



**Институт физики  
высоких технологий**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



# Космический эксперимент «Радиоскаф» спутник «Томск-ТПУ 120»

**Яковлев А.Н.  
Директор ИФВТ**

11 октября  
2016



# Спутник «Томск-ТПУ 120»



Первый спутник, созданный с использованием 3D-технологий.

**Имя спутника:** ТОМСК-ТПУ 120.

**Позывной:** RS4S.

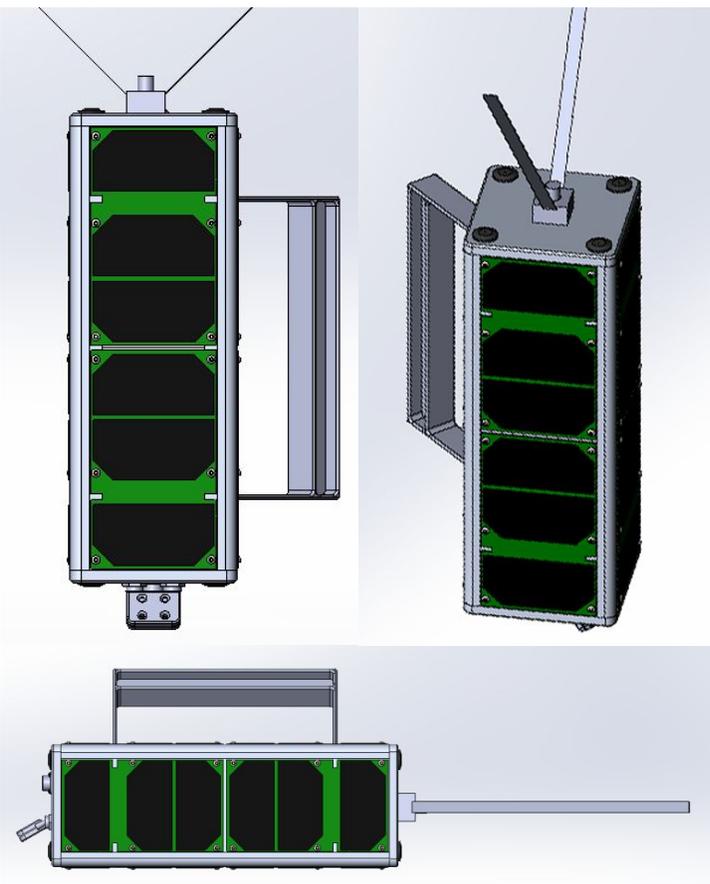
**Размеры:** 300×110×110 мм.

Совместный проект ученых и инженеров ТПУ, ИФПМ СО РАН и РКК «Энергия».

Реализуется в рамках эксперимента «РадиоСкаф»: создание, подготовка и запуск в процессе ВнеКД малых космических аппаратов.



## Спутник «Томск-ТПУ 120»

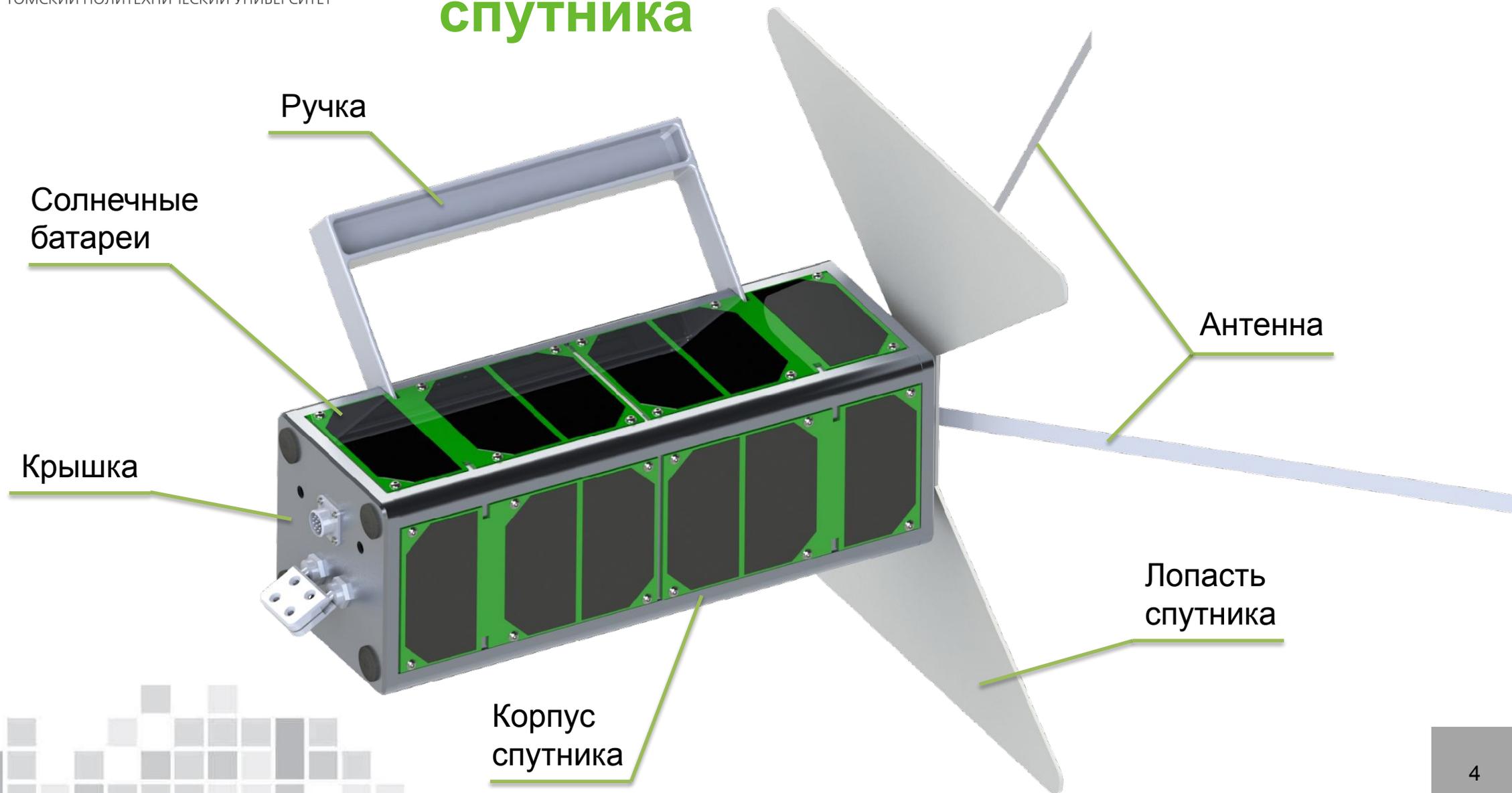


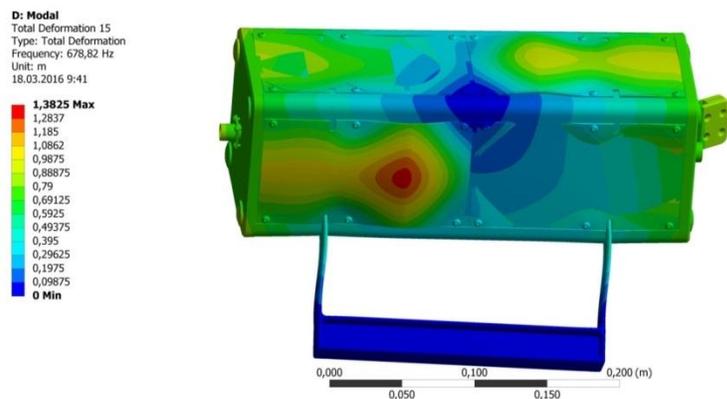
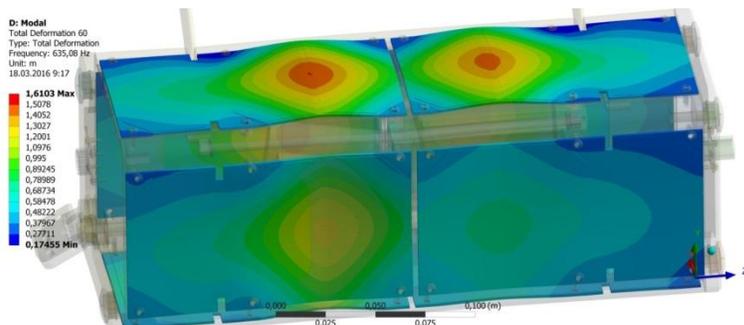
Спутник «Томск-ТПУ 120» создан для отработки новых технологий проектирования малых космических аппаратов с учетом специфических условий космического пространства и сконцентрировал в себе многолетний опыт и совместные наработки ТПУ и ИФПМ СО РАН в области космического материаловедения.

**Впервые в мире корпус спутника изготовлен с применением многоуровневого динамического моделирования и аддитивных технологий.**



# Геометрическая модель спутника





Динамическое моделирование – системы, позволяющие описывать изменения динамики поведения конструкций при определенных нагрузках.

Спутник создан с применением **многоуровневого динамического моделирования**, при котором в модели учитываются как элементы конструкции, так и внутренняя структура материала.

Надежность изделия рассчитывается с учетом изменения динамики поведения деталей и структуры материалов, из которых они состоят



## Новые технологии



Спутник «Томск-ТПУ 120» - первый космический аппарат, **корпус** которого **изготовлен на 3D-принтере**.

