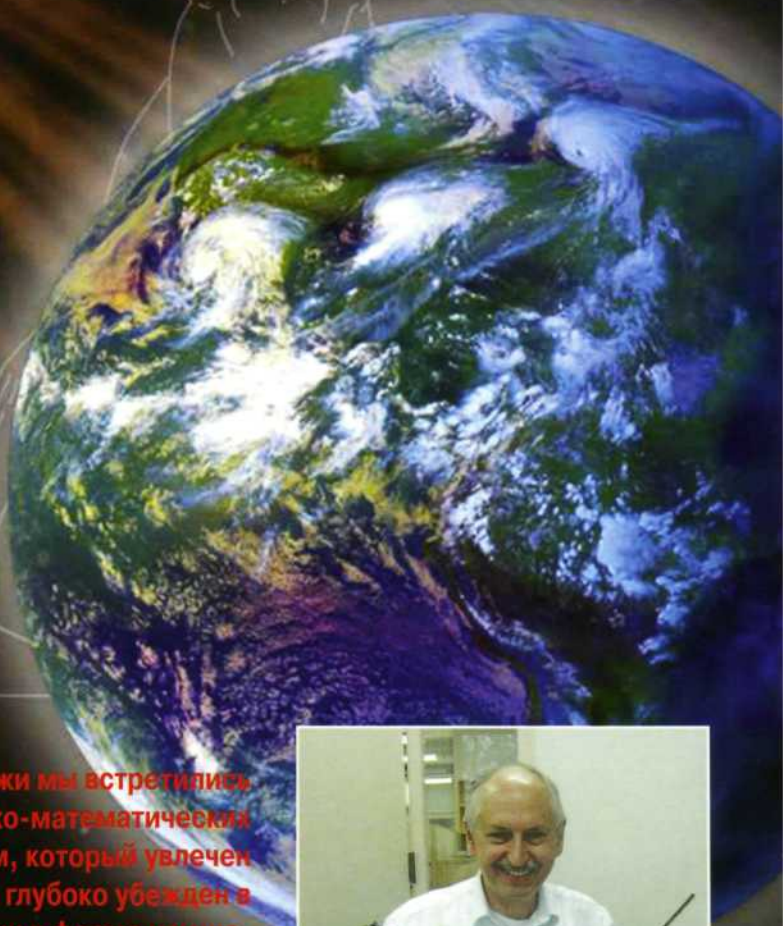
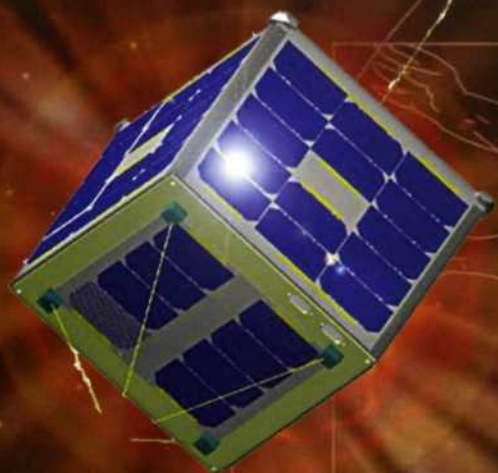


# Радиолюбительский наноспутник «Северное сияние»



В Троицком Центре творчества молодежи мы встретились с интересным человеком, доктором физико-математических наук Александром Николаевичем Зайцевым, который увлечен идеей создания микроспутников и глубоко убежден в полезности этого направления для молодежи в форме научно-образовательных проектов. Александр Николаевич любезно поделился с редакцией журнала своими идеями и наработками, за что мы ему очень благодарны



**К**осмические системы нового поколения должны развиваться только на основе современных технологий. Существовавший до настоящего времени путь развития, использовавший технологии прошлых десятилетий, можно назвать экстенсивным. Вывод в космос искусственных объектов, имеющих массу в десятки тонн, является важным достижением космонавтики. Однако жизнь требует выводить в космос все большее число космических аппаратов (КА), поэтому начался процесс их миниатюризации.

Сегодня появились задачи для сверхмалых космических аппаратов (СМКА), имеющих массу в пределах единиц килограмм. Это направление является весьма перспективным ввиду бурного развития микроэлектроники и нанотехнологий.

Реальным стало создание СМКА, или как их иногда называют – наноспутников – космических аппаратов весом в пределах 1 кг. Эта идея была предложена проф. Р.Твигсом из Стенфорда в 1999 году и реализована в нескольких ведущих университетах США, Европы и Японии. В настоящее время в космосе работает более 15 таких аппаратов, и в перспективе следует ожидать массового распространения технологии наноспутников для научных исследований. Вместе с тем, «малобюджетный» характер проектов с использованием наноспутников открывает возможность реализации экспериментов в космосе для небольших коллективов и организаций, вплоть до студенческих и общественных объединений.

## Перспективные задачи для наноспутников

Количество экспериментов с применением наноспутников стремительно растет. Очевидно, наступает период, подобный тому, который мы пережили при внедрении персональных компьютеров - вместо громадных «мэйнфреймов» вычисления перешли на персональные компьютеры и на системы «кластерного» типа, объединившие множество персональных компьютеров. Созвездия наноспутников помогут расширить космические исследования и достигнуть новых результатов в практическом освоении космического пространства.

Исходя из накопленного опыта, можно предложить ряд экспериментов с использованием наноспутников в научно-исследовательских и прикладных целях для студентов и молодых ученых:

■ **измерение пульсаций магнитного поля в конкретном диапазоне.** Для этой цели подходит феррозондовый магнитометр, пилотные образцы которого уже работают в космосе. Научная задача состоит в обнаружении пульсаций, сопровождающих развитие струйных токов, формирующихся во вре-

мя магнитосферных возмущений. Такие измерения важны для диагностики магнитосферы, и детальные сведения о появлении пульсаций во времени и пространстве востребованы как для чисто научных задач, так и для оценки «космической погоды». Сегодня уже имеется опыт постановки магнитометров на наноспутник, поэтому один из экспериментов видится как конфигурация из нескольких наноспутников вокруг базового спутника на низкой полярной орбите. При разное наноспутников на расстоя-

ние 10-50 км характер пульсаций должен существенно различаться. Сбор данных с наноспутников может идти через базовый спутник. Такой эксперимент позволит провести сравнение наземных и спутниковых данных для поиска динамической связи в изменениях магнитного поля на разных уровнях в ближнем околоземном космическом пространстве на уровнях магнитопауза–магнитосфера–ионосфера;

■ **эксперименты по радиопросвечиванию ионосферы с помощью радиомаяков.** Эти методы применяются для исследования состояния ионосферы во время возмущений и оценки влияния этих возмущений на качество работы навигационных систем типа GPS, ГЛОНАСС и т.д. В настоящее время работает система КОСМИК, разработанная совместно США и Тайванем, которая состоит из 5 микроспутников. Расширение экспериментов по радиопросвечиванию поможет дальнейшему развитию навигационных систем и необходимо при решении прикладных задач по оценке состояния космической погоды. При бортовой электрической мощности в 2-3 вт на наноспутник можно установить когерентный радиомаяк на частоты 150, 400 и 1200 МГц и выполнить качественные эксперименты по радиопросвечиванию ионосферы;

■ **эксперименты по иссле-**



**дованию условий распространения радиоволн в СВЧ-диапазонах.** Эта задача особенно важна ввиду широкого использования СВЧ диапазонов для космической связи. Предполагается поставить на наноспутник ретранслятор на любительский диапазон 5,7 ГГц и использовать его для проведения опытных сеансов связи. Подобный эксперимент планируется осуществить на радиолобительском спутнике EAGLE в 2008 году.

## Технология построения наноспутников

С момента начала разработки и использования наноспутников в 1998 году к 2007 году сложился определенный стандарт при работе над их проектами. Создано несколько общественных объединений разработчиков наноспутников. Для запуска с борта носителя используется устройство в виде трубы, куда закладывается 3 наноспутника, отделяемые по автономным командам. Можно в такое устройство заложить один спутник в 2-3 раза больше одинарного наноспутника.

Основные оптимальные показатели наноспутника:

■ **конструкция спутника - куб со стороной 10 см, вес 1 кг.** При необходимости постановки экспериментов, требующих больших возможностей, размер наноспутника можно увеличить кратным образом - двойной или тройной наноспутник. Конструктивно наноспутник выполнен из простых материалов: алюминиевые стенки, печатные платы внутри, электрические соединения со стороны разъемов;

■ **блок питания и солнечные батареи обеспечивают 5 и 12 вольт, общая мощность 3 вт.** Система регулирования зарядки от солнечных батарей, контроль батарей, преобразователи, стабилизаторы и т.д.;

■ **система связи состоит из двух микросхем: приемника и передатчика в пределах радиолобительских диапазонов.** Мощность передатчика 500 мвт или 1 вт, выбирается по команде с земли. Скорость передачи по линии вниз - 1200 или 9600 байт/сек, линия вверх - прием 300/1200 байт/сек, антенна - скрещенные проволочные диполи на 144 и 430 мгц;

