



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

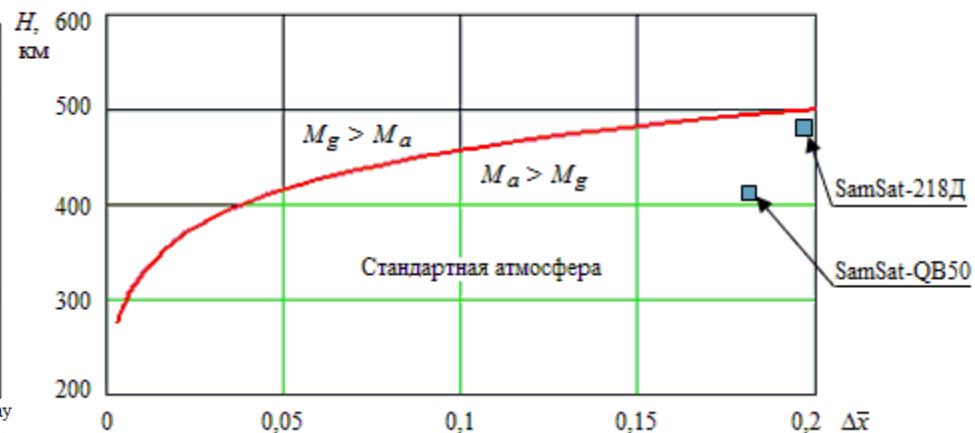
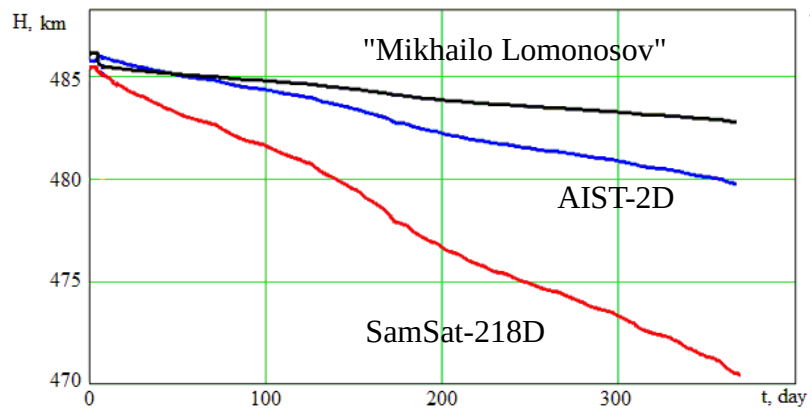
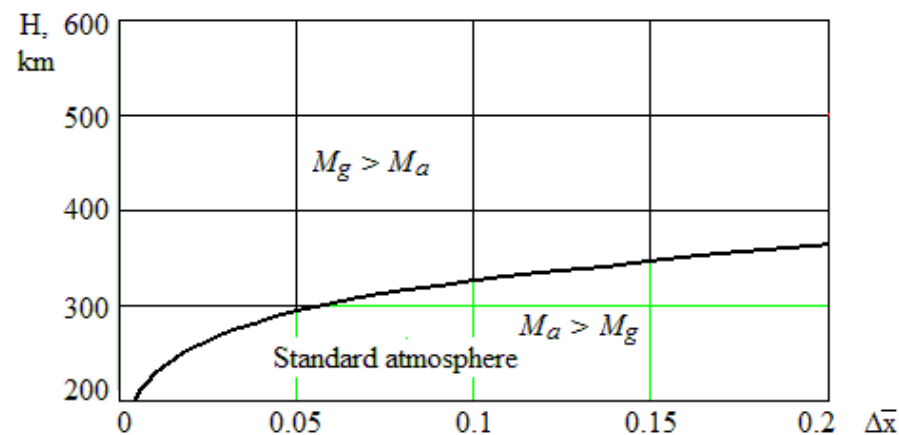
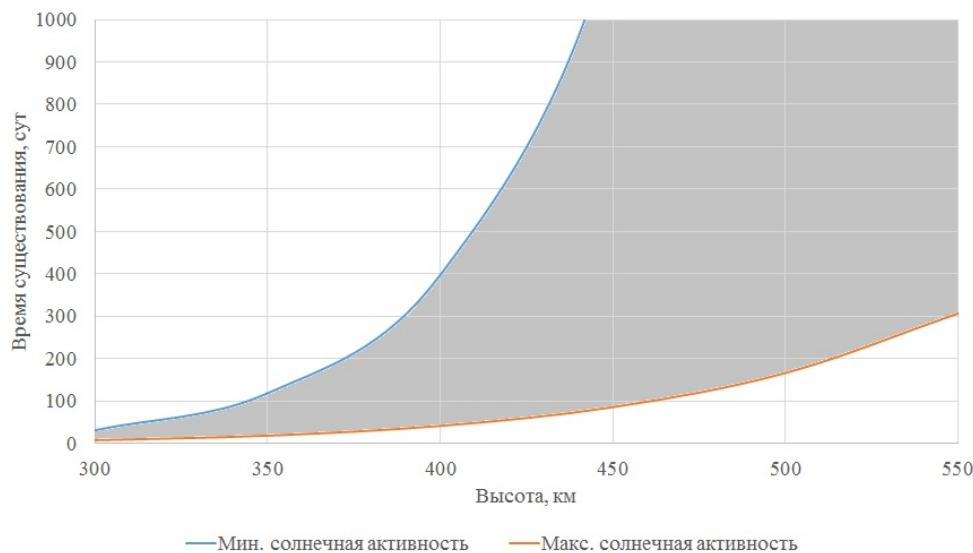
Опыт разработки и создания наноспутников в Самарском университете

