

VIII Национальный конкурс инновационных проектов аэрокосмической отрасли Sky.tech

ДВИГАТЕЛИ СВЕРХМАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

ЭКОСИСТЕМА СВЕРХМАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Руководитель проекта:

Новосельцев Д.А.

Участники проекта:

Козловская О.К.

Старинова О.Л.

Седанова А.В. и др.

Партнеры конкурса

4 декабря 2023 г.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ





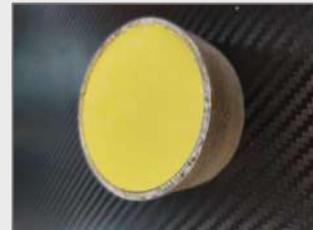
- ❑ Актуальные задачи (результаты сессии «Ближний космос (Дальнее небо)» 16-17.10.2023 г.) до 2026-2030 г. и далее:
 - Точное выведение на целевые орбиты и их поддержание; превентивное занятие целевых орбит; предотвращение образования космического мусора.
- ❑ Возможности: Сверхмалые КА nano-, пико-, фемто-класса (масса – от килограммов до граммов, стоимость – от миллионов до десятков тысяч рублей) способны решать большинство текущих и перспективных задач.
- ❑ Проблема: Сверхмалые КА в основном не способны самостоятельно маневрировать, достигать целевых орбит и покидать их. Это значительно ограничивает их возможности и применение.
- ❑ Конкурирующие решения:
 - Средства доставки «последней мили» и деорбитинга – разгонные блоки; буксиры, уборщики мусора (в перспективе) – высокая стоимость, ограниченная точность.
 - Собственные двигатели КА nano-класса – высокая стоимость (до 80-120 тыс. евро и более), масса, объем, энергопотребление; преимущественно зарубежные.

Область применения:

- Точное выведение на целевые орбиты и траектории отлета
- Превентивное занятие целевых орбит
- Удаление космического мусора
- Точное позиционирование спутников, при общем увеличении плотности всех спутников на орбитах. Двигатели позволяют спутникам двигаться по «индивидуальным заданиям».



- ❑ Предлагается линейка двигателей «Импульс» – импульсных большой тяги, статической микротяги и комбинированных, для самостоятельных маневров сверхмалых КА.
- ❑ Семейство двигателей с внешним источником энергии, воздействие которого распределено по внешней поверхности отражателя:
 - Импульсные «Импульс-У» (с химическим рабочим телом) и «Импульс-А» (с дополнительным источником энергии).
 - Статической микротяги, солнечные термосублимационные, термодесорбционные и термокаталитические «Импульс-С», «Импульс-Д», «Импульс-Т».
 - Комбинированные двигатели с последовательной сменой режимов.
 - Интегрированные несущие корпуса КА для больших кратковременных ускорений.
 - Устройства активного контактного удаления космического мусора с двигателями «Импульс-У», и др.
- ❑ Базовая модель (2024 г.) - «Импульс-У»: масса до 300 г, габариты до $\varnothing 64 \times 40$ мм. Приращение скорости до 80 м/с для КА массой до 4,5 кг (маневр по изменению высоты круговой орбиты до 200 км).





Этапы	Текущий результат и планируемые мероприятия
Этап 1	<p><u>Текущие результаты:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Завершена НИОКР, договор № 3626ГС1/60541 от 24.07.2020 г. (2020-2022 г.г.), грант ФСИ Старт-1. ▪ Серия стендовых испытаний 2020-2023 г.г, до TRL 5 (6). ▪ Финал VI Национального конкурса инновационных проектов аэрокосмической отрасли Sky.tech, 2021 г. ▪ Участник Омского НОЦ, 2021 г. ▪ Пусковые испытания на стартовые нагрузки, ракета Nebo 25 ООО «Успешные ракеты», декабрь 2021 г. ▪ Пусковые испытания на стратосферном летающем стенде, «Линия Кармана», сентябрь 2022 г. ▪ «Архипелаг 2021-2023» НТИ, финал 2023 г. ▪ Топ-100 «Сильные идеи для нового времени» АСИ 2023 г. ▪ Соглашение с Платформой НТИ, 2023 г. ▪ Промышленная площадка, технопарк «Иртыш», г. Омск, 2023 г. ▪ Fast Track Фонда Сколково, ноябрь 2023 г. ▪ Серия публикаций в профильных изданиях и СМИ.
Этап 2	<p><u>Планируемые результаты:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Привлечение частных соинвестиций (от 3 млн. руб.) и гранта (ФСИ Старт-2 от 8 млн. руб.) – 2024 г. ▪ Оснащение опытного производства, разработка и производство опытной партии двигателей типа «Импульс-У» для маневра КА типа CubeSat 3U 4,5 кг с ΔV до 60 м/с – 2024 г. ▪ Летные испытания опытного образца «Импульс-У» на КА CubeSat 3U – 2024 г. ▪ Опытное производство и поставки двигателей типа «Импульс-У» - 2024 г. ▪ Стендовые испытания кинетического двигателя – 2025 г. ▪ Разработка и производство интегрированного несущего корпуса «Блок» с двигателем «Импульс-А» – 2025 г. ▪ Создание системы активного удаления космического мусора с двигателем «Импульс-У» – 2025 г. ▪ Пусковая система с высоким стартовым ускорением (прототип) – с 2025 г. ▪ Массовые запуски в ближний и дальний космос, использование мусора – до 2030 г.



Оценка конкурентов, сравнение

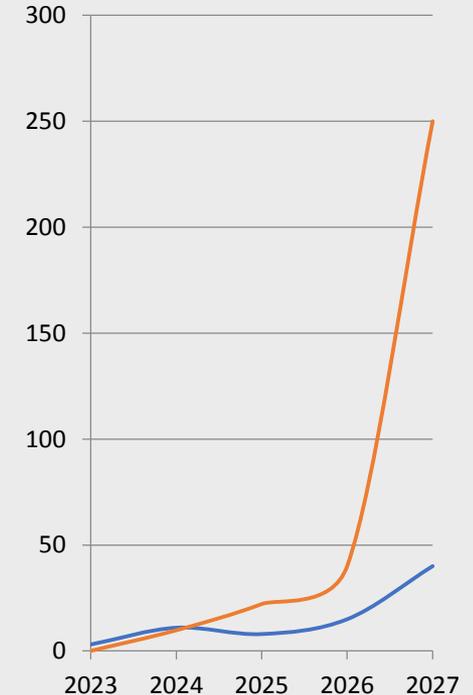


Параметр	«Импульс-У»	Электро-реактивная двигательная установка (ОмГТУ, прототип)	Электро-реактивная двигательная установка Micropropulsion System (MicroSpace)	Газовый двигатель ОКБ «Факел»	Межорбитальный буксир (Momentus Space, США, ДК «Аэронет», РФ (проект))
Режим	Одноимпульсный большой тяги	Непрерывный/импульсный	Непрерывный/импульсный	Непрерывный/импульсный	Непрерывный
Ускорение	Высокое (> 10 g)	Микро (< 0,1 g)	Микро (< 0,01 g)	Микро (< 0,1 g)	Микро (< 0,1 g)
Время маневра	Секунды и менее	Часы-сутки	Часы-сутки	Часы-сутки	Сутки-месяцы
Минимальная масса космического аппарата	От ~ 10 грамм	От ~ 3 кг	От ~ 1 кг	От ~ 3 кг	~150-250 кг (группа КА)
Компоновка (объем)	Выносной (tuna can), или отражатель интегрирован в несущий корпус	В корпусе (от 1U)	В корпусе	В корпусе (от 1U)	В корпусе
Потребляемая бортовая мощность	- (только запуск)	~ 160/5-30 Вт	< 3 Вт / модуль	8,4 – 13 Вт	~ 750 Вт
Стоимость	До 500 тыс. руб.	От 530 тыс. руб.	€ 81 – 129 тыс. (7,2 – 11,5 млн. руб.)	? (летная модель)	\$ 1,2-1,5 млн.

Финансовая модель проекта



	Фактические показатели на 01.12.2023	Планируемые показатели				ИТОГО
		2024	2025	2026	2027	
Расходы						
Затраты на оборудование	Расходы с 2020 г. по 01.12.2023 г. ~ 3,1 млн. руб. (включая грант ФСИ Старт-1 2,0 млн. руб.)	11,0 млн. руб.	8,0 млн. руб.	15,0 млн. руб.	40,0 млн. руб.	77,1 млн. руб.
Затраты на расходные материалы						
Фонд оплаты труда с начислениями						
Услуги/работы третьих лиц						
Прочие расходы (коммунальные расходы)						
Иные (указать)						
Доходы						
Лицензионные платежи	0	?	?		250,0 млн. руб.	322,0 млн. руб.
Услуги		?	?			
Продажа готовых продуктов		9,7 млн. руб.	22,1 млн. руб.	40,0 млн. руб.		
Иные (указать)		?	?			



— Расходы, млн. руб.
— Доходы min, млн. руб.



1.	Новосельцев Д.А. - Основатель, генеральный директор. к.т.н., инженер-конструктор, организатор машиностроения
2.	Козловская О.К. - Бизнес-партнер, BizDev. Эксперт НТИ, квалифицированный инвестор
3.	Инженеры и технические специалисты: Старинова О.Л. – д.т.н., консультант по баллистике КА Седанова А.В. – к.х.н., консультант по химии, и др.
4.	Продакт-менеджер (и.о. директора по продажам)
5.	Специалисты-совместители (ИТР): - АО «Сибирские приборы и системы» - ОмГТУ (сотрудники и студенты)

- ООО «Д-Старт», ИНН 5501264941
- Юр. адрес: 644065, г. Омск, ул. 50 лет Профсоюзов, 55Б, 9
- Адрес производства: 644103, г. Омск, ул. 60 лет Победы, 8
- +7 (913) 614-91-97 (Телеграм, Whatsapp)
- danovoseltsev@mail.ru
- <http://d-start.tilda.ws/>



СЕРТИФИКАТ

подтверждает, что

ПРОЕКТ «Космические двигатели "Импульс"»

Общество с ограниченной ответственностью "Д-СТАРТ"

успешно завершил консультационную программу
для потенциальных участников проекта «Сколково» по направлению деятельности Фонда
«Передовые производственные технологии, ядерные и космические технологии»



К. КАЕМ

Старший Вице-Президент
по инновациям Фонда



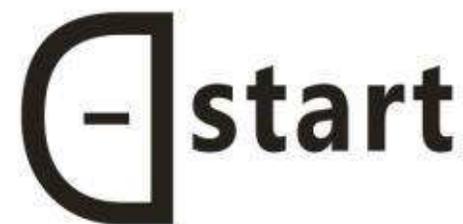
К. ДАНИЛЕНКО

ментор программы



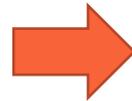
Двигатели сверхмалых космических аппаратов

ООО «Д-Старт»



Ценностное предложение: Научим сверхмалые космические аппараты самостоятельно летать, сделаем их эффективными, массовыми и доступными.

- Точное выведение на целевые орбиты
- Превентивное занятие целевых орбит (результаты сессии «Ближний космос (Дальнее небо)» 16-17.10.2023 г.)
- Удаление космического мусора



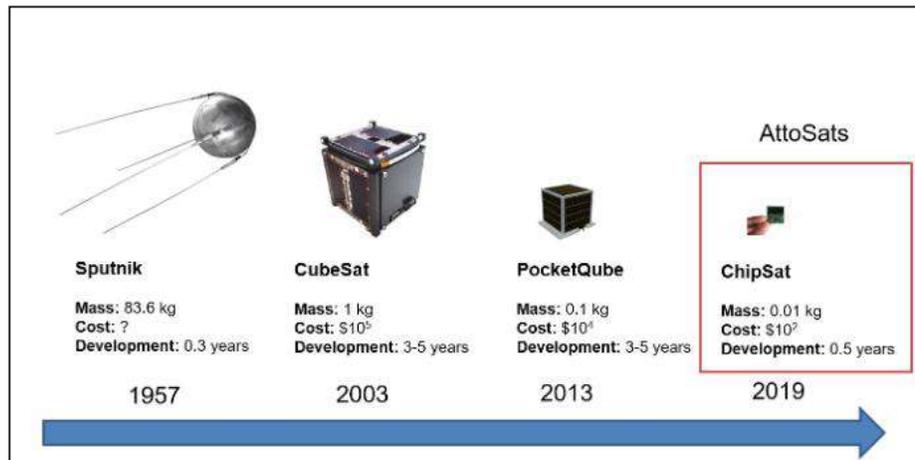
Решаем проблему самостоятельного точного выведения на целевые орбиты («последней мили») и их поддержания, маневров, деорбитинга, удаления космического мусора.

Основная целевая аудитория – разработчики и производители сверхмалых КА (фемто-нано-класс, масса в граммы-килограммы) (B2B, B2G, в перспективе B2C)

Тренды и ожидаемые результаты

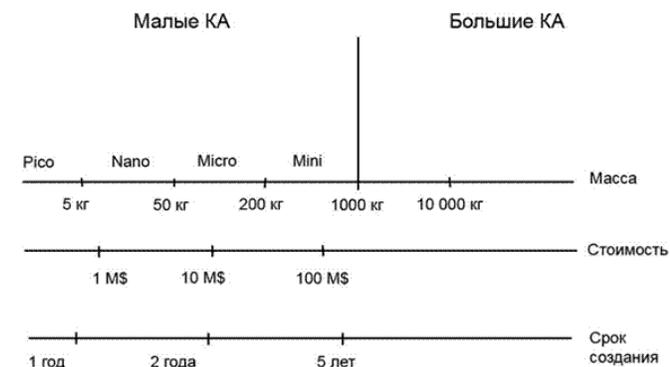
- Оперативность развертывания и быстрая коммерциализация
- Короткий цикл разработки и внедрения (до менее 1 года)
- Кастомизация, открытые экосистемы и сверхбольшие группировки
- Низкий порог входа (NewSpace2.0+)

Космические аппараты для двигателей с внешним источником энергии,
распределенной по площади поверхности отражателя
Классификация космических аппаратов по массе



Размерный ряд космических аппаратов

Формат	Масса, кг	Стоимость изготовления, млн евро	Время активного существования
Большие	1000	300	Более 10 лет
Малые	< 1000	100	3—5 лет
Мини	500	30	2 года
Микро	50	10	1,5 года
Нано	1—10	1	1 год
Пико	0,1	0,1	Менее 1 года
Фемто	< 0,1	< 0,1	Менее 1 года

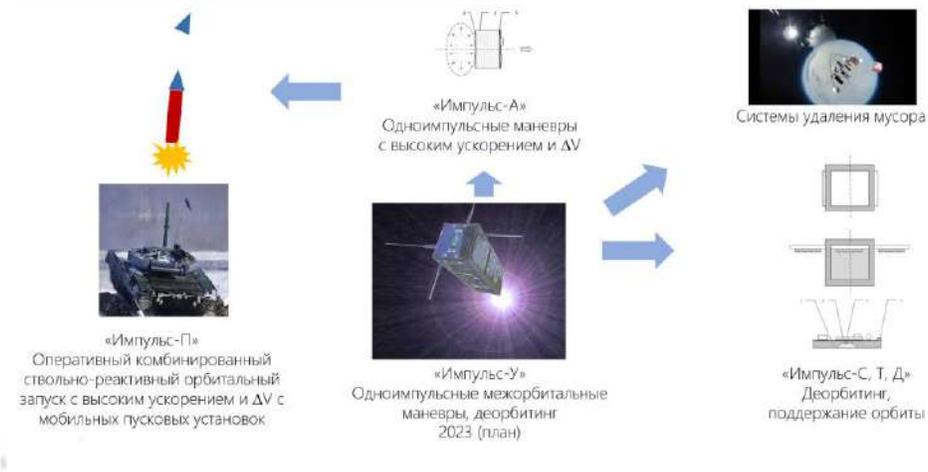


В XXI веке имеет место радикальное – на несколько порядков – снижение минимальной массы (и стоимости) КА.

«Гаджетизация космоса»

Предлагается линейка двигателей «Импульс» – импульсных большой тяги, статической микротяги и комбинированных, для самостоятельных маневров сверхмалых КА.

ЭКОСИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

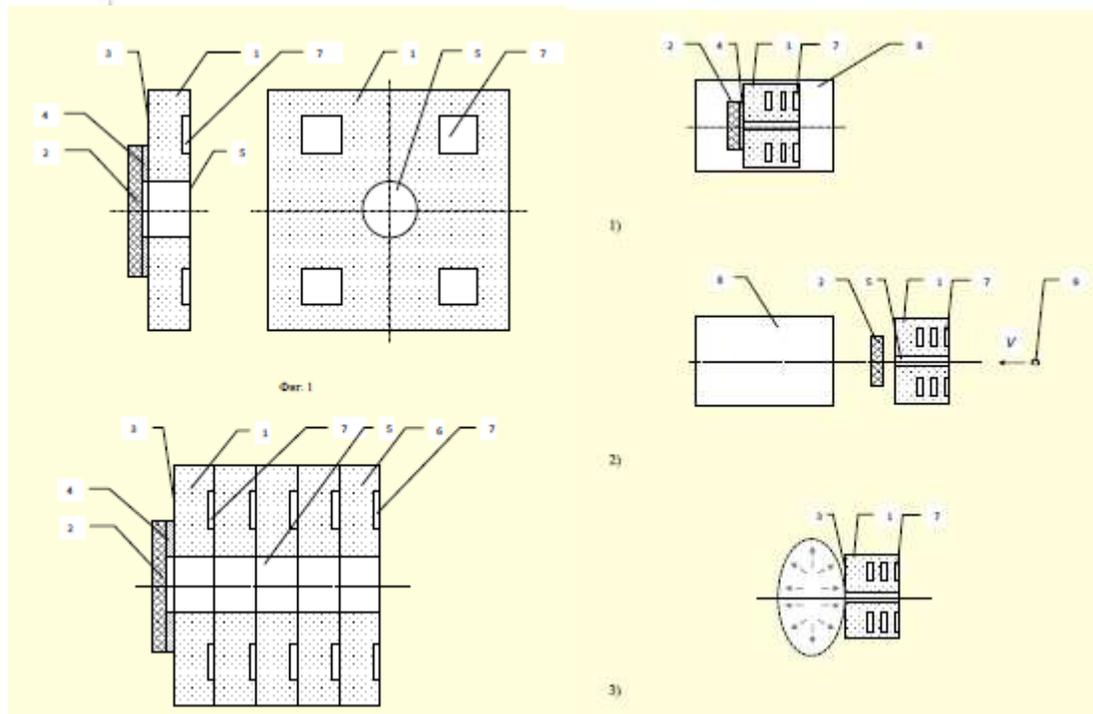


Описание предлагаемого решения

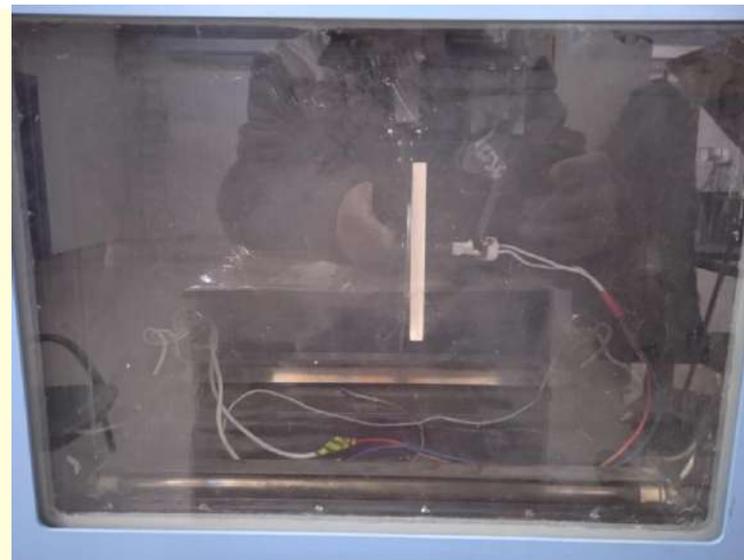
Базовая концепция двигателя с воздействием распределенной силы от внешнего источника на рабочую поверхность отражателя

(Новосельцев Д.А. [О возможности рациональной утилизации фрагментов околоземного космического мусора с использованием кинетических реактивных двигателей](#). В сборнике: Космический мусор: фундаментальные и практические аспекты угрозы. Сер. "Механика, управление и информатика" Под редакцией Л.М. Зеленого, Б.М. Шустова. 2019. С. 217-229)

Принципиальная схема, 2020



Стендовый прототип, 2021



Массо-габаритный макет летного изделия, 2023



Базовая концепция двигателя с воздействием распределенной силы от внешнего источника на рабочую поверхность отражателя

(Новосельцев Д.А. [Разработка и испытания прототипов семейства двигателей «Импульс» и смежных технических решений «Д-Старт» для сверхмалых космических аппаратов, в т.ч. пико- и фемто-класса](#). В сборнике: Проблемы разработки, изготовления и эксплуатации ракетно-космической техники и подготовки инженерных кадров для авиакосмической отрасли. Материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции, посвященной памяти главного конструктора ПО «Полёт» А. С. Клинышкова. Омск, 2022. С. 113-119)

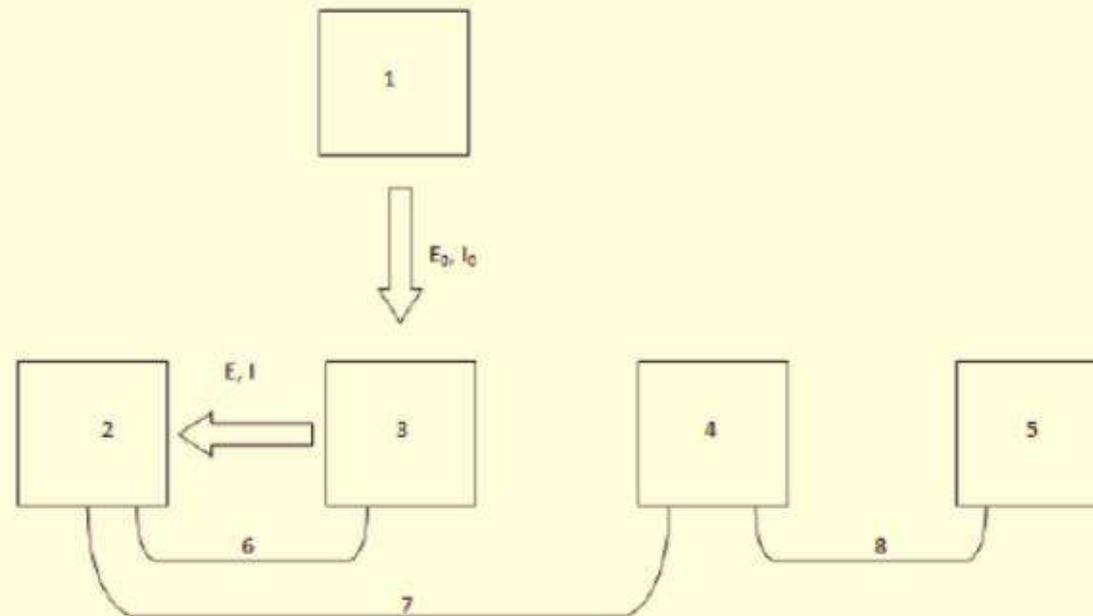
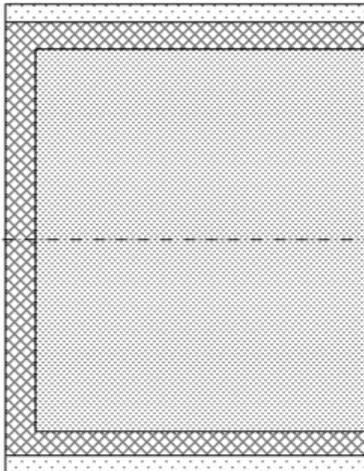


Рис. 1. Принципиальная схема двигателя с внешним источником энергии: 1 – внешний источник энергии, 2 – отражатель, 3 – мишень для источника энергии, 4 – подвеска полезной нагрузки, 5 – полезная нагрузка, 6 – механическая связь между отражателем и мишенью, 7 – механическая связь между отражателем и подвеской, 8 – механическая связь между подвеской и полезной нагрузкой

Базовая модель – «Импульс-У» для КА типа CubeSat до 3U и аналогичных КА



1 НАИМЕНОВАНИЕ, ШИФР ОКР, ОСНОВАНИЕ, ИСПОЛНИТЕЛЬ И СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОКР

- 1.1 Разработке присваивается наименование: «Разработка Импульс-У1»
- 1.2 Шифр – Не присваивается
- 1.3 Исполнитель ОКР – ООО «Д-Старт», г.Омск
- 1.4 Заказчик – АО СПС г.Омск

2 ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ СЧ ОКР, НАИМЕНОВАНИЕ И ИНДЕКС ИЗДЕЛИЯ

- 2.1 Разработка двигателя для одноимпульсных маневров сверхмалого космического аппарата для Заказчика и разработчиков сверхмалых космических аппаратов.
- 2.2 Наименование изделия – космический импульсный двигатель
- 2.3 Индекс изделия – Импульс-У1
- 2.4 Космический импульсный двигатель «Импульс-У1» (в дальнейшем, двигатель) предназначен для:
 - одноимпульсных межорбитальных маневров сверхмалых космических аппаратов (в дальнейшем, СКА) современных конструкций отечественных и зарубежных производителей;
 - деорбитинга СКА современных конструкций;
 - создания и отработки научно-технического задела для создания линейки двигателей для СКА перспективных конструкций (в т.ч. с внешними источниками энергии);
 - создания и отработки научно-технического задела для создания линейки смежных технических решений, в т.ч. космических систем удаления фрагментов космического мусора с импульсными двигателями на базе СКА-носителя.

3 ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗДЕЛИЮ

3.1 Состав изделия

- 3.1.1 Двигатель должен быть изготовлен в одном корпусе и иметь следующий состав:
 - блок рабочего тела (мишень);

- несущий корпус (отражатель);

Примечание – масса, форма и состав блока рабочего тела, конструкции корпуса и его расположение на СКА в каждом случае определяются Заказчиком, в зависимости от конструкции СКА и необходимых характеристик маневра. Базовой конструкцией является корпус цилиндрической формы, располагаемый в дополнительном объеме («типа сап») размерами до 42xØ64 мм за пределами корпуса (с возможностью частичного размещения в корпусе при большем осевом размере) со стороны торца СКА типа CubeSat в соответствии с CubeSat Design Specification (1U – 12U) REV 14.1 CP-CDS-R14.1.

3.1.2 Базовой является электрическая система активации двигателя от бортового источника питания СКА или внешнего источника питания. При этом двигатель комплектуется электрозапалом.

Примечание – возможно применение других систем активации, в т.ч. лазерных, а также форсирование двигателя по мощности при использовании систем активации с энергетикой, сопоставимой с запасом химической энергии рабочего тела двигателя.

3.1.3 В комплект поставки должны входить:

- двигатель;
- упаковка;
- электрозапал (при использовании электрической системы активации);
- РЭ.

Примечание - состав и комплект поставки двигателя согласуется с Заказчиком.

3.2 Требования назначения

3.2.1 Двигатель должен обеспечивать сообщение направленного поступательного движения СКА с заданными характеристиками (величиной и направлением приращения скорости).

3.2.2. Двигатель в базовом исполнении предназначен для проведения наземных стендовых и/или высотных стратосферных испытаний и летных испытаний и опытной эксплуатации, в дальнейшем – эксплуатации, включая деорбитинг, в составе СКА типа CubeSat 3U массой до 4,5 кг, с системой активации от бортового источника питания, или других СКА типа CubeSat, суб-CubeSat и других форм-факторов меньших размеров и массы.

3.2.2 Двигатель должен соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры изделия «Импульс-У1»

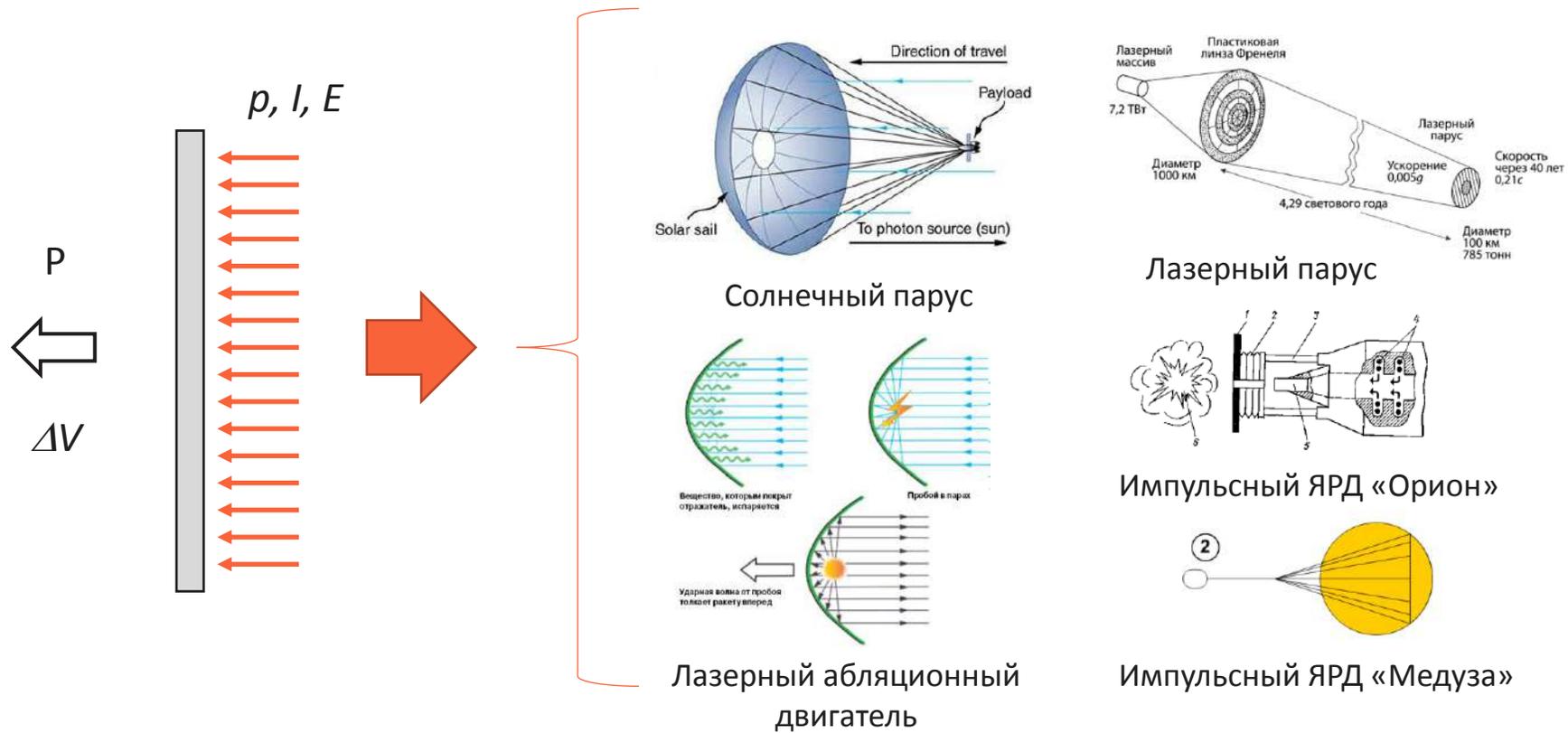
Наименование параметра, единица измерения	Значение
Напряжение питания активации, В	*1 (*2 – 5; 7,4; 5,5-8,5 нестабилизированное, однократно, кратковременно) (уточняется)
Ток питания активации, А	*1 (*2 - 2, однократно, кратковременно) (уточняется)
Максимальное приращение скорости, м/с	*1 (*2 – до 60 м/с) (уточняется)
Максимальное кратковременное (ударное) ускорение, м/с ²	*1 (*2 – не более 50), для режима деорбитинга не ограничивается (уточняется)
Удельный импульс (расчетный), с	Не менее 150 (уточняется)
Температура газов максимальная, К	Не более 1500 (уточняется)
Номинальный режим работы: - наземная отработка - натурная эксплуатация	Однократный кратковременный
Масса, г	*1

*1) Определяется разработчиком СКА

*2) В базовом исполнении

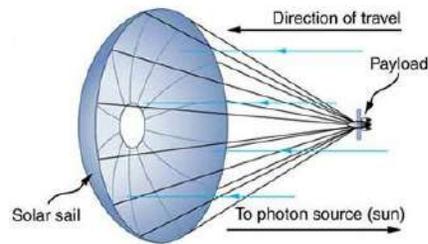
3.2.3 Двигатель должен обеспечивать однократный кратковременный

Принципиальная схема двигателя с внешним источником энергии, распределенной по площади поверхности отражателя

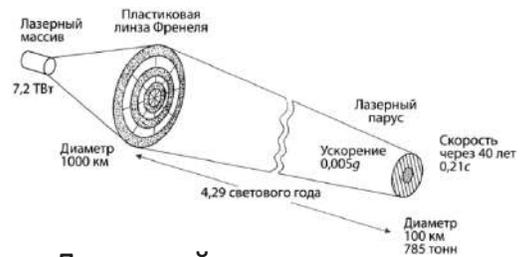


Двигатели с внешним источником энергии, распределенной по площади поверхности отражателя

Постоянной тяги

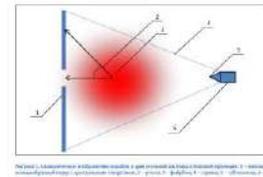


Солнечный парус

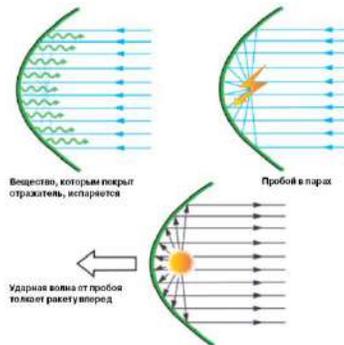


Лазерный парус

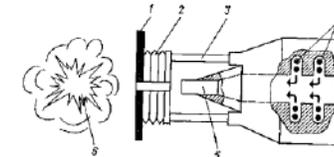
Импульсной тяги



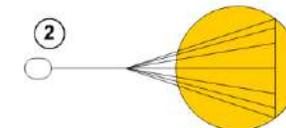
Кинетический двигатель



Лазерный абляционный двигатель



Импульсный ЯРД «Орион»

