

АО «Технологии ГЕОСКАН»

Возможности и компетенции по созданию российской группировки наноспутников стандарта CubeSat

Апрель 2018 года

Докладчики:

Научный руководитель, д.ф.-м.н. Чмырев Виталий Михайлович

Главный конструктор Нестеров Борис Федорович



Возможности и компетенции по созданию русской группировки наноспутников стандарта CubeSat

- 1) Участие в формировании группировки наноспутников в части разведения на орбите с помощью ДУ наноспутника, организация совместно с ОмГТУ и ПО «Полет» дополнительной НПУ группировкой, рабочие частоты приема антенн 145 и 435 МГц;
- 2) Предоставление отдельных компонентов наноспутника на возмездной основе в согласованном объеме (например, ЭМУ, УДМ и др.), а также пускового устройства для ручного запуска (УП-Р) с борта МКС, а также устройства пускового для автоматического запуска (УП-А или АТПК) пико-, наноспутников с борта МКС с увеличенными габаритными размерами зоны полезного груза по отношению к стандартному контейнеру на возмездной основе;
- 3) Разработка элементов научной аппаратуры по ТЗ и предоставление её участникам проекта на возмездной основе;
- 4) Разработка и изготовление совместно с ОмГТУ ДУ для НС группировки на возмездной основе;
- 5) Обмен научными данными и передача информации на сервер.

1) Организация группировки возможна несколькими способами:

- с помощью ручного запуска с борта МКС с использованием УП-Р;

Достоинства:

- минимальная стоимость, короткие сроки изготовления и согласования, повторное использование УП-Р, высокая частота запусков ТГК «Прогресс», запуск на одну и ту же орбиту, орбита 400 км, наклонение 51,6°, не требуется доработки ТГК «Прогресс»;

Недостатки:

- необходимость нескольких выходов космонавтов для запуска всех наноспутников, за один выход возможен запуск 2 - 4-х наноспутников, т.е. для запуска всей группировки потребуется 3 выхода космонавтов, короткий САС наноспутников от 4-х месяцев до 1 года;

- с помощью запуска с использованием УП-А или АТПК (автономного транспортно-пускового контейнера);

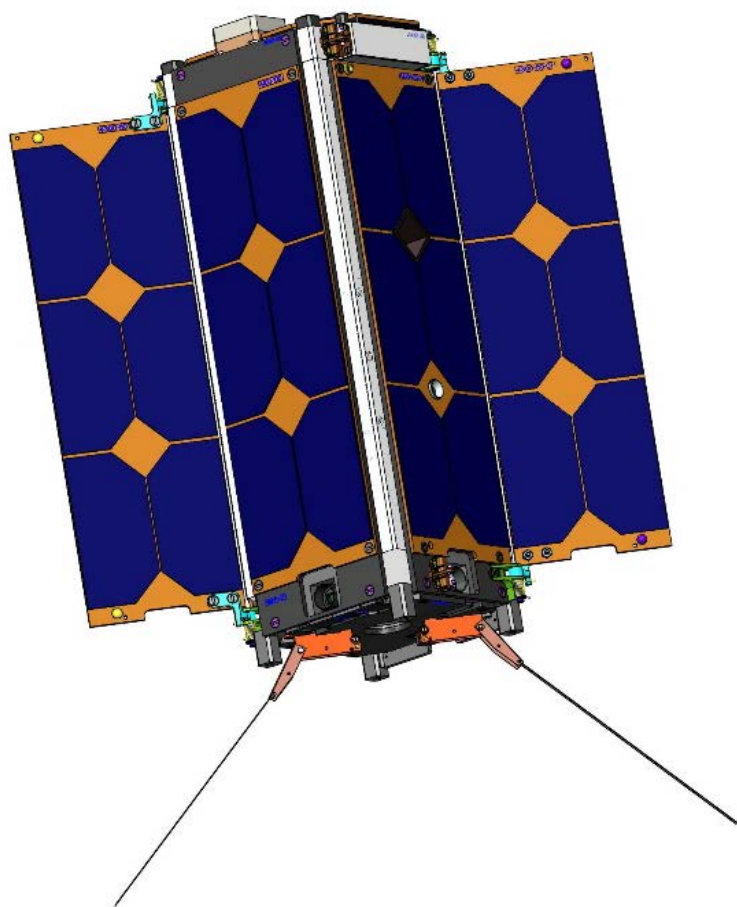
Достоинства:

- запуск на более высокую орбиту 500 км, более длительный САС 3 года и более.

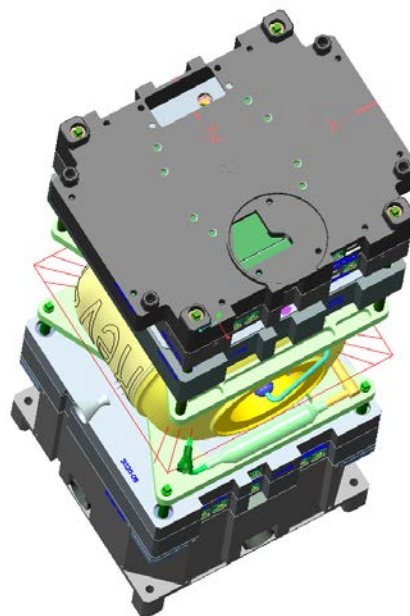
Недостатки:

- необходимость доработки ТГК «Прогресс» для установки АТПК, разработка или приобретение коммутатора для выдачи команд на отделение наноспутников, необходимость НЭО, более высокая стоимость и длительный срок изготовления и доработки.

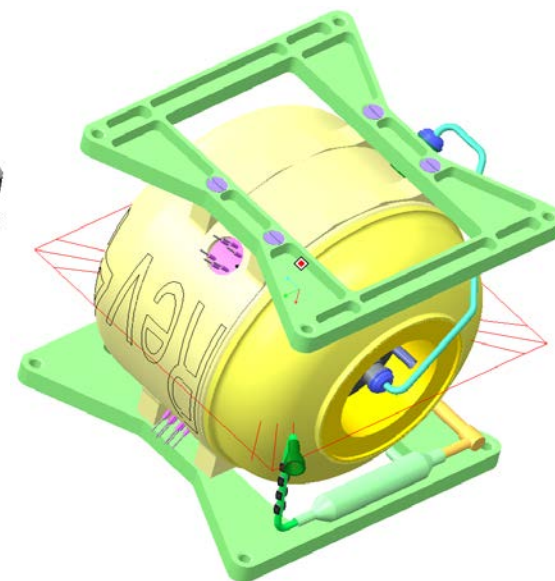
- с помощью других средств запуска на другие орбиты с разными наклонениями и высотами (достоинства и недостатки, как в предыдущем пункте).



а)



б);



в)

Рисунок 1 - Общий вид наноспутника формата 3U:

- а) прототип наноспутника;
- б) приборный блок;
- в) двигательная установка.

