

НАУЧНО – ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТУДЕНЧЕСКИЙ НАНОСПУТНИК

С.В. Абламейко¹, В.В. Понарядов¹, В.А. Саечников¹, О.И. Атакищев², В.А. Пикиев²

¹Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,

²Юго-западный государственный университет, Курск, Российская Федерация

В рамках договора о научно – техническом сотрудничестве между Белорусским государственным университетом и Юго-западным государственным университетом разрабатываются студенческий наноспутник, запуск которого планируется с российского сегмента Международной космической станции.

Космонавтика как область науки и техники представляет собой уникальное поле исследовательской, инновационной и образовательной деятельности, где пересекаются сферы интересов многих направлений научного знания. Появление нового класса малых и сверхмалых космических аппаратов позволяет сделать качественный скачок от грандиозных, дорогостоящих космических проектов к недорогим и, поэтому, доступным самому широкому кругу государств и отдельных потребителей.

Для Беларуси, как небольшого государства малые и сверхмалые космические аппараты являются реальной перспективой самостоятельного доступа к наиболее передовым космическим технологиям. Это позволит сформировать со временем собственные космические средства, привлечь молодежь в формирующийся сектор науки, техники и экономики страны в целом, связанный с практическим использованием космических технологий. Это особенно актуально в настоящее время, после успешного запуска Белорусского космического аппарата. Использование сверхмалых космических аппаратов сочетает в себе ряд привлекательных качеств. Это - и орбитальная научная лаборатория с настоящими прецизионными приборами, передающими ценную информацию о состоянии Земли и окружающей её области Вселенной, и полноценный, полнофункциональный космический аппарат, по своему инженерно - техническому исполнению соответствующий самому передовому уровню техники.

Подготовка специалистов аэрокосмической отрасли требует современной экспериментальной базы, учитывающей новейшие тенденции развития аппаратных и программных средств постановки космических экспериментов. Радиоэлектронные системы современных космических аппаратов и наземных комплексов управления являются сложнейшими информационно-управляющими комплексами.

Наиболее актуальной является задача подготовки специалистов аэрокосмической отрасли, занимающимися вопросами

- управления космическим аппаратом и наземным комплексом, разработки программного обеспечения систем управления;
- разработки и проведения научных экспериментов;
- баллистического сопровождения космического аппарата;
- приема, обработки и анализа информации телеметрии и аппаратуры целевой нагрузки;
- сопровождения программно-аппаратных средств наземных комплексов управления космическим аппаратом;
- разработки бортовой аппаратуры, программного обеспечения и интеграции в единый комплекс.

Вступление в третье тысячелетие совпало с новым этапом развития технологий миниатюрных космических аппаратов – пико- и наноспутников. Период единичных прорывных результатов и первых удачных опытов создания малоразмерных спутников

Секция 4. Проекты и миссии малых космических аппаратов

уже позади, настало время заняться планомерной разработкой штатных космических систем на базе сверхмалых космических аппаратов. Малые космические аппараты уже активно используются для дистанционного зондирования Земли, экологического мониторинга, прогноза землетрясений, исследования ионосферы. Если в 90-е годы прошлого века созданием миниатюрных космических аппаратов занимались, главным образом, университеты и небольшие частные компании, то в 2000-х годах к подобными разработками активно и успешно подключились крупные корпорации. Основная сегодняшняя задача – уменьшение массы, габаритов и энергетических характеристик пико- и наноспутников (аппараты весом менее 10 кг). Другая проблема – выведение наноспутников на орбиту. Сейчас осуществляются кластерные запуски «малышей» на больших ракетах-носителях, но этот способ имеет свои недостатки. Еще одна проблема миниатюризация бортовых подсистем и элементов космических аппаратов, двигательные установки для миниатюрных аппаратов, создание спутников-инспекторов для диагностики и устранения причин выхода из строя космических аппаратов. Практически любой проект по созданию малого спутника требует минимизации расходов на его проектирование и эксплуатацию. Существенная экономия этих расходов имеет место при правильном выборе проектных характеристик спутника, а также оптимизации его систем на начальной стадии проектирования.

Именно на малых и сверхмалых космических аппаратах экономически целесообразно проводить натурную проверку ряда инновационных технических решений и объектов интеллектуальной собственности. Они незаменимы для оперативного решения малого числа научных, социально-экономических, образовательных или технологических задач, создания эффективной спутниковой группировки или разделения рисков при запуске. Следует отметить также, что наземная подготовка малых космических аппаратов требует использования ряда нетрадиционных для космической отрасли технических решений.