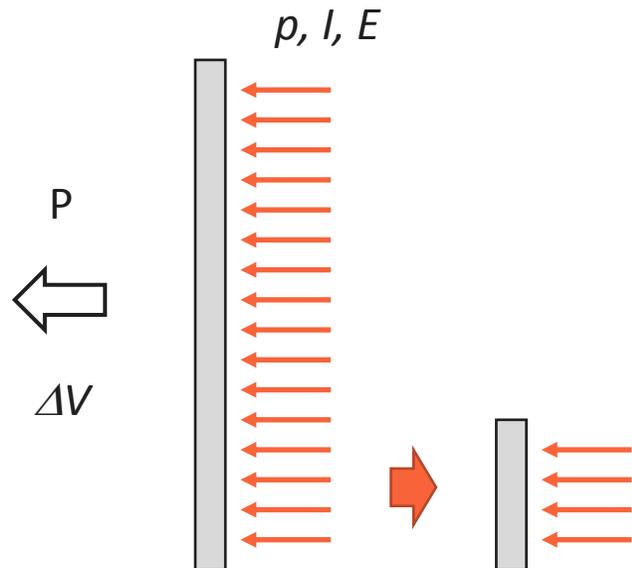


Импульсный ЯРД «Медуза»

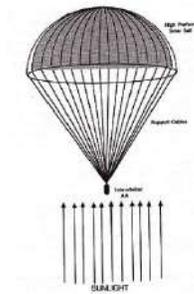
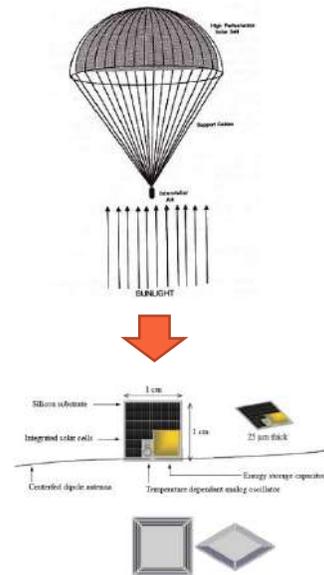
Двигатели с внешним источником энергии, распределенной по площади поверхности отражателя

Основные особенности и преимущества

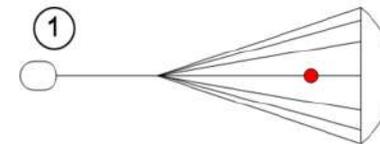
Масштабируемость



Инвариантность конструкции
к источнику энергии



Многорезимность



Космические аппараты для двигателей с внешним источником энергии,
распределенной по площади поверхности отражателя

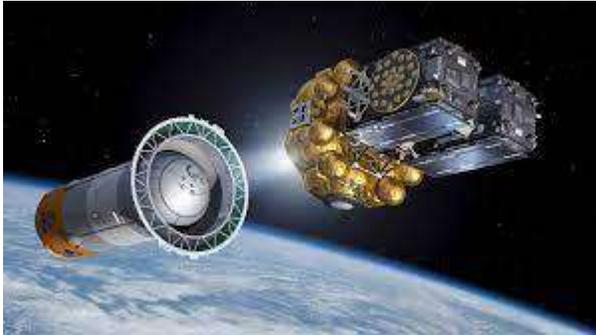
Обеспеченность космических аппаратов двигателями



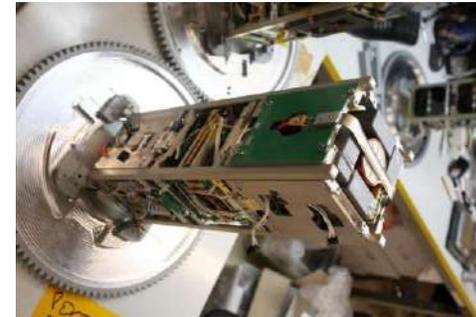
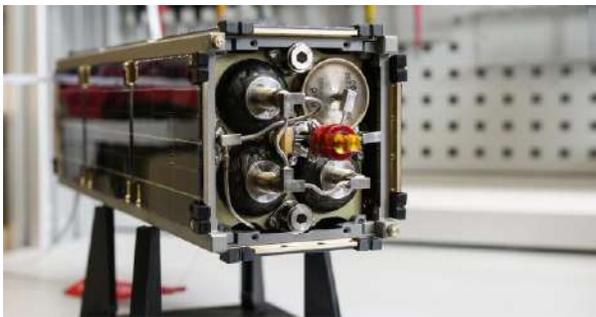
Перспектива

Приоритетный рынок

Промежуточные транспортные системы – разгонные блоки, буксиры, КА удаления мусора – дорогие и неточные маневры, или еще в разработке.



Современные двигатели – малой тяги, устанавливаются только на большие КА (от 3U), объемны (от 1U), массивны, энергоемки (от нескольких Вт), достаточно дороги (от ~ 0,5 млн. руб. до 120 тыс. евро и более). Есть отечественные, но преимущественно зарубежные (недоступные на рынке).



Двигатели «Импульс» – устанавливаются на КА массой от граммов, «безостаточны» (интегрированы в конструкцию КА), доступны, могут обеспечить большую тягу, кастомизируются под маневры.

Анализ конкурентов

Параметр	«Импульс-У»	Электро-реактивная двигательная установка (ОМГТУ, прототип)	Электро-реактивная двигательная установка Micropropulsion System (MicroSpace)	Газовый двигатель ОКБ «Факел»	Межорбитальный буксир (Momentus Space, США, ДК «Аэронет», РФ (проект))
Режим	Одноимпульсный большой тяги	Непрерывный/импульсный	Непрерывный/импульсный	Непрерывный/импульсный	Непрерывный
Ускорение	Высокое (> 10 g)	Микро (< 0,1 g)	Микро (< 0,01 g)	Микро (< 0,1 g)	Микро (< 0,1 g)
Время маневра	Секунды и менее	Часы-сутки	Часы-сутки	Часы-сутки	Сутки-месяцы
Минимальная масса космического аппарата	От ~ 10 грамм	От ~ 3 кг	От ~ 1 кг	От ~ 3 кг	~150-250 кг (группа КА)
Компоновка (объем)	Выносной (tuna can), или отражатель интегрирован в несущий корпус	В корпусе (от 1U)	В корпусе	В корпусе (от 1U)	В корпусе
Потребляемая бортовая мощность	- (только запуск)	~ 160/5-30 Вт	<3 Вт / модуль	8,4 – 13 Вт	~ 750 Вт
Стоимость	До 500 тыс. руб.	От 530 тыс. руб.	€ 81 – 129 тыс. (7,2 – 11,5 млн. руб.)	? (летная модель)	\$ 1,2-1,5 млн.



«Импульс-У» (базовый):
 масса до 300 г,
 габариты до Ø64x40 мм.
 Приращение скорости до 80 м/с
 для КА массой до 4,5 кг
 (маневр по изменению
 высоты
 круговой орбиты до 200 км)

PAM	TAM	SAM	SOM
\$ 3,7 млрд. / 2030 г.*	\$ 0,37 млрд.	\$ 74 млн.	\$ 0,45 млн. / 2024 г.

* www.verifiedmarketresearch.com, 2023 г.

Satellite Propulsion System Market Size And Forecast

Satellite Propulsion System Market size was valued at USD 2,180.1 Million in 2021 and is projected to reach **USD 3,762.2 Million by 2030**, growing at a **CAGR of 6.51% from 2023 to 2030**.

КОРОЛЕВ (Московская область), 26 окт - РИА Новости. Президент РФ Владимир Путин поручил правительству до 1 июля 2024 года разработать и утвердить национальный проект, нацеленный на формирование суверенной отечественной индустрии космических сервисов, технологий и продуктов.



ПЛАТФОРМА НТИ

Сессия «Ближний космос (Дальнее небо)»
16-17.10.2023 г.

Формат развертывания специализированных группировок

- Бронирование орбитального и частотного ресурса за счет массового вывода наноспутников
- Массовое производство «дешевых» аппаратов (фемто-, пико- и наноспутники)
- Кастомизированная «удешевленная» группировка

Условие эффективности:

- Рост производства спутников от 1 до 100 в день
- Запуск 1000 спутников в год
- Задача государства – задать правила
- Формат рынка: открытая экосистема с кастомизированными решениями

Примеры специализаций аппаратов:

- Отражатели с активным поддержанием орбит для поддержания связи
- Летящие датчики
- Уборщики мусора контактного типа
- Спутники для обнаружения и отслеживания космического мусора
- Спутники для наведения
- Системы двусторонней связи, широкополосного доступа и ДЗЗ
- Летящая лаборатория
- Конечное устройство
- Хаб
- Высокоспециализированный сервер
- Слитч
- МКА-энергостанция
- Студенческие образовательные спутники
- и т.д.

Примеры оборудования:

- Датчики среды
- Удаление фрагментов мусора
- Аппаратура связи
- Средства обработки и хранения данных

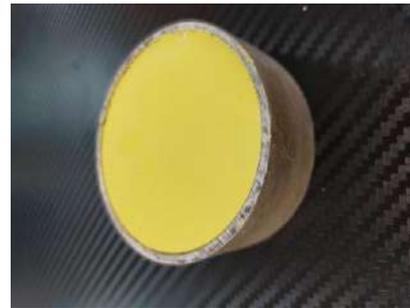
Бизнес-модель

Ценностное предложение	Потребительские сегменты	Взаимоотношения с клиентами	Структура расходов	Потоки доходов
<p>Научим сверхмалые космические аппараты самостоятельно летать, сделаем их эффективными, массовыми и доступными.</p>	<p>1. B2B - Частные производители космических аппаратов РФ (не менее 10-ти организаций). 2. B2G - Организации космического образования РФ и др. стран 3. B2G – ГК «Роскосмос» (?). 4. B2C (в перспективе)</p>	<p>Долгосрочные контракты: разработка, поставки, гарантии, обслуживание, подготовка кадров.</p>	<p>Заработная плата, налоги. Аренда. Расходные материалы, Услуги изготовления химических материалов, Затраты на сертификацию, Оплата лицензий на проведение работ.</p>	<p>Выручка от продажи двигателей. Выручка от продажи лицензий на производство двигателей. Выручка от продажи образовательных модулей (упрощенный двигатель и инструкция по его сборке).</p>

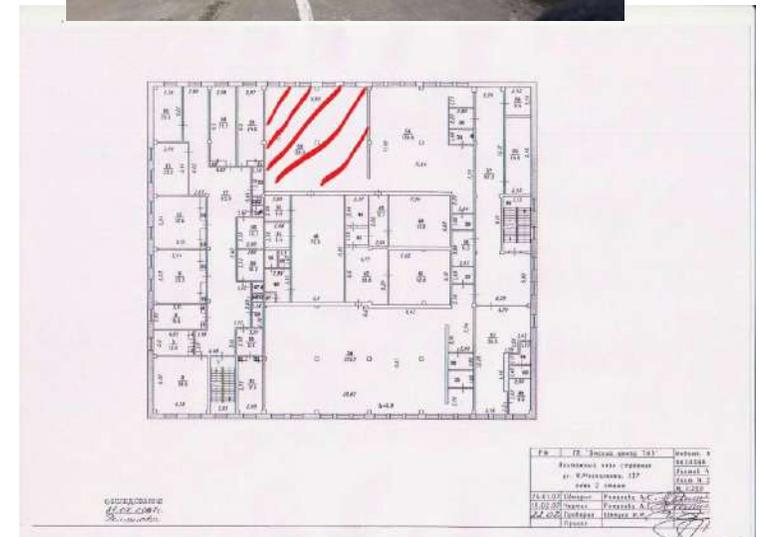


1. Новосельцев Д.А. - Основатель, генеральный директор.
к.т.н., инженер-конструктор, организатор машиностроения
2. Козловская О.К. - Бизнес-партнер, BizDev.
Эксперт НТИ, квалифицированный инвестор
3. Инженеры и технические специалисты
4. Продакт-менеджер (и.о. директора по продажам)
5. Специалисты-совместители (ИТР):
 - АО "Сибирские приборы и системы"
 - ОмГТУ (сотрудники и студенты)

Испытания прототипов двигателей, 2021-2023 г.г.

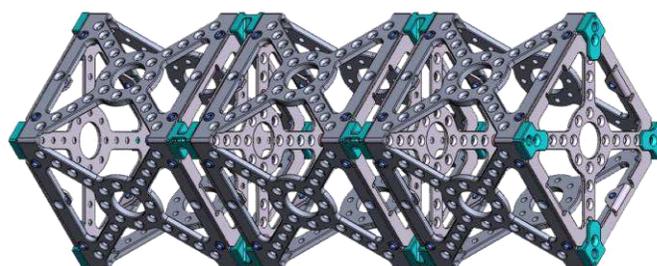
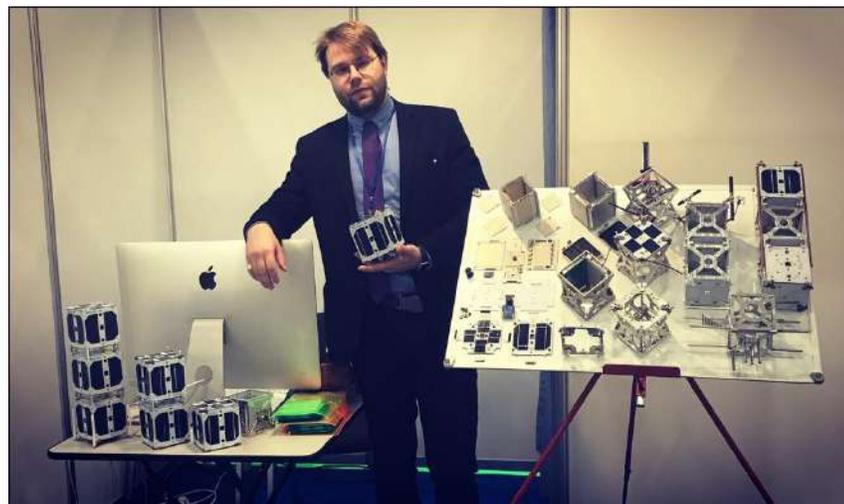


Производственно-офисное помещение Технопарк «Иртыш», г. Омск





Макет двигателя
«Импульс-У»
на макете КА
CubeSat 3U



Платформа «Синергия»
ООО «Астрономикон»



Соглашение
ООО «Д-Старт» и
ООО «Астрономикон»,
ноябрь 2022 г.



(«Сильные идеи для нового времени», июнь 2023)

06a

ДОРОЖНАЯ КАРТА (ПЛАН РЕАЛИЗАЦИИ / РАЗВИТИЯ ПРОЕКТА)

asi.ru



← Услуги

Статус участника проекта «Сколково»

РЕГИОНАЛЬНОЕ И МЕЖДУНАРОДНОЕ РАЗВИТИЕ | ИННОВАТОРИИ | АКЦЕЛERAЦИИ И ПЛАТФОРМЫ | ИНВЕСТИЦИИ

Участие в проекте «Сколково» позволяет компаниям воспользоваться различными льготами и другими преимуществами: налоговыми, финансовыми, а также льготами в сфере аренды помещений, энергоснабжения, энергосбережения, ядерные, космические, биомедицинские, стратегические компьютерные технологии и программное обеспечение.

Кто оказывает услугу: ФОНД «СКОЛКОВО»

Сроки: от 1 месяца

Стоимость: Не применимо

Условия: Для резидентов РФ

ФОНД «СКОЛКОВО»

- Гранты и микрогранты
- Инвестиции
- Экосистема Сколково (космические компании)
- Выход на рынки, в т.ч. дружественные внешние

← Услуги

Технологические НИОКР сервисы

ОБЩИИ И РАБОТОДАТЕЛИ | ИННОВАТОРИИ | БИЗНЕС СЕРВИСЫ

ВАО Милитэкс - Единый маркетплейс для заказа НИОКР услуг. Мы помогаем выстроить технологическую цепочку для создания вашего продукта.

Кто оказывает услугу: ФОНД «СКОЛКОВО»

Сроки: В зависимости от конкретной услуги

Стоимость: В соответствии с договором

Условия: Без ограничений

ФОНД «СКОЛКОВО»

← Услуги

Международное развитие бизнеса

РЕГИОНАЛЬНОЕ И МЕЖДУНАРОДНОЕ РАЗВИТИЕ | ИННОВАТОРИИ | ПАРТНЕРЫ

Продвижение компании на международные рынки

Кто оказывает услугу: ФОНД «СКОЛКОВО»

Сроки: Программа рассчитана на 6-12 месяцев

Стоимость: В соответствии с условиями договора

ФОНД «СКОЛКОВО»

← Услуги

Маркетинговые услуги

ИННОВАТОРИИ | БИЗНЕС СЕРВИСЫ

Фонд «Сколково» проводит аккредитацию провайдеров маркетинговых услуг для оказания качественного сервиса участникам проекта «Сколково». Пул отобранных компаний может оказывать услуги в рамках микрогрантовой программы.

