

ПРОГРАММА СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА «СИСТЕМА СОЮЗ-САТ»

С.В. Абламейко¹, В.В. Понарядов¹, В.А. Саечников¹, Г.В. Коровин², А.Н. Королев²,
И.В. Яшин³, В.В. Радченко³, М. И. Панасюк³, И.В. Белокнов⁴

¹Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,

²НИИ космических систем им. А.А. Максимова, Королев, Россия

³Научно-исследовательский институт ядерной физики, Москва, Россия

³Научно-исследовательский институт ядерной физики, Москва, Россия

⁴ Самарский государственный аэрокосмический университет им. ак. С.П. Королева
(Национальный исследовательский университет), Самара, Россия

В настоящее время разрабатывается концепция перспективной программы Союзного государства «Создание научно – образовательной космической системы Союзного государства».

В настоящее время весьма актуальной научной задачей в исследовании и освоении ближнего космоса является всестороннее изучение структуры и динамики ионосферных и магнитосферных неоднородностей, обусловленных природными и антропогенными факторами. Эта информация крайне необходима для создания прогностических моделей космической погоды и климата, обеспечения устойчивой и надежной космической связи, повышения точности систем глобальной навигации и позиционирования, а также для образовательных целей при подготовке специалистов.

Дальнейшее развитие этих направления наиболее перспективно с использованием многоярусной космической системы искусственных спутников Земли, включающей в себя средние и малые космические аппараты с идентичной научной аппаратурой, обеспечивающей мониторинговые измерения быстропротекающих процессов в ионосфере, магнитосфере и радиационных поясах.

Предполагается, что основой проекта будет создание и запуск малого космического аппарата (МКА) «Союз – Сат» на полярную солнечно-синхронную орбиту с высотой ~ 500 – 550 км и системы из 2-3 субспутников «Союз – Сат нано», выполненных на платформе «Cubesat» и запускаемых с платформы МКА «Союз - Сат» на эллиптические орбиты с перигелием ~ 300 км. Предлагаемая в проекте группировка спутников будет менять свою конфигурацию за счет различия траекторий (Рис.1). Важной составляющей реализации проекта будет эксперимент «Радиация», обеспечивающий одновременные измерения на МКА «Союз – Сат», «Союз – Сат нано» и на спутниках серии "Метеор" и "Ионосфера", находящихся на полярных солнечно-синхронных орбитах высотой ~ 850 км. На спутниках серии "Метеор" и "Ионосфера" в соответствии с существующими договорами будет установлена аппаратура с параметрами, близкими к аппаратуре, предлагаемой к установке на МКА «Союз - Сат». Существенным дополнением проекта в части радиационных измерений могут стать измерения энергичных частиц и на других спутниках на более высоких орбитах, в том числе на спутниках других космических агентств.

Помимо проведения эксперимента «Радиация» совместно с белорусскими коллегами предлагается к реализации эксперимент «Затмение» по исследованию импульсных воздействий высотных электрических разрядов на прохождение радиосигналов через толщу земной атмосферы (Рис. 1).

Реализация экспериментов «Радиация и «Затмение» позволит решить ряд важнейших фундаментальных и прикладных проблем (см. ниже). Ожидаемые результаты могут быть использованы для улучшения качества и точности систем дистанционного зондирования, глобальной связи и позиционирования, оценки радиационных условий и прогноза кос-

мической погоды. Предусматривается тесное взаимодействие российских и белорусских ученых, инженеров и специалистов, а также участие аспирантов и студентов на всех этапах выполнения проекта.