*Заведующий межвузовской кафедрой
космических исследований
Белоконов И.В.*

Учредительное собрание Консорциума,
Самара, 19 апреля 2018 г.



Влияние внешних моментов на проектный облик наноспутника



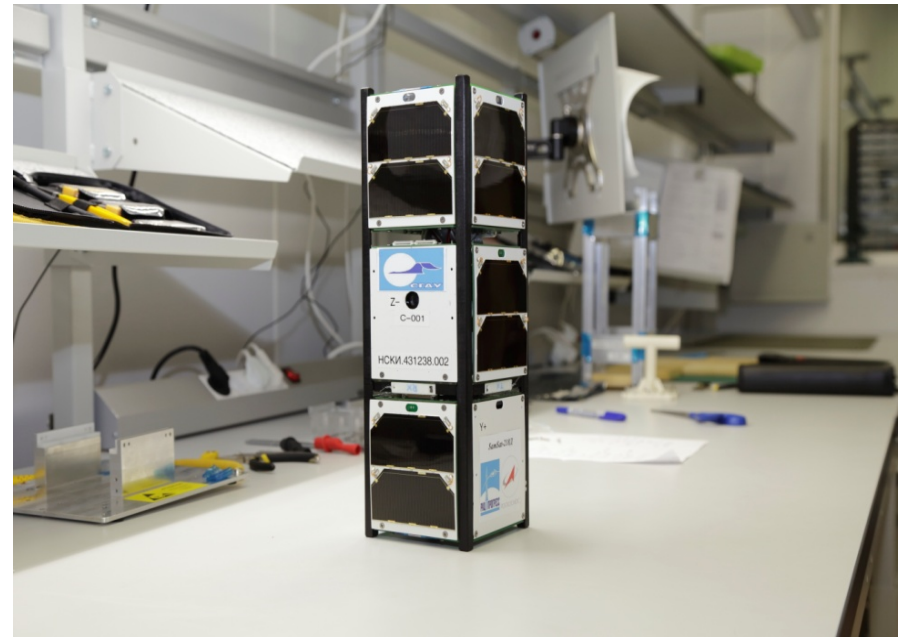


1. Аэродинамически стабилизированные наноспутники: эксперименты и опытная отработка

1.1 Эксперимент по проверке возможности использования аэродинамического момента для стабилизации углового движения наноспутника (SamSat-218Д, 2014-2015 г)

Основное назначение:

- 1. Отработка всех этапов жизненного цикла (проектирование, создание, тестирование, эксплуатация).*
- 2. Отработка системы выведения на орбиту с помощью транспортно-пускового контейнера (производства АО РКЦ Прогресс»).*
- 3. Отработка бортовых систем и алгоритмов управления движением.*
- 4. Исследование влияния аэродинамического момента на ориентацию наноспутника по мере снижения высоты полёта (частично реализуется)*





