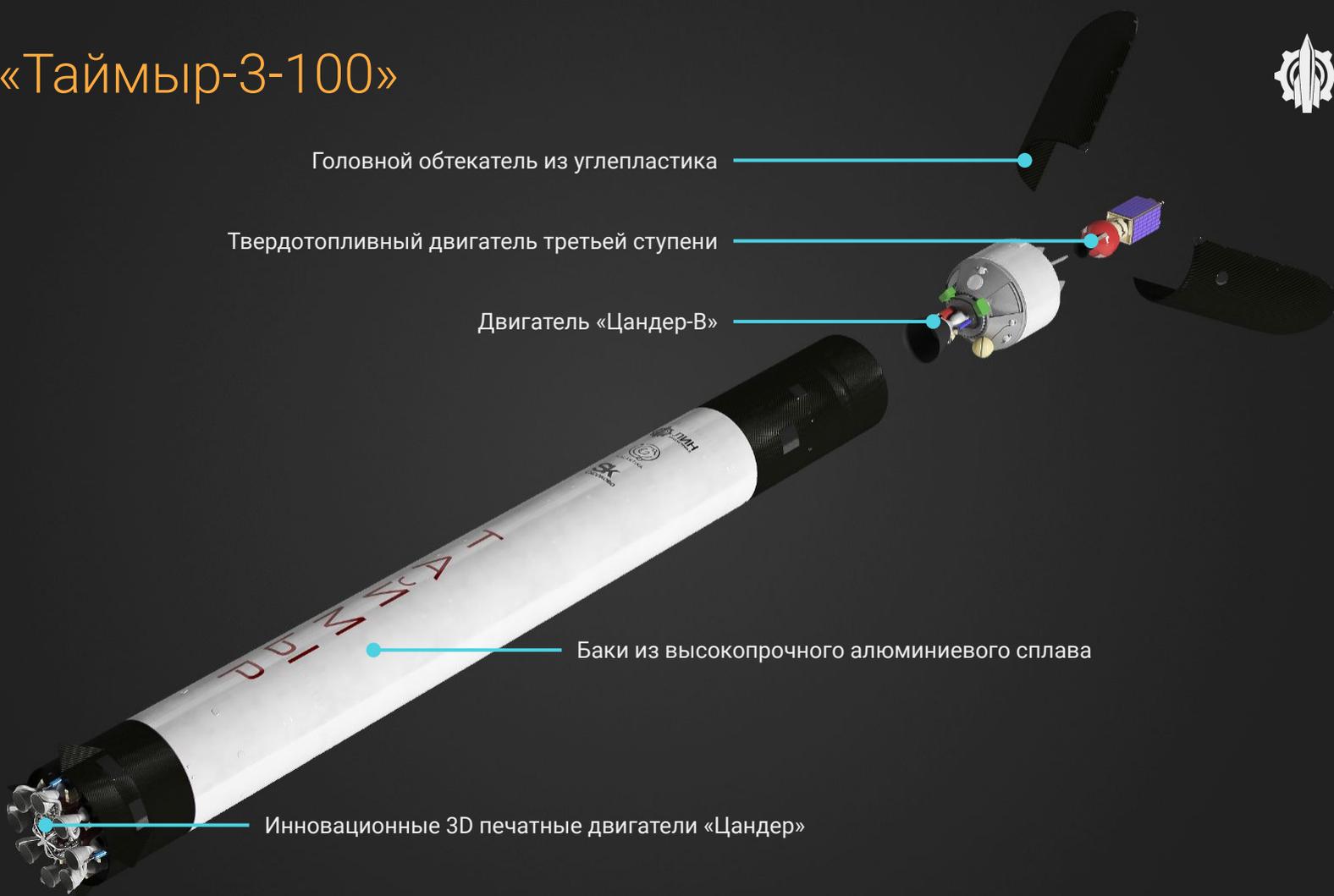
Головной обтекатель из углепластика

Твердотопливный двигатель третьей ступени

Двигатель «Цандер-В»

Баки из высокопрочного алюминиевого сплава

Инновационные 3D печатные двигатели «Цандер»



РН «Таймыр-3-100»



