

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ СПУТНИКИ: МИФЫ И ФАКТЫ

А.Н. Зайцев

Институт космических исследований РАН, Москва

Введение: немного истории

С началом космической эры радиололюбители стали ее полноправными участниками, наблюдая за космическими объектами, работая инженерами, конструкторами, ведя научные эксперименты, координируя работу многих специалистов. И сразу возникла идея запуска спутника для радиололюбителей с использованием профессиональных возможностей тех радиололюбителей, кто работал в области космической связи и запусков. Именно так 12 декабря 1961 г. первый радиололюбительский спутник OSCAR-1 (Orbital Satellite Carrying Amateur Radio) был запущен попутно к основному запуску спутника «Дискавери-36». Это был простейший аппарат, массой всего 4,5 кг, работал он от сухих батарей, имел передатчик на частоте 144,983 МГц мощностью всего 125 мВт и передавал непрерывно азбукой Морзе “hi-hi”. 570 радиололюбителей в 28 странах сумели принять его сигналы. Таким образом, OSCAR-1 повторил в целом эксперимент на первом советском спутнике, запущенном в 1957 г. А далее конструкции радиололюбительских спутников становились все сложнее и сложнее. И здесь радиололюбители продемонстрировали великолепные результаты: радиололюбители впервые запустили на низкую орбиту голосовой ретранслятор (OSCAR-3, 1965 г.), впервые показали возможность по эффекту Доплера определять координаты на Земле (OSCAR-6, 1972 г.), впервые реализовали электронный почтовый ящик (store-and-forward) и режим цифровой пакетной связи по протоколу AX.25 (OSCAR-11, 1984 г.). До сих пор радиололюбители выступают со смелыми экспериментами, во многих случаях опережая профессионалов, хотя очевидно, что имя «радиололюбитель» на самом деле означает свойство увлеченного человека, который, как правило, является профессионалом.

В СССР разработки радиолюбительских спутников были начаты под эгидой ДОСААФ и в ряде учебных институтов, готовивших специалистов для космической индустрии. 26 октября 1978 г. с космодрома Плесецк попутным запуском с аппаратом «Космос-1045» были запущены первые советские радиолюбительские спутники РС-1 и РС-2. В последующие годы была запущена целая серия спутников, вплоть до РС-14 / OSCAR-21, сконструированного совместно советскими и немецкими радиолюбителями и запущенного 29 января 1991 г. В России, как и везде, запуски любительских спутников проходят попутным образом на «общественных» началах или при использовании технологических пусков конверсионных ракет. В декабре 1994 г. был запущен спутник РС-15 системой «Рокот», в 2002 г. — спутник РС-21 («Колибри-2000») с борта корабля «Прогресс» после отделения от МКС. В настоящее время в России сохранился всего лишь один коллектив разработчиков радиолюбительских спутников в г. Калуга под руководством А.П. Папкова (радиолюбительский позывной UA3XBU). Этот коллектив имеет опыт создания бортового радиотехнического комплекса (БРТК) более 20 лет, практически участвовал во всех запусках спутников серии РС вплоть до последних пусков спутников «Колибри-2000» и «Можаец». В настоящий период этот коллектив ведет работу совместно с профессионалами из СКБ КП, НПО «Полет» и другими организациями по спутникам «Чибис», «Университетский», «Можаец-4». Кроме того, группа в г. Калуга выполняет роль центра управления спутниками.

Как правило, все современные радиолюбительские спутники имеют на борту сложный комплекс электроники: бортовой компьютер, солнечные батареи, устройства ориентации и навигации, систему электронной почты, оптическую камеру и много дополнительных приборов исследовательского плана. Эксперименты радиолюбителей на спутниках OSCAR стали прообразом таких коммерческих систем связи, как «Гонец», «Иридиум», Глобалстар и т. д. С 1961 г. было запущено более 50 спутников серии OSCAR и, кроме того, более 20 спутников серии РС в СССР и России. На орбитах вокруг Земли активно работают более двадцати радиолюбительских спутников, сделанных в разных странах. Подробная текущая информация обо всех радиолюбительских спутниках всегда есть на сайте общественной организации AMSAT (см. www.amsat.org). В декабре 2002 г. с космодрома Байконур

конверсионной ракетой «Днепр-1» были попутно запущены сразу пять радиололюбительских микроспутников (см. подробности в журнале «Новости космонавтики». 2003. № 2. Сетевая версия <http://www.novostikosmonavtiki.ru/content/numbers/241/18.shtml>).¹

Свойства радиололюбительских спутников

Современные радиололюбительские спутники имеют современную компьютерную систему, работают сразу на нескольких радиололюбительских диапазонах аналоговыми и цифровыми сигналами, имеют полный комплект приборов и датчиков для контроля ориентации, бортового питания и всяких других дополнительных устройств, обеспечивающих работу спутника в космических условиях. В последние годы стало популярным ставить на спутник цифровые фотокамеры для съемки земной поверхности. Как правило, масса спутников составляет первые десятки килограмм, хотя есть пример радиололюбительского спутника OSCAR-40 с массой более 650 кг. Но этот спутник пока что единичный пример такого класса. Самым наглядным примером применения высоких технологий на радиололюбительских спутниках может служить спутник OSCAR-51 (см. <http://www.amsat.org>). Скорость передачи данных доведена до 78,6 кбит/с, спутник может работать на 5 диапазонах (28, 144, 430, 1200, 2400 МГц) всеми видами аналоговых и цифровых сигналов, под спутник планируется большая программа технических и образовательных экспериментов.

Очень интересным экспериментом в космосе стала работа радиололюбительских станций на пилотируемых объектах — станции «Мир», на кораблях «Шаттл» и теперь на МКС. Как правило, все космонавты имеют радиололюбительские позывные и используют этот канал связи как для личного общения, так и для

¹ Очередной подобный запуск состоялся 29 июня 2004 г., где на ракете «Днепр» был выведен французский исследовательский спутник «Деметр», и попутно с ним было запущено 7 микроспутников: радиололюбительский МС OSCAR-51 массой всего 10 кг, университетский итальянский МС UNISat-3, три МС, изготовленные в Университете в Эль-Рияде, Саудовская Аравия, и два МС по заказу аргентинской связанной компании (подробности об этом запуске можно прочесть в журнале «Новости космонавтики». 2004. № 8).

образовательных целей. В программе НАСА связь космонавтов со студентами и школьниками по радио оформлена в виде специальной образовательной программы ARISS (см. сайт <http://ariss.gsfc.nasa.gov>). К лету 2004 г. более 200 школ Европы и США провели сеансы связи с МКС. Кроме прямой голосовой связи с космонавтами станция на МКС имеет режим автоматической пакетной связи, что позволяет проводить уникальные эксперименты и образовательные программы.

Один из таких экспериментов подготовили курсанты Академии ВМФ США (см. сайт <http://web.usna.navy.mil/~bruninga/mirex.html>). В самое ближайшее время в планах радиолюбителей — организовать постоянное соединение с МКС по сети Интернет.

Следует напомнить, что сеть Интернет основана на протоколе TCP/IP, одним из разработчиков которого является известный радиолюбитель Фил Карн (радиолюбительский позывной KA9Q), сейчас — ведущий эксперт фирмы QUALCOMM. До сих пор он продолжает изобретать новые виды связи и как радиолюбитель, и как профессионал, и его статьи по самым разным аспектам цифровой связи можно прочесть на его персональном сайте (<http://people.qualcomm.com/karn>). Всем, кто заинтересовался пакетным любительским радио, можно рекомендовать лучший сайт по этой теме — (www.tarq.org), где имеется самая подробная информация по пакетной связи и всем новым перспективным видам цифровой любительской связи, включая связь с шумоподобными сигналами и всевозможные цифровые моды связи. Здесь полезно сослаться на опыт профессора Д. Тэйлора из Принстона, лауреата Нобелевской премии по физике 1993 г. за открытие новых свойств пульсаров. Его радиолюбительский позывной K1JT хорошо известен всем, кто проводит связи слабыми сигналами, в частности через Луну. Он разработал новый вид цифровой связи, так что даже при малой мощности передатчиков гигагерцового диапазона радиолюбители проводят связь через Луну (подробности на сайте <http://pulsar.princeton.edu/~joe/K1JT/>), так что Луна стала вполне «радиолюбительским» спутником Земли. Причем среди радиолюбителей всерьез рассматриваются проекты доставки ретрансляторов на Луну и на Марс.

Координацией радиочастотных ресурсов для радиолюбительских спутников занимается Международный союз радиолюбителей (IARU) — см. сайт www.iaru.org/satellite. В настоящее

время поданы заявки на использование радиололюбительских частот более чем от 20 групп разработчиков микроспутников (см. таблицу). В основном это университеты США, Европы и Японии. Интерес университетов к микроспутникам основан на том, что в последнее время микроспутники стали использоваться не только для радиололюбительской связи, но и в качестве учебных пособий. При этом учебный процесс распадается на две фазы: первая — разработка и изготовление отдельных элементов микроспутников и целых спутников (см. таблицу), что особенно важно для подготовки разработчиков космических систем; вторая — прием, обработка и анализ спутниковой информации, включая данные бортовых приборов и измерений параметров окружающей среды, что важно для подготовки исследователей в области космической физики. В качестве примера можно привести ссылку на работы в Римском университете “La Sapienza” группы проф. Ф. Грациани над микроспутниками «UNISat» (см. <http://gauss.diaa.uniroma1.it/>).²

*Список радиололюбительских спутников, планируемых к запуску
в 2005–2006 гг.*

Название спутника	Организация-разработчик
Phase 3E	AMSAT-DL, Германия
ALMASAT	Universita di Bologna, Италия
Pehuensat	AMSAT, Аргентина
CUBESat XI-V	Intelligent Space Systems Lab, Univ. of Tokyo, Япония
UNISat-3	La Sapienza University, Рим, Италия
Falconsat 3	US Air Force Academy, США
ICEcubel & 2	Cornell University, США
Merope	Montana State University, США
Ncube	Norwegian Univ. of Science & Technology, Норвегия
PCSAT2	US Navy Academy, США
BLUESat	University of New South Wales, Австралия
KIWISat	AMSAT-NZ, Новая Зеландия
HAUSAT-1	Hankuk Aviation University, Seoul , Южная Корея
VUSat	AMSAT, Индия

² 29 июня 2004 г. на ракете «Днепр» с космодрома Байконур был запущен уже третий спутник этой группы, основная задача которого — измерения параметров окружающей среды и магнитного поля Земли.

Название спутника	Организация-разработчик
ION	University of Illinois, США
KUTESat-Pathfinder	University of Kansas, США
SEEDS	Dept of Aerospace Eng. Nihon Univ., Япония
CP1	Cal. Poly. Aerospace Engineering, США
CP2	Cal. Poly. Aerospace Engineering, США
SACRED	University of Arizona at Tuscon, США
Rincon	University of Arizona at Tuscon, США
YamSat	National Applied Research Laboratories, Тайвань
CanX-2	Institute for Aerospace Studies-Toronto University, Канада
Ralphie & Sparkie	New Mexico State University Amateur Radio Club, США
ANDE	US Naval Academy Amateur Radio Club
Mea Huaka'i	University of Hawaii, США
NMSUSat	New Mexico State University, США

Большинство университетских проектов нацелены именно на два аспекта — наука и образование. При этом выход на освоение космических технологий проще всего организовать при изготовлении микроспутников. Несомненным лидером использования спутников для образования является Университет Суррея в Англии. Небольшая группа радиолюбителей-сотрудников Университета собрала свой первый спутник UoSAT-1 (OSCAR-9), который был запущен 6 октября 1981 г. С тех пор в Суррее было подготовлено более 20 спутников, и маленькая группа энтузиастов стала лучшей профессиональной командой по разработке, обучению и эксплуатации микроспутников (см. <http://www.sstl.co.uk/index.php?loc=1> или <http://www.ee.surrey.ac.uk/SSC/>). Сегодня Суррей подготовил большое число специалистов для многих стран, в том числе для Чили, Кореи, Турции, Алжира и т.д. Все эти страны свой путь в космос начали с обучения в Англии в Суррейском университете и затем — с запуска радиолюбительских спутников.

Шаги в будущее

Из представленной здесь информации следует, что применение радиолюбительских спутников стало широко доступным способом освоения космических технологий как в развитых странах, так и в странах с ограниченными ресурсами. Благодаря

радиололюбительским спутникам число стран, ведущих практическую деятельность своими средствами в космосе, непрерывно растет. Кроме того, разработка радиололюбительских спутников обходится достаточно дешево, что не позволяет представителям космической индустрии в развитых странах непомерно завышать стоимость своих знаний и умений. С точки зрения развития образования радиололюбительские спутники позволяют поднять качество подготовки специалистов и дать возможность «непрофессионалам» участвовать в поиске новых технологических решений на уровне изобретений для космических экспериментов. Это уже было неоднократно доказано в предыдущие годы и будет еще много раз подтверждено. В России дело создания микроспутников тоже становится все более доступным — после микроспутника «Колибри-2000» (РС-21) в СКБ КП ИКИ начата работа над спутником «Чибис», который будет совершеннее своего прототипа. Работы по спутнику «Можаец-4» (РС-20) получили поддержку гражданских организаций и Министерства обороны РФ (см. подробности в журнале «Новости космонавтики». 2003. № 1, версия в сети Интернет <http://www.novosti-kosmonavtiki.ru/content/numbers/240/24.shtml>).

Работы над следующим спутником класса «Можаец» продолжатся, запуск этого спутника ожидается в 2005 г. Под 250-летний юбилей МГУ, отмечаемый 25 января 2005 г., готовился запуск микроспутника «МГУ-250-Татьяна»² (см. <http://cosmos.msu.ru>). В 2005 г. в связи со 175-летием МВТУ им. Баумана также планируется запуск студенческого микроспутника «Бауманец» (см. сайт <http://microsat.sm.bmstu.ru/pstruct.html>).

Отсюда следует простой вывод — мнение некоторых руководителей космической индустрии, что разработка и запуск радиололюбительских спутников — дело несерьезное, дилетантское, явно не выдерживает проверки жизнью. Как и во все времена, творчество изобретателей дает замечательный результат — находятся силы, средства и люди, благодаря которым радиололюбительские спутники работают в космосе, и их число неуклонно растет.

О серьезном отношении к созданию микроспутников, в том числе с использованием возможностей радиололюбительских организаций, заявили все ведущие космические агентства — НАСА,

² Запущен 20 января 2005 г. с космодрома Плесецк РН «Космос-3М».

ЕКА, ФКА, НАСДА. Военные тоже присматриваются к широкому использованию микроспутников. Известно о программах ВВС США и агентства ДАПРА по микроспутникам, часть работ по которым передана американским университетам. В сети Интернет можно найти много информации по этим работам (см., например, сайт по программе TechSat21: <http://www.vs.afrl.af.mil/TechProgs/TechSat21>).

Особенно интересно ознакомиться на этом сайте с разделом «Новые возможности микроспутников», где мотивированно просматривается переход от эволюции космических средств к революции во всех средствах освоения космического пространства.

Заключение

Можно надеяться, что в грядущей революции, которую несут новые средства микроэлектроники и высоких технологий, найдут применение навыки и знания радиолюбителей, которых можно найти во всех сферах интеллектуальных занятий и профессий. Как пример применения радиолюбительских разработок в новых условиях можно сослаться на один из последних канадских проектов — канадский научный спутник MOST имеет телеметрию полностью на основе радиолюбительских разработок (ссылка на сайте <http://wombat.astro.ubc.ca/MOST/index.html>). Наш российский опыт последних лет также подтверждает, что радиолюбительские технологии вполне могут найти свое применение в проектах микроспутников, в первую очередь ориентированных на научные и образовательные задачи. Таковы мифы и таковы факты о радиолюбительских спутниках, а при скромном финансировании и наличии конверсионных запусков вполне приемлемо сочетать профессионалов и любителей, которые готовы беззаветно служить идее изобретательства и науки, как ее сформулировал английский мыслитель Френсис Бэкон: «Цель науки — быть полезною человечеству». Радиолюбительство как творческий процесс вот уже более ста лет привлекает огромное число энтузиастов, одним из ярких примеров этой деятельности являются работы общественных организаций по микроспутникам. Очевидно, что в ближайшее десятилетие этот процесс получит свое дальнейшее развитие, и все большее число людей будет заниматься радиолюбительскими спутниками. Таковы мифы и факты, критерием которых является реальная жизнь.