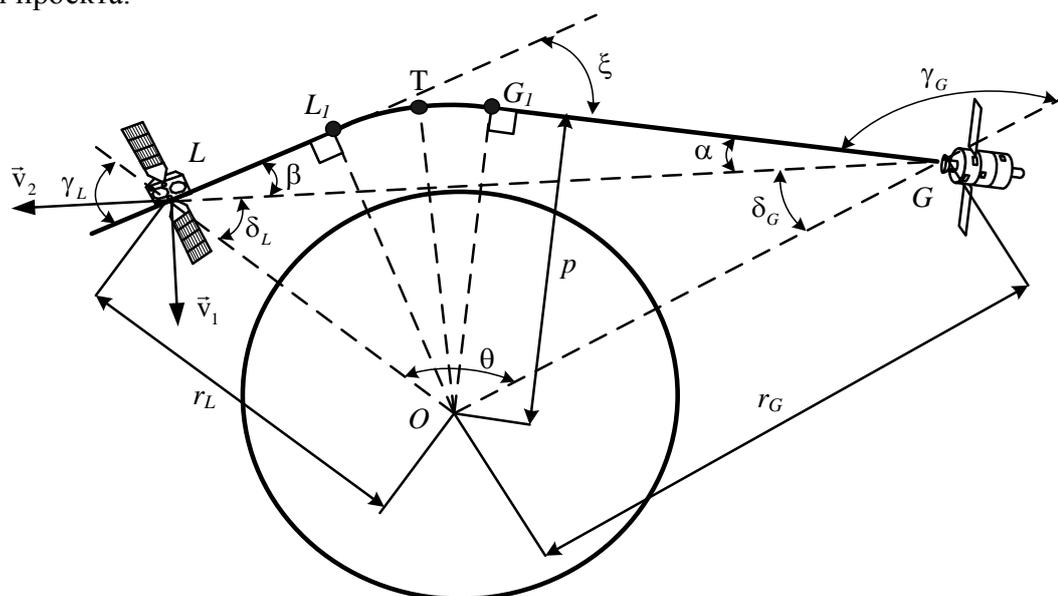


Рис. 1 – Схема эксперимента «Затмение».

Эксперимент «Радиация»

Цели эксперимента:

1. Исследование роли высыпания энергичных частиц из магнитосферы в создании пространственно-временной картины ионосферных и термосферных неоднородностей плотности, температуры и скорости плазмы на высоких широтах.
2. Изучение динамики высыпающихся субрелятивистских электронов в конусе потерь с высоким временным и пространственным разрешением. Сопутствующие волновые измерения.
3. Радиационный мониторинг околоземного космического пространства на высотах от 300 до 850 км с целью уточнения существующих моделей радиации на малых высотах.

Аппаратура

1. Спектрометр низкоэнергичных
2. Спектрометр энергичных частиц
3. Трехосный магниторезистивный магнитометр
4. Счетчик частиц для отделяемых субспутников «Союз – Сат нано»

Эксперимент «Затмение»

Цель эксперимента:

Изучение влияния транзитных световых явлений на прохождение сигналов навигационных систем ГЛОНАСС и GPS.

Аппаратура

1. Многоканальный Глонасс/GPS-приемник.
2. Антенны Глонасс/GPS-приемника.
3. Датчик ультрафиолета.
4. Детектор рентгеновского и гамма излучений.
5. Бортовая система сбора и обработки информации.

«Союз-Сат нано» БГУ

Основные цели:

1. Повышение качества образования в аэрокосмической отрасли

Пленарные доклады

2. Проведение научных экспериментов по фотосъёмке основного КА на этапе отделения, съёмке поверхности Земли на этапе функционирования и исследованию параметров атмосферы и ионосферы Земли, обнаружению космического мусора.

3. Эксперименты по межспутниковой связи в радиолобительском и S – диапазонах.

«Союз-Сат нано» СГАУ

Предназначен для тестирования и отработки новых технологий в области видеонавигации и спутниковой радионавигации; отделения, орбитального маневрирования и группового полёта наноспутников; межспутниковой связи, а так же для исследований состояния ионосферы, магнитосферы и плотности верхней атмосферы Земли.

Эксперимент «Бумеранг»

Подбор специальной баллистической схемы отделения, которая позволит отделённому НС «СоюзСат-СГАУ» вначале удаляться от базового МКА "Союз-Сат" на 10-12 км, а затем за счёт разности аэродинамических сил торможения однократно вернуться в окрестность МКА "Союз-Сат". После чего отделённый НС продолжит своё движение более не возвращаясь в окрестность МКА "Союз-Сат".

«Союз-Сат нано » ОмГТУ

Назначение:

- создание и летная отработка отечественной многоцелевой служебной платформы (МСП) и ее основных компонентов в составе маневрирующего наноспутника, отвечающей современным требованиям по надежности и сроку активного существования с реализацией больших значений характеристической скорости;

- орбитальное маневрирование при помощи аммиачной корректирующей двигательной установки (КДУ) с электротермическим микродвигателем (ЭТМД) и блоком управления;

- передачи потоков целевой информации со скоростями до 1 Мбит/с;

- передачи потоков служебной информации с использованием одноканальной связи.

Эксперимент «Маневрирование»

- отработка автоматической встречи с объектами пассивными, либо маневрирующими для их возвращения;

- отработка технологии анализа и сбора космического мусора;

- отслеживание КА и околоземных фрагментов, представляющих угрозу для других

КА;

- контроль орбитальных фрагментов, которые могут войти в плотные слои атмосферы;

- отработка технологий по инспектированию КА;

- отработка технологий сближения с другим КА и выходом на орбиту вокруг него;

- инспекция КА на орбите;

- поддержание орбит функционирования в течение срока активного существования;

- компенсация ошибок выведения;

- построение и поддержание орбитальной структуры;

- увод МКА на орбиту утилизации и т.п.

Эксперимент «Скоростная передача данных»

Для проведения данного эксперимента будет создан малогабаритный массой до 300 г передатчик целевой информации выходной мощностью 0,2-0.3 Вт со скоростью до 1 Мбит /с в гигагерцовом диапазоне.

Эксперимент «Радиация»

В проекте совместно с МГУ будет проведен научный эксперимент «Радиация» по изучению динамики частиц во время геомагнитных возмущений и воздействия их на атмосферу и ионосферу Земли на высотах 550-600 км и ниже.

Образовательные возможности проекта «СоюзСат»:

Физика космоса. В ходе реализации космического эксперимента МГУ, связанного с запуском спутника «Университетский-Татьяна», была продемонстрирована возможность ис-

пользования микроспутника в качестве летающей учебной лаборатории, в которой студент любого ВУЗа может выполнить лабораторную, курсовую или дипломную работу используя реальную информацию, поступающую с борта космического аппарата. Для этого сотрудниками НИИЯФ МГУ был разработан цикл лабораторных работ под общим названием «Космический практикум», который был использован в качестве учебного пособия во многих российских университетах. В ряде задач этого пособия использовались данные о потоках заряженных частиц на полярной орбите. Учитывая орбиты аппаратов, участвующих в предлагаемом эксперименте, а также набор размещённых на них детекторов, предлагается использовать имеющиеся учебно-методические разработки для создания нового варианта «Космического практикума», учитывающего специфику предлагаемого эксперимента, и разработать оригинальные задачи, использующие новые возможности.

Инженерные науки. Специфическая геометрия нового эксперимента, когда в едином комплексе работают несколько спутников на разной высоте и по разным орбитам, открывает широкий простор для моделирования и расчёта орбит, моментов прохождения над разными приёмными пунктами и оптимальных условий для обмена информацией между аппаратами и передачи телеметрии на Землю. Необходимая для этого научная и учебно-методическая база была разработана некоторое время назад совместными усилиями специалистов Ульяновского и Московского государственных университетов в электронном практикуме «Космофизика» при использовании открытой интернет-информации о движении космических аппаратов.

Точный расчёт и предсказание движения и времени существования субспутников при их движении по эллиптическим орбитам с учётом изменения плотности атмосферы на разных высотах. Для этого будет достаточно использовать открытые данные системы NORAD, раздел «Вариации плотности атмосферы на орбите ИСЗ» «Космического практикума» и практикума «Космофизика» и точные данные о размерах, формах и массах субспутников.

Субспутники. Субспутники, выполненные по технологии CubeSat, как правило, разрабатываются и создаются при непосредственном участии студентов профильных учебных заведений, что уже является важной составляющей образовательного аспекта предлагаемого эксперимента. Кроме того, энергетика и характеристики приёмно-передающей системы типичного наноспутника класса CubeSat вполне достаточны для передачи значительных объёмов телеметрии на наземные приёмные пункты. А если учесть, что все потенциальные участники эксперимента имеют приёмно-передающие комплексы, работающие в радиолобительском диапазоне, то университетские коллективы получают возможность разрабатывать собственные образовательные программы по приёму-передаче информации и управлению своим аппаратом.

Распределённая система приёма информации.

Потенциальные участники эксперимента: Белорусский, Московский, Самарский аэрокосмический и Омский технический университеты имеют собственные пункты приёма космической информации, что позволяет создать распределённую систему приёма и передачи космической информации разнесённую по долготе и базирующуюся на университетах. В принципе, возможно подключение к этой системе и других ВУЗов, эксплуатирующих аналогичные пункты приёма. На начальном этапе её можно апробировать в радиолобительском диапазоне на телеметрии, поступающей с субспутников, а затем и в гигагерцовом, для приёма с аппарата СоюзСат.