Третья ступень

0,15 тс

Тяга

260 с

Удельный импульс

3

Ступени

65 кг

Полезная нагрузка

500 км

Высота орбиты

14,5 м

Длина

1,2 м

Диаметр



Вторая ступень

2,6 тс

Тяга

308 с

Удельный импульс

Первая ступень

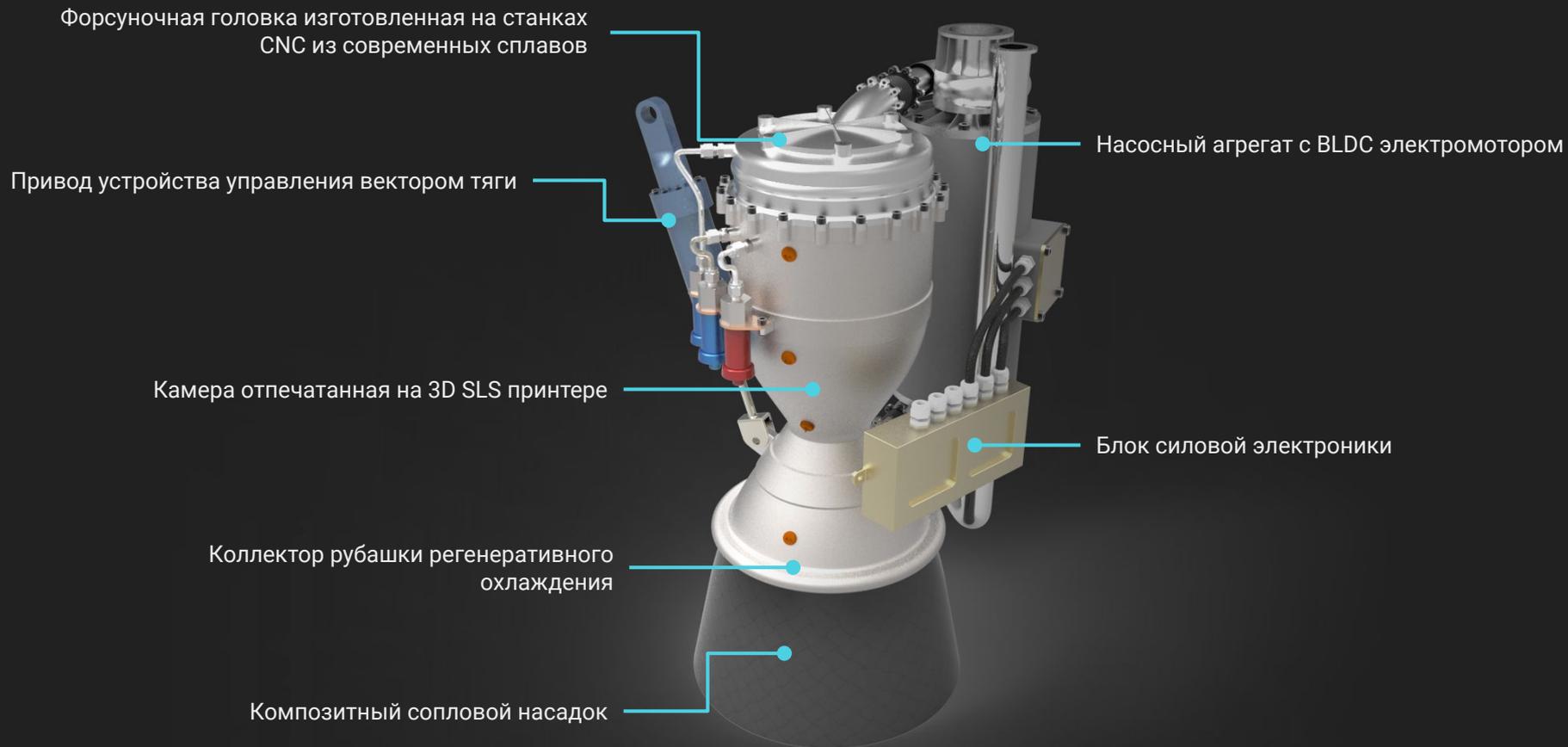
22,6 тс

Пиковая тяга

287 с

Удельный импульс

ЖРД «Цандер»



Характеристики ЖРД «Цандер»

Тяга (земная)	2500/2903 кгс
Удельный импульс (на земле/в вакууме)	263/291 с
Давление в камере	7.4 МПа
Горючее	Керосин Т-1
Окислитель	Пероксид водорода (98%)
Зажигание	Пиротехническое
Система подачи топлива	Электронасосная
Управление вектором тяги	По одной оси до 10°
Время работы	200 с

Пусковые услуги



Шаг 1

Согласовываем с заказчиком пусковых услуг параметры требуемой орбиты и дату запуска

