

На космической высоте

Наноспутники БГУ: впечатляющий пример синтеза науки и образования, будущего научной мысли



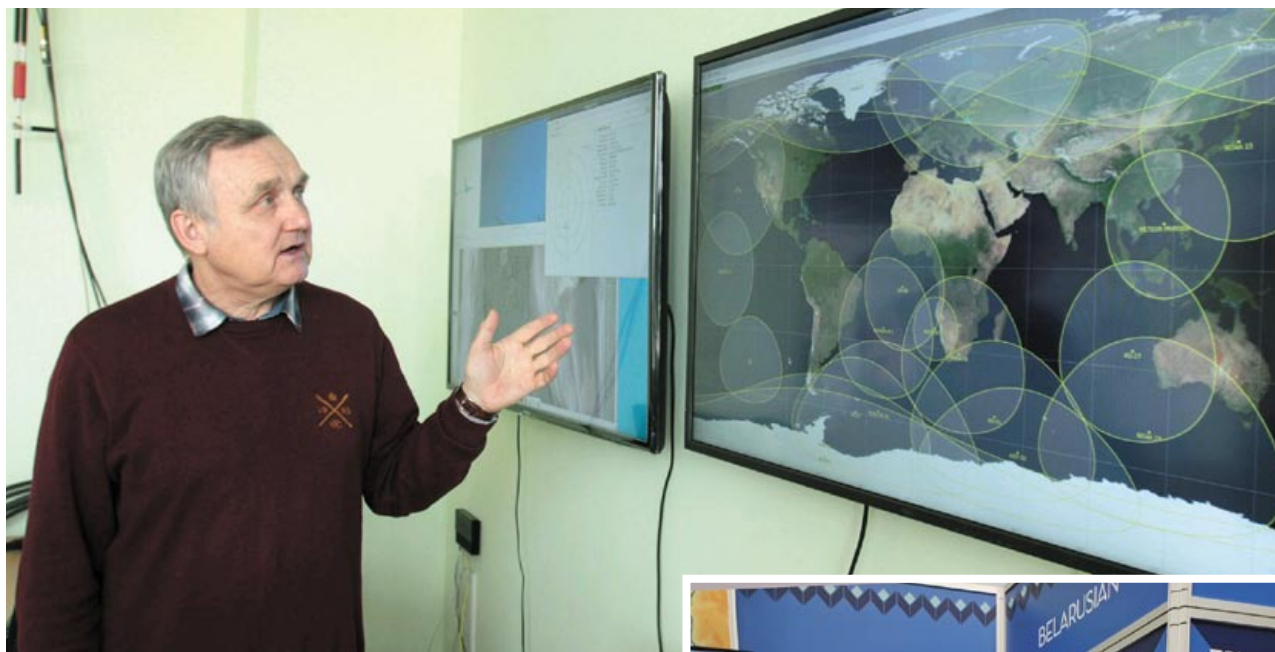
Глубины космоса заманчивы по многим позициям, но в мире немного стран, которые могут себе позволить деятельность по их изучению и освоению. Беларусь тем временем уже более десятилетия находится в мировом космическом клубе, чем мы по праву гордимся. Страна стала космической державой в 2012-м после запуска собственного спутника дистанционного зондирования Земли БКА-1. Затем, в январе 2016 года, на околоземную орбиту отправился наш тяжеловес Belintersat-1 массой 5,2 тонны. Удивительно, но факт: к космической программе успешно подключился Белгосуниверситет – уже два университетских наноспутника выполняют широкий спектр научных задач в слоях стратосферы.

То, чем занимаются в ведущем вузе страны, – это так называемые малые космические аппараты (МКА). Университетский BSUSat-1 отправился на орбиту в 2018 году, а спустя пять лет, в июне 2023-го, с космодрома Восточный на ракете-носителе «Союз-2.1б» успешно стартовал его звездный собрат с еще более технологичной начинкой BSUSat-2. С аппаратами поддерживается устойчивая связь, их бортовые системы полноценно функционируют.

Создали этих «малышей», или по-научному кубсаты, на факультете радиофизики и компьютерных технологий БГУ, разработав для них индивидуальное программное обеспечение в зависимости от полетной задачи. Заведующий кафедрой, научный руководитель Центра аэрокосмического образо-

вания БГУ доктор физико-математических наук, профессор Владимир Саечников не видит здесь большой сенсации, поскольку, по его мнению, развитие этого направления в ведущем вузе страны базируется на серьезном фундаменте. Научные подразделения БГУ накопили большой опыт, участвуя в советских и российско-белорусских космических проектах. Антенны и теплозащита корпуса космических кораблей – только два направления, по которым трудились университетские исследователи. А еще аппаратуру, созданную ими, используют для научных экспериментов на борту Международной космической станции.