Кто оказывает услугу: ФОНД «СКОЛКОВО»

Сроки: В соответствии с условиями договора

Стоимость: В соответствии с условиями договора

Условия: Без ограничений

ФОНД «СКОЛКОВО»

← Услуги

Грантовая поддержка: Микрогранты

ГРАНТЫ

Финансовая поддержка в виде компенсации понесенных расходов и финансирования планируемых расходов участников проекта инновационного центра «Сколково» на решение определенных задач в рамках исследовательской деятельности и коммерциализации продуктов.

Кто оказывает услугу: ФОНД «СКОЛКОВО»

Сроки: Рассмотрение заявки в течение 20 дней с даты поступления. Предоставление финансирования в соответствии с Соглашением

Стоимость: Не применимо

Условия: Только для Участников проекта «Сколково»

ФОНД «СКОЛКОВО»

← Услуги

Сервисы нормативно – технического обеспечения инновационной продукции

СЕРТИФИКАЦИЯ

Оказание консультационных услуг и методического сопровождения в сфере нормативно – технического обеспечения продукции, включая получение разрешительной документации.

Кто оказывает услугу: ФОНД «СКОЛКОВО»

Сроки: В зависимости от запроса

Стоимость: В соответствии с условиями договора

Условия: Без ограничений

ФОНД «СКОЛКОВО»

← Услуги

Сервисы по интеллектуальной собственности

ЮРИДИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА | ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

Центр интеллектуальной собственности «Сколково» (SIPedia) является подразделением Фонда «Сколково» и более 10 лет оказывает полный комплекс юридических и патентных услуг.

Кто оказывает услугу: ЦИС «СКОЛКОВО»

ФОНД «СКОЛКОВО»





Новосельцев Дмитрий
основатель, генеральный директор, к.т.н.

- ООО «Д-Старт», ИНН 5501264941
- Юр. адрес: 644065, г. Омск, ул. 50 лет Профсоюзов, 55Б, 9
- Адрес производства: 644103, г. Омск, ул. 60 лет Победы, 8
- +7 (913) 614-91-97 (Телеграм, Whatsapp)
- danovoseltsev@mail.ru
- <http://d-start.tilda.ws/>

ООО «Д-Старт»

Обеспечиваем маневры самых маленьких и доступных космических аппаратов.

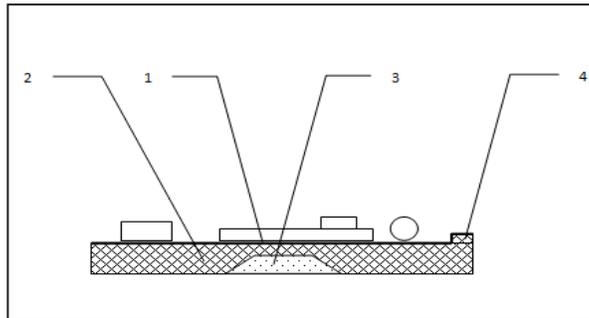
Открываем доступ к космическим операциям для компаний, организация и граждан России и мира.

Обеспечиваем космический приоритет в долговременной перспективе.

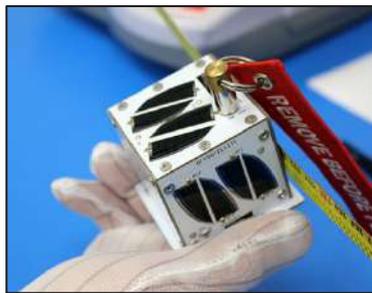


Приложение: Двигатели микротяги («Импульс-С, Д, Т, ТС»)

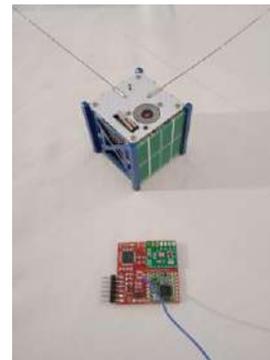
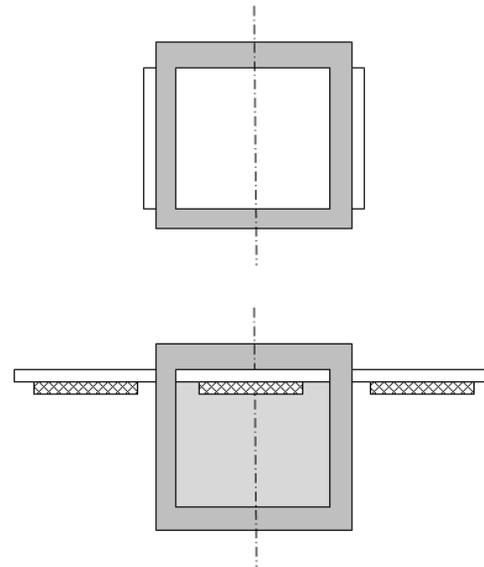
Применение двигателей «Импульс» на пико- и наноспутниках
(деорбитинг, режим малой тяги)



«Импульс-С»



PocketQube



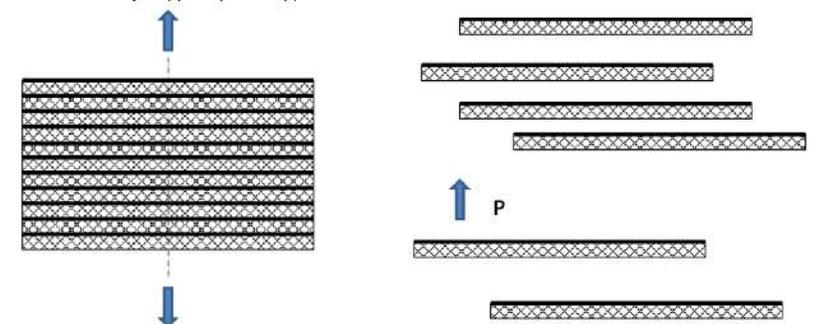
Перспективы разработки сверхмалозатратных, малоуязвимых, быстро восстанавливаемых пассивных радиоотражательных дисперсных орбитальных группировок оперативного развертывания, с активным поддержанием рабочей орбиты в течение срока использования и последующим деорбитингом для предотвращения накопления космического мусора с использованием интегрированных двигателей типа «Импульс-С», для обеспечения радиосвязи в арктической зоне

Дмитрий Александрович Новосельцев
к.т.н., генеральный директор ООО «Д-Старт»



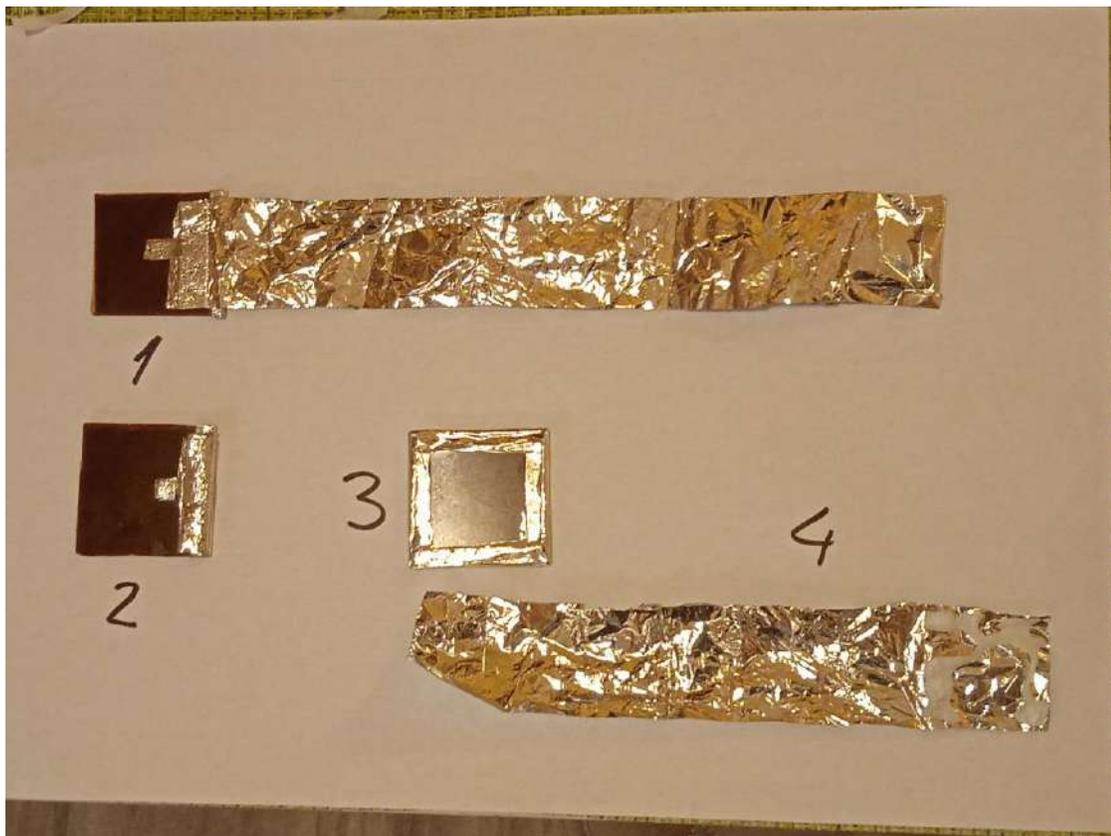
Докладчик — Дмитрий Александрович Новосельцев

Значительную техническую проблему представляет собой обеспечение устойчивой радиосвязи в высоких арктических широтах с нестабильными свойствами ионосферы, в народно-хозяйственных и специальных целях. Одним из доступных решений может быть развертывание на эллиптических околополярных орбитах с высоким апогеем над интересующим регионом пассивных радиоотражательных дисперсных орбитальных группировок в виде скопления простейших аналоговых космических аппаратов фемто-класса (единичной массой менее 100 г) с радиоотражающей рабочей поверхностью и интегрированным блоком радиопрозрачного твердого рабочего тела термосублимационного двигателя циклической микротяги типа «Импульс-С» в качестве ее несущей подложки. Выведение группировки на опорную круговую околополярную орбиту в виде единого блока возможно существующими или перспективными средствами ракетно-космической техники, а перевод на необходимую эллиптическую орбиту — одноимпульсным маневром с использованием общего импульсного двигателя «Импульс-У». Далее происходит разделение группировки и поддержание орбитального положения единичных космических аппаратов с использованием интегрированных двигателей микротяги типа «Импульс-С», закон регулирования тяги которых определяется конструкцией и геометрией блока рабочего тела. После выработки основного запаса рабочего тела, с использованием тех же двигателей осуществляется деорбитинг, для исключения накопления космического мусора. Подобные группировки быстро восстанавливаются и достаточно устойчивы к природным и антропогенным повреждающим воздействиям. Выбор материалов радиоотражающей поверхности космических аппаратов и рабочего тела двигателей с необходимыми радиофизическими свойствами требует дополнительных исследований.



Приложение: Двигатели микротяги («Импульс-С»)

Простейшие модели и пусковые испытания (ноябрь 2021 г., «Успешные ракеты» - SR Space)



Приложение: Финмодель минимальная по изделию «Импульс-У»

Год	Ед.	Всего	2024, 1 кв.	2024, 2 кв.	2024, 3 кв.	2024, 4 кв.	2025, 1 кв.	2025, 2 кв.	2025, 3 кв.	2025, 4 кв.
Денежный поток	Руб.	43 974 256,00	-395 718,00	5 414 282,00	5 905 282,00	5 905 282,00	6 258 282,00	6 258 282,00	6 964 282,00	6 964 282,00
Накопительный денежный поток	Руб.	0,00	-395 718,00	5 018 564,00	10 923 846,00	16 829 128,00	23 087 410,00	29 345 692,00	36 309 974,00	43 274 256,00
Рентабельность по опер.прибыли	%	68,6	-2,7	70,4	70,5	70,5	70,5	70,5	70,6	70,6
Рентабельность по прибыли	%	67,6	-2,7	69,4	69,5	69,5	69,5	69,5	69,6	69,6

Приложение: Бизнес-модель по Остервальдеру

(Акселератор НТИ, Архипелаг 2023, август 2023 г.)

Разработка и производство двигателей сверхмалых космических аппаратов				
Ключевые партнеры	Ключевые виды деятельности	Ценностное предложение	Взаимоотношения с клиентами	Потребительские сегменты
Экспортный центр, "Сибирские приборы и системы", Омский техникуниверситет, Самарский университет, МГУ, Технопарк "Иртыш", "Кросс-Автоматика", "Пирохобби"	Инженерно-конструкторская деятельность (разработка и испытания), Разработка химических материалов для двигателей, Сборка и испытание двигателей, Маркетинг и продажи двигателей.	Научим сверхмалые космические аппараты самостоятельно летать, сделаем их эффективными, массовыми и доступными.	Долгосрочные контракты: разработка, поставки, гарантии, обслуживание, подготовка кадров.	1. B2B - Частные производители космических аппаратов РФ (не менее 10-ти организаций)/ 2. B2G - Организации космического образования РФ, + Африка, Индия и т.д. 3. B2G - ГК "Роскосмос"
	Ключевые ресурсы	Коммерческое предложение: Продаем двигатели частным производителям космических аппаратов с заданными характеристиками продукта, решение проблем маневров, деорбитинга и удаления мусора. Разработка технических решений под ТЗ. заказчика	Каналы коммуникации и сбыта (каналы продвижения) Прямые продажи, тематические профильные конференции, маркетплейсы для космической техники, выставки, зарубежные миссии в дружественные страны, краундфантинговые платформы	
Структура расходов:		Потоки поступления доходов:		
Заработная плата, налоги		Выручка от продажи двигателей		
Аренда		Выручка от продажи лицензий на производство двигателей		
Расходные материалы, Услуги изготовления химических материалов, Затраты на сертификацию, Оплата лицензий на проведение работ		Выручка от продажи образовательных модулей (упрощенный двигатель и инструкция по его сборке)		

Приложение: Конкуренты

Конкуренты

Busek CubeSat Propulsion Portfolio Summary

- Electrospray Thruster**
 - ✓ High Efficiency
 - ✓ Multi-exiter
 - ✓ Low Risk / Technically Mature
- Passive Electrospray Thruster**
 - ✓ No moving parts, valves
 - ✓ No pressure vessel
 - ✓ Low Power
 - ✓ High ISP
- 1 cm Micro RF Ion Thruster**
 - ✓ No internal cathode
 - ✓ >2000s isp
 - ✓ FE Neutralizer is space qualified
- 3 cm Micro RF Ion Thruster**
 - ✓ No internal cathode
 - ✓ Tested up to 3,000s isp
 - ✓ Thermionic Neutralizer is space qualified
- Micro Pulsed Plasma Thruster**
 - ✓ No moving parts, valves
 - ✓ Low Power
 - ✓ Integrated Primary / ACS
 - ✓ Proven version flying on FalconSat3
- Micro Resistojet**
 - ✓ Simple, ideal for procs-ops
 - ✓ Higher Thrust (scales with power)
 - ✓ Integrated Primary / ACS
- Green Monoprop**
 - ✓ High thrust (high CubeSat acceleration)
 - ✓ High density ISP
 - ✓ Low-toxicity propellant

Distribution Statement A (Approved for Public Release) **BUSEK** Advanced Space Propulsion

CubeSatShop

Nanosatellite Micropropulsion System

Price / Description, & accessories / Nanosatellite Micropropulsion System

€81000 - €129000

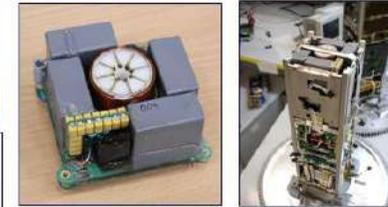
The MicroSpace M303 Nano Micropropulsion System is suitable for CubeSats of 1 kg up to small microsatellites up to 100kg.

It offers a new stability based on optical, visible MEMS technology. The setup has been rigorously laboratory tested under various conditions and is certified for use in the space environment.

The system is modular and customizable, and a variety of configurations a number of CubeSats that are made for flight.