Шаг 2

Закключаем договор на предоставление пусковых услуг и оформляем страховку

Шаг 3

Изготавливаем и проверяем адаптер полезной нагрузки

Шаг 4

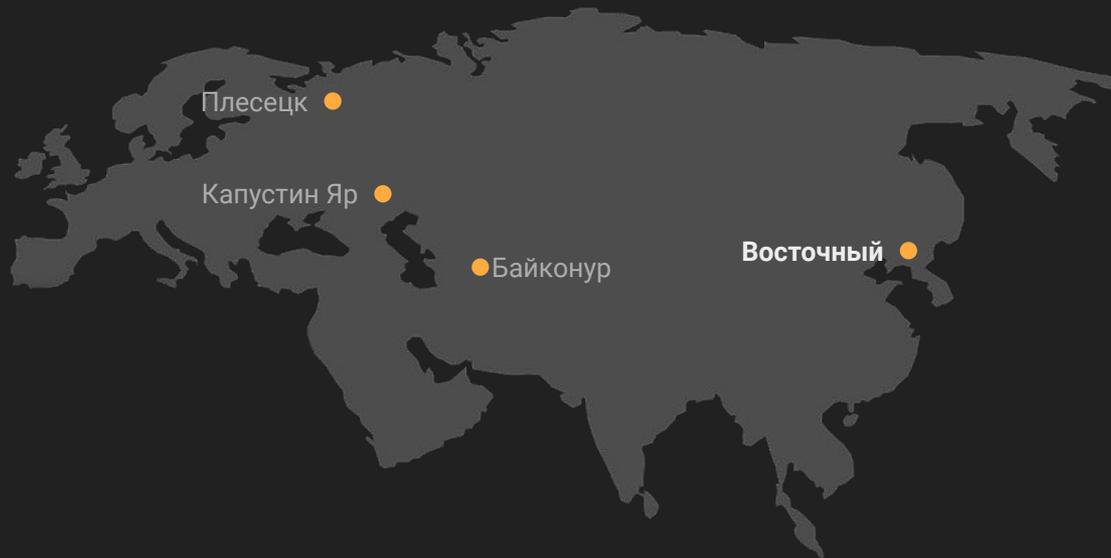
Доставляем полезную нагрузку на космодром и устанавливаем на ракету. Проводим предстартовые процедуры

Шаг 5

Пуск!

«Лин Индастриал» будет оказывать **комплексные услуги по запуску космических аппаратов**, а не только заниматься производством ракет.

Возможные стартовые площадки



В качестве основных стартовых площадок планируется использовать российские космодромы. Предварительные переговоры проведены с представителями полигона Капустин Яр. С этого полигона будут выполняться первые испытательные пуски «Таймыра». Коммерческая эксплуатация потребует доступа к полярным орбитам (необходимы поля падения в северном направлении) и простого согласования, поэтому в качестве основного космодрома рассматривается гражданский космодром Восточный. В случае организации пусков с территории заказчика или морской платформы, потребуются дополнительные расходы на согласование полей падения и создание инфраструктуры.

A black and white space-themed background. On the right side, a large, dark celestial body, possibly a planet or moon, is partially visible, showing some surface details. In the upper left, a bright star or sun is shining, creating a lens flare effect. To the left of the star, a smaller planet with a ring system is visible. The text '3. РЫНОК' is written in a white, sans-serif font on the left side of the image.

3. РЫНОК

Прогнозы на 2023 год



2 000

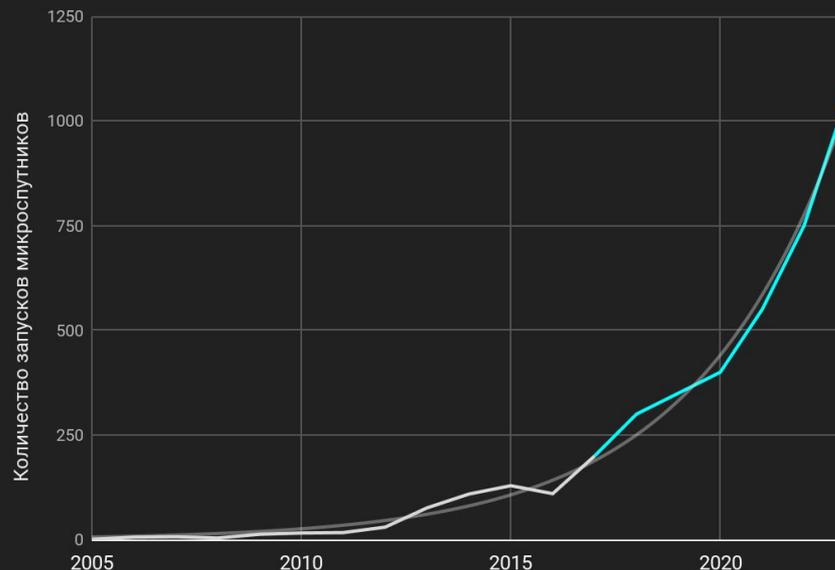
Микро и нано спутников работающих на орбите

\$ 1 700 000 000

Оборот рынка микроспутников

90

Микроспутников ежемесячно выходят на орбиту



Прогнозы на 2023 год



50 кг

Средняя масса спутника ДЗЗ¹

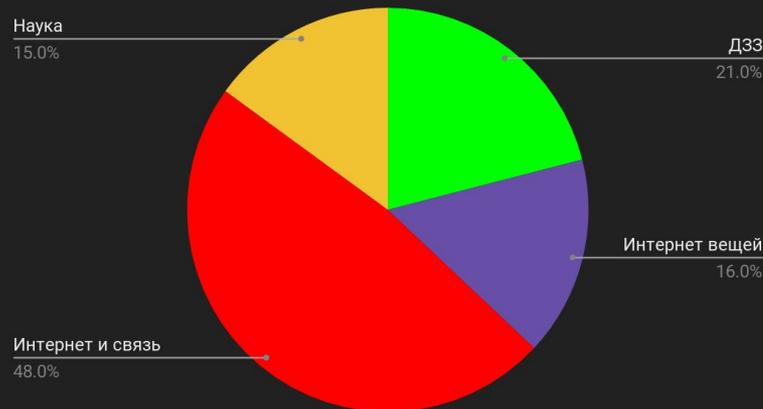
420

Спутников в группировках ДЗЗ на ССО² высотой 500 км

30

Спутников ДЗЗ нуждаются в ежегодной замене

Распределение микроспутников по назначению



1. Спутники дистанционного зондирования Земли
2. Солнечно синхронная орбита

Прогнозы на 2023 год

\$ 600 000 000

Объем рынка пусковых услуг

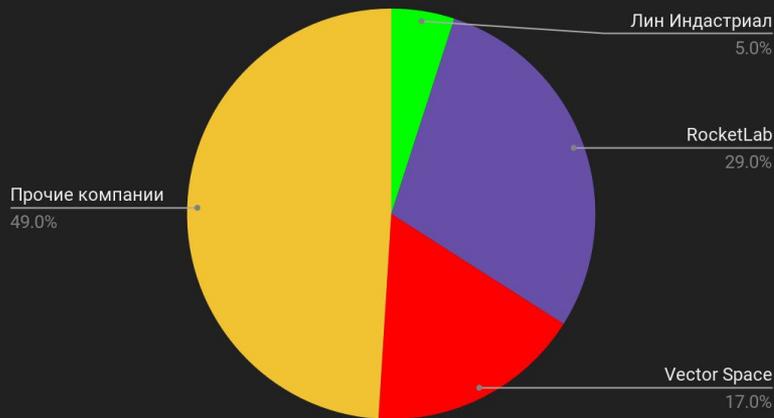
5 %

Ожидаемая доля рынка пусковых услуг, занимаемая ООО «Лин Индастриал» в 2023 году. Данная оценка корректна при условии своевременного получения финансирования для реализации проекта РН «Таймыр-3-100»

20 %

Ожидаемая доля рынка пусковых услуг, занимаемая ООО «Лин Индастриал» через пять лет после начала коммерческой эксплуатации РН «Таймыр-3-100»

Распределение рынка



Потенциальные заказчики



4. КОНКУРЕНТЫ

Обзор конкурентов



Сравнительная характеристика



	Способ выведения				
	Таймыр-3-100	Vector-H	Electron	Nanoracks	Попутное выведение на РН «Союз»
Стадия реализации	Предварительное проектирование	Подготовка к ЛКИ ¹	ЛКИ	Эксплуатируется	Эксплуатируется
Год первого пуска	2023	2019	2017	2010	2009 (первое попутное выведение малых КА)
Масса ПН на ССО 500 км, кг	65	75	150	4 (только на НОО)	До 300 кг
Удельная стоимость выведения, \$/кг	32 000	40 000	44 000	60 000	50 000 (для попутной нагрузки)
Время подготовки миссии	10-14 дней	14-21 день	2-3 месяца	До 9 месяцев	До 2 лет
Возможность возобновления группировок ДЗЗ на ССО ²	Да	Да	Нет	Нет	Нет

1. Летно-конструкторские испытания

2. Оперативное выведение одного спутника ДЗЗ массой 50 кг

Основные особенности проекта «Таймыр»



Широкое использование 3d печати для создания конструкций сложных форм

Электронасосный агрегат для простой, эффективной и безопасной системы подачи топлива

Экологически безопасные не криогенные топливные компоненты — авиационный керосин и пероксид водорода

Высокая технологичность всех компонентов ракеты позволяет обеспечить оперативность предоставления пусковых услуг

Технологии «Таймыра» против классических



Классические технологии металлообработки

Сочетание технологий металлообработки с передовыми аддитивными технологиями («Таймыр»)

Трудозатраты на изготовление камеры ЖРД с рубашкой регенеративного охлаждения

72 ЧЕЛОВЕКА-ЧАСА

17 ЧЕЛОВЕКО-ЧАСОВ

Вероятность брака при изготовлении камеры ЖРД с рубашкой регенеративного охлаждения

2 %

1 %

Количество технологических операций при изготовлении камеры ЖРД с рубашкой регенеративного охлаждения

9 ВИДОВ

4 ВИДА

Конкурентные преимущества проекта «Таймыр»



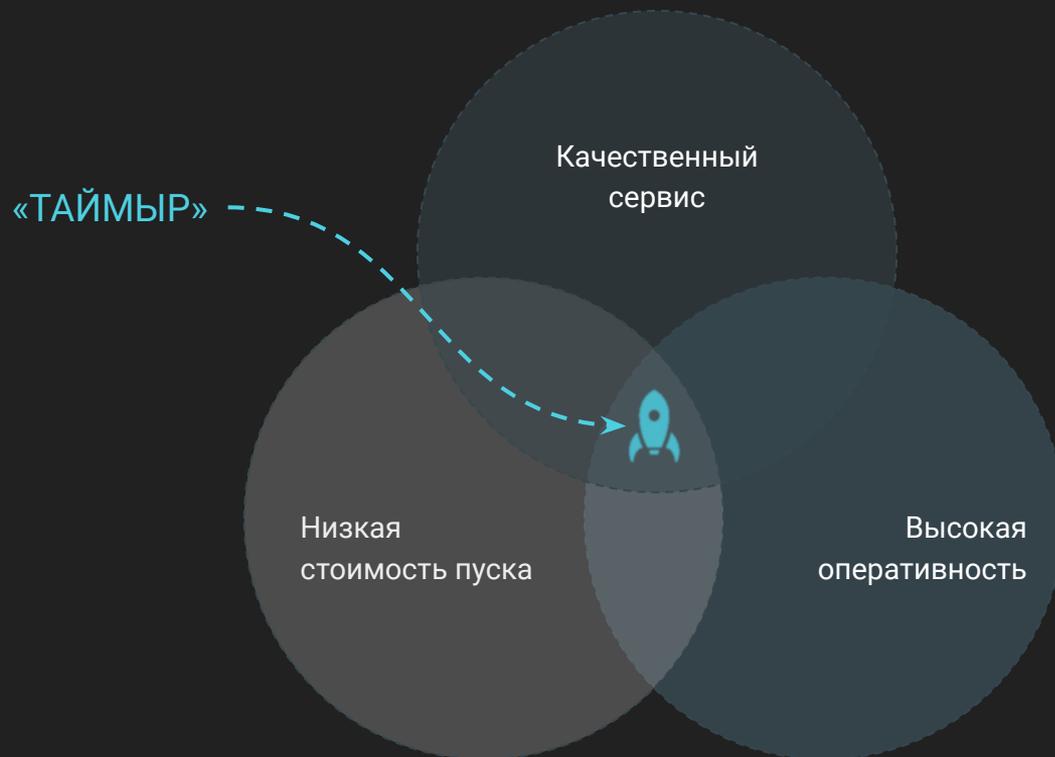
Благодаря дешевым материалам и использованию компонентов промышленного уровня **стоимость пусков достаточно низкая**. Например, доставка грузов на НОО высотой 400 км компанией Nanoracks стоит 60 000 \$/кг, в то время как мы планируем предоставлять аналогичную услугу за 30 000 \$/кг.

Высокая технологичность всех компонентов ракеты позволяет обеспечить **оперативность предоставления пусковых услуг**. Сейчас от подачи заявки до выведения аппарата на орбиту проходит от 8 месяцев. Мы сократим этот срок до 5 недель, обеспечивая ежемесячные пуски.

Мобильная стартовая инфраструктура и простая конструкция стартового стола позволяют осуществлять **пуски с нескольких площадок**, что даст возможность выводить аппараты на орбиты с любыми параметрами.

«Лин Индастриал» — это не просто компания, выпускающая ракеты, это компания-оператор пусковых услуг, предоставляющая доставку грузов на орбиту в виде **современного и удобного сервиса**.

Составляющие успеха



5. ДОРОЖНАЯ КАРТА

Календарный план разработки проекта



Испытания ЖРД и разработка аванпроекта

Получение первых инвестиций и начало активной работы над проектом. Создание и летные испытания системы управления, разработка аванпроекта и огневые испытания прототипа двигателя.

Стенд и производство

Создание своего стенда для проведения огневых испытаний и закупка оборудования для опытного производства. Разработка эскизного проекта ракеты-носителя. Подписание договоров об аренде стартовых площадок.

Стартовый стол

Начало строительства стартовых сооружений и наземной инфраструктуры. Будет закончена разработка высотной версии двигателя и начато изготовление первого образца ракеты.

Первый пуск

Первый тестовый пуск ракеты-носителя «Таймыр-3-100». По результатам этого пуска в конструкцию, возможно, будут внесены некоторые изменения. Развертывание серийного производства ракеты и создание полноценного сервиса пусковых услуг.

2017

2019

2021

2023

2016

2018

2020

2022

Рождение «Таймыра»

Появление концепции ракеты-носителя «Таймыр», как модульного доставщика микроспутников на орбиту.

Пересмотр проекта

Изменение концепции проекта — отказ от вытеснительной системы подачи топлива.

Двигатель первой ступени

Создание двигателя первой ступени и полностью законченная конструкторская документация на ракету «Таймыр». Подписание договоров с будущими клиентами.