■ **бортовой компьютер-8-битовый процессор с микропотреблением, общая шина под USB-порты, система перезагрузки** и т.д. Используются разработки готовых систем под микроконтроллеры и микросотовую связь, протокол связи по AX-25. Система сбора данных включает аналоговые и цифровые входы;

■ **датчики делятся на две группы. 1 группа - служебные датчики:** состояния батарей, температуры в нескольких точках, навигация, солнечный датчик, система ориентации по магнитному полю, **2 группа - научные датчики:** измеритель пульсаций магнитного поля, детекторы частиц, CCD-камера. Возможна установка любых других датчиков под конкретный научный эксперимент;

■ **система ориентации и навигации включает два прибора - коленную систему для ориентации по магнитному полю и GPS-GLONASS-приемник.** Орбитальные элементы задаются при запуске. Как правило, пробные запуски проводятся на солнечно-синхрон-

ную орбиту, затем возможен запуск на любые LEO-орбиты.

## Наземный сегмент под наноспутники

Успех проектов с наноспутниками определяется не только самим изготовлением аппарата для запуска в космос. Этот этап безусловно важен, и с него начинается весь проект. Но успех в целом космического проекта определяется наличием развитого наземного сегмента. В случае научно-образовательного проекта необходимо иметь несколько десятков школьных и университетских наземных станций, могущих принимать телеметрическую информацию, а также засылать команды на управление спутником. Кроме того, наземные школьные станции являются опорой учебных программ, а кураторы таких станций и руководители проектов выступают в качестве лидеров команд, где ведется работа по подготовке будущих специалистов в области космических исследований. Ввиду необходимости большого числа наземных станций для связи с микро- и наноспутниками удобно и выгодно использовать радиолобительские диапазоны частот, в основном УКВ-диапазонов 144, 430 и 2400 Мгц.

## Реализация перспективных проектов

В течение 2007-2008 гг. ожидается запуск не менее 50 наноспутников по проектам во всех развитых странах. В Китае, Бразилии и Индии проекты по наноспутникам рассматриваются как приоритетные национальные задачи, поддерживаемые на государственном уровне. В России разработкой наноспутников занимаются профессионалы в РНИИ КП и ряд студенческих коллективов в МАИ, МВТУ и других организациях.

Реализация проекта «Наноспутник «Северное Сияние» планируется по примеру работы над микроспутником «Колибри-2000», которая была выполнена МОО «Микроспутник» в 1998-2001 гг. Микроспутник «Колибри-2000» был успешно запущен в марте 2002 года и показал хо-



рошие результаты. Для работы по проекту «Наноспутник «Северное Сияние» предлагается создать общественное объединение из специалистов и энтузиастов космических исследований, включая ученых академических институтов и учебных организаций, используя опыт работы МОО «Микроспутник». Для реализации конкретного проекта можно использовать техническую базу одного из академических СКБ или одного из ведущих университетов. Для вывода в космос использовать попутный запуск в рамках одной из программ Военно-космических сил РФ или коммерческой организации «Космотранс», которая специализируется на запусках микро- и наноспутников ракетой «Днепр». Финансовая сторона проекта может быть решена за счет грантов из национальных проектов по развитию образования и высоких технологий, а также спонсорской помощи со стороны частных и государственных компаний.

17 апреля 2007 года успешно проведен запуск ракеты «Днепр» с серией космических аппаратов «ЕгипетСат-1»(Египет), «СаудиСат-3» и 5 микроспутников «СаудиКомсат» (Саудовская Аравия) и 7 наноспутников типа «КубСат» (университеты США и Колумбии). Спус-

тя несколько часов после запуска были получены первые данные, что все наноспутники работают нормально. Этот запуск еще раз подтверждает перспективность проектов с наноспутниками для науки и образования.

**В** течение учебного года 2007-2008 планируется собрать коллектив единомышленников и приступить к разработке российской версии радиолюбительского наноспутника «Северное Сияние». Базой для работы может служить Троицкий Центр творчества молодежи «Космическая связь и информатика», см. <http://rk3dxb.narod.ru>. Идею проекта поддержи-

вают НП ИНТЕХ, ООО «ГРАНИТ», образовательные структуры в МГУ, МВТУ, ФИЗТЕХе и т.д.

Таким образом, наноспутники становятся самым доступным средством для программ научных исследований и образования по космическим технологиям и космонавтике. Обучение в процессе работы над ними увлекает школьников и студентов, позволяет подготовить нужных специалистов, развивает творческие способности молодежи.

Всех, кто заинтересовался проектом «Наноспутник «Северное Сияние», приглашаем к сотрудничеству.

**Александр Зайцев  
Валерий Чепурин**



Принципиальная схема наноспутника «Северное сияние»