VACCO CUBESAT PROPULSION SYSTEMS

CubeSat Propulsion System	Size (U)	End/Center Mount	Propellants	Thruster type	Thrusters	Nominal Thrust (mN)	Total Impulse (N-s)
PUC	0.14U-1U	End	R238FA/SO2	Warm Gas	1	5.4	505
GPOD	1U	Center	R134a/R238FA	Cold Gas	8	25	180
MarCO	2U	End	R238FA	Cold Gas	8	50	755
Green Mono Prop System	0.5-1U+	End	ADN/AF-M315E	Mono-Prop	4	400	3320
End mounted standard	0.25-1U	End	R134a/R238FA	Gas	5	10	312
Hybrid Green Monoprop	0.5-1U+	End	ADN/AF-M315E	Mono-Prop Cold	1 Hot, 4 Cold	100	783
Standard	0.3-1U	End	R134a/R238FA	Cold Gas	5	10	250
MEPSI	0.25U	End	Isobutane	Cold Gas	5	53	23
Palomar	1U	Center	Isobutane	Cold Gas	8	35	85



VERA (Volume-Effective Rocket-propulsion Assembly), НИЯУ МИФИ

Таблица 1. Специальные ДУ и РДМТ

№ п/п	Назначение (рабочий газ)	Параметры
1	ДУ с РДМТ (закись азота)	МКА, КА класса «Обзор», $P = 0.5 - 50 \text{ Н}$, $I_p = 1950 \text{ мс}$, $I_e \leq 5 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с}$ ($I^* = 100 \text{ Н/т}$)
2	ДУ с электровакуумными двигателями (ксенона)	КДУ для МКА, КА класса «Нано», $P = 5 \cdot 10^2 \text{ Н}$, $I_p = 1800 \text{ мс}$, $P_{\text{max}} = 80 \text{ мВт}$, ($I^* = 340 \text{ Н/т}$)
3	ДУ с абдукционным импульсным плазменным двигателем (ксенона)	КДУ для МКА, КА массой 20...500 кг, $P = 3 \cdot 10^3 \text{ Н}$, $I_p = 1300 \text{ мс}$, $I_e \leq 1 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с}$, ($I^* = 130 \text{ Н/т}$)
4	ДУ со стационарными плазменными двигателями (ксенона)	МКА, $P = 0.1 \text{ Н}$, $I_p = 10000 \text{ мс}$, $I_e \leq 1 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{с}$
5	ДУ с РДМТ на газобразные топлива в каталоге – продукция электровакуумной промышленности	От МКА до КА «Нано» класса, $P = 0.8(1) \text{ Н}$, $I_p = 3000 \text{ мс}$, $I_e \leq 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с}$

Конкурирующие решения:

- тяжелые, объемные, энергоемкие, требуют дополнительных систем
- преимущественно зарубежные производители
- дорогие (от 0,5 млн. руб. до \$ 100 000)

Основные конкуренты – зарубежные производители двигателей (Busek, VACCO Industries, Accion Systems, ENPULSION, MicroSpace и др.):

<https://www.cubesatshop.com/product-category/propulsion-pressurisation/>



Приложение: Оценка рынков («Сильные идеи для нового времени», 2023)

Рынок



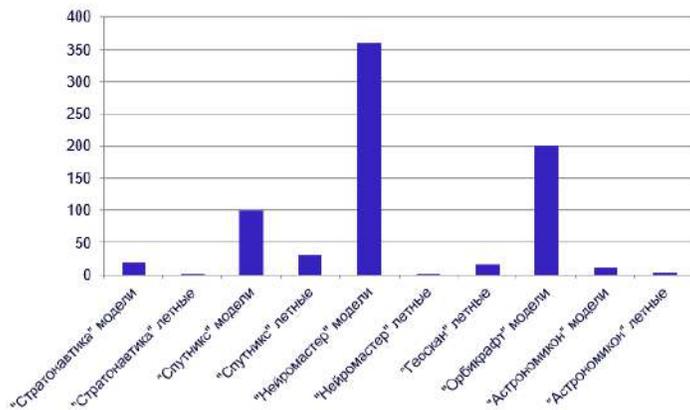
Российский рынок в 2023-2024 г.
(и далее доступные международные рынки).

2023 г. - от 30-40 млн. руб. в год

2024-2025 г.г. – рост в 5-6 и более раз
(до 200-250 млн. руб.).

Потребности в маневрах:

- Перевод на необходимые орбиты
- Деорбитинг (исключение образования мусора)



Выпуск CubeSat в РФ
(прогноз на 2023 г. на базе планов и итогов 2022 г.)

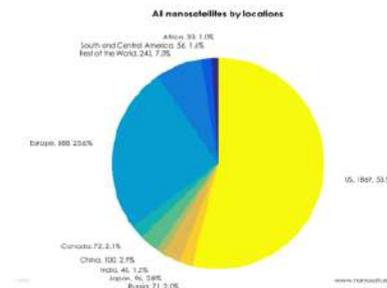


Мировой рынок двигателей сверхмалых КА :
более \$ 5 млрд., CAGR – 5%
(оценка АО «РВК», 2019 г.)

Коррекция оценки рынка двигателей КА
Более \$ 3,7 млрд., CAGR – 6,5%
(оценка /www.verifiedmarketresearch.com, 2023 г.)

Satellite Propulsion System Market Size And Forecast

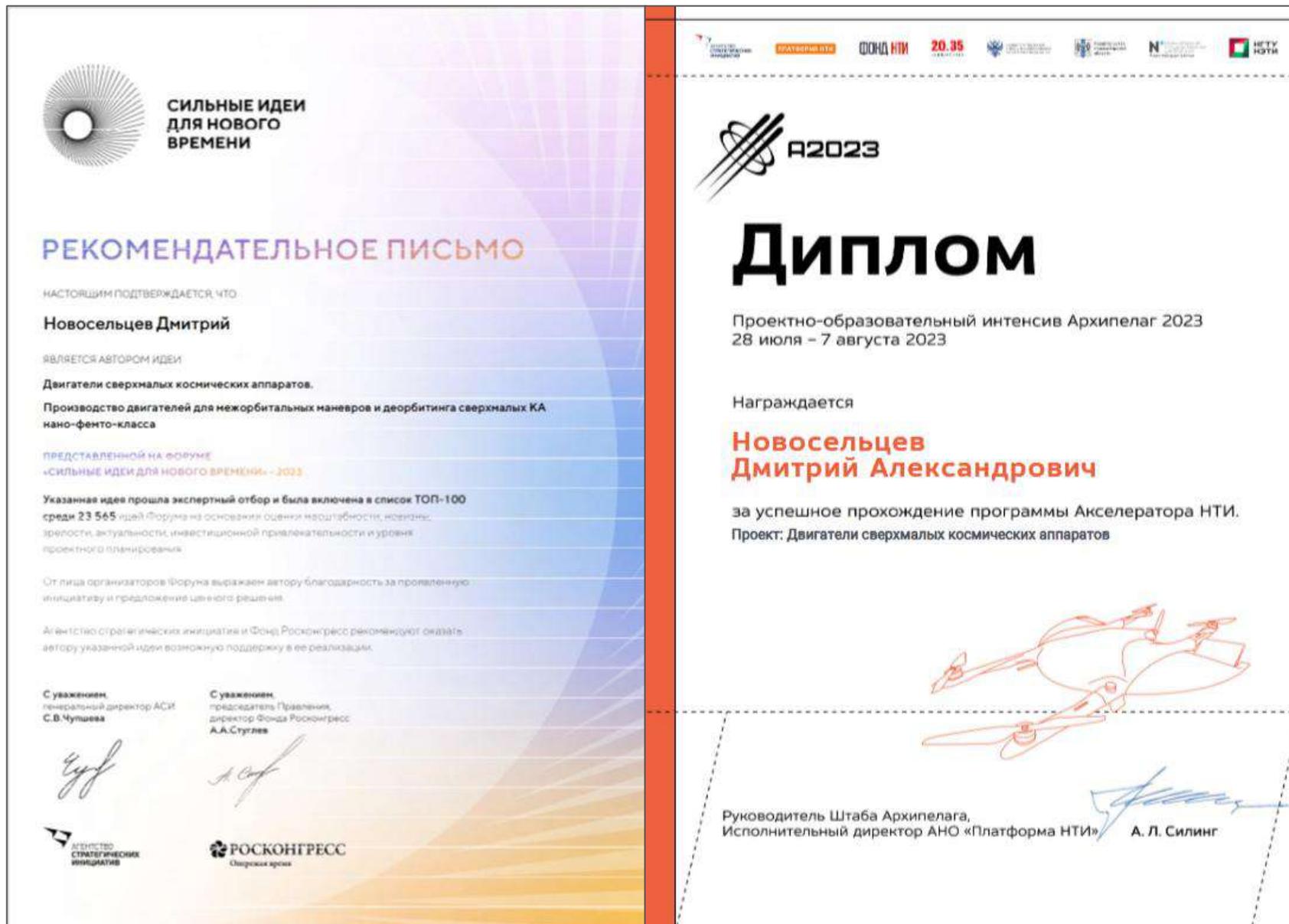
Satellite Propulsion System Market size was valued at USD 2,180.1 Million in 2021 and is projected to reach USD 3,762.2 Million by 2030, growing at a CAGR of 6.51% from 2023 to 2030.



Российский сектор сверхмалых КА ~ 2% мирового,
TAM ~ 6.5 млрд. руб.



Приложение: Достижения



**СИЛЬНЫЕ ИДЕИ
ДЛЯ НОВОГО
ВРЕМЕНИ**

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЕ ПИСЬМО

НАСТОЯЩИМ ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ, ЧТО

Новосельцев Дмитрий

является автором идеи

Двигатели сверхмалых космических аппаратов.
Производство двигателей для нежорбитальных маневров и деорбитинга сверхмалых КА
нано-фемто-класса

представленной на форуме
«СИЛЬНЫЕ ИДЕИ ДЛЯ НОВОГО ВРЕМЕНИ» - 2023.

Указанная идея прошла экспертный отбор и была включена в список ТОП-100
среди 23 565 идей Форума на основании оценки масштабируемости, новизны,
зрелости, актуальности, инвестиционной привлекательности и уровня
проектного планирования.

От лица организаторов Форума выражаем автору благодарность за проявленную
инициативу и предложение ценного решения.

Агентство стратегических инициатив и Фонд Росконгресс рекомендуют оказать
автору указанной идеи возможную поддержку в ее реализации.

С уважением,
генеральный директор АСИ
С.В. Чупшева

С уважением,
председатель Правления,
директор Фонда Росконгресс
А.А. Стуглес

Агентство стратегических инициатив

РОСКОНГРЕСС
Открытая пресса

ПЛАТФОРМА НТИ

ФОНД НТИ

20.35

А2023

Диплом

Проектно-образовательный интенсив Архипелаг 2023
28 июля – 7 августа 2023

Награждается

**Новосельцев
Дмитрий Александрович**

за успешное прохождение программы Акселератора НТИ.
Проект: Двигатели сверхмалых космических аппаратов

Руководитель Штаба Архипелага,
Исполнительный директор АНО «Платформа НТИ» **А. Л. Силинг**



ДИПЛОМ

VI НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНКУРС
ИННОВАЦИОННЫХ
ПРОЕКТОВ ОТРАСЛИ
2021
SKY.TECH

ФИНАЛИСТА

КОНКУРСА ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ SKY.TECH

НАГРАЖДАЕТСЯ ПРОЕКТ Двигатели сверхмалых космических аппаратов

БАЗОВАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ООО «Д-Старт»

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ Новосельцев Дмитрий Александрович,
Старикова Ольга Леонардовна,
Сердюков Анна Викторовна

Председатель организационного комитета,
Председатель Наблюдательного совета
ФГБУ «Национального исследовательского центра
«Исститут имени Н.Е. Жуковского»

Б.С. АЛЕШИН

Секретарь организационного комитета,
Начальник комплекса перспективного развития
ОГУП «ЦАГИ»

Е.И. ПУДАЛОВА

ЦАГИ

ВЕРТОЛЕТЫ
РОССИИ

РОСКОСМОС

ИТО НАУКА

Skoltech

VENTURES

КТ

МАС

Приложение: Достижения



Приложение: РИД

№	Номер документа	Дата публикации	Изображение	Название
1.	2020133973	(15.04.2022)		ФЕМТОСПУТНИК И СПОСОБ ГРУППОВОГО ЗАПУСКА ФЕМТОСПУТНИКОВ
2.	2021100179	(11.07.2022)		ОТРАЖАТЕЛЬ КИНЕТИЧЕСКОГО РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ И КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ ФЕМТО-КЛАССА (ФЕМТОСПУТНИК)
	2019112219	(22.10.2020)		СПОСОБ ДЕЙСТВИЯ КИНЕТИЧЕСКОГО РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ
	2008108324	(10.09.2009)		СПОСОБ ЗАЩИТЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
	2008108528	(10.09.2009)		СПОСОБ ЗАЩИТЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Приложение: публикации

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ ПРОТОТИПОВ СЕМЕЙСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ «ИМПУЛЬС» И СМЕЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ «Д-СТАРТ» ДЛЯ СВЕРХМАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, В Т.Ч. ПИКО- И ФЕМТО-КЛАССА

Новосельцев Д.А.

В сборнике: Проблемы разработки, изготовления и эксплуатации ракетно-космической техники и подготовки инженерных кадров для авиакосмической отрасли. Материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции, посвященной памяти главного конструктора ПО «Полёт» А. С. Клинышкова. Омск, 2022. С. 113-119.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ "ИМПУЛЬС-МОДЕЛЬ" И "ИМПУЛЬС-ПУСК" НА ЛЕТАЮЩИХ СТЕНДАХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ПРОТОТИПОВ ИМПУЛЬСНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА "ИМПУЛЬС-А (У)" И ИНТЕГРИРОВАННЫХ С НИМИ КОНСТРУКЦИЙ СВЕРХМАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ООО "Д-СТАРТ" НА БАЗЕ ОМГТУ

Новосельцев Д.А.

Динамика систем, механизмов и машин. 2022. Т. 10. № 3. С. 43-47.

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ ПРОТОТИПОВ ИМПУЛЬСНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ВНЕШНИМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ФЕМТО-КЛАССА НА БАЗЕ КОНЦЕПЦИИ КИНЕТИЧЕСКИХ РЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА

Новосельцев Д.А.

В сборнике: ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ, ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ДЛЯ АВИАКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ. Материалы XV Всероссийской научно-технической конференции, посвященной памяти главного конструктора ПО «Полёт» А. С. Клинышкова. Омск, 2021. С. 22-25.

О ВОЗМОЖНОСТИ РАЦИОНАЛЬНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ФРАГМЕНТОВ ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КИНЕТИЧЕСКИХ РЕАКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Новосельцев Д.А.

В сборнике: Космический мусор: фундаментальные и практические аспекты угрозы. Сер. "Механика, управление и информатика" Под редакцией Л.М. Зеленого, Б.М. Шустова. 2019. С. 217-229.

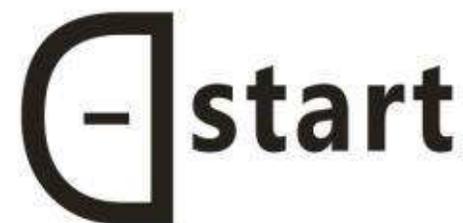
Блок 2. Инфографика. Карта специализаций компаний частного космоса





Двигатели сверхмалых космических аппаратов

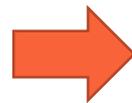
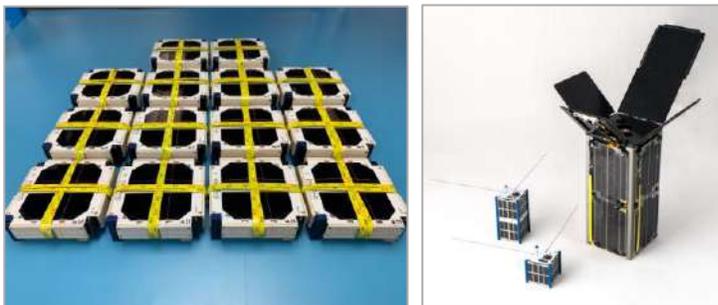
Новосельцев Дмитрий Александрович
Основатель, генеральный директор ООО «Д-Старт»



Ценностное предложение: Научим сверхмалые космические аппараты самостоятельно летать, сделаем их эффективными, массовыми и доступными.

Основная целевая аудитория – разработчики и производители сверхмалых КА (фемто-нано-класс, масса в граммы-килограммы).

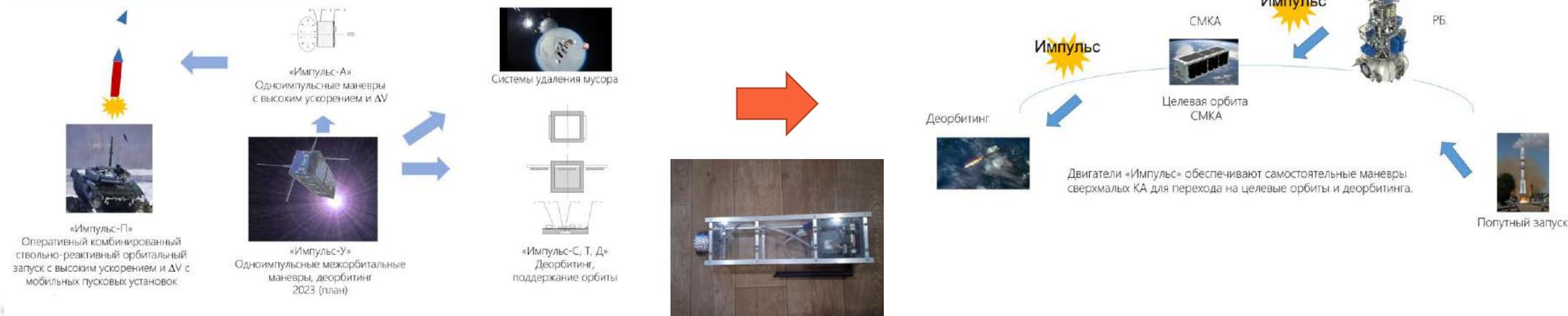
B2B, B2G



Решаем проблему самостоятельного точного выведения на целевые орбиты («последней мили») и их поддержания, маневров, деорбитинга, удаления космического мусора

Предлагается линейка двигателей «Импульс» – импульсных большой тяги, статической микротяги и комбинированных, для самостоятельных маневров сверхмалых КА.