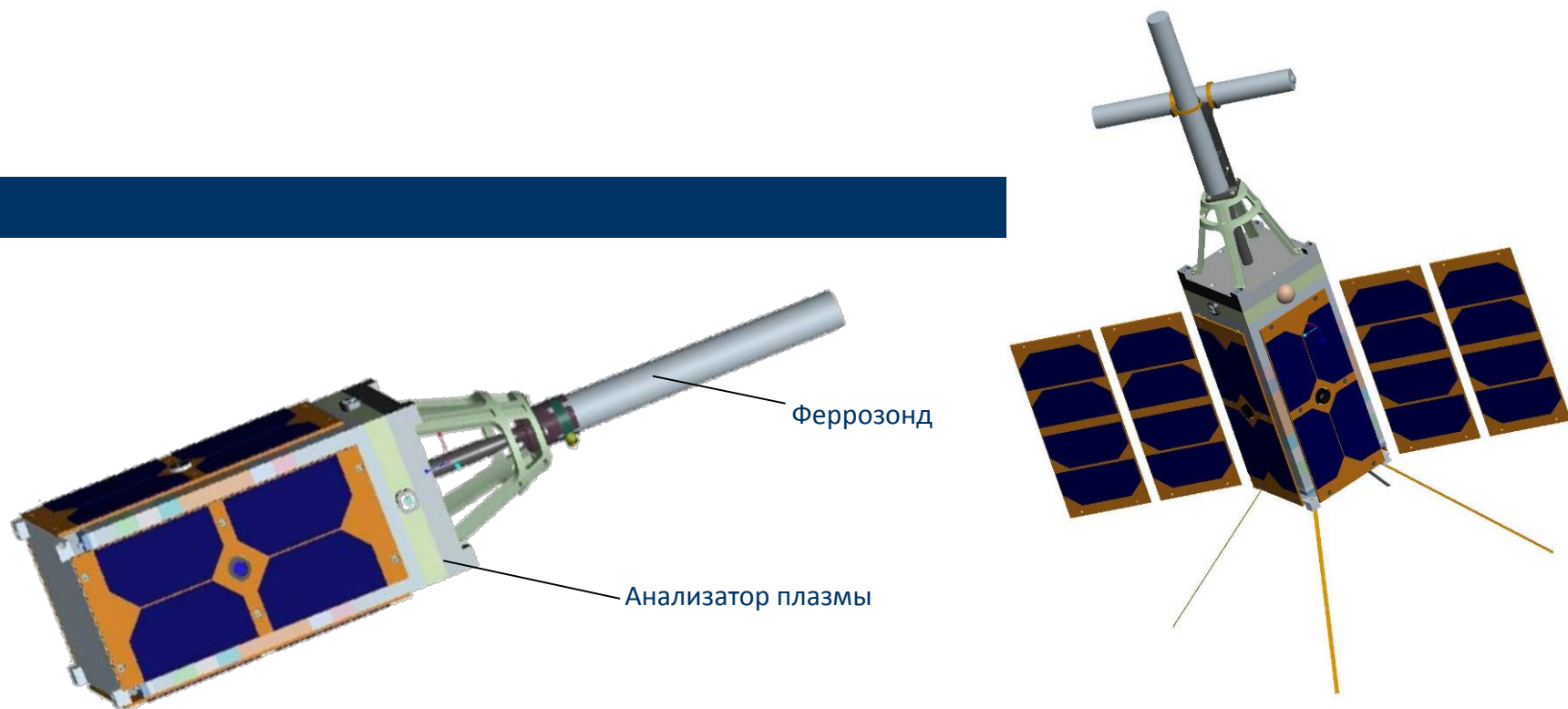


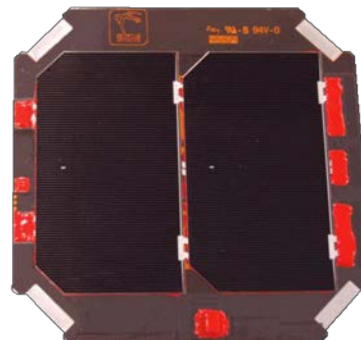
Рисунок 2 – Вариант компоновки наноспутника 2U с феррозондом и анализатором плазмы

- 1) Измерение параметров электромагнитного поля в диапазоне частот 0,5 – 500 Гц, с магнитудой ~ от 10 до 1 пТл.
- 2) Измерение параметров плазмы

2) Созданы несколько интернет-магазинов для продажи комплектующих пико и наноспутников стандарта CubeSat (CubeSatShop)

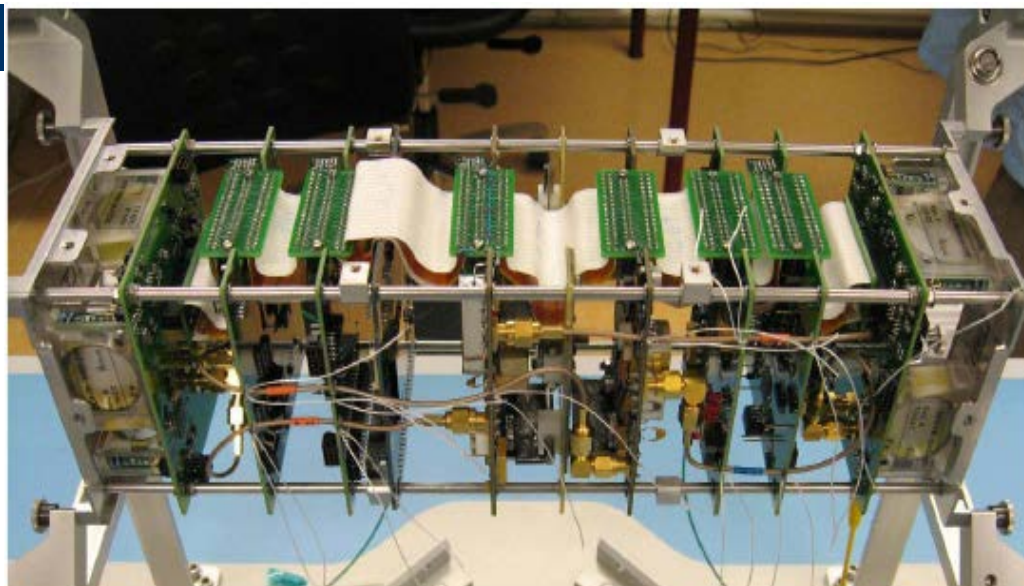
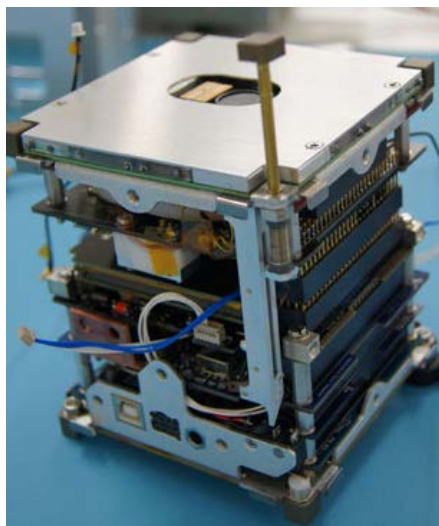
- 1) Компания Pumpkin, Inc.;
- 2) Компания ISIS;
- 3) Компания Clyde Space и др.

Также разработано и создано несколько версий транспортно-пусковых контейнеров: P-POD - Poly Picosatellite Orbital Deployer, ISIPOD, SPL, DPL, J-SSOD и др.



Варианты конструктивного выполнения зарубежных аналогов CubeSat:

а) На основе стандарта PC104 б) на основе жестко-гибких шлейфов

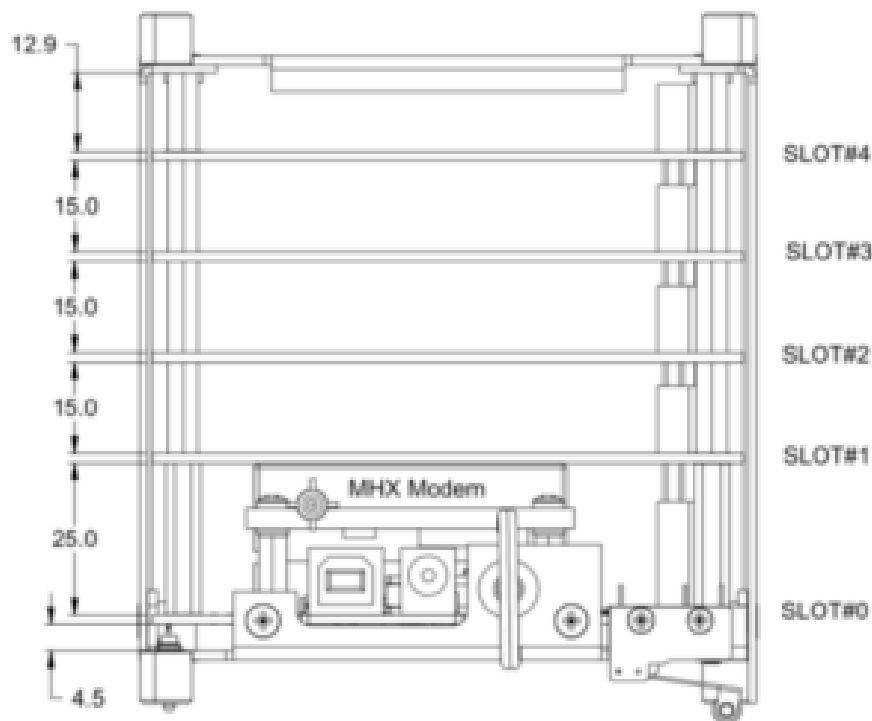


- подавляющее большинство CubeSat практически не имеет конструктивной защиты для обеспечения радиационной стойкости и рассчитаны на срок активного существования от нескольких месяцев до года;
- большинство из них строится в одноканальном варианте (без резервирования) на промышленной электронной базе, чем и объясняется их сравнительно короткий САС. Лишь некоторые нано спутники имеют САС более 1 года.
- низкая плотность компоновки, недостаточная ЭМС и радиационная стойкость, проблемы с обеспечением теплового режима.

Предложение по созданию российской версии (аналога) стандарта CubeSat

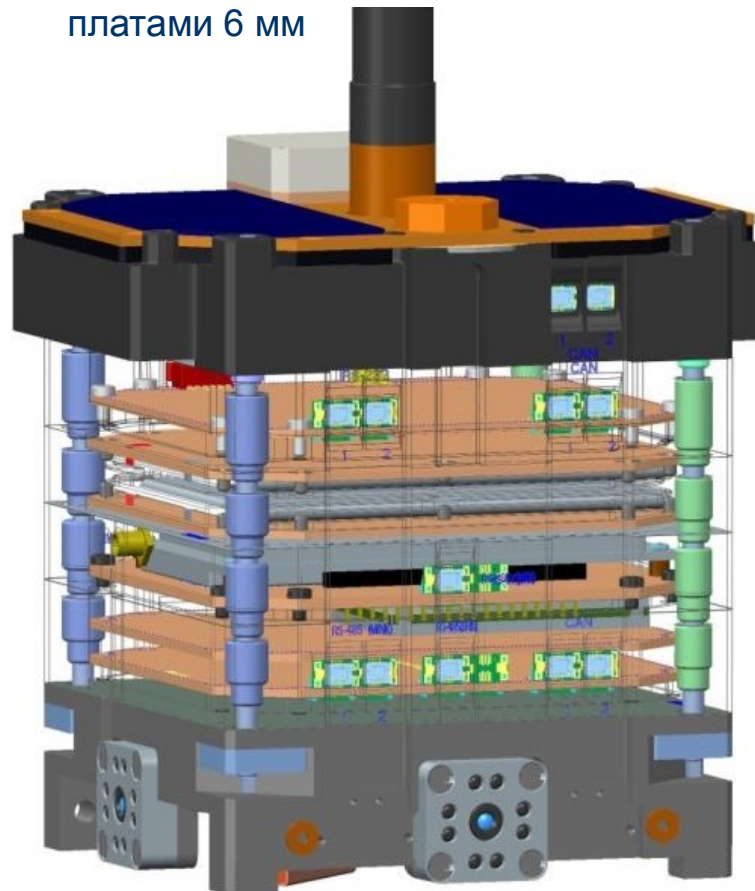
Сравнение плотности монтажа ПП с зарубежным аналогом CubeSat формата 1U:

Расстояние между платами 15 мм
На основе PC104



Flight Module + MHX Transceiver + 4 User Modules

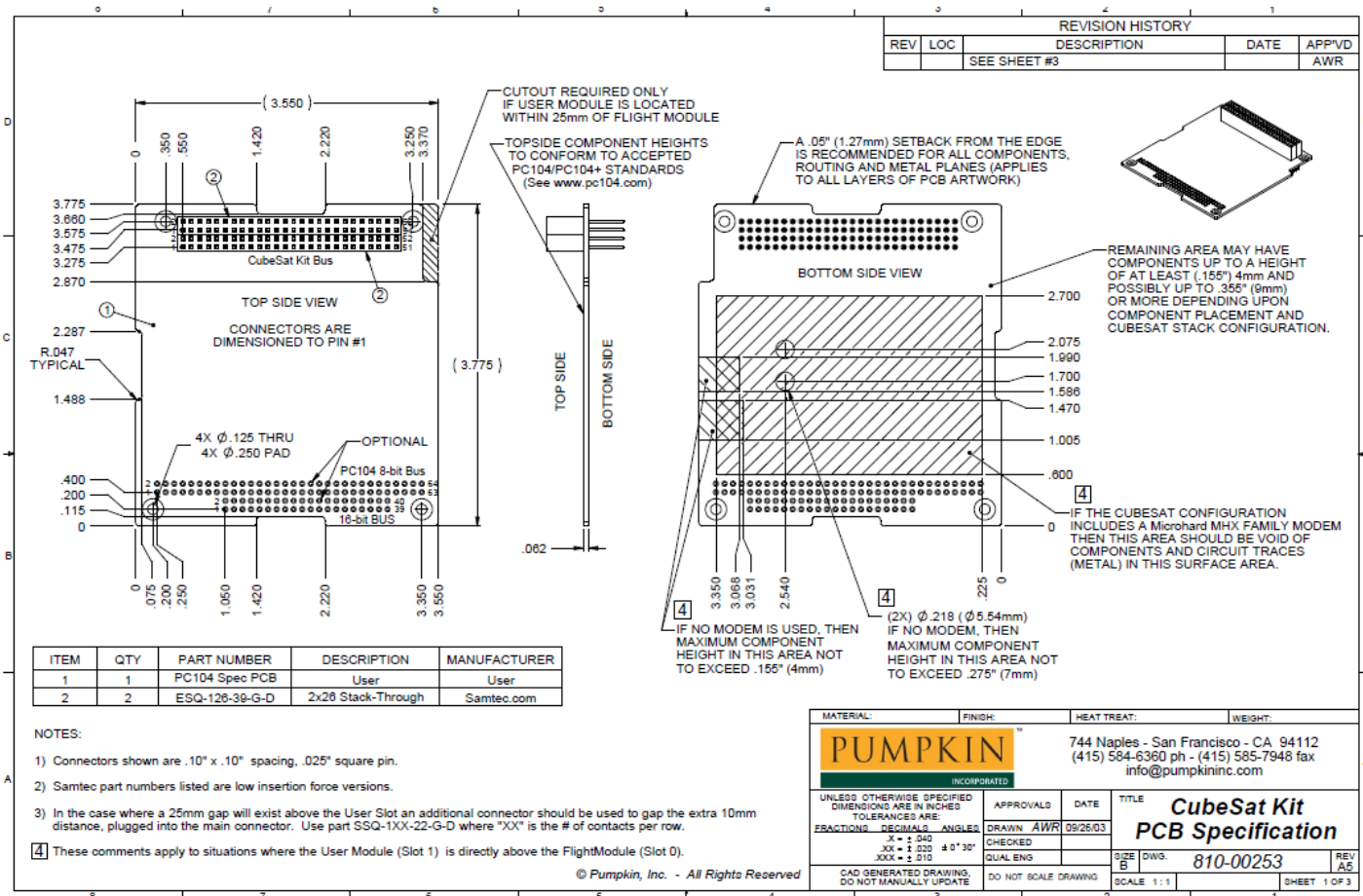
Минимальное расстояние между платами 6 мм



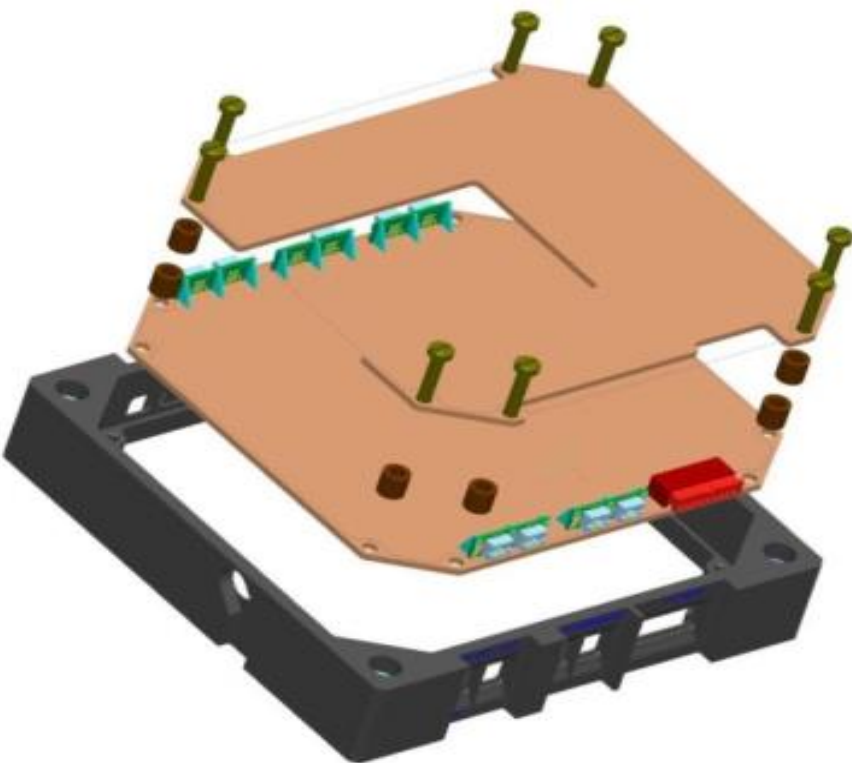
Предложение по созданию российской версии (аналога) стандарта CubeSat

Спецификации материнской платы компании Pumpkin Inc. (в качестве прототипа)

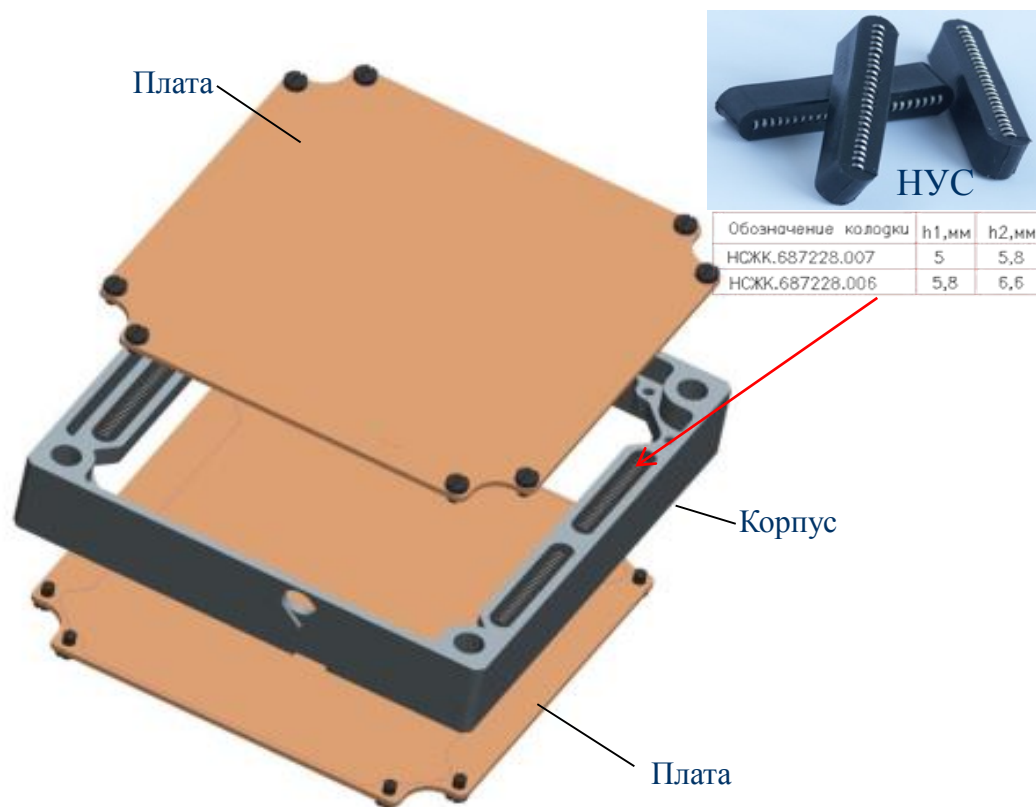
Salvo™ Real-Time Operating System (RTOS)



Предложение по созданию российской версии (аналога) стандарта CubeSat

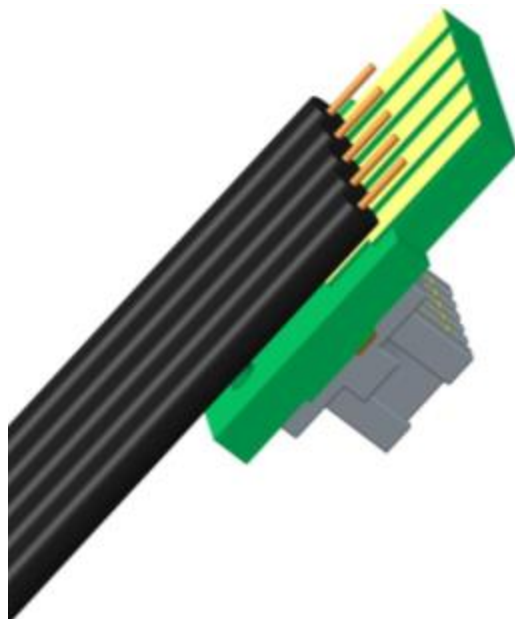
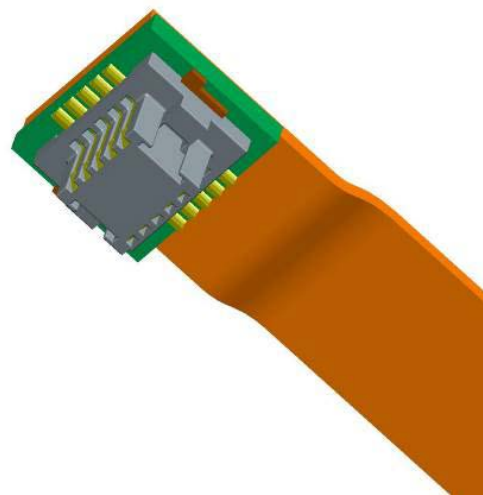


а) Разнесенный вид варианта бортового центрального контроллера с соединителями нано размерности



б) Разнесенный вид варианта бортового прибора с соединителями нулевого усилия сочленения (НУС).
Технология «ДОРА»

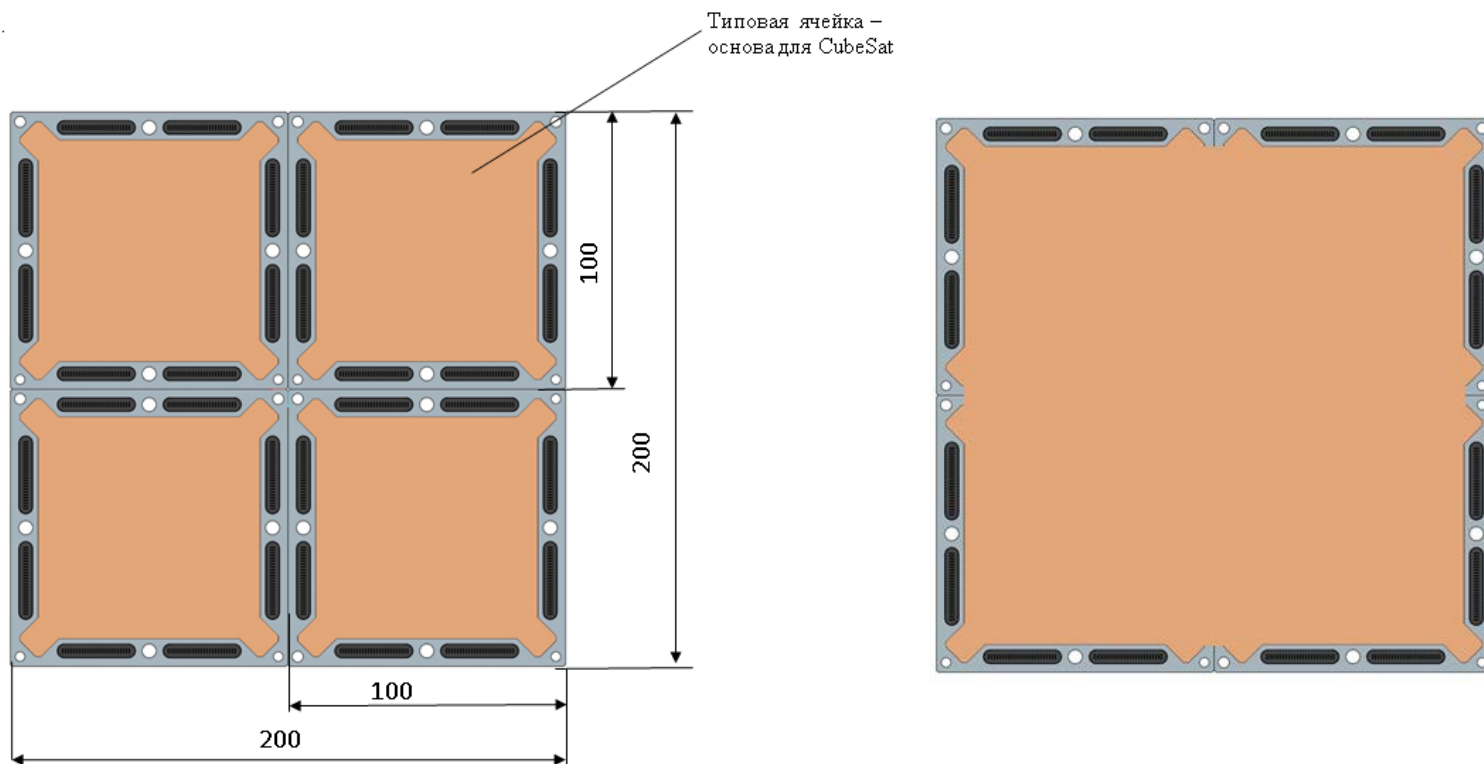
Данные конструктивно-технологические решения могут быть положены в основы российской версии стандарта CubeSat



Данные конструктивно-технологические решения могут быть положены в основы
русской версии стандарта CubeSat

Предложение по созданию российской версии (аналога) стандарта CubeSat с использованием технологии долговечной отказоустойчивой радиационнотстойкой аппаратуры (ДОРА)

Технология ДОРА обеспечивает конструктивную защиту не менее 3 г/см²



Данные конструктивно-технологические решения могут быть положены в основы российской версии стандарта CubeSat

Предложение по созданию российской версии (аналога) стандарта CubeSat с использованием технологии долговечной отказоустойчивой радиационностойкой аппаратуры (ДОРА)

В России технологией изготовления аппаратуры специального применения ("ДОРА") владеет, по крайней мере, несколько предприятий:

- 1) АНО НТИЦ «ТЕХКОМ» (*поддерживает предложение по созданию российской версии стандарта CubeSat*);
- 2) ОАО "НИИ «Аргон»;
- 3) ООО НПО "Рубикон-Инновация»;
- 4) ФГУП «НПЦ «Вигстар»;
- 5) ЗАО НТЦ «Модуль»;
- 6) МОКБ «МАРС» и др.

Эти предприятия имеют российские патенты в области создания долговечной аппаратуры космического применения со сроком САС 5-15 лет.