Постоянное усложнение конструкций делает невозможным изготовление деталей традиционными методами. Им на смену приходят **аддитивные технологии**, когда создание деталей происходит путем послойного наращивания материала.

Это позволяет получать изделия с необходимой внутренней структурой.

Находится тонкий баланс между требуемой прочностью и одновременно легкостью конечной конструкции.



- Многоуровневое динамическое моделирование конструкции выполнено в центре перспективных исследований «Многоуровневое динамическое моделирование» ТПУ совместно со специалистами Института физики прочности и материаловедения СО РАН и РКК «Энергия».
- Корпус спутника спроектирован и изготовлен в научно-образовательном центре «Современные производственные технологии» ТПУ.
- Разработка электронных компонентов спутника велась совместно с Юго-Западным государственным университетом.
- Проект курировал главный специалист РКК «Энергия» Сергей Николаевич Самбуров — академик Академии российской космонавтики, президент фонда им. К.Э. Циолковского, правнук К.Э. Циолковского.
- Общее руководство подготовкой к запуску спутника осуществлял советник президента РКК «Энергия» Александр Григорьевич Чернявский.



S. P. Korolev Rocket & Space  
Corporation Energia





# Передаваемые данные



- **Параметры телеметрии** (температура на борту, на платах и батареях, параметры электронных компонентов), голосовые сообщения.
- **Частота передачи информации:** 437,025 МГц.
- **Порядок передачи информации:** сообщение-1, минута молчания, сообщение-2 и т.д.
- Студенты ТПУ записали жителям Земли **приветственное сообщение** на 11 языках.



# Спутник «Томск-ТПУ 120»



**31 марта** 2016 года 19:24 МСК  
Ракета-носитель **«Союз-2.1а»** с  
транспортным грузовым кораблем  
«Прогресс МС-02» успешно **стартовала** к  
**МКС** с космодрома БАЙКОНУР



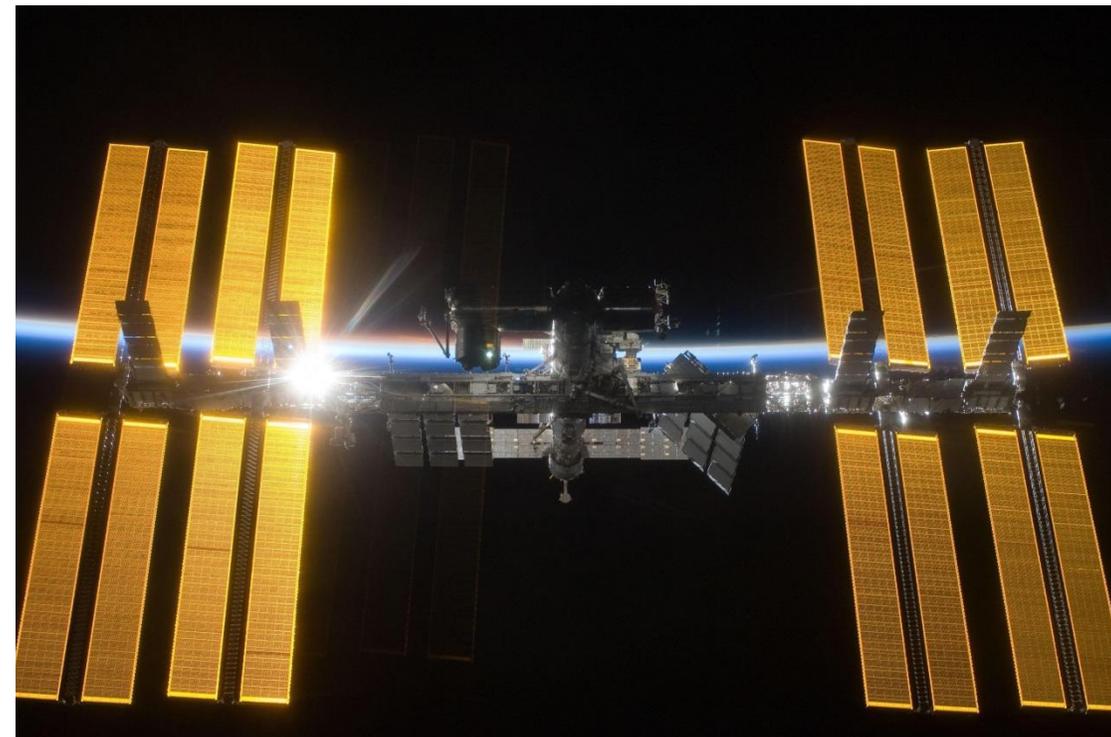
**2 апреля** 2016 года 20:58 МСК  
Транспортный грузовой **корабль**  
**«Прогресс МС-02»** успешно  
**пристыковался** к **МКС**



# Спутник «Томск-ТПУ 120»



5 мая 2016 года  
Запланирован **перенос спутника** из  
транспортного **грузового корабля**  
«Прогресс МС-02» **на борт МКС**



10 мая 2016 года  
Запланировано **тестирование режима**  
**передачи данных** со спутника через  
антенну радиоловительской связи МКС



## Запуск спутника



Во время очередного выхода в открытый космос российские космонавты запустят спутник ТПУ с наружной поверхности Международной космической станции.

**Расчетный срок эксплуатации:**  
4 - 6 месяцев.

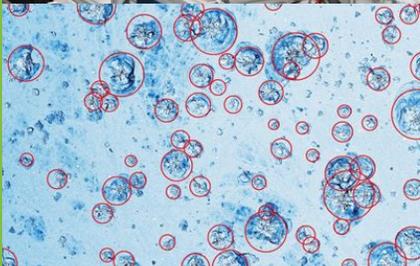


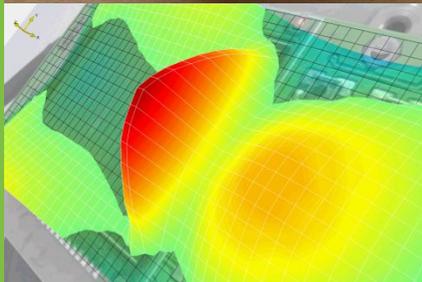
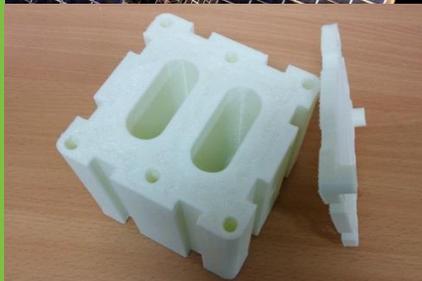
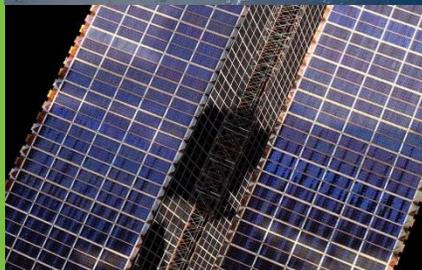
## Выполненные научно-технические проекты:

- технология нанесения оптически прозрачных защитных противомикрометеороидных покрытий на стекла иллюминаторов ракетно-космической техники (РКТ);
- технология контроля качества сварки трением с перемешиванием соединений РКТ;
- технология производства наноструктурированной керамики для микроэлектроники.

## Реализуемые образовательные программы:

- бакалавриат, магистратура и аспирантура по направлениям: Материаловедение и технология материалов, Машиностроение, Химическая технология;
- программы двойного диплома: Инженерия материалов, Наноструктурные материалы.





## Планируемые исследования:

- Создание исследовательской платформы на Международной космической станции;
- Защитные противометеороидные покрытия для солнечных панелей космических аппаратов;
- Аддитивное производство функциональных изделий в условиях невесомости;
- Разработка методов и алгоритмов многоуровневого динамического моделирования материалов и конструкций космического назначения.

## Планируемые образовательные программы:

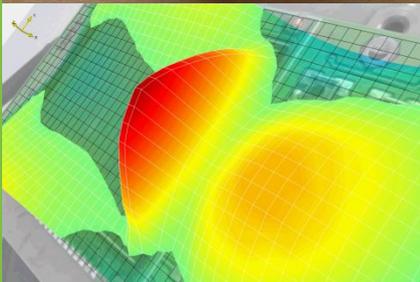
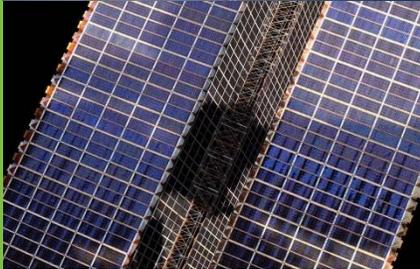
- Магистерская программа «Космическое материаловедение»;
- Космические эксперименты на борту МКС;
- Модернизация существующих программ, включая программы двойного диплома.



# Продолжение КЭ «Рой спутников»

## Планируемые исследования:

- Создание сертифицированных корпусов спутников с использованием технологий 3D печати из композитов на основе пластика и керамики;
- Многоуровневые динамические испытания материалов и конструкций элементов конструкций и спутников в сборе;
- Развитие методов аддитивного производства функциональных изделий в условиях невесомости.





**Институт физики  
высоких технологий**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**