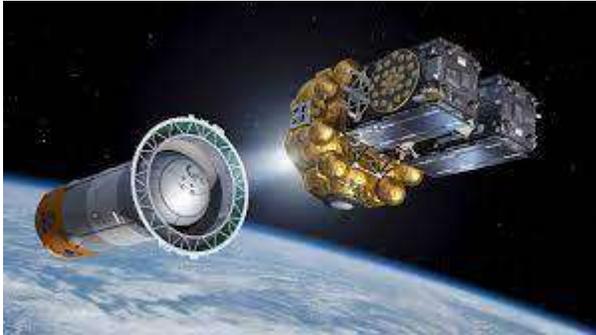
ЭКОСИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ



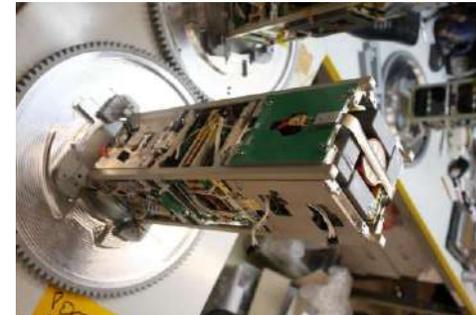
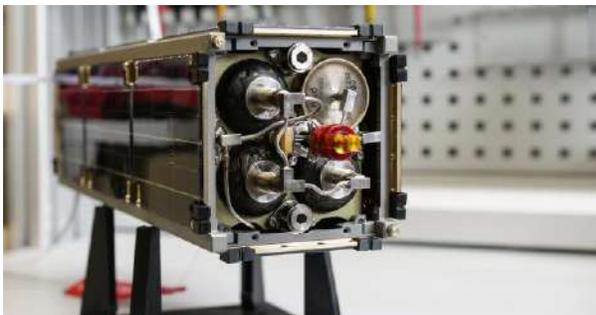
Финансовая модель:

Год	Ед.	Всего	2024, 1 кв.	2024, 2 кв.	2024, 3 кв.	2024, 4 кв.	2025, 1 кв.	2025, 2 кв.	2025, 3 кв.	2025, 4 кв.
Денежный поток	Руб.	43 974 256,00	-395 718,00	5 414 282,00	5 905 282,00	5 905 282,00	6 258 282,00	6 258 282,00	6 964 282,00	6 964 282,00
Накопительный денежный поток	Руб.	0,00	-395 718,00	5 018 564,00	10 923 846,00	16 829 128,00	23 087 410,00	29 345 692,00	36 309 974,00	43 274 256,00
Рентабельность по опер.прибыли	%	68,6	-2,7	70,4	70,5	70,5	70,5	70,5	70,6	70,6
Рентабельность по прибыли	%	67,6	-2,7	69,4	69,5	69,5	69,5	69,5	69,6	69,6

Промежуточные транспортные системы – разгонные блоки, буксиры, КА удаления мусора – дорогие и неточные маневры, или еще в разработке.



Современные двигатели – малой тяги, устанавливаются только на большие КА (от 3U), объемны (от 1U), массивны, энергоемки (от нескольких Вт), достаточно дороги (от ~ 0,5 млн. руб. до 120 тыс. евро и более). Есть отечественные, но преимущественно зарубежные (недоступные на рынке).



Двигатели «Импульс» – устанавливаются на КА массой от граммов, «безостаточны» (интегрированы в конструкцию КА), доступны, могут обеспечить большую тягу, кастомизируются под маневры.

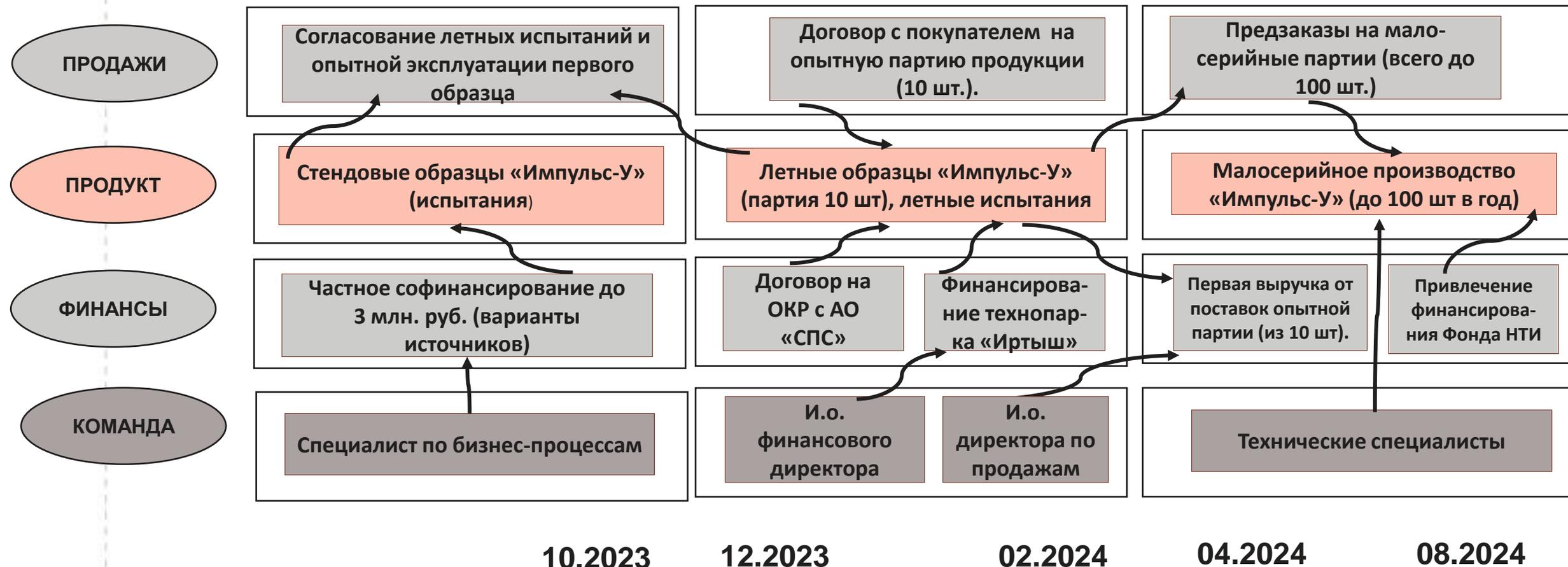


1. Новосельцев Д.А. - Основатель, генеральный директор, к.т.н.
2. И.о. финансового директора
3. Инженеры и технические специалисты
4. Продакт-менеджер (и.о. директора по продажам)
5. Специалисты-совместители (ИТР):
 - АО "Сибирские приборы и системы"
 - ОмГТУ (сотрудники и студенты)



- Подписанное соглашение с Платформой НТИ (от 31.08.2023 г.)
- Коррекция проекта под текущие условия и потребности Платформы НТИ, задачи обеспечения технологического суверенитета.
- Экспертиза на площадках Акселератора НТИ, трубы экспертов.
- Проработка дорожной карты проекта до этапа коммерциализации.
- Производственная площадка в технопарке «Иртыш», г. Омск (ожидается комплектация оборудованием с ноября 2023 г.).
- Текущие испытания первого полномасштабного образца (ожидаются результаты).

Дорожная карта (план развития)



Запрос к НТИ:

- Меры в соответствии с соглашением о намерениях с Платформой НТИ от 31.08.2023 г.
- Кооперация с другими компаниями экосистемы НТИ
- Разработка проработанного бизнес-плана
- Анализ и оптимизация бизнес-модели с помощью экспертов
- Поддержка в поиске клиентов и формировании рынка

- Инвестиционный маршрут: привлечение дополнительного грантового финансирования (предварительно согласовано частное софинансирование 3 млн. руб. в 2023 г.)
- Помощь в подготовке и представлении заявок на гранты
- Поддержка в привлечении инвестиций

Текущие минимальные потребности:

- 11 млн. руб. на пилот (первые летные испытания модели «Импульс-У»), от 3 млн. руб. в 2023 г.

- Финансирование проекта Фондом НТИ: общая стоимость ~ 75 млн. руб.



Новосельцев Дмитрий
основатель, генеральный директор, к.т.н.

- ООО «Д-Старт», ИНН 5501264941
- 644065, г. Омск, ул. 50 лет Профсоюзов, 55Б, 9
- +7 (913) 614-91-97 (Телеграм, Whatsapp)
- danovoseltsev@mail.ru

ООО «Д-Старт»

Обеспечиваем маневры самых маленьких и доступных космических аппаратов.

Открываем доступ к космическим операциям для компаний, организация и граждан России и мира.

Обеспечиваем космический приоритет в долговременной перспективе.

The logo for Gstart, featuring a large, stylized 'G' followed by the word 'start' in a bold, sans-serif font.

ДВИГАТЕЛИ СВЕРХМАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

ЭКОСИСТЕМА СВЕРХМАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Start

ТЕНДЕНЦИЯ

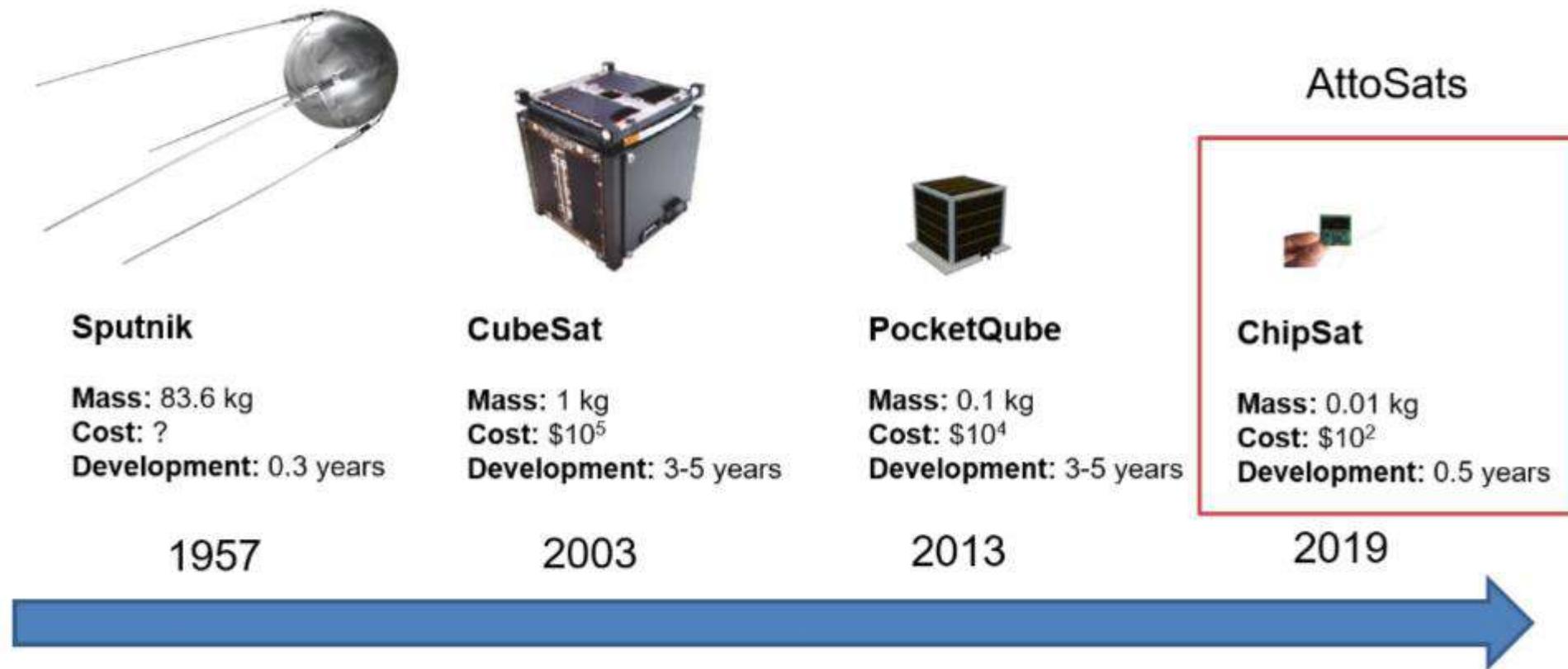


Fig. 1. Evolution of spacecraft size

Hein A., Burkhardt Z., Eubanks T.M. AttoSats: ChipSats, other Gram-Scale Spacecraft, and Beyond. 2019.
<https://arxiv.org/abs/1910.12559>

ПРИМЕНЕНИЕ И РАЗВИТИЕ

Интернет вещей (IoT)
Спутники связи

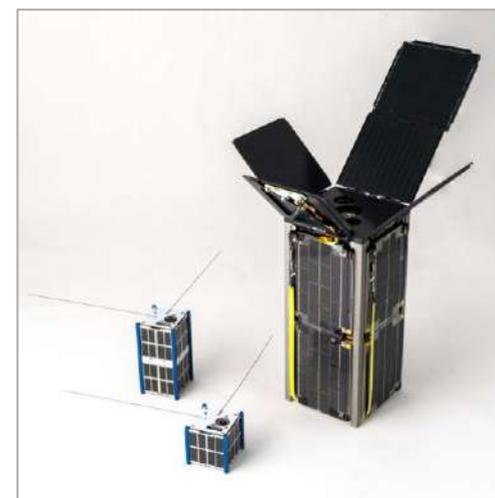


0.25U SpaceBEE
Swarm Technologies
2018

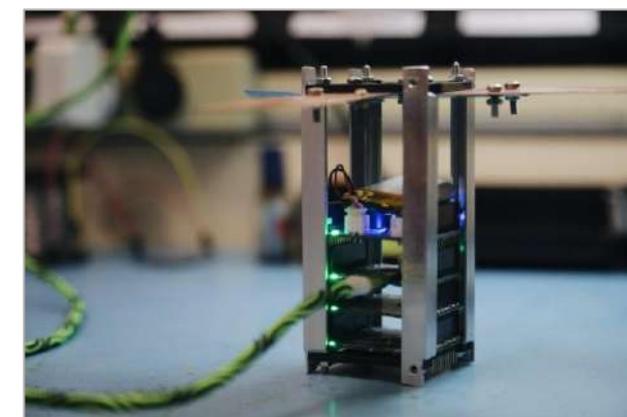


2PQ FOSSASAT-2E
FOSSA
2023

Технологические эксперименты,
образование (РФ)

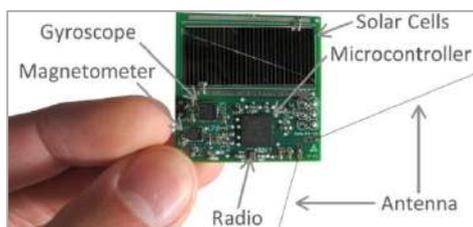


1-2 TinySat
MKC
2023

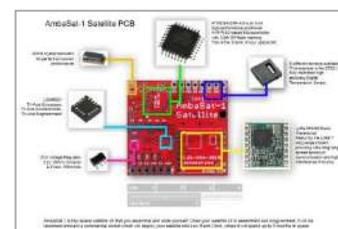


2PQ MiniSat
Самарский университет
2023 ?

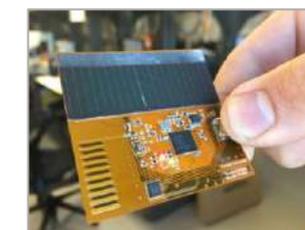
Технологические эксперименты, образование



KickSat Sprite, Cornell University, 2011



AmbaSat-1, AmbaSat LLC, 2020

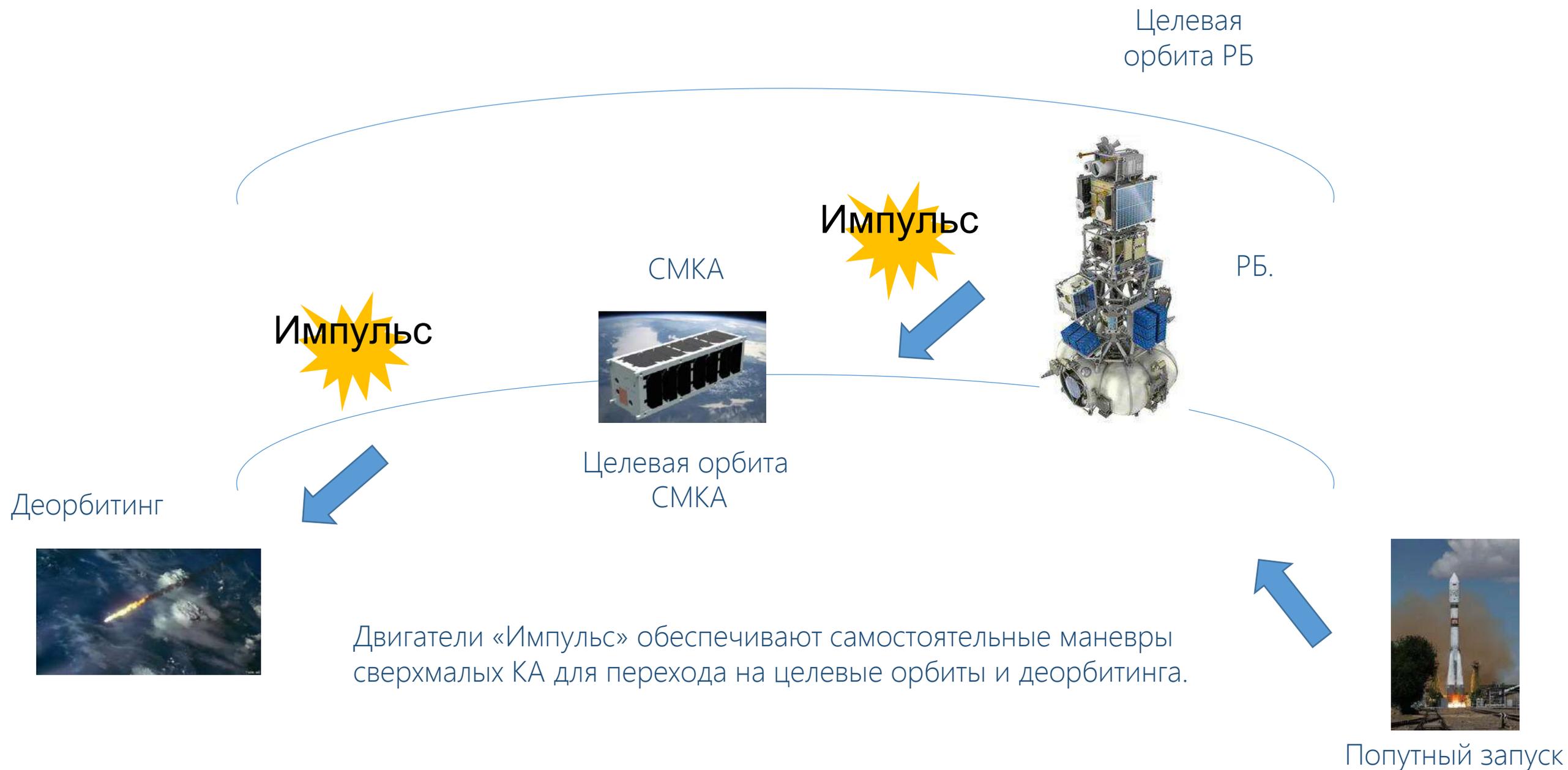


Monarch, Cornell University, прототип

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ



ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

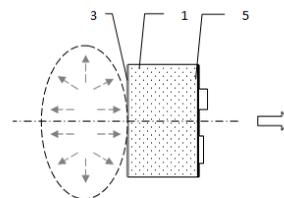


ЭКОСИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ



«Импульс-П»

Оперативный комбинированный ствольно-реактивный орбитальный запуск с высоким ускорением и ΔV с мобильных пусковых установок



«Импульс-А»

Одноимпульсные маневры с высоким ускорением и ΔV

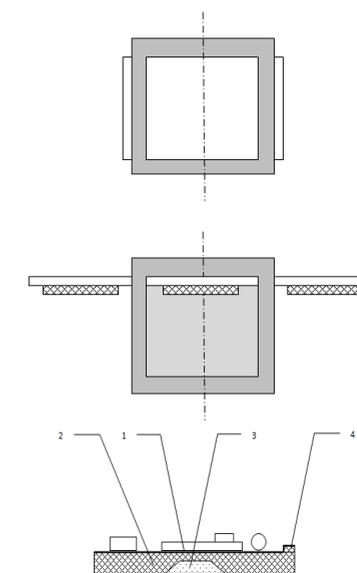


«Импульс-У»

Одноимпульсные межорбитальные маневры, деорбитинг 2023 (план)



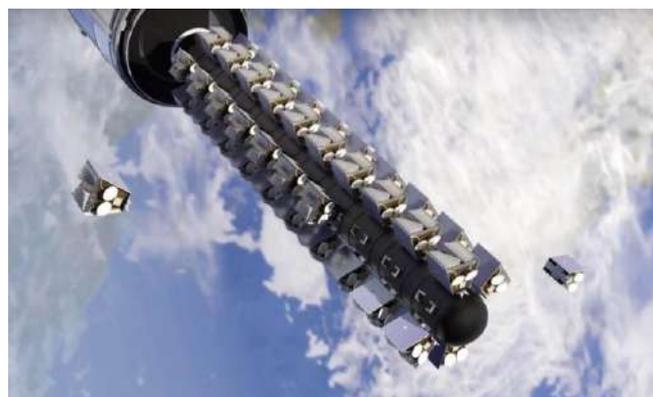
Системы удаления мусора



«Импульс-С, Т, Д»
Деорбитинг, поддержание орбиты

ПЕРСПЕКТИВЫ

Текущее состояние

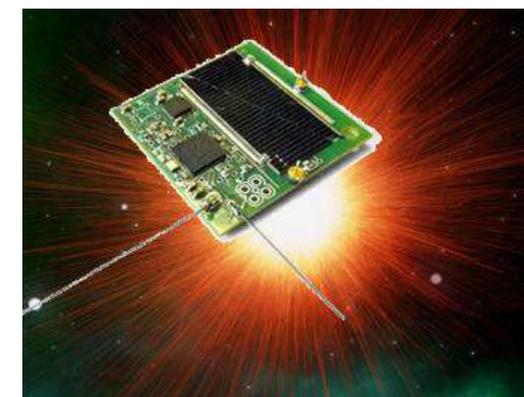


МКА



«Созвездия»

Перспективы



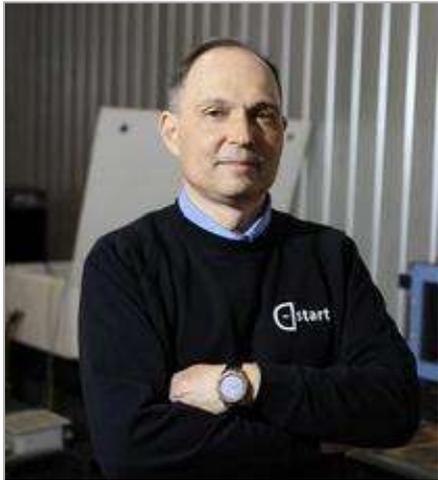
СМКА с двигателями



Искусственные кольца



«Д-СТАРТ»



Новосельцев Дмитрий

Основатель,
генеральный. директор
ООО «Д-Старт», к.т.н.

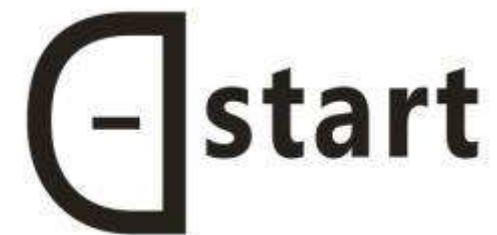
- ООО «Д-Старт», ИНН 5501264941
- 644065, г. Омск, ул. 50 лет Профсоюзов, 55Б, 9
- +7 (913) 614-91-97 (Телеграм, WhatsApp)
- danovoseltsev@mail.ru

ООО «Д-Старт»

Обеспечиваем маневры самых маленьких и доступных космических аппаратов.

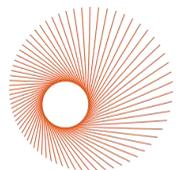
Открываем доступ к космическим операциям для компаний, организация и граждан России и мира.

Обеспечиваем космический приоритет в долгосрочной перспективе.



ДВИГАТЕЛИ СВЕРХМАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Start



КОМПАНИЯ-ИНИЦИАТОР ПРОЕКТА



- ООО «Д-Старт»
- Омская область, г. Омск
- Разработка космической техники
- Команда проекта:



Новосельцев
Дмитрий
Основатель,
ген. директор, к.т.н.



Кальнеус
Вероника
Bizdev
(Сколково)



Старинова
Ольга
Консультант по
баллистике,
д.т.н.



Седанова
Анна
Консультант по
химии,
к.х.н.

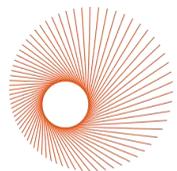


Щербина
Павел
Консультант по
ДУ



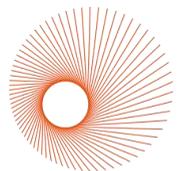
Астахов
Алексей
Консультант по
испытаниям

- Сайт <https://pt.2035.university/project/dvigateli-sverhmalyh-kosmiceskih-apparatov>, <https://vk.com/public210911844>
- Имеющиеся партнеры проекта:
 - Фонд содействия инновациям <https://fasie.ru/>
 - ООО «Кросс-Автоматика» <https://crossgroup.su/>, АО «Сибирские приборы и системы» <https://sibpribor.ru/>
 - Омский государственный технический университет <https://omgtu.ru/>, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва <https://ssau.ru>
 - ООО «Астрономикон» <http://astronomikon.store/> и др.

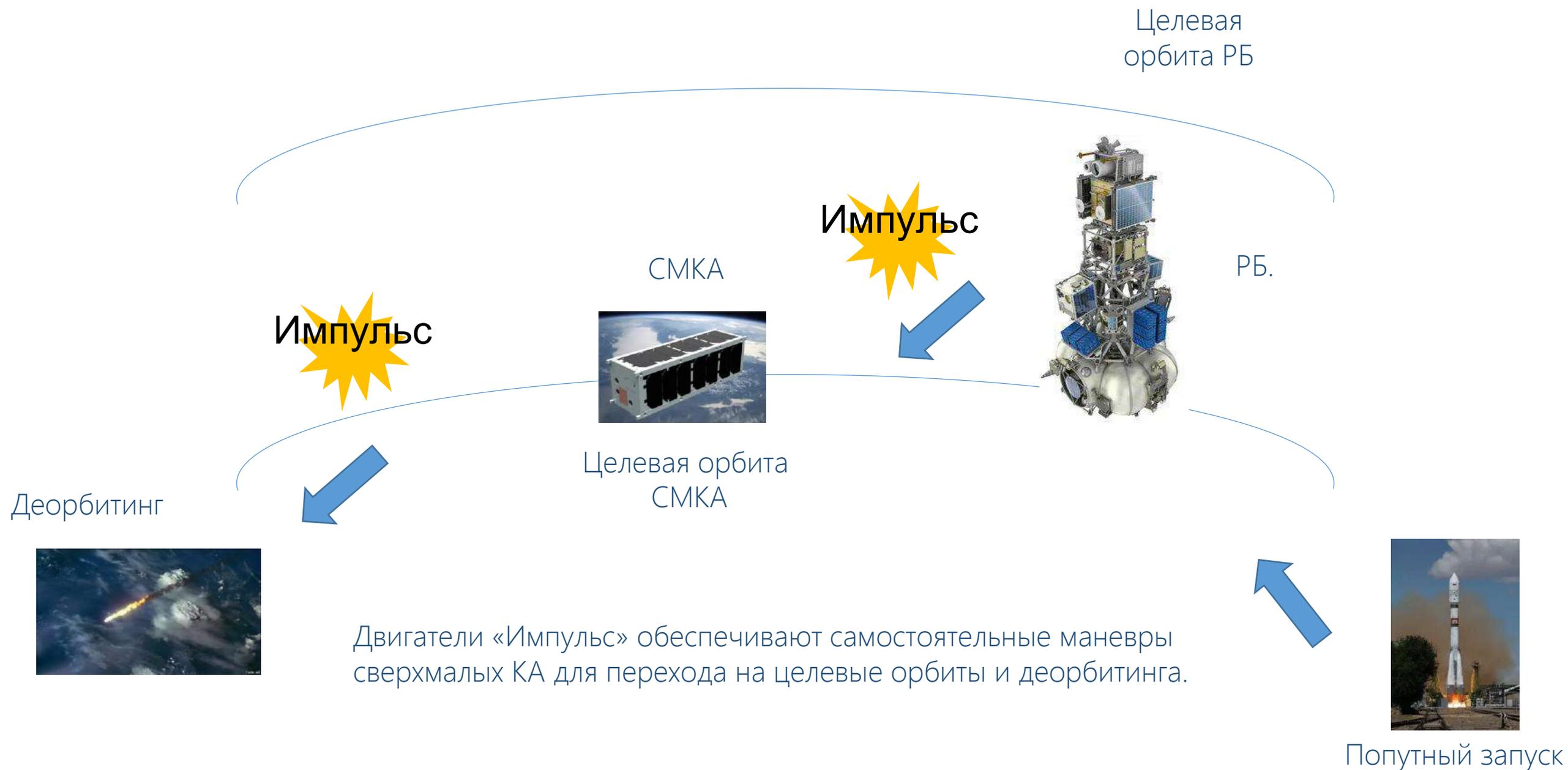


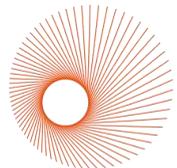
ПРОБЛЕМА, НА РЕШЕНИЕ КОТОРОЙ НАПРАВЛЕН ПРОЕКТ





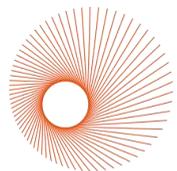
ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ – СУТЬ И ЦЕЛЬ ПРОЕКТА



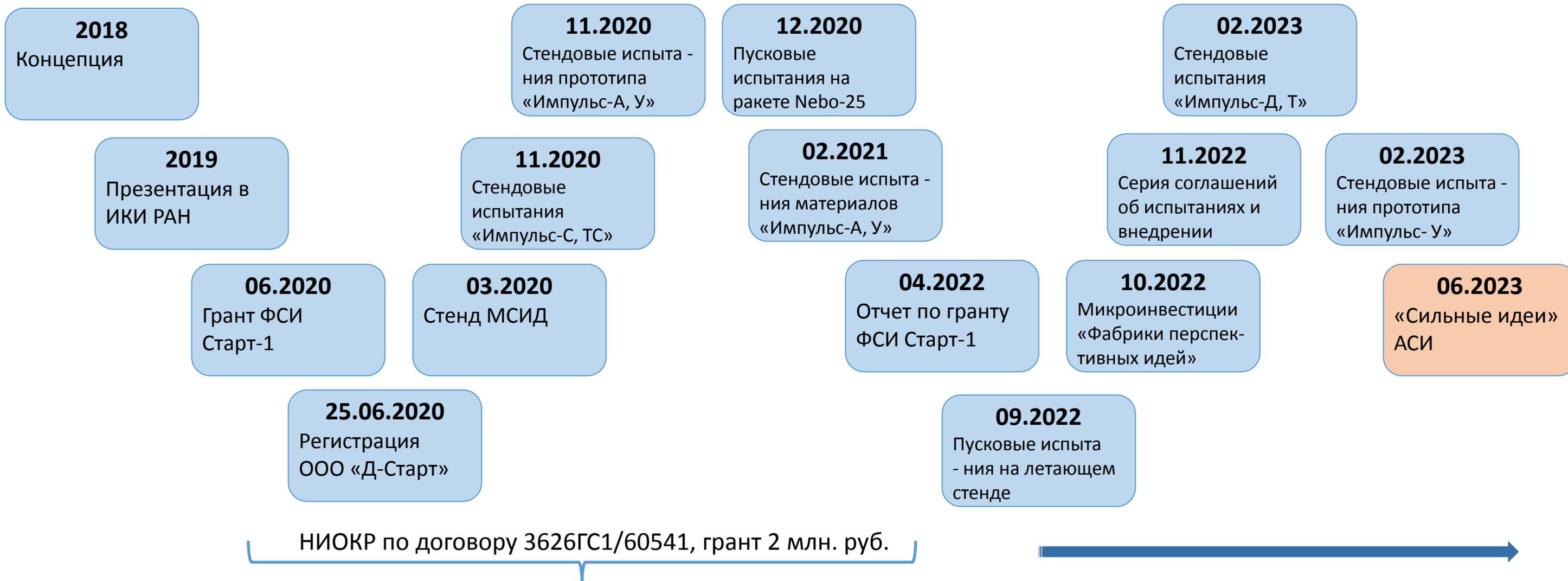


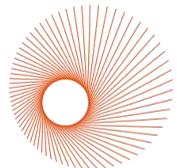
ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ ПРОЕКТА И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- Готовность проекта, стадия разработки: Завершена НИОКР, договор № 3626ГС1/60541 от 24.07.2020 г. (2020-2022 г.г.). TRL 4-5 (апрель 2022 г.) – стендовые испытания прототипов. До TRL 6 (сентябрь 2022 г.) – пусковые испытания прототипа на летающем стенде в составе действующего и массо-габаритного макетов КА. Собственный испытательный стенд МСИД.
- Технологические особенности: семейство двигателей с интегрированным отражателем и обеспечением тяги в импульсном, стационарном или комбинированном режиме за счет воздействия продуктов газификации рабочего тела (мишени) на поверхность отражателя, с различными источниками энергии, в т.ч. внешними (по отношению к КА).
<https://cloud.mail.ru/public/C8y9/35YLAiS4k>
- Интеллектуальная собственность: заявки на изобретение РФ № 2021100179 (основная), 2019112219, 2020133973, 2020133517 (смежные технические решения).
- Наличие разрешительных документов: На стадии опытных образцов лицензирование не требуется (постановление Правительства РФ №168 от 14.02.2022 г. На первом этапе производства планируется использование лицензий партнеров: ОмГТУ (№ 1223К), АО «СПС» (№ 511К). Далее планируется лицензирование собственной деятельности.
- Осуществленные инвестиции в разработку: ~ 3 млн. руб. (средства основателя и микроинвестиции ~ 1 млн. руб., грант Фонда содействия инновациям Старт-1 – 2 млн. руб., 2020-2021 г.г.).
- Апробация / внедрения: пусковые испытания прототипа «Импульс-У» в составе действующего макета КА (сентябрь 2022 г.).
- Экспертные заключения: <https://cloud.mail.ru/public/jPWq/4UmA3duLW>



ДОРОЖНАЯ КАРТА (ТЕКУЩАЯ СТАДИЯ ПРОЕКТА)

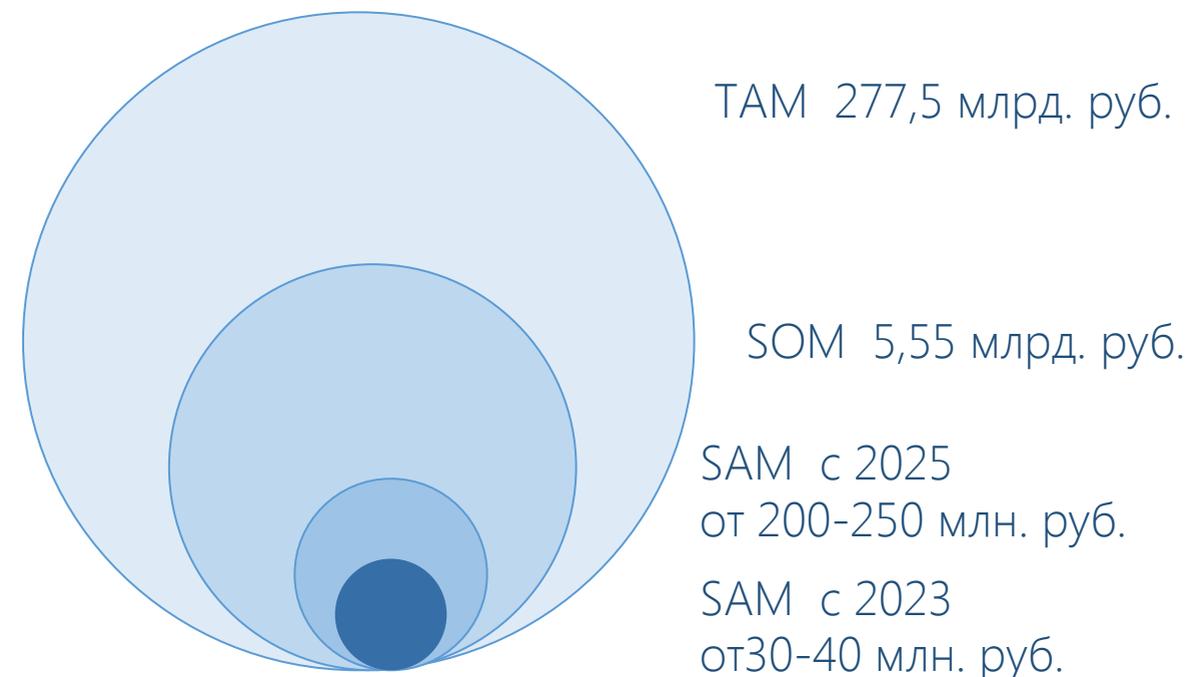




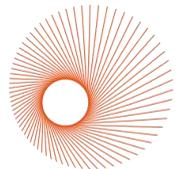
РЫНОК И КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

- Емкость рынка:
- Общий мировой рынок космических двигателей (TAM):
\$ 3,7-5 млрд. (277,5 млрд. руб.).
- Доступный рынок (SAM) 2% мирового (5,55 млрд. руб.).
- Претендуем на рынок (SOM):
2024-25 г.г. – от 30-40 млн. руб., после 2025 г. – от 200-250 млн. руб.
- Основные конкуренты – зарубежные производители двигателей
(Busek, VACCO Industries, Accion Systems, ENPULSION, MicroSpace и др.):

<https://www.cubesatshop.com/product-category/propulsion-pressurisation/>

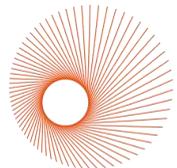


- Основные конкурентные преимущества проекта:
Кастомизация характеристик и конструкции под заказчика, масштабируемость «вниз» и «вверх», технологичность, простота, малые масса и объем, энергонезависимость, «безостаточность», форсирование по мощности, отсутствие необходимости в дополнительных системах, линейка моделей (базовая модель – «Импульс-У»), отечественные материалы и комплектующие, возможность установки на самые малые КА (пико- и фемто-класс, до граммов), значительно более низкая стоимость двигателей.



КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Двигатель (ДУ)	«Импульс-У»	Электрореактивная двигательная установка на аммиаке (прототип)	Газовый двигатель ОКБ «Факел»	MicroSpace MEMS-based Micropropulsion System
Режим работы	Одноимпульсный большой тяги	Непрерывный/ импульсный	Непрерывный/ импульсный	Непрерывный/ импульсный
Ускорение	Высокое ($> 10\text{ g}$)	Микро ($< 0,1\text{ g}$)	Микро ($< 0,1\text{ g}$)	Микро ($< 0,01\text{ g}$)
Время маневра (работы двигателя)	Менее секунды	Часы-сутки	Часы-сутки	Часы-сутки
Минимальная масса космического аппарата	От ~ 10 грамм	От ~ 3 кг	От ~ 3 кг	От ~ 1 кг
Компоновка (объем)	Выносной (tuna can), или отражатель интегрирован в несущий корпус	В корпусе (от 1U)	В корпусе (от 1U)	В корпусе
Потребляемая бортовая мощность	Нет	$\sim 160/5-30$ Вт	8,4 – 13 Вт	< 3 Вт / модуль
Стоимость	20 - 450 тыс. руб.	От 530 тыс. руб.	? (летная модель)	€ 81000 – 129000 (7,2 – 11,5 млн. руб.)

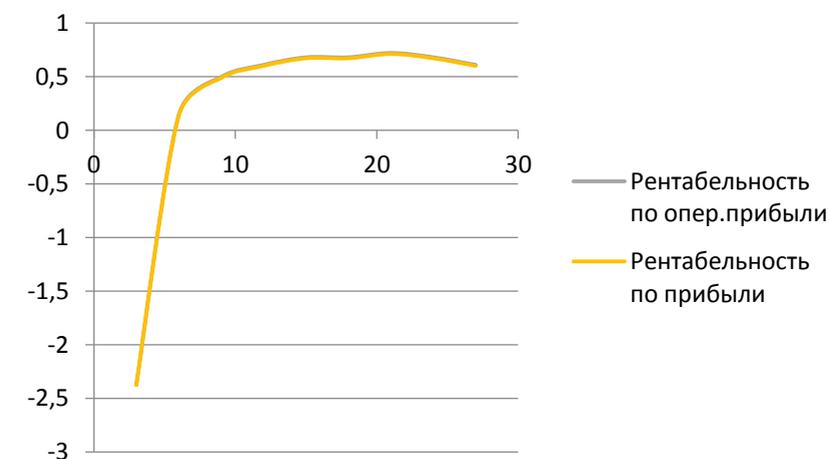
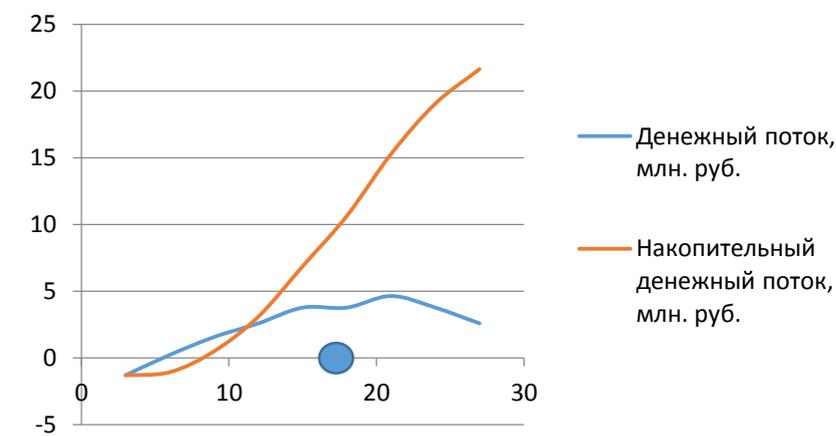


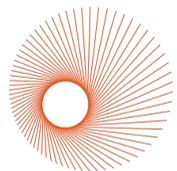
ПЛАН РЕАЛИЗАЦИИ / РАЗВИТИЯ ПРОЕКТА

- Основные этапы и контрольные точки, ведущие к результатам:
- Инвестиции от 3 млн. руб.
- Грант Старт-2 (8 млн. руб.) – 2023 г.
- Поставки «Импульс-У» (модельные версии) – с 2023 г.
- Точка безубыточности по «Импульс-У» – 2024 г.
- Точка окупаемости для инвестора ~ 17-20 месяцев.
- Опытно-коммерческие образцы старших версий («Импульс-А») – конец 2024 г.
- Поставки старших версий («Импульс-А») – 2025 г.

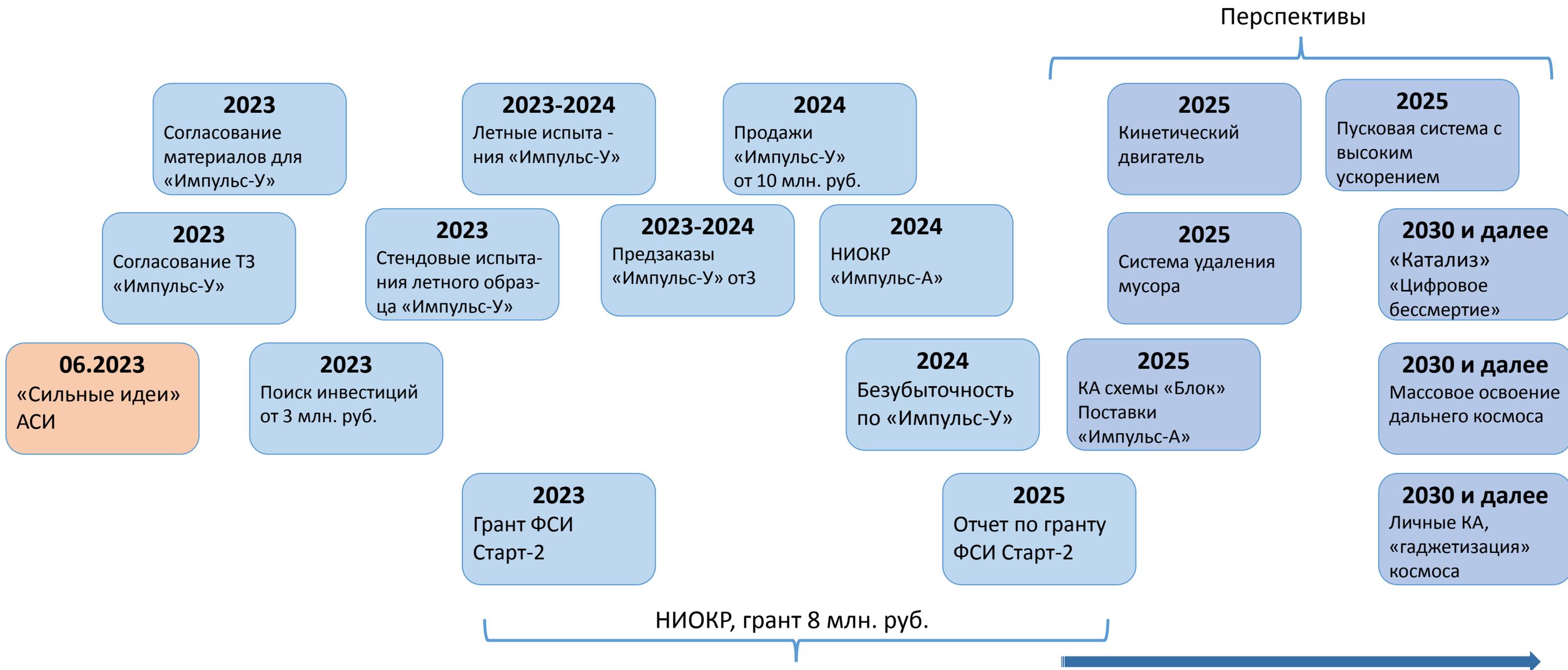
Бизнес-план <https://cloud.mail.ru/public/N1wE/cKnDVB4Zv>

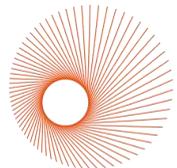
- Потребность в финансировании.
- Необходимый объем финансирования – от 11 млн. руб.
- Актуальные потребности - от 3 млн. руб. в 2023 г.
(планируется грант 8 млн. руб., Старт-2 Фонда содействия инновациям).
- Общая стоимость всего проекта (включая старшие версии двигателей и смежные решения) – до 75 млн. руб.





ДОРОЖНАЯ КАРТА (ПЛАН РЕАЛИЗАЦИИ / РАЗВИТИЯ ПРОЕКТА)





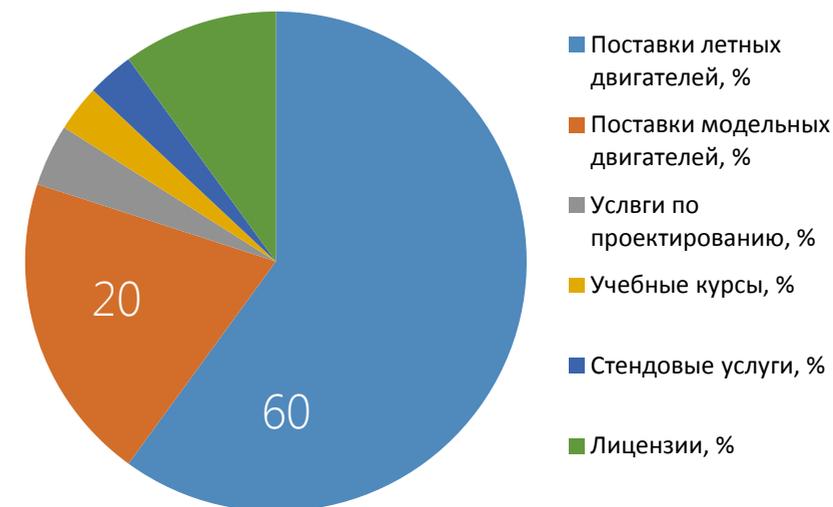
ЦЕЛЕВАЯ АУДИТОРИЯ И БИЗНЕС-МОДЕЛЬ ПРОЕКТА

Бизнес модель основная:

- Продажа двигателей производителям космических аппаратов и другим заказчикам

Дополнительно:

- Услуги по проектированию двигателей
- Продажа лицензий
- Учебные курсы и программы космического образования
- Экспериментальные работы на стендовом оборудовании



Целевая аудитория: коммерческие и некоммерческие (научно-образовательные и т.п.) производители и пользователи сверхмалых КА.

Подтверждение заинтересованности - заказчики и партнеры:

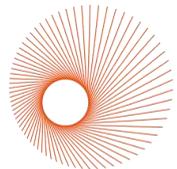
Российские – ГК «Роскосмос»; АО «РКС»;

«Астрономикон», СПУТНИКС, «Стратонавтика»; «Образование будущего»; SR Space; «КосмоЛаб»;

Самарский университет.

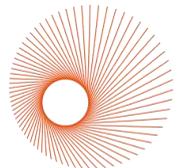
Зарубежные - Valles Marineris International Private Limited (Индия), Olduvai Space Center (Танзания).

Ссылка на подтверждение: <https://cloud.mail.ru/public/2cYM/KDrZGtgEf>



ЗАПРОС НА ПОДДЕРЖКУ В РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

- Что необходимо для реализации / развития проекта?
 - инвестиции: финансирование ~ 11 млн. руб., в т.ч. инвестиции от 3 млн. руб. (планируется привлечение гранта Фонда содействия инновациям 8 млн. руб.).
 - консультации по программам финансирования от институтов развития, фондов (Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково», Фонд перспективных исследований и др.)
 - организация партнерства:
 - с потенциальными заказчиками – производителями сверхмалых КА; с профильными организациями ГК «Роскосмос», операторами пусковых услуг, интеграторами полезной нагрузки (по обеспечению внедрения и запусков, летных испытаний и эксплуатации);
 - с ГК «Роскосмос» и органами сертификации – по обеспечению разрешительных документов;
 - организация пилотирования (на российском рынке - ГК «Роскосмос» и подведомственные и частные производители сверхмалых КА; на дружественных внешних рынках – Индия, Ближний Восток, Африка, Центральная и Южная Америка и др.).
 - продвижение в регионах: поддержка в регионах локализации профильной космической промышленности (Москва/МО, Санкт-Петербург, Самара, Ростов и др.).
 - GR-поддержка (по необходимости, в т.ч. в целях оборонного/двойного применения)
 - информационное продвижение



КОМАНДА ПРОЕКТА

- Ключевые участники команды проекта



Новосельцев Дмитрий
Основатель,
генеральный. директор
ООО «Д-Старт», к.т.н.



Кальнеус Вероника
Менеджер по
развитию бизнеса
(bizdev)

ООО «Д-Старт»

Обеспечиваем маневры самых маленьких и доступных космических аппаратов.

Открываем доступ к космическим операциям для компаний, организация и граждан России и мира.

Обеспечиваем космический приоритет в долгосрочной перспективе.

- К кому и куда обращаться с предложениями поддержки / сотрудничества:
 - ООО «Д-Старт», ИНН 5501264941
 - 644065, г. Омск, ул. 50 лет Профсоюзов, 55Б, 9
 - +7 (913) 614-91-97 (Телеграм, WhatsApp)
 - danovoseltsev@mail.ru