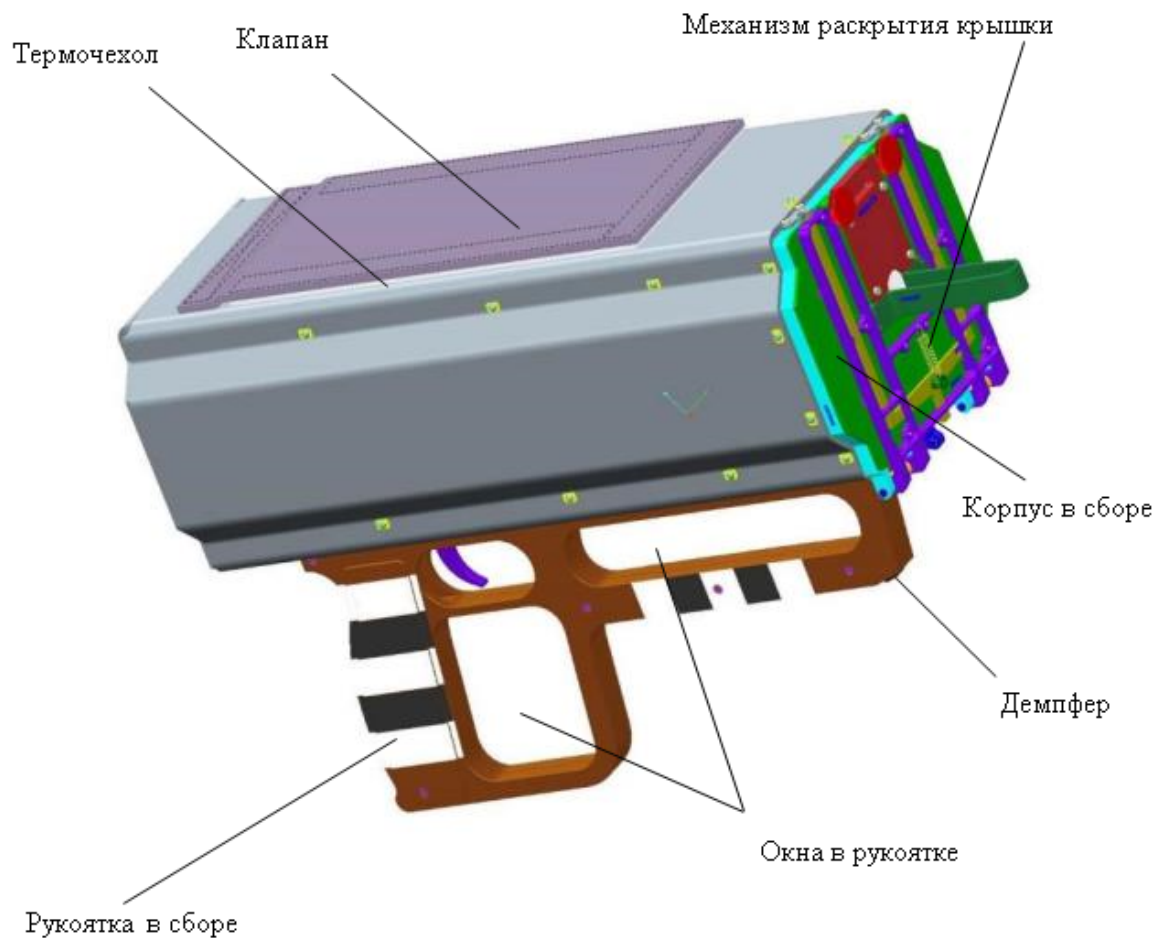
Данные конструктивно-технологические решения могут быть положены в основы российской версии стандарта CubeSat

Устройство пусковое для ручного запуска (УП-Р) пико- или наноспутников с борта МКС:

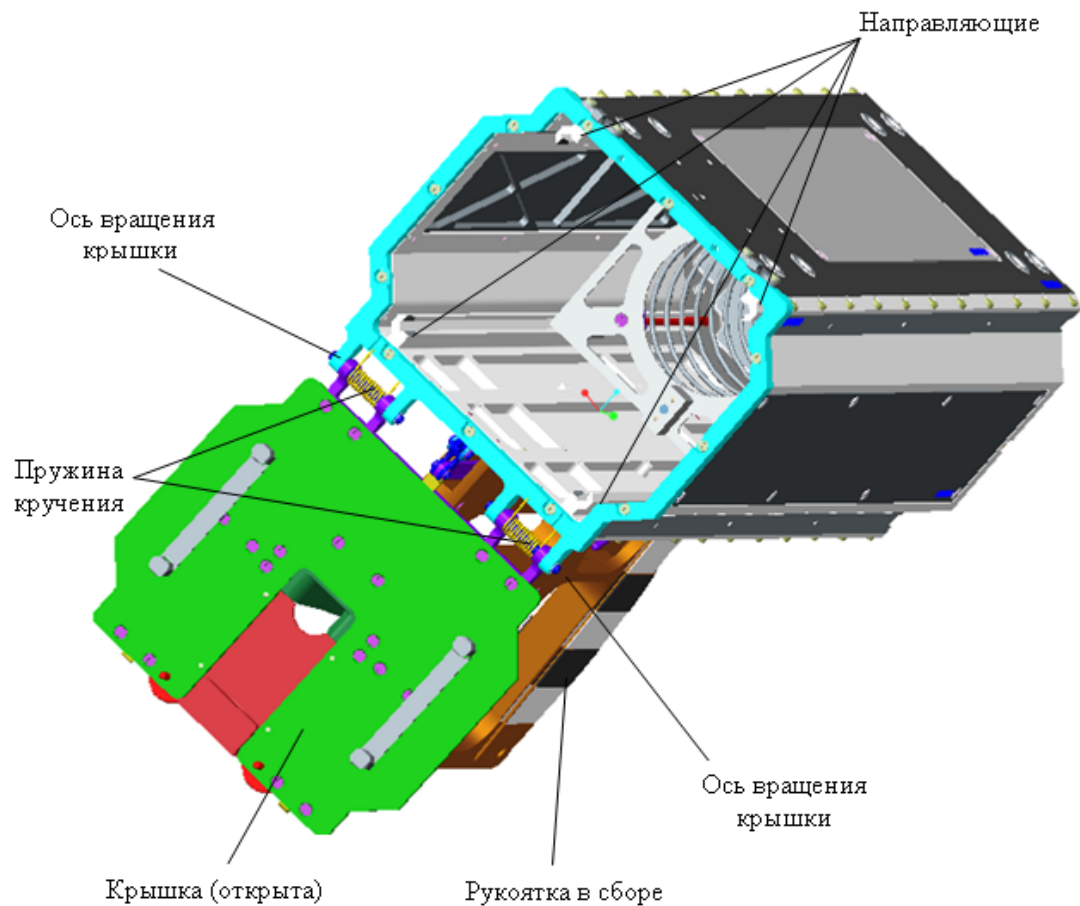
Устройство пусковое для ручного запуска пико и нано спутников (далее по тексту УП-Р) предназначено для:

- **запуска пико и нано спутников, разработанных по спецификации CubeSat от 0,5U до 3U, с борта МКС и обеспечения их безударного отделения от УП-Р с заданными линейной (0.1-1 м/с) и угловой ($\leq 2^\circ/\text{с}$) скоростями;**
- **фиксации отделяемого ПС или НС в транспортировочном положении внутри корпуса на всех этапах эксплуатации (транспортировки в составе ТКГ "Прогресс", хранения на РС МКС, выноса в процессе ВКД);**
- **обеспечения доставки ПС или НС на борт МКС в составе пилотируемых и транспортных грузовых кораблей в качестве полезного груза.**
- **габаритные размеры УП-Р: 310x480x160мм, масса 3.3 кг.**

Устройство пусковое для ручного запуска (УП-Р) пико спутника с борта МКС:

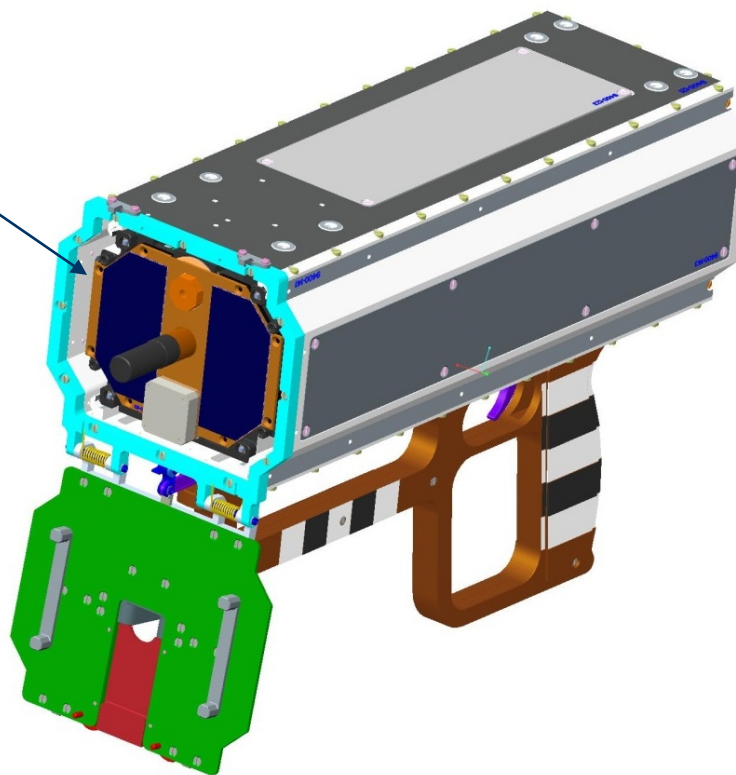


Устройство пусковое для ручного запуска пико или наноспутников с борта МКС:

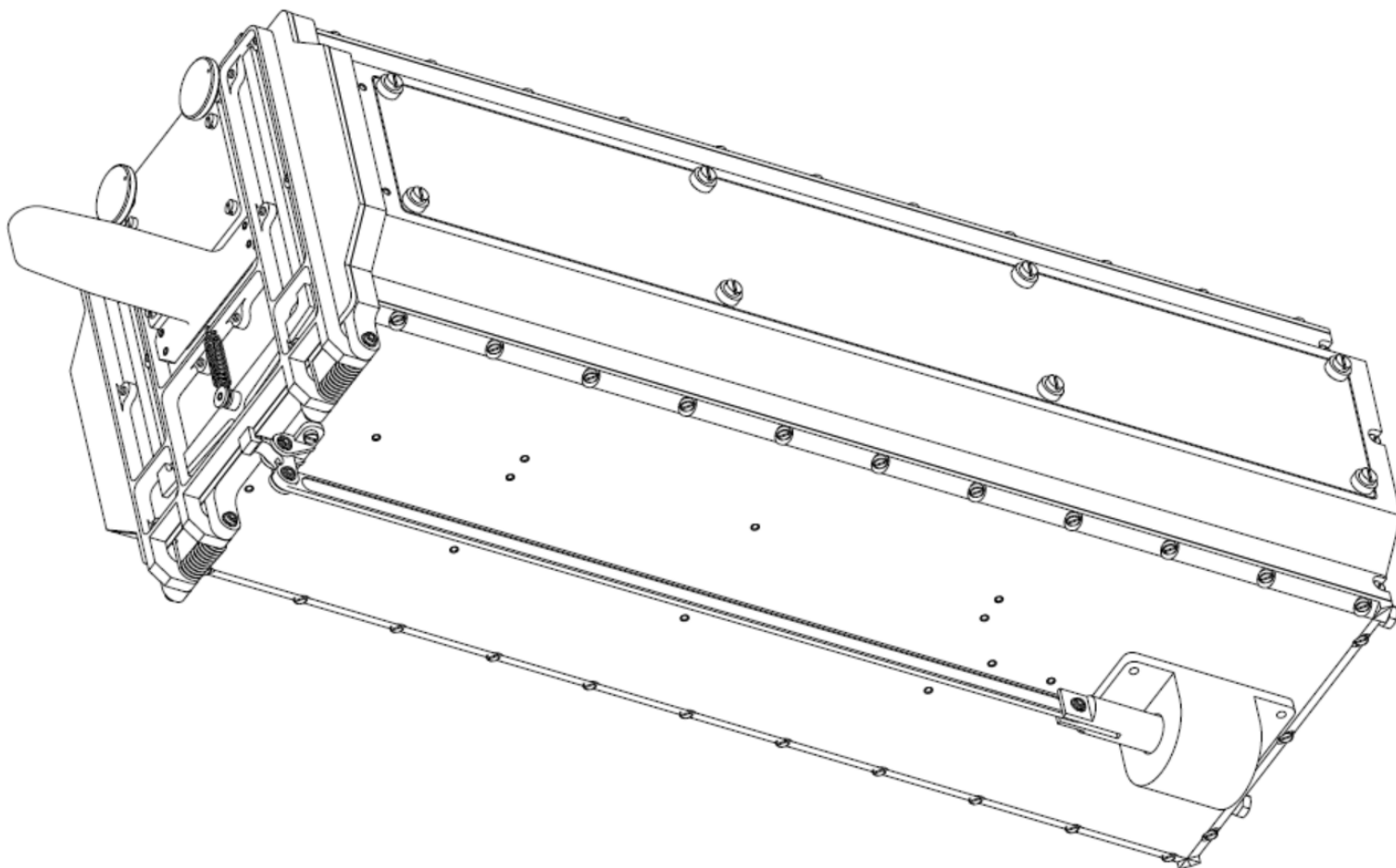


Устройство пусковое для ручного запуска (УП-Р) пико-, наноспутников с борта МКС:

Пико- или нано
спутник



Устройство пусковое для автоматического запуска (УП-А или АТПК) пико-, наноспутников с борта МКС:



Предложение по созданию российской версии (аналога) стандарта CubeSat

Российская версия стандарта CubeSat может быть основана на технических решениях российских компаний и университетов, защищенных патентами:

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2536417

**ЗАЩИТНЫЙ КОНТЕЙНЕР ДЛЯ АВТОНОМНОЙ
НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ**

Патентообладатель(ли): *Закрытое акционерное общество
"Технологии ГЕОСКАН" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

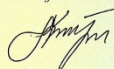
Заявка № 2013143494

Приоритет изобретения **26 сентября 2013 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации **23 октября 2014 г.**

Срок действия патента истекает **26 сентября 2033 г.**

Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Л.Л. Кирий



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2541617

**ТРАНСПОРТНО-ПУСКОВОЙ КОНТЕЙНЕР ДЛЯ
ЗАПУСКА ПИКО- И НАНО-СПУТНИКОВ**

Патентообладатель(ли): *Закрытое акционерное общество
"Технологии ГЕОСКАН" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

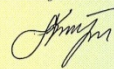
Заявка № 2013145414

Приоритет изобретения **10 октября 2013 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации **14 января 2015 г.**

Срок действия патента истекает **10 октября 2033 г.**

Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Л.Л. Кирий



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2550241

ПИКОСПУТНИК

Патентообладатель(ли): *Закрытое акционерное общество
"Технологии ГЕОСКАН" (RU)*

Автор(ы): *Нестеров Борис Федорович (RU), Чмырев Виталий
Михайлович (RU), Марков Александр Викторович (RU),
Коновалова Елена Анатольевна (RU)*

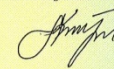
Заявка № 2014102119

Приоритет изобретения **23 января 2014 г.**

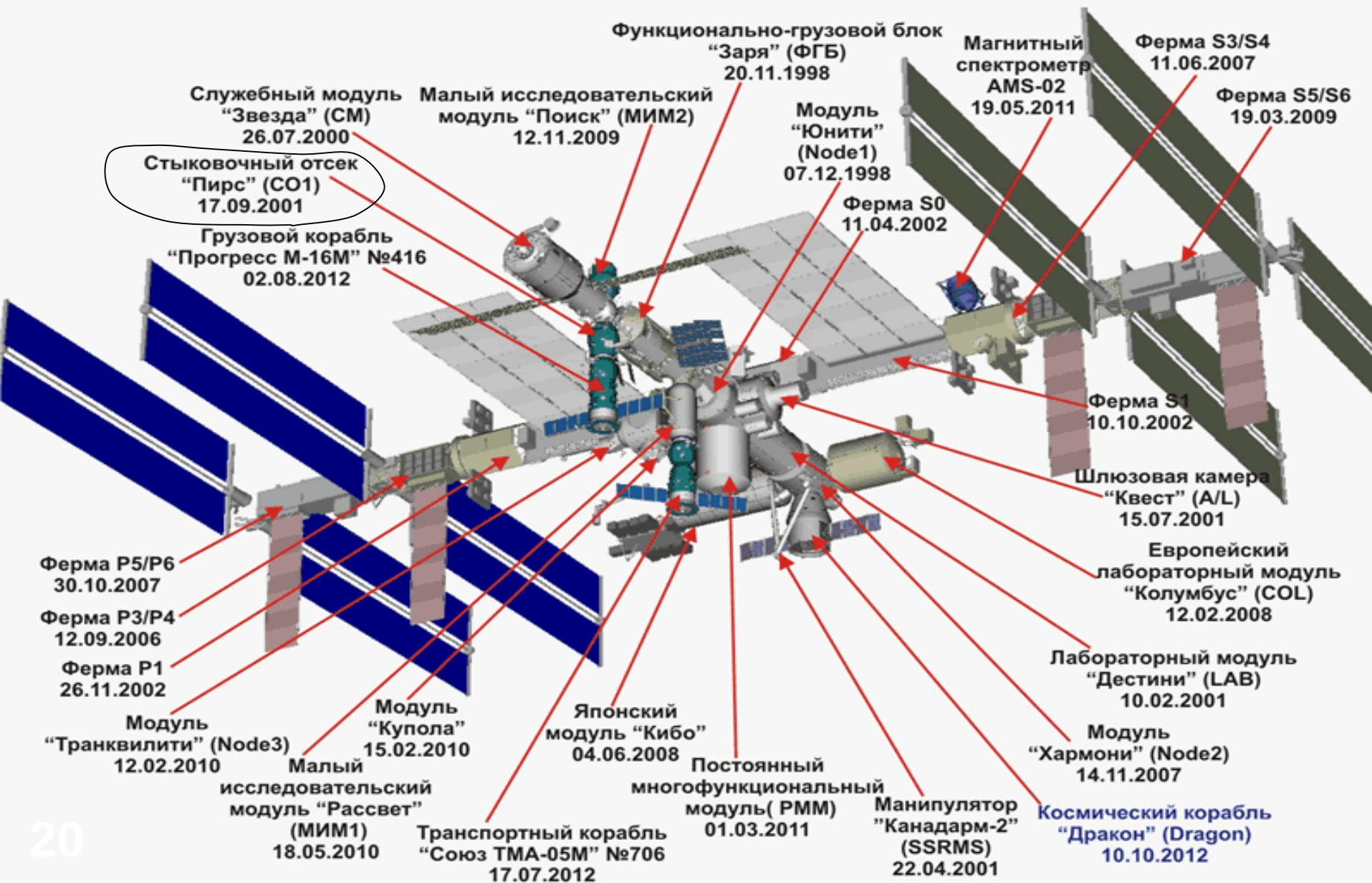
Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации **08 апреля 2015 г.**

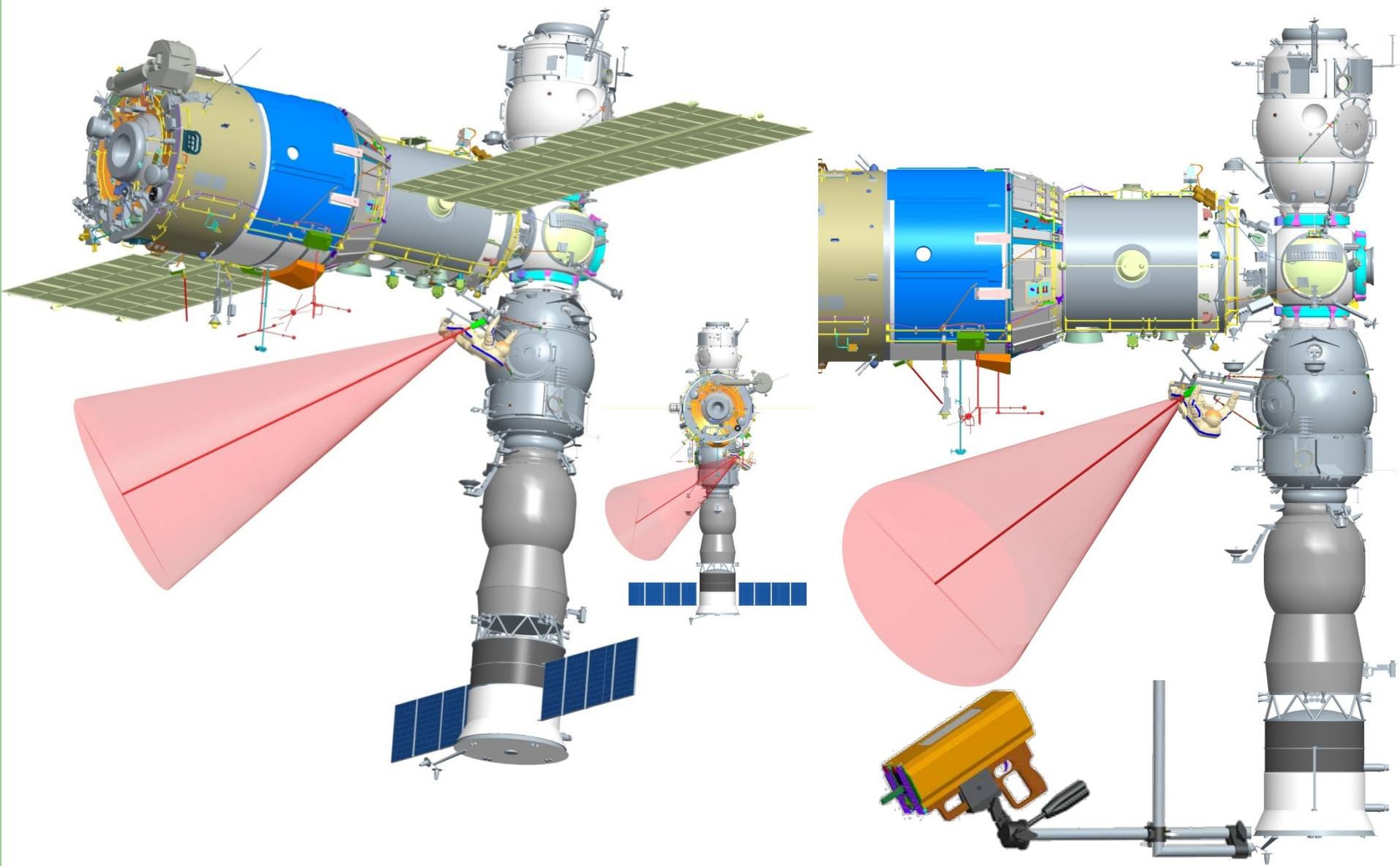
Срок действия патента истекает **23 января 2034 г.**

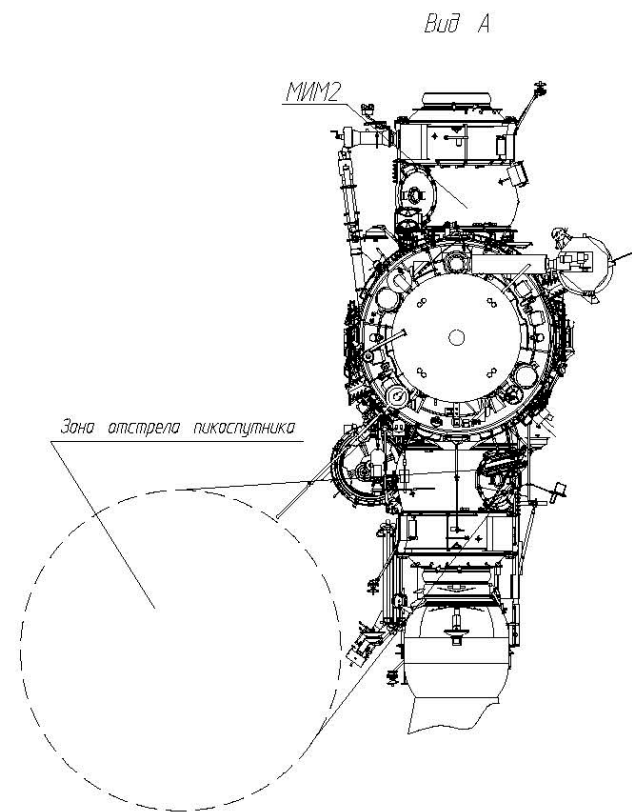
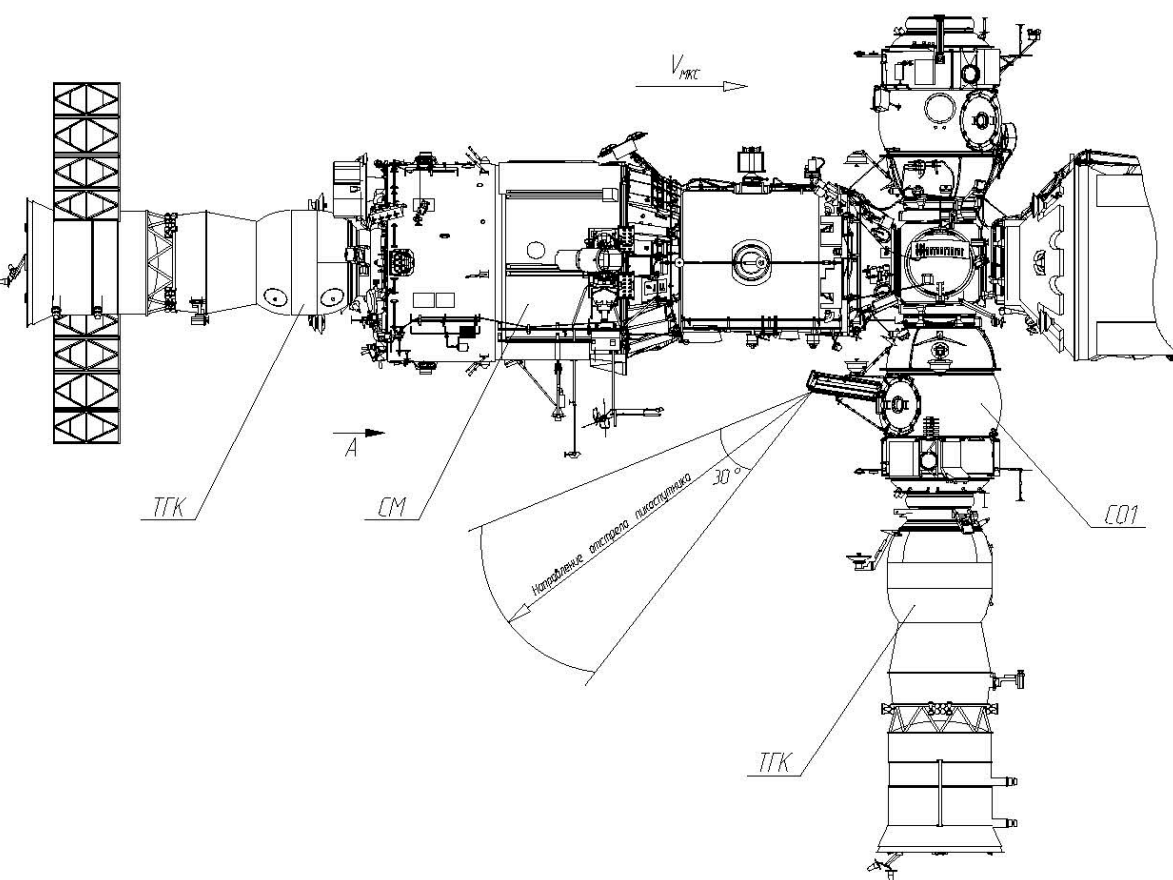
Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Л.Л. Кирий









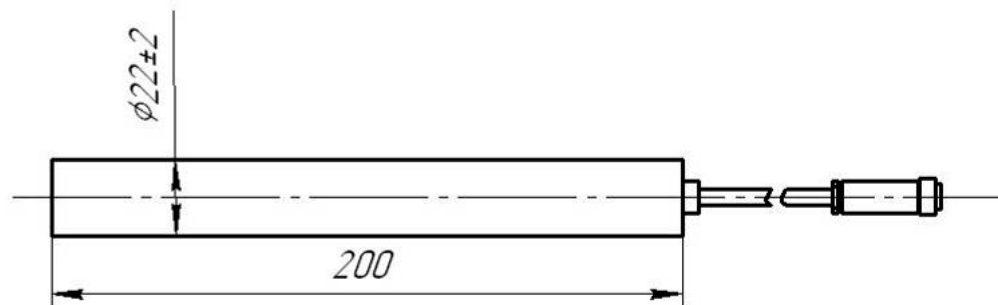
УП-Р с НС во время
проведения ВКД



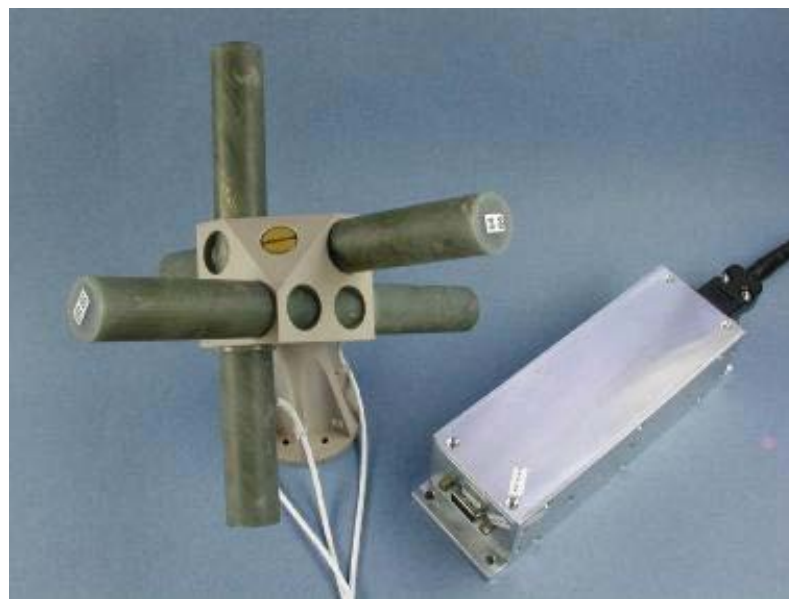
Анимация запуска НС







1. Размеры указаны без элементов крепления.
2. Длина соединительного кабеля и тип разъема уточняется в процессе разработки.
3. Масса датчика 0.2 ± 0.05 кг без кабеля.



Прототип блока электроники и магнитных датчиков

Плазменный анализатор

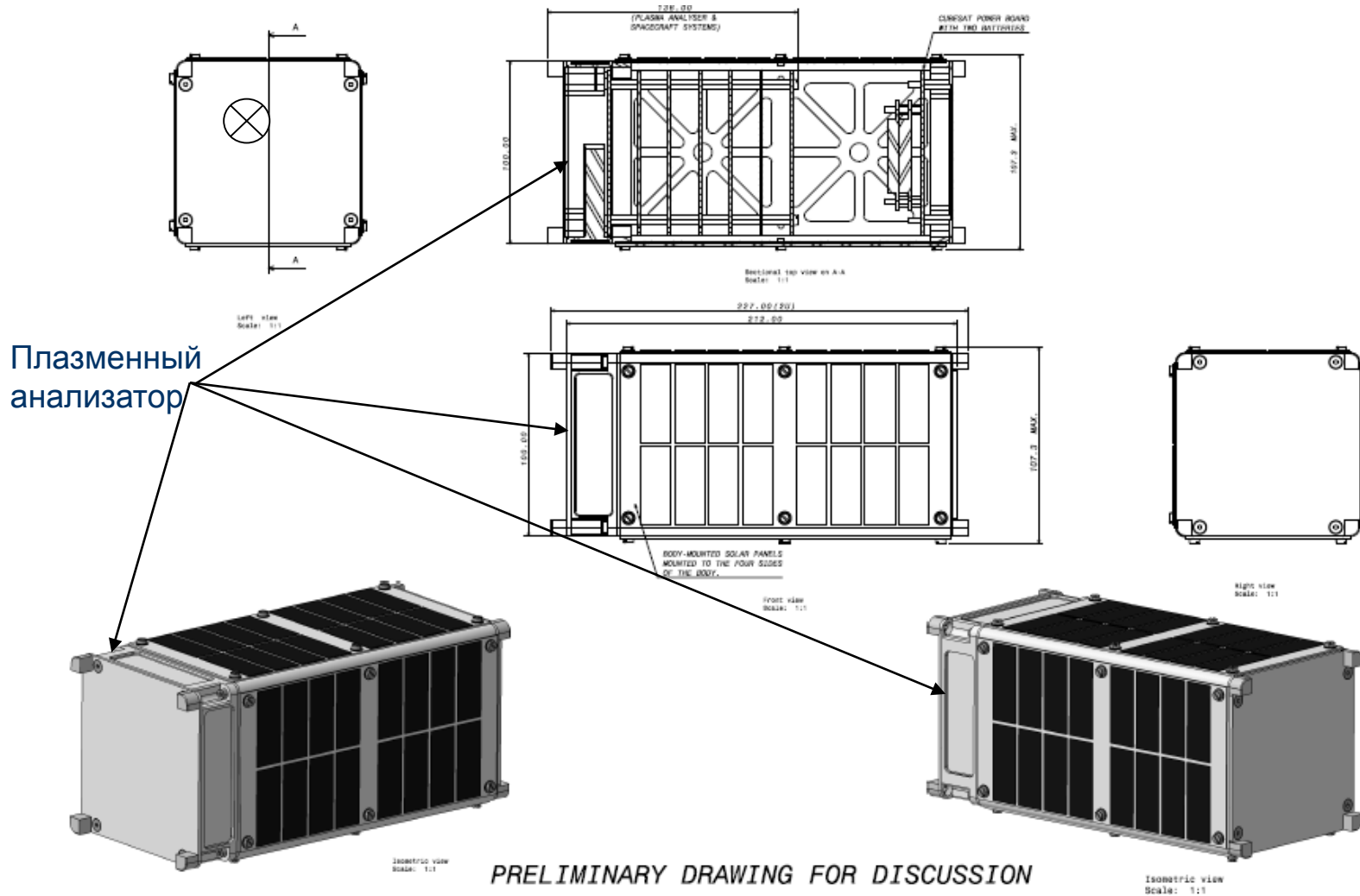


Рисунок - Прототип наноспутника с плазменным анализатором разработки MSSL (UCL, UK).

Плазменный анализатор

Используется для обнаружения заряженных частиц (ионов и электронов) в пространстве с характеристиками:

- вариации параметров тепловой и сверх тепловой плазмы (0.3 - 20 эВ)*;
- энергетическое распределение потоков электронов и ионов в диапазоне 0,3-300 эВ для двух направлений;

Ниже представлен плазменный анализатор разработки MSSL (UK).



MSSL Miniaturisation Activities Status - Proof-of-concept analyser

- Shown in photo (in gloved hand) next to MSSL's top-hat type Improved Plasma Analyser (IPA)
- Currently under Test. Full prototype by year end: TRL 5
- Estimated resources: 100 - 200 gms, ~0.4-0.5 W, 3-4 cm dia
- Capabilities vs resources optimisation
- Shared payload resources, e.g. common electronics, will reduce mass and power budget