Таким образом отличительными особенностями и преимуществами сверхмалых космических аппаратах являются:

- низкая масса КА;
- использование «покупных» технических решений, позволяющих существенно снизить затраты на реализацию проекта;
- использование простейших станций приёма и обработки информации, а также наземного комплекса управления полётом на базе персональных компьютеров;
- попутное выведение на низкую или солнечно-синхронную околоземную орбиту;
- стоимость программы, включая разработку, изготовление и отработку первого лётного образца в минимальном варианте – от десятков до сотен тысяч долларов США в зависимости от принимаемой комплектации лётного образца и решаемых задач;
- сравнительно короткий срок создания изделия (до 2-х лет с момента начала финансирования до выхода первого лётного образца на орбиту);
- значительное (в десятки раз) сокращение затрат на наземные и лётные испытания технологических решений;
- сокращение сроков создания и летных испытаний космических систем или их отдельных компонентов до 1 года;
- ускорение перехода от группировок на базе традиционных «крупных» спутников к группировкам на базе сверхмалых космических аппаратов. нано- и наноспутников;
- возможность решения задач экологического мониторинга, контроля сельскохозяйственных угодий, мониторинга чрезвычайных ситуаций и др.;
- гибкость в построении системы, обеспечивающая возможность реализации различных полезных нагрузок и создания на базе отработанной наноспутниковой платформы прикладных систем для решения научных, технических и социально-экономических задач;

Секция 4. Проекты и миссии малых космических аппаратов

– реализация специальных образовательных программ для студентов и школьников, включая как участие в разработке КА и программы полёта, так и реализацию университетских и школьных экспериментов.

Университетский наноспутник БГУ-Курск будет построен на базе элементной базы CubeSat. Орбита: солнечно-синхронная, с высотой 390 – 400 км (10 – 20 км ниже МКС).

Университетский наноспутник будет негерметичное исполнение, иметь вертикальную компоновку и состоять из 2-х модулей 1U (размеры КА: 10x 10 x 10 см³). Исполнение в виде отдельных развязанных модулей позволит получить ряд преимуществ:

- Возможность перераспределения ресурсов (питания, канала связи)
- Независимое управление научным экспериментом, с возможностью перепрограммирования в полете.

- Дублирование основных бортовых систем.

- Автономная работа двух кубиков.

Основная цель создания наноспутника- БГУ-Курск — повышение качества образования в аэрокосмической отрасли и проведение научных экспериментов.

Благодаря этому проекту студенты получают возможность в течение времени разработки и эксплуатации участвовать в полном цикле работ над реальным космическим проектом: от выработки концепции, конструирования, изготовления и наземных испытаний до эксплуатации спутника на орбите. БГУ получит богатый опыт по разработке сверхмалых космических аппаратов, создаст инфраструктуру испытательных лабораторий космических аппаратов сверхмалого класса, комплекс управления нано и пикоспутниками и отработки бортовых систем космических аппаратов, который в дальнейшем позволит участвовать в коммерческих проектах по разработке космических аппаратов. Кроме того, студенты приобретают практические навыки организации проекта, работы в коллективе, учатся тому, как правильно использовать время, деньги, кадры, планировать риск, организовывать совещания, готовить и использовать документацию.

Основные системы наноспутника и решаемые с его помощью научные задачи представлены на рис. 1. Научные задачи для белорусского наноспутника были выбраны в результате проведения открытого конкурса БГУ.

Бортовая система связи осуществляет передачу сигналов радиомаяка, прием команд управления, передачу телеметрической информации и данных, полученных от полезной нагрузки. Радиолинии связи организованы в следующих диапазонах частот:

- Земля - борт космического аппарата (для передачи команд на спутник VHF-приемник) - Частота: 130-150 МГц; Скорость передачи: 1200 bit/s;

- борт космического аппарата - Земля (для передачи телеметрии и данных со спутника);

- UHF-передатчик-Частота: 420-450 МГц Скорость передачи: 1200-9600 bit/s.

- Передатчик S диапазона -Частота: 2.4 - 2.483 ГГц (радиолюбительская) и 2.2 - 2.3 ГГц (коммерческая) Скорость передачи: до 1 Mbps. Частота: 2.4 - 2.483 ГГц

Система энергоснабжения будет состоять из солнечных батареи, обеспечивающих его энергией на освещенной стороне орбиты, и аккумуляторных батарей, питающих бортовые системы на теневой стороне орбиты и запаасающих энергию солнечных батарей.

Поскольку возможности активного управления температурой на борту спутника весьма ограничены, выходом из ситуации является разработка такой компоновки, при которой химические батареи, требующие температурного диапазона для нормальной от 0 до +60 °С, будут «подогреваться» теплом от других элементов спутника. В качестве элементов пассивной системы терморегулирования могут выступать тепловые трубы.



Рис. 1 – Основные системы и научные задачи, решаемые наноспутником