Наземные испытания ракеты

Установка ракеты на стартовый стол и проведение наземных огневых испытаний.

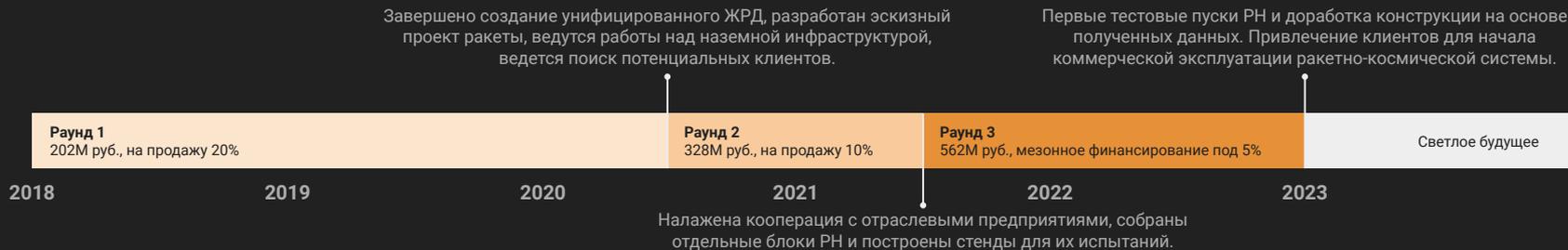
Начало коммерческой эксплуатации

Готовность к коммерческому использованию. В первый год эксплуатации ракеты-носителя «Таймыр-3-100» мы осуществим до десяти пусков.

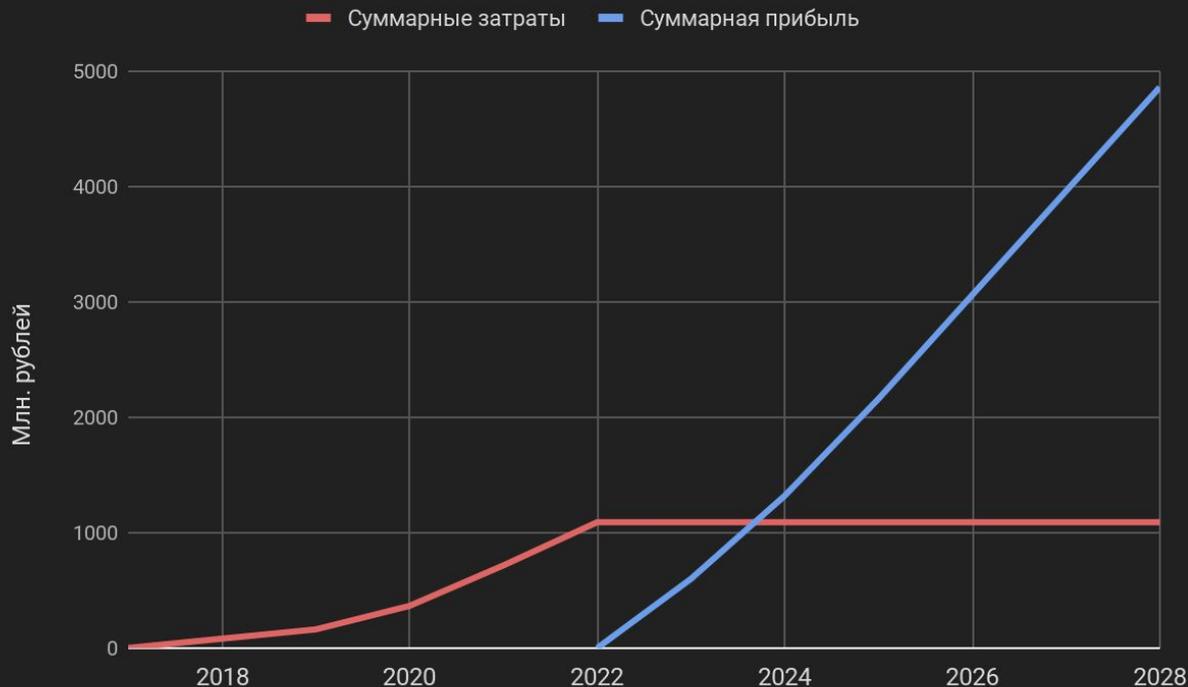
Поэтапный план разработки проекта и инвестиционное предложение



№ этапа	Продолжительность	Размер коллектива	Требуемые инвестиции
0	3-6 мес.	3...16 чел.	1 375 000 руб.
1	2.5 года	16...23 чел.	201 125 000 руб.
2	1 год	23...60 чел.	327 250 000 руб.
3	1.5 года	60...70 чел.	561 000 000 руб.
			1 090 750 000 руб.



Окупаемость проекта и маржинальность



1 090 750 000 руб.

Стоимость проекта

\$ 1 500 000

Себестоимость пуска

\$ 2 500 000

Цена пусковых услуг

10 пусков

В первый год эксплуатации

600 000 000 руб.

Прибыль в первый год эксплуатации

2 года

Срок окупаемости проекта

РН «Super-Таймыр» — эволюция проекта



После того как основная фаза разработки проекта «Таймыр» будет завершена, мы планируем начать разработку новой ракеты, которая сможет доставлять на орбиту аппараты массой до 1000 килограмм! В планах создание небольшого транспортного корабля, способного доставлять к МКС грузы массой до 300 килограмм.

3

Ступени

1200 кг

Масса РН на НОО 180 км

26 м

Длина

400 кг

Масса РН на МКС

2,66 м

Диаметр



..... Транспортный корабль МКС

На третьей ступени установлен двигатель второй ступени РН «Таймыр» с электронасосной подачей топлива.

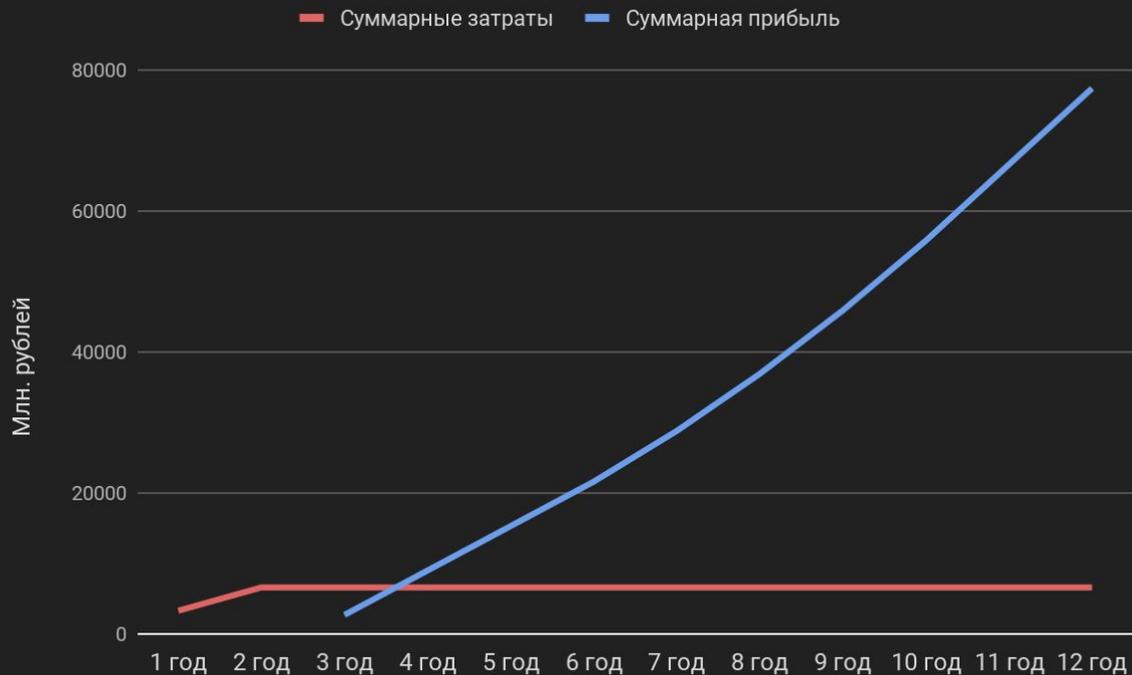
..... Третья ступень (ЖРД «Цандер-В»)

..... Вторая ступень (ЖРД «Цандер-2В»)

На первой и второй ступени использованы двигатели «Цандер-2» — следующее поколение высокоэффективных двигателей на экологически безопасных компонентах топлива. ЖРД «Цандер-2» отличается наличием турбонасосного агрегата с полной газификацией окислителя и является двигателем замкнутого цикла.

..... Первая ступень (8 x ЖРД «Цандер-2»)

РН «Super-Таймыр» — эволюция проекта



6 600 000 000 руб.

Стоимость проекта

\$ 8 000 000

Себестоимость пуска

\$ 23 000 000

Цена пусковых услуг

7 пусков

Ежегодно

\$ 105 000 000

Прибыли в год

2 года

Срок разработки проекта

1 год

Срок окупаемости

6. 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».

Ключевые специалисты



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.



АЛЕКСАНДР ШЛЯДИНСКИЙ

Инженер-конструктор

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



АЛЕКСЕЙ РЕБЕКО

Инженер-химик

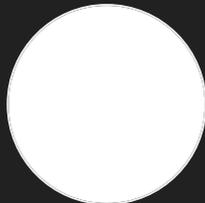
Специалист по химии ракетных топлив. Разработал уникальное твердое ракетное топливо с высоким показателем удельного импульса.



ВИКТОР ШКУРОВ

Специалист по двигательным установкам

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



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».



ИЛЬЯ БУЛЫГИН

Инженер-конструктор

Специалист по общему проектированию. Выпускник университета им. Юрия Кондратюка, большой опыт работы ведущим инженером в металлургической отрасли.



АЛЕКСЕЙ МИШУКОВ

Специалист по электронным системам

Специалист по электронным системам авиационной техники. Окончил Московский государственный университет машиностроения. Главный конструктор ООО «Мотохром».

7. ТЕКУЩИЙ ПРОГРЕСС

18

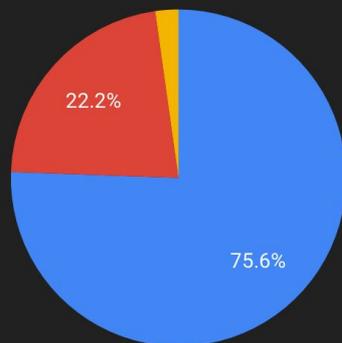
Полученные инвестиции



22 500 000 руб.

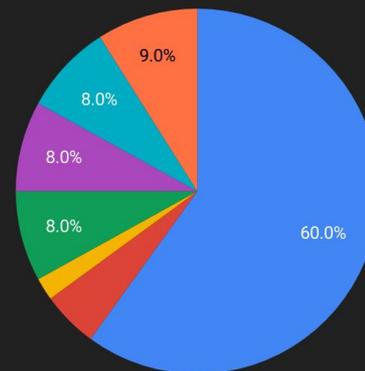
Привлечено инвестиций

Источники финансирования



- Частные инвестиции
- Минигрант Сколково
- Пожертвования

Статьи расходов



- Накладные и операционные расходы
- Оснащение рабочих мест
- Закупка спец. оборудования
- Изготовление прототипов
- Постройка стенда огневых испытаний
- Проведение огневых испытаний
- Прочие расходы

Результаты



2 000

Человеко-часов работы над проектом

45

Опытно-конструкторских экспериментов

600

Страниц технической документации

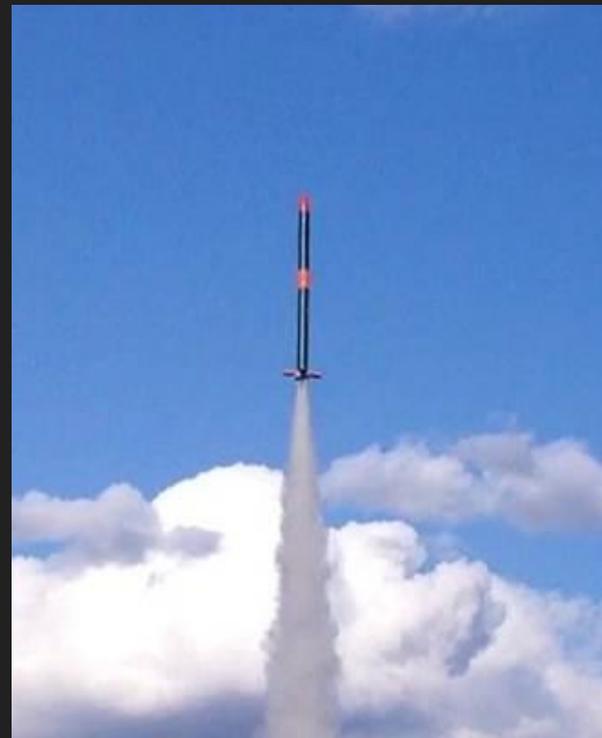
6

Патентов

Изготовлен и испытан ЖРД тягой 100 кгс. Испытания проводились на самостоятельно собранном мобильном стенде



Создан и протестирован в условиях реального полета прототип системы управления ракеты-носителя



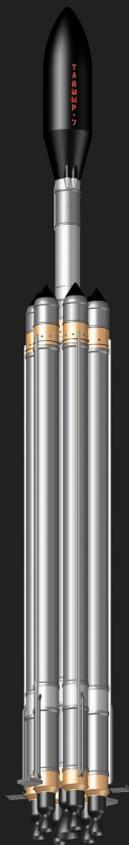
Проведены статические прочностные испытания изготовленного нами углепластикового бака с лайнером из полиэтилена



В результате трех лет разработки проект претерпел кардинальные
качественные изменения



2014
«Таймыр-7»



2016
«Таймыр-12»



2017
«Таймыр-3-100»





КОНТАКТЫ

www.spacelin.ru

mail@spacelin.ru

Источники информации



1. O2 Consulting, Jan 2014, Open Data
2. PricewaterhouseCoopers, «Micro-launchers: what is the market?», February 2017
3. PricewaterhouseCoopers, «US Satellite Market», October 2015
4. SpaceWorks, 2017, Open Data
5. «Новости космонавтики», журнал, Март 2017