Но как происходит процесс создания наноспутника? Пусть он и небольшой по габаритам, но



Профессор Владимир Саечников: наноспутники БГУ пролетают над нашей страной шесть раз в сутки

все-таки обладает всеми характеристиками больших универсальных собратьев. Оказывается, и над одним, и над вторым университетским МКА работала команда из более чем двух десятков человек, причем половина из них студенты, аспиранты и магистранты. Это сложный научно-технический проект, поэтому пришлось привлечь разнопрофильных специалистов из Центра аэрокосмических технологий и факультета радиофизики и компьютерных технологий, физического и механико-математического факультетов.

– Вот он, наш космический путешественник, – улыбается Владимир Алексеевич, указывая на модель кубсата на своем рабочем столе. – Тот самый BSUSat-2 – сверхмалый орбитальный космический аппарат, который разработал Белгосуниверситет в рамках Государственной программы «Научеомкие технологии и техника». Сегодня он на орбите свыше 500 километров над поверхностью Земли.

С виду ничего особенного: три черных кубика, так называемые юниты, стандартного размера 30 x 10 x 10 сантиметров, соединенные в единую



Модель кубсата BSUSat-2



Момент запуска BSUSat-2 ракетноносителем «Союз-2.16» с разгонным блоком «Фрегат» с космодрома Восточный

конструкцию специальным контейнером. В них по модульному принципу скомпонованы бортовые подсистемы наноспутника. Первый университетский МКА состоит из двух юнитов, а второй, который стартовал в космос нынешним летом, – из трех. Всего их может быть до двенадцати, в зависимости от полетного задания и прочих условий. Получается своеобразный космический конструктор!

Весит BSUSat-2 около 3,5 килограмма, его предшественник еще меньше – чуть более 1,6 кг. А мы то привыкли думать, что искусственный спутник Земли – это крупный объект, масса которого может достигать не одной тонны. Но технологии меняются, и теперь «малыши» ничуть не уступают большим собратьям. Они также оснащены системами энергообеспечения, управления, ориентации и стабилизации, телекоммуникации, комплексом технологической и научной полезной нагрузки. Есть цифровая камера, радиационный спектрометр, инфракрасный детектор и другое специальное оборудование. Четкое функционирование всех систем обеспечивают специально разработанные программы, это мозг кубсата.

Малый вес наноспутника дает ему еще одно важное преимущество.

– Одно дело создать полноценный космический аппарат, вложив в него немалые деньги, – говорит профессор Саечников. – Да и времени на это по-

надобится минимум пять лет, а к моменту запуска оборудование просто-напросто устареет. Другое – за полтора года, располагая испытанной технологией, подготовить к запуску специализированный наноспутник, пусть даже с меньшей инновационной технологической оснасткой.

Казалось бы, очевидная экономическая выгода при создании кубсатов предполагает бурное развитие этого направления в освоении космического пространства, но не все так просто, как может показаться на первый взгляд.

«Он на орбите выше 500 км над поверхностью Земли».

– Наноспутник имеет свои особенности, и чем он меньше, тем труднее им управлять, – рассказывает Владимир Саечников. – Представьте, если аппарат летит кубарем, он не сможет ни собрать информацию, ни передать ее на Землю. Поэтому ищем способы «усмирить» достаточно верткий МКА. На экспериментальной установке имитируем космические условия, отрабатываем всевозможные ситуации воздействия на спутник магнитных полей Земли.

Тут следует отметить, что наноспутник БГУ – это не только космический аппарат, позволяющий решать широкий спектр задач. Это еще летающая

научно-учебная лаборатория. Студенты и аспиранты осваивают космические технологии и проводят научные исследования. Более того, участвуют в полном цикле разработки, создания и использования кубсатов, получая бесценный опыт и навыки.

За очередным экспериментом в лаборатории мы застали Вячеслава Евчика. Космические технологии захватили молодого человека в студенческие годы. На третьем курсе факультета радиофизики и компьютерных технологий он участвовал в создании первого наноспутника БГУ BSUSat-1, за что был поощрен грантом Министерства образования. Сейчас Вячеслав обучается в аспирантуре.