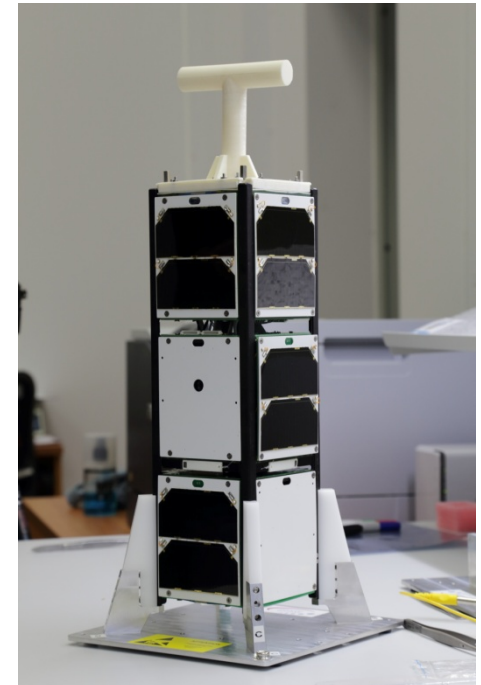
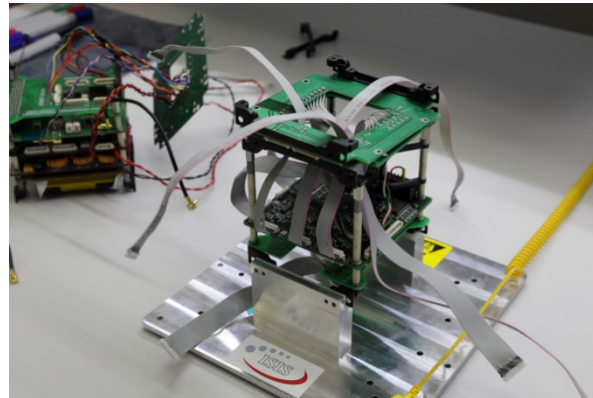
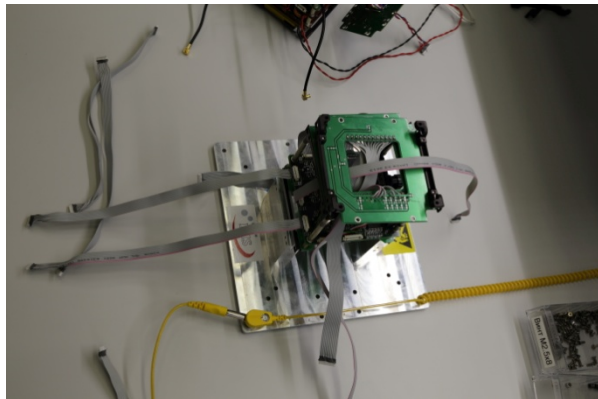
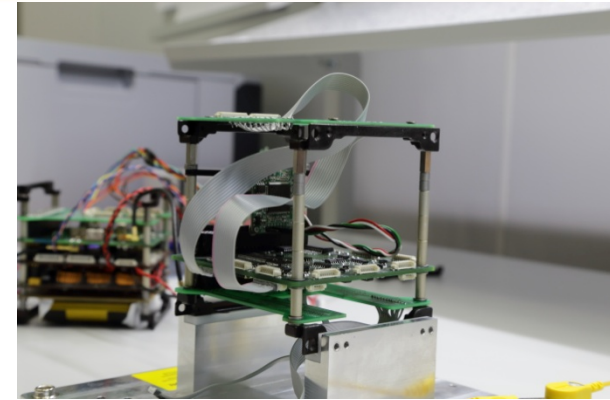
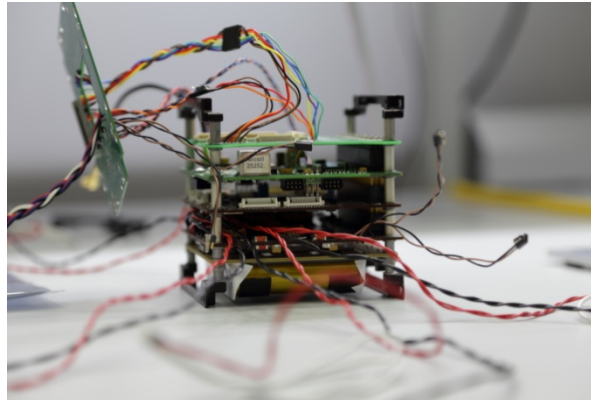
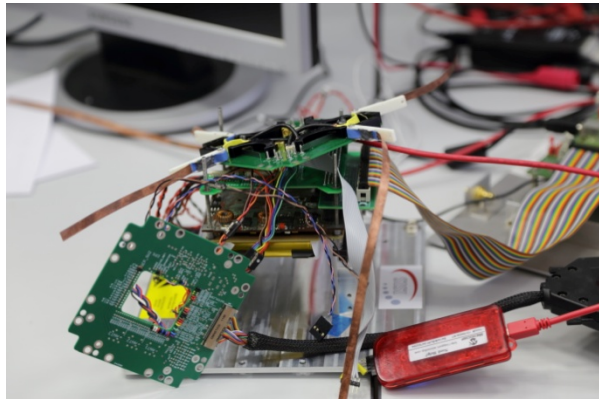
1. Аэродинамически стабилизированные наноспутники: эксперименты и опытная отработка

Основные этапы жизненного цикла наноспутников, реализуемые на межвузовской кафедре космических исследований (проектирование, изготовление, испытания, подготовка к запуску, управление полётом) :

- разработка технического задания;
- разработка технических предложений;
- разработка эскизного проекта;
- разработка конструкторской документации;
- разработка программы и методик испытаний;
- изготовление наноспутника;
- проведения испытаний;
- подготовка к запуску на орбиту (получение разрешительных документов на использование радиочастот, экспортных лицензий, получение сертификата безопасности; разработка и изготовление транспортной оснастки и контрольно-поверочной аппаратуры);
- управление полётом.



1. Аэродинамически стабилизированные наноспутники: эксперименты и опытная отработка (SamSat-218D)



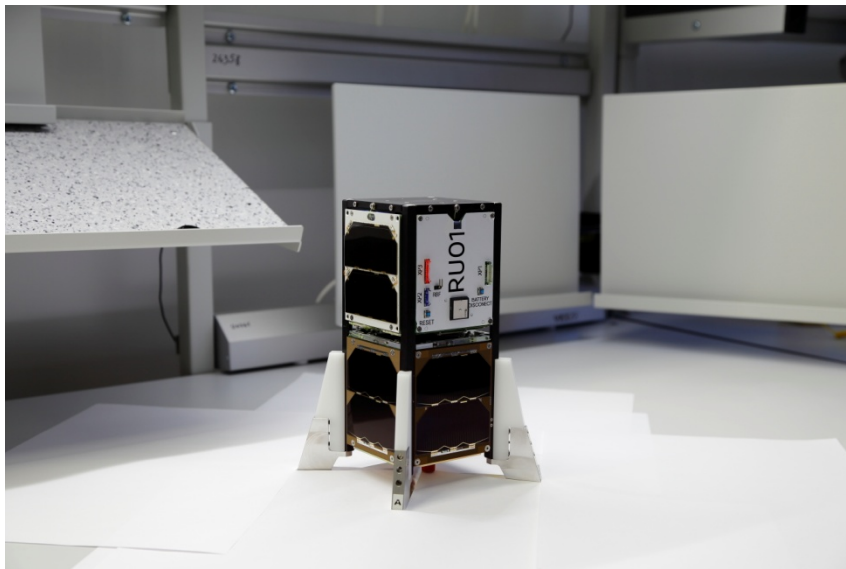


1. Аэродинамически стабилизированные наноспутники: эксперименты и опытная отработка

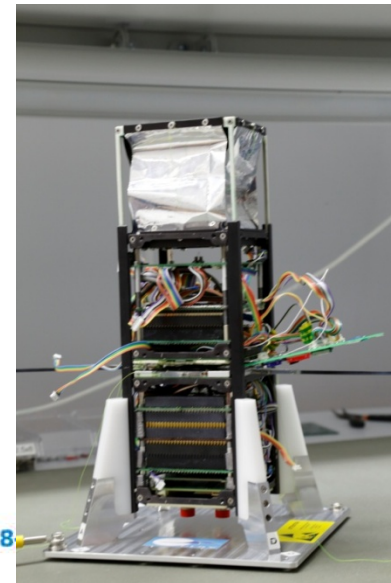
1.2 Наноспутник SamSat-QB50 (2015-2016 г)

Основное назначение:

- 1. Участие в международном проекте **QB50** по мониторингу верхней термосферы Земли, измерение электронной концентрации атомарного кислорода на низких орбитах*
- 2. Отработка технологии пассивной аэродинамической системы ориентации и пассивно-активной магнитной системы стабилизации движения для низковысотных наноспутников.*
- 3. Отработка технологии получения информации с группировки наноспутников с помощью сети наземных станций.*



факс: +7 (846) 335-18



u@ssau.ru



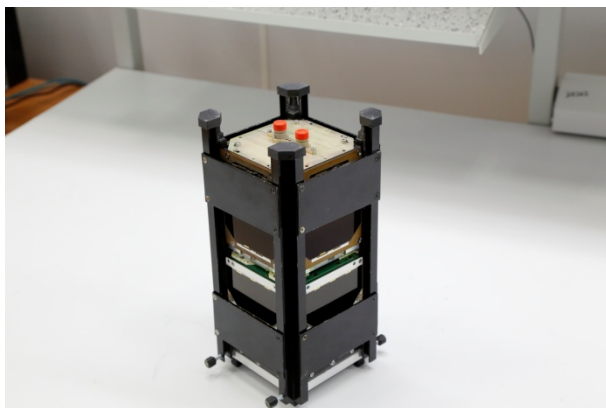
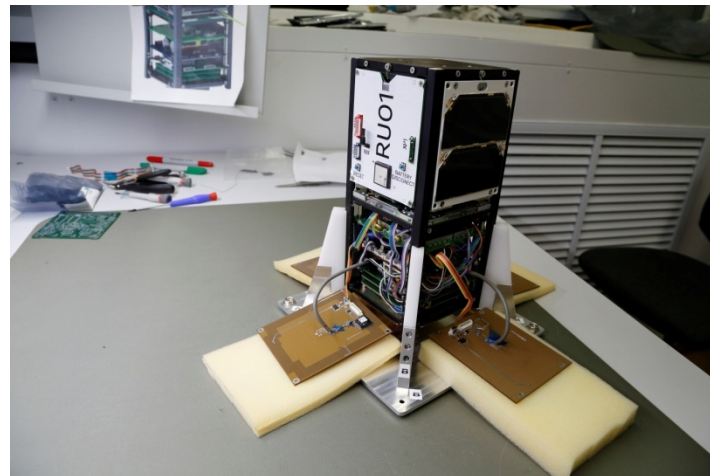
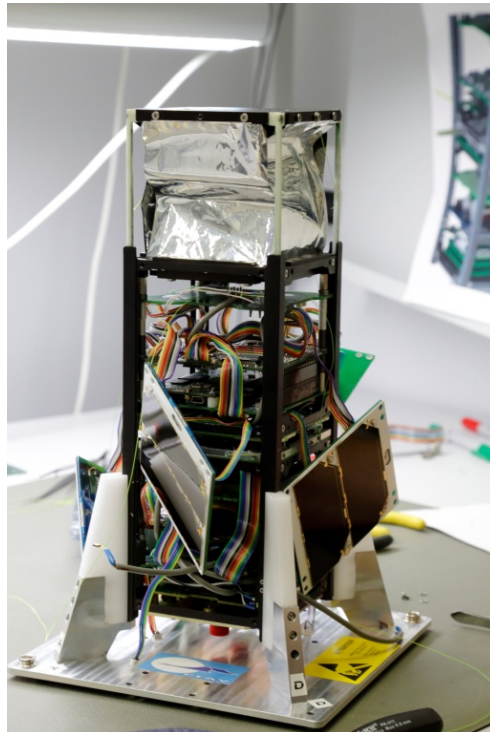
1. Аэродинамически стабилизированные наноспутники: эксперименты и опытная отработка

Процедура разработки SamSat-QB50 в соответствии с требованиями Европейского космического агентства:

- подготовка и подача заявка на участие (Proposal);
- разработка предварительного проектного облика SamSat-QB50 (Preliminary Design Review);
- разработка заключительного проектного облика SamSat-QB50 (Critical Design Review);
- анализ готовности к сборке и испытаниям SamSat-QB50 (Assembly Integration and Testing Readiness Review);
- комплект документации по безопасности для допуска к запуску с МКС (NanoRacks CubeSat Safety Data Template QB50);
- анализ готовности к полету SamSat – QB50 (Flight Readiness Review).



1. Аэродинамически стабилизированные наноспутники: эксперименты и опытная отработка (SamSat-QB50)





2. Наноспутниковая платформа SamSat (формат Cube|Sat 3U): комплект обеспечивающих систем наноспутников

2.1 Перечень обеспечивающих систем собственной разработки

1. **Бортовой компьютер** (с комплектом датчиков инерциальной информации, и магнитометром).
2. **Система электропитания** (контроллер системы управления, аккумуляторные батареи, панели солнечных батарей со встроенными датчиками освещённости).
3. **Система стабилизации** (плоские магнитные катушки).
4. **Приемопередатчик UHF/VHF** (в радилюбительском диапазоне).
5. **Антенный комплекс UHF/VHF**.
6. **Платы интеграции**.
7. **Программно-аппаратный комплекс отладки бортовых систем**.
8. **Навигационный приёмник**.
9. **Электро-термическая двигательная установка (1,5U)**
10. **Передатчик S-диапазона**.



2. Наноспутниковая платформа SamSat (формат Cube|Sat 3U): комплект обеспечивающих систем наноспутников

2.1 Бортовой компьютер



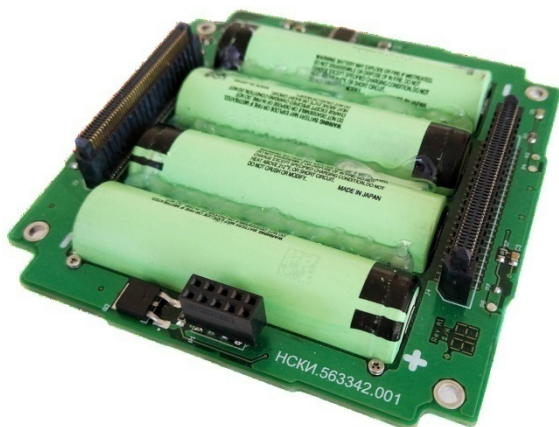
Технические характеристики

Масса	75 г;
Габариты	96×90×14 мм;
Микропроцессоры	1. LPC4300 (Cortex M4F и M0): тактовая частота - 200 МГц , разрядность - 32-бита, операции с плавающей точкой; 2. ATxmega: тактовая частота - 32 МГц , разрядность - 8-бит ;
Память	128 МБ SDRAM; micro SD Cards 2 шт, до 32 ГБ; NOR Flash 64 МБ;
Часы реального времени	2 шт, одни с резервированием питания от батареи
Интерфейсы	8xI2C; SPI; 2xUART; АЦП 8 входов, 10 бит; ЦАП; ШИМ; SGPIO 10 бит; CAN;
Отладочные интерфейсы	JTAG; PDI; два порта: UART;
Рабочая температура	-20°C to +60°C;
Потребляемая мощность	100 мВт (LPC4300 в спящем режиме), 1 Вт (в работе);
Напряжение питания	3,3 В, 3,3 или 5 В для системы стабилизации (магнитные катушки).
Акселерометр	Трех осевой, 2шт, ±2g, ±4g, ±8g, ±16g, 16-битный АЦП
Гироскоп	Трех осевой, 2шт, ±250, ±500, ±1000, ±2000°/сек, 16-битный АЦП
Магнитометр	Трех осевой, 2шт, ±4800μТ 16-битный АЦП



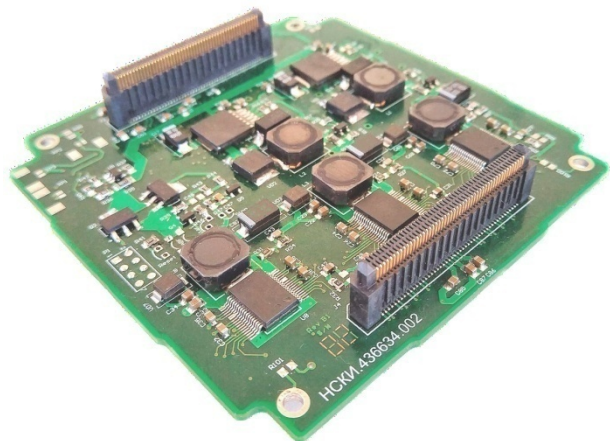
2. Наноспутниковая платформа SamSat (формат Cube|Sat 3U): комплект обеспечивающих систем наноспутников

2.2 Система электропитания



Технические характеристики

Количество аккумуляторов	4
Емкость, мАч	3200
Напряжение, В	14,8
Максимальный ток, А	4,5
Защита от перезаряда, разряда, от короткого замыкания	



Технические характеристики

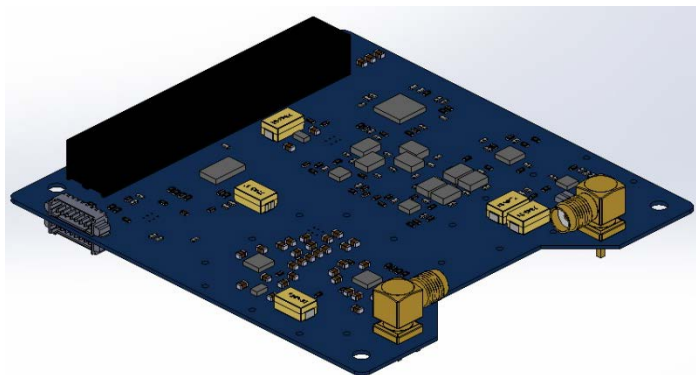
Количество постоянных и переключаемых каналов	2 и 6
Максимальный ток, А	3
Выходной напряжение, В	3,3/5
Программируемый сторожевой таймер, с	1-3000
Напряжение аккумуляторов, В	7,4/14,8





2. Наноспутниковая платформа SamSat (формат Cube|Sat 3U): комплект обеспечивающих систем наноспутников

2.3 Приемопередатчик UHF/VHF



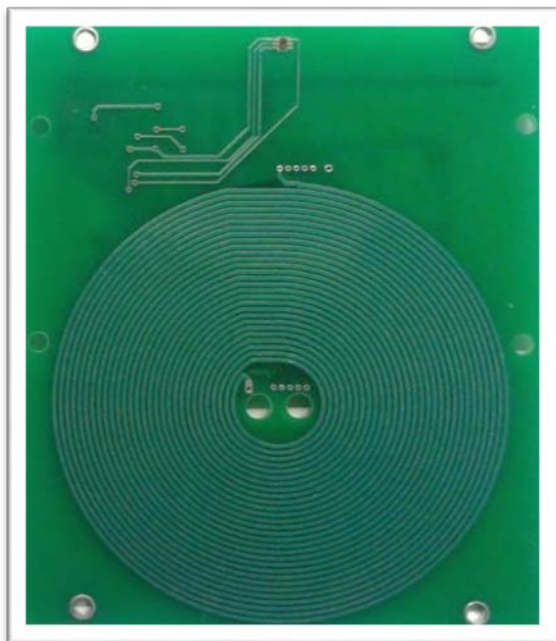
Технические характеристики

Тип	Дуплексная
Скорость передачи данных до, бит/с	19200
Модуляция: -прием -передача	AFSK BPSK
Чувствительность, дБм	-104
Мощность передатчика, дБм	40



2. Наноспутниковая платформа SamSat (формат Cube|Sat 3U): комплект обеспечивающих систем наноспутников

2.4 Плоские магнитные катушки



Технические характеристики			
Масса	30 г;		
Габариты	98×82×2 мм;		
Максимальный дипольный момент	0,05	$\text{А} \cdot \text{м}^2$	при напряжении 5 В
Сопротивление	40-50 Ом		
Максимальный ток	1 А		

3. Наземная инфраструктура для разработки, изготовления, испытаний и управления полётом

1. Лаборатория конструирования и проектирования электронных систем.
2. Лаборатория изготовления, сборки и тестирования электронных систем для наноспутников.
3. Центр испытаний наноспутников и их систем:
 - лаборатория тестирования систем управления движением наноспутников;
 - лаборатория калибровки датчиков и исследования влияния динамики движения наноспутника на навигацию и связь;
 - лаборатория исследования влияния факторов космического пространства (термовакuumная камера);
 - лаборатория вибродинамических испытаний;
 - лаборатория определения моментных характеристик и положения центра масс наноспутника;
 - программно-аппаратный комплекс тестирования и отладки бортовых систем наноспутника.

4 . Центр управления полётом.



3. Центр испытаний и комплексной отработки систем наноспутников

Лаборатория изготовления, сборки и тестирования электронных систем наноспутников



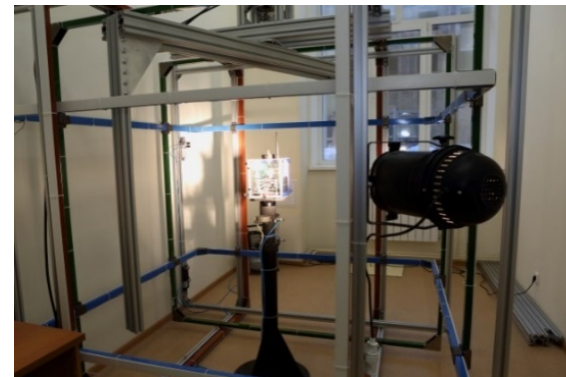
Лаборатория исследования влияния динамики движения наноспутника на навигацию и связь



Лаборатория исследования влияния факторов космического пространства

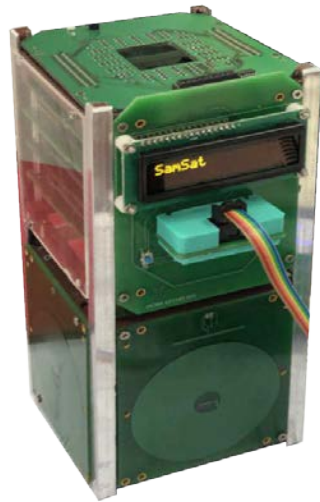
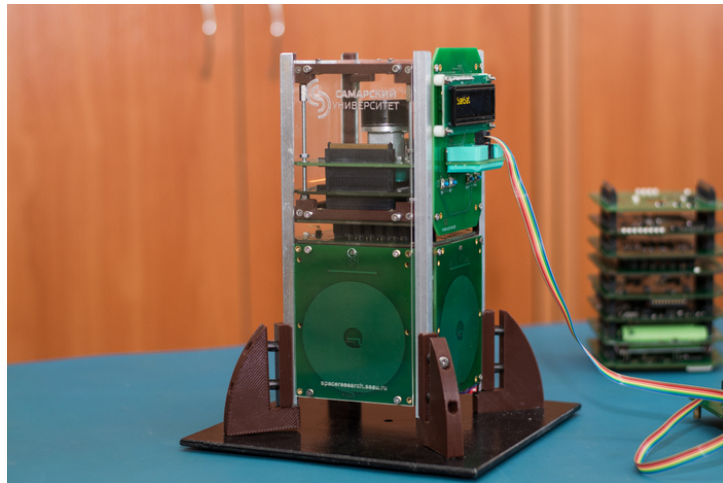


Лаборатория тестирования систем управления движением наноспутников





3. Центр испытаний и комплексной отработки систем наноспутников



Инженерная модель наноспутника

Программно-аппаратный комплекс тестирования и отладки бортовых систем наноспутника

Назначение:

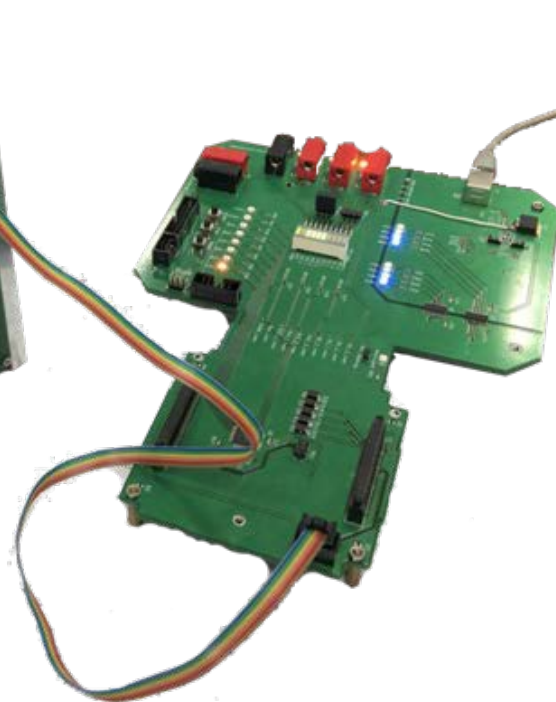
- проведение автономных функциональных испытаний бортовой аппаратуры (обеспечивающих систем и научной аппаратуры);
- имитация работы бортовой аппаратуры на программном и аппаратном уровнях;
- комплексные испытания на электромагнитную совместимость бортовой аппаратуры наноспутников;
- тестирование и отработка алгоритмов управления бортовой аппаратурой;
- отработка элементов группового полёта и сетевого взаимодействия наноспутников ;
- тестирование работоспособности наноспутника при возникновении нештатных ситуаций;
- отработка перспективной компоновочной схемы наноспутников без бортовой кабельной сети;
- повышение качества обучения в области космической техники, наглядная демонстрация устройства и возможностей наноспутников.



3. Центр испытаний и комплексной отработки систем наноспутников



Наноспутник



Универсальный
отладочный блок



Программное
обеспечение



5. Научные и образовательные мероприятия, планируемые межвузовской кафедрой космических исследований

Мероприятие	Срок проведения	Сайт
Международная летняя космическая школа «Перспективные космические технологии и эксперименты в космосе» (с 2003 г.)	19.08.2018- 01.09.2018	http://volgaspace.ru/school_cms/
Международная конференция «Научные и технологические эксперименты на автоматических космических аппаратах и малых спутниках» (SPEXP-2008, 2011, 2014)	06.09.18- 09.09.18	http://volgaspace.ru/SPEXP2018
Российский симпозиум по наноспутникам с международным участием (Rus NanoSat-2015, 2017)	2019	http://www.volgaspace.ru/RusNanoSat-2017/



6. Образовательные программы

Магистратура

- Программа «Перспективные космические технологии и эксперименты в космосе» по направлению «Ракетные комплексы и космонавтика».
- Программа «Advanced space technologies and experiments in space» по направлению «Ракетные комплексы и космонавтика».
- Программа «Космические информационные системы и наноспутники. Навигация и дистанционное зондирование» по направлению «Прикладные математика и физика».
- Программа «GNSS positioning algorithms and applications» по направлению «Прикладные математика и физика».
- Программа «GNSS algorithms and hardware» по направлению «Радиотехника».
- Программа «GNSS receivers. Hardware and software» по направлению «Радиотехника».

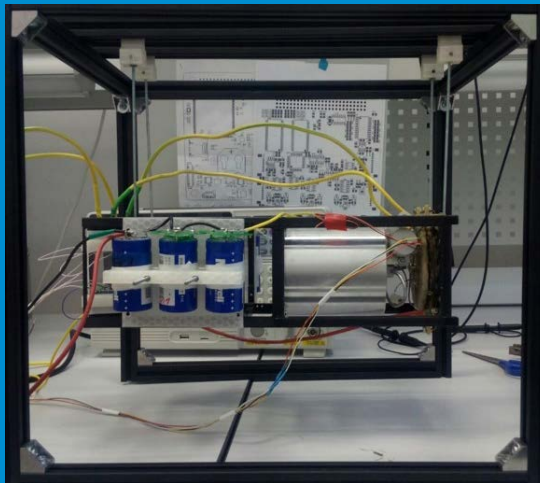
Бакалавриат

- Программа «Малогобаритные космические аппараты и наноспутники» по направлению «Ракетные комплексы и космонавтика».



7. Планы развития

- Создание наноспутника **SamSat-M** для тестирования двигательной установки и технологии маневрирования
 - завершение изготовления опытного образца (конец 2018 г.);
 - комплексные наземные испытания, получение разрешительных документов, подготовка к ЛКИ (2019г.)
- Разработка российско-ланкийского наноспутника **RusLan-1** для тестирования перспективных технологий космической связи (2018-2021)
- Разработка наноспутника для проведения биологических экспериментов в условиях микрогравитации **SamSat-Bionino**
- Разработка магнитоимпульсной системы отделения наноспутников для российского сегмента МКС
- Разработка маховичной системы ориентации и стабилизации для наноспутника



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

**БЛАГОДАРЮ
ЗА ВНИМАНИЕ**

space@ssau.ru
www.spaceresarch.ssau.ru
(846) 267-4444

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086
Тел.: +7 (846) 335-18-26 , факс: +7 (846) 335-18-36
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru