

Разработка и запуск радилюбительских малых космических аппаратов с орбитальных станций "Мир" и МКС

**Сергей САМБУРОВ (RV3DR), г. Королёв,
Татьяна КОЛМЫКОВА, д-р экон. наук, проф., г. Курск,
Егор ШИЛЕНКОВ, канд. техн. наук, г. Курск**

Более двадцати лет назад, в 1996 г., в честь 40-летия космической эры (запуск ИСЗ-1) в РКК "Энергия" была разработана и успешно реализована в 1997 г. первая школьная российско-французская программа "Спутник-40". Вывод в космос спутника (RS-17) состоялся 3 ноября 1997 г. Космонавт П. В. Виноградов осуществил его "ручной запуск". "Спутник-40" передавал сигналы около 57 дней и через 200 дней сошёл с орбиты. За приём сигналов

Спутник RS-21 весил около 30 кг и запускался с борта Международной космической станции (МКС). Он был запущен из контейнера во время отстыковки корабля "Прогресс" в марте 2002 г. Полёт спутника был рассчитан на шесть месяцев. Кроме научных данных, спутник передавал и голосовые сообщения. В памяти процессора записали голосовые приветствия российских и австралийских школьников — участников проекта, космическую му-



QSL-карточка спутника RS-18.

"бип-бип-бип" и телеметрических параметров от RS-17 были отправлены более 1000 дипломов радиолубителям из более 40 стран мира. В ходе этой школьной программы были реализованы ещё два проекта "Спутник-41" (RS-18) и "Спутник-Битник" (RS-19). Конструкция спутников осталась прежней, а изменился только сам вид передаваемой информации и, соответственно, блок её формирования. RS-18, кроме сигналов "бип-бип", которые были аналогом сигналов первого ИСЗ, передавал два вида голосовых сообщений на русском, английском и французском языках и телеметрические данные о температуре спутника. Эти спутники являлись копией первого в мире ИСЗ в масштабе 1:3.

Второй школьный российско-австралийский проект был разработан в РКК "Энергия" совместно с Институтом космических исследований.

зык и приветствие основоположника Мировой космонавтики К. Э. Циолковского, прозвучавшее 1 мая 1935 г. на Красной площади в Москве. Спутник работал на частотах 145,825 и 435,35 МГц. Следующим проектом из этой серии был запуск спутника "Чибис".

С 2006 г. запуск спутников начал проводиться по программе космического эксперимента "РадиоСкаф" с целью выяснения поведения научной аппаратуры в открытом космосе. В качестве корпуса для аппаратуры было принято решение задействовать имевшийся на борту МКС скафандр "Орлан", отслуживший свой срок, чтобы он ещё раз послужил науке. Так зародилось название эксперимента — "РадиоСкаф" (образовано от слов "радио" и "скафандр"). На Земле были созданы компоновочные элементы, которые космонавты смонтировали на скафандре.

2 февраля 2006 г. в честь 175-летия МГТУ им. Н. Э. Баумана и 75-летия МАИ скафандр с научной аппаратурой был запущен экипажем с борта МКС. В последующем автономном полёте проводилась экспериментальная отработка аппаратуры спутника, приём служебной и целевой информации со спутника на наземные пункты радиолобительской связи всего мира. Спутник передавал:

- телеметрическую информацию от служебного оборудования;
- цифровое изображение "175 МГТУ" в формате SSTV;
- приветственные голосовые сообщения.

Спустя пять лет, в 2011 г., была создана вторая модификация аппаратуры эксперимента.



Изображение, передаваемое со спутника "РадиоСкаф-1".

Запуск спутника "РадиоСкаф-1"



Задача эксперимента — получение служебной и целевой информации от "Часки" во время автономного полёта. Результаты эксперимента — цифровые фотоизображения районов земной поверхности и данные телеметрии, полученные от спутника наземными приёмными пунктами связи. 15 января 2015 г. спутник закончил свою работу.

В октябре 2015 г. коллектив ЮЗГУ приступил к реализации четвёртого этапа эксперимента "РадиоСкаф" — созданию наноспутника "Томск ТПУ-120", названного в честь 120-летия Национального исследовательского Томского политехнического университета (ТПУ). Проект объединил два технических ВУЗа страны — Националь-



Запуск спутника "Кедр".

Возможности установки научной аппаратуры в очередной скафандр не оказалось, поэтому был разработан собственный корпус, представляющий собой "ящик" размерами 50×50×30 см. Создание и запуск были посвящены 50-летию полёта первого человека в космос, поэтому спутник получил название "Кедр", как позывной Ю. А. Гагарина. Проект был одобрен Российской академией наук и утверждён ЮНЕСКО как международный проект, который стал называться "UNESCO-SAT 1". Аппаратура спутника получила позывной RS1S. 3 августа 2011 г. запуск состоялся с борта российского сегмента МКС. Радиолобители всего мира принимали голосовые сообщения спутника: 25 различных приветствий от молодёжи на 15 языках, переговоры Юрия Алексеевича Гагарина и Сергея Павловича Королёва во время полёта, речь Константина Эдуардовича Циолковского от 1 мая 1935 г. Также передавались цифровые изображения от четырёх камер, служебная и научная телеметрия спутника. После разрядки аккумуляторной батареи аппаратура спутника питалась от шести панелей солнечных батарей, поэтому передача информации происходила только на солнечной стороне орбиты. Спутник прекратил передавать сигналы 4 января 2012 г.

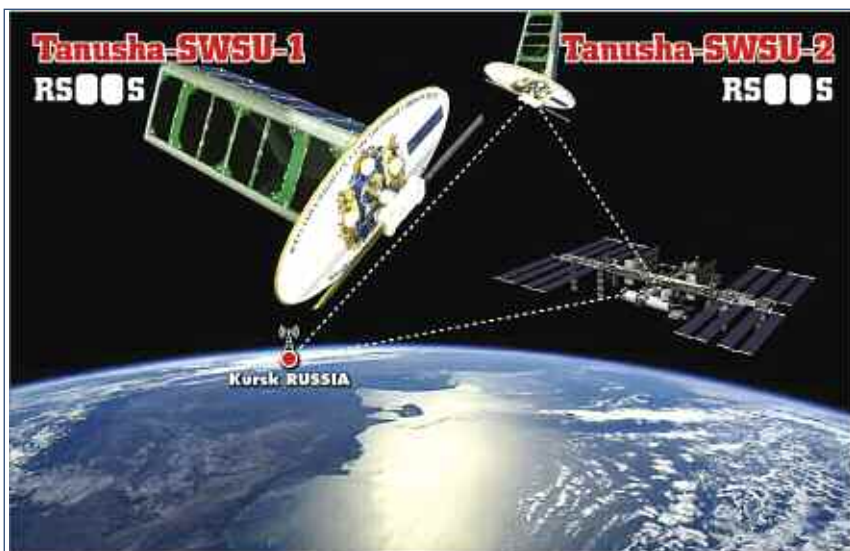
Эксперимент начал набирать обороты. Студенты Юго-Западного государственного университета (ЮЗГУ) г. Курска предложили свою помощь в создании аппаратуры для очередного (третьего)

этапа эксперимента "РадиоСкаф". Габариты спутника были минимизированы, и космический аппарат перешёл в категорию "нано", представляя собой "кубик" со стороной 10 см. Аппарат получил название "Часки". Его позывной — RS2S. Первый в мире наноспутник, запущенный 18 августа 2014 г. с борта МКС во время выхода в открытый космос космонавтом О. Г. Артемьевым, был разработан студентами ЮЗГУ совместно со студентами Перуанского национального инженерного университета. Этот этап эксперимента положил начало разработки и создания нового вида спутников — наноспутников.

В состав аппаратуры наноспутника входили шесть панелей солнечных батарей в трёх плоскостях, антенна на диапазоне 430 МГц, две видеокамеры для видимого и инфракрасного наблюдения, радиопередающий и радиоприёмный блоки систем связи, блок обработки и формирования сигналов, блок формирования изображений, аккумуляторная батарея и блок управления включением аппаратуры.

Запуск спутника "Кедр" космонавтом С. А. Волковым.





| | RADIO | DATE | TIME | RST | MODE |
|----|-------|------|------|-----|------|
| RS | __ S | | | | |

Verified by Tatiana Kolomykova (QSL manager)
 Logat address: 305040, Russia, Kursk, 50 Lot Otkrytzya Street, 94

Autonomous Intellectual Grouping of CubeSats «Tanusha-SWSU»

Mission: Designing interfaces and protocols for peer-to-peer communication networks for the self-organization of an intellectual grouping of small satellites.

Each satellite transmits telemetry and a voice greeting.

Parameters of the transmitted signal: operating frequency 437.05 MHz, FM modulation type, channel bandwidth 25 MHz, analog-audio (mono) modulating signal.

Protocol telemetry: analog protocol AT-25, the data rate of 9600 bps.

The satellites were created and launched in the framework of the **Radio of Space** experiment.

The satellite was made by the team of the Southwest State University (SWSU), Kursk, Russia.

SWSU is a rapidly developing university which holds the leading position among Russia's universities. There are 12,000 people who study in the university, more than 550 of them are international students from 87 countries. Students from all over the world come to SWSU for a 3-month or a 6-month courses to learn Russian language and its culture. Those who would like to get their degree in SWSU take a 3-year Preparatory Russian Language Program. The Program allows international students to adapt to a foreign culture, another educational environment and to find new friends.

Information about the satellites on the website: <http://eng.swsu.ru/space>

Signature: _____

QSL-карточка спутников "Танюша-ЮЗГУ".

ный исследовательский Томский политехнический университет (г. Томск) и Юго-Западный государственный университет (г. Курск). ЮЗГУ создал всю электронную часть спутника, ТПУ разработал и изготовил корпус спутника "Томск ТПУ-120" и теплозащитные блоки для аккумуляторных батарей. Спутник получил позывной RS4S. Корпус спутника представляет собой удлинённую базу предыдущего этапа — три "кубика" в ряд. За счёт этого аппарата получила большой энергетический потенциал, поскольку на корпусе установлены 24 солнечные батареи. Тестовые испытания спутника "Томск ТПУ-120" были проведены на базе ЮЗГУ и РКК "Энергия". В мае 2016 г. экипаж МКС (Ю. И. Маленченко, О. И. Скрипочка и А. Н. Овчинин) включил наноспутник, который через внешние антенные системы радиолюбительской связи передал приветственные голосовые сообщения на десяти языках. В течение

суток передавались 25 сообщений длительностью полминуты с паузой в одну минуту.

В настоящее время коллектив ЮЗГУ провёл большую работу по созданию серии малых космических аппаратов для пятого этапа космического эксперимента "РадиоСкаф". Это наноспутники серии "CUBESAT", на которых отрабатываются их технические взаимодействия в конфигурации группировки спутников. Первые два наноспутника "Танюша-ЮЗГУ-1" и "Танюша-ЮЗГУ-2" были доставлены на борт МКС и запущены в космос 17 августа 2017 г. Позывные этих спутников — RS6S и RS7S, соответственно.

Спутники созданы и запущены в открытый космос в знаменательный год — год празднования 60-летия космической эры и 160-летия основоположника космонавтики Константина Эдуардовича Циолковского. В честь этих событий аппараты транслируют на

Землю голосовое приветствие на четырёх языках: русском, английском, испанском и китайском.

С запуском этих спутников впервые создана в открытом космосе автономная интеллектуальная группировка малых космических аппаратов. Уникальность этой группировки в том, что новые научные и технические решения позволят обеспечить самоорганизацию спутников и их взаимодействие для реализации экспериментов в открытом космосе.

Вторая пара наноспутников "Танюша-ЮЗГУ-3" и "Танюша-ЮЗГУ-4" (позывные RS8S и RS9S) уже доставлена на борт МКС, их запуск в космос запланирован на август этого года. Третью пару спутников "Танюша-ЮЗГУ-5" и "Танюша-ЮЗГУ-6" мы планируем запустить в 2019 г.

Со спутниками ЮЗГУ проводятся три эксперимента.

Первый (основной) — достижение автономной самоорганизации аппаратов, что позволяет оценить возможность включения в группировку большего числа спутников. В дальнейшем будет решена задача по обеспечению возможности распределённого приёма радиосигнала.

Второй эксперимент заключается в измерении плотности вакуума с использованием уникального вакуумметра, разработанного в ЮЗГУ специально для проведения этого эксперимента. Измеритель вакуума регистрирует нейтральные и заряженные частицы в безвоздушном пространстве путём измерения тока между электродами датчика. Основное применение — определение зон плотности вакуума для построения математических моделей расчёта движения небесных тел. Таким образом, применение вакуумметра позволит уточнить параметры для расчёта баллистики спутников и оптимизировать математическую модель траектории их движения.

Третий эксперимент состоит в обработке параметров пассивной системы ориентирования — инерциальной навигационной системы, созданной на микромеханических сенсорах-гироскопах. Такая система отслеживает углы поворота относительно трёх осей: рысканья, крена и тангажа.

Спутники передают телеметрические данные о состоянии бортовых систем: температуры, тока потребления, напряжения на блоках. Планируемое время существования спутников на орбите — 20 месяцев.

Более подробную информацию можно посмотреть по адресу <https://swsu.ru/space/> на сайте ЮЗГУ.

В заключение напоминаю радиолюбителям, что радиолюбительская деятельность на борту МКС продолжается, но в рамках эксперимента "О Гагарине из космоса". На сайтах http://www.spaceflightsoftware.com/ARISS_SSTV/ и <http://rs0iss.ru/> можно получить дополнительную информацию.