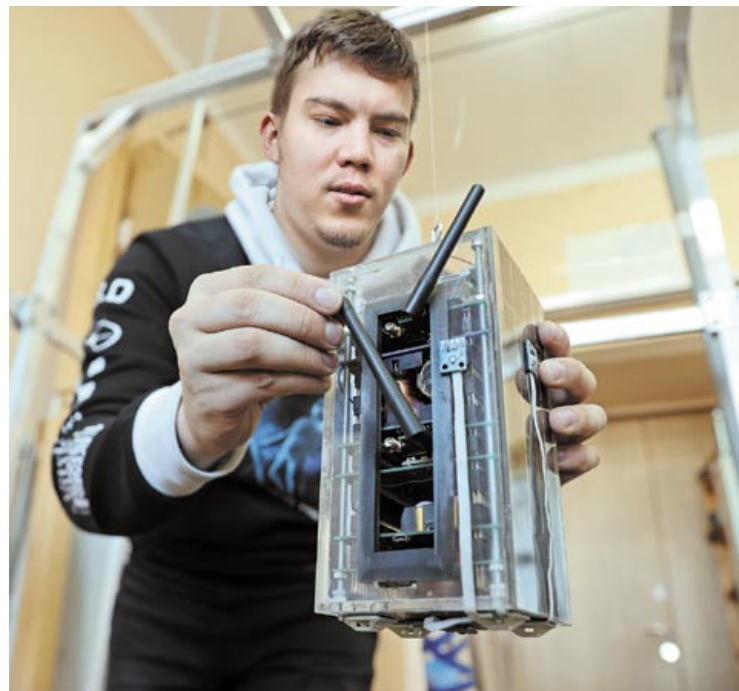
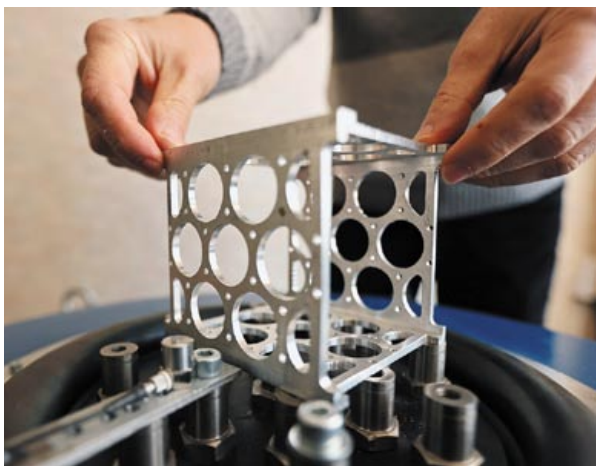
«Наноспутник чем меньше, тем труднее им управлять».

– Работал во многих проектах – от создания бортовых систем до наземных станций, – рассказывает молодой исследователь. – Проводил испытания электромагнитной системы стабилизации и ориентации первой модели университетского спутника как раз на этой экспериментальной установке.

Полученные в ходе многочисленных опытов данные позволили составить алгоритм контроля за спутником непосредственно из наземного комплекса управления.

– В нашем случае вначале «вестибулярный аппарат» МКА в порядок приводили программы, – объ-

На вибростенде проверяют прочность конструкций наноспутников



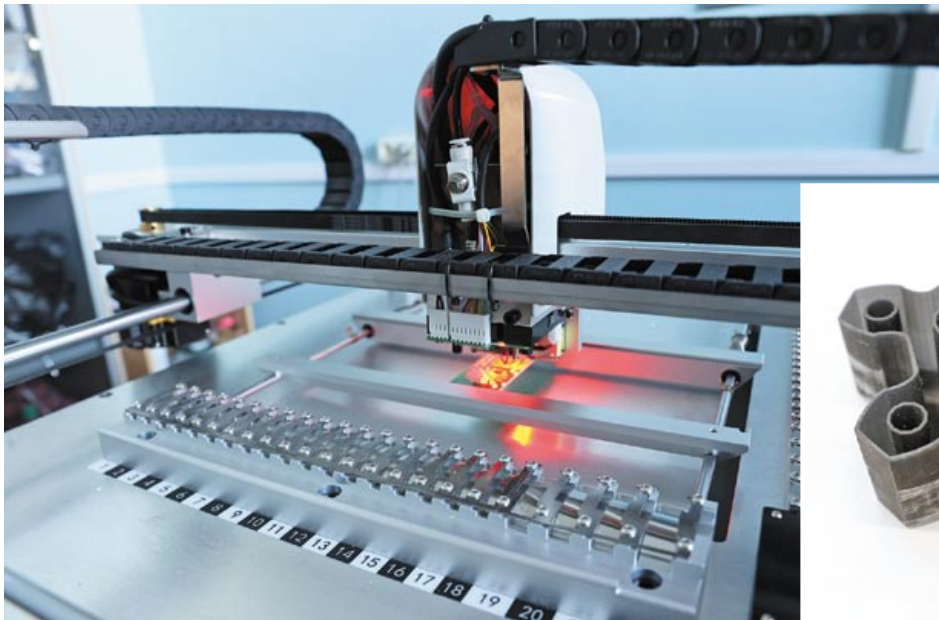
Эксперимент по имитации управления наноспутником в космосе. На снимке: Вячеслав Евчик

ясняет Вячеслав Евчик. – Затем с помощью особых импульсов мы связали магнитные поля Земли и спутника. Это позволило остановить круговое вращение аппарата в космосе, и он замер нужной стороной: появилась возможность передать-принять сигнал.

Звучит фантастично! Но слушаем Вячеслава с таким видом, как будто связывание магнитных полей дело для нас привычное и даже слегка поднадоевшее.

– Из отраслевой лаборатории прикладных космических технологий и учебных классов студенты управляют летательным аппаратом, а также принимают и обрабатывают полученную информацию более чем с 50 космических приборов, включая наши спутники, – заведующий данного научного подразделения Сергей Лешкевич если хотел нас удивить, то ему это удалось. – Кстати, первый сигнал с BSUSat-2 зафиксировала одна из автоматических радиостанций на Аляске.

Заведующий лабораторией рассказывает, что студенты с большим интересом постигают косми-



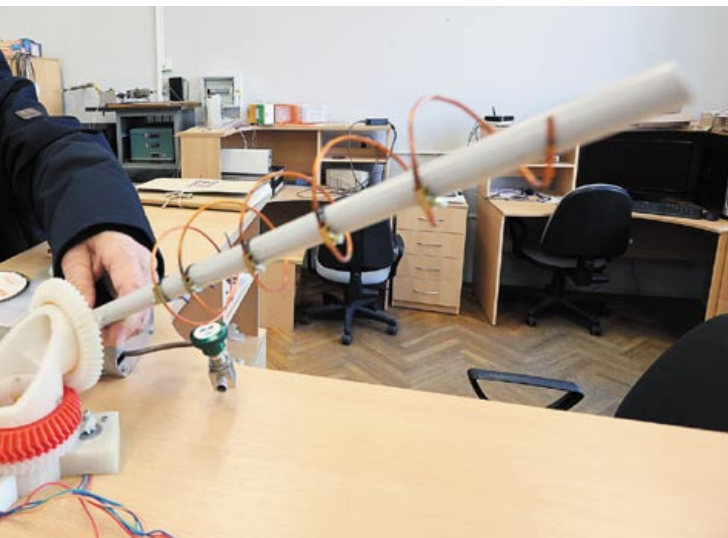
Автоматическая линия монтажа печатных плат для изготовления электронных модулей



Элемент наноспутника, изготовленный на 3D-принтере

ческую тематику, предлагая порой неожиданные решения той или иной задачи. Некоторые из них, приобретая уникальный опыт при создании первого университетского наноспутника, возглавили рабочие группы проекта по запуску BSUSat-2. К слову, в БГУ ведется подготовка специалистов по аэро-

Элементы антенны для экспериментов по устойчивому приему сигналов из космоса напечатаны на 3D-принтере



космическому, радиоэлектронному и космоаэро-картографическому профилям. Работы при этом выполняются самые разные. Тут и инженерные модели, и совершенствование аэродинамической платформы, и визуальный мониторинг космических объектов, прием сигналов и т. д.

«С помощью особых импульсов мы связали магнитные поля Земли и спутника».

– Были и другие проекты, – дополняет коллегу профессор Владимир Саечников. – Ежегодно задействуем 15–17 студентов, начиная со второго курса. Одну из последних своих идей ребята представили в этом году на международном конкурсе в России. Речь о создании оптической связи между наноспутником, который спускается на парашюте, и разворачиваемым в воздухе самодельным квадрокоптером. Последний еще нуждается в совершенствовании.

– Владимир Алексеевич, верно ли, что по техническим и технологическим параметрам BSUSat-2 значительно превзошел первый аппарат?

– Пять лет назад не стояла задача запустить в космос спутник с уникальными характеристиками,



Подготовка BSUSat-2 к запуску на космодроме Восточный

хотели лишь освоить сквозную технологию: разработка – создание – испытание – запуск – эксплуатация, – говорит профессор Владимир Сачников. – Поэтому старались минимизировать затраты. Фотокамеру и ту поставили бюджетную, важно было испытать сам процесс съемки, а не получить изображения высокого качества. А уже на второй аппарат установили приемопередатчик широкого диапазона и две камеры высокого разрешения – монохромную и мультиспектральную, дополнительные скоростные каналы связи. Он также оснащен уникальными солнечными батареями, устойчивыми к космической радиации.

BSUSat-2 отличается от предшественника новейшей системой ориентации и стабилизации. Она позволяет мгновенно ориентировать наноспутник в пространстве, а следовательно, значительно повышает качество выполнения научных задач. Проводится изучение и исследование радиационных полей околоземного пространства, радиационной стойкости электронных элементов, дистанционное зондирование Земли. Это имеет не только научное, но и образовательное значение. На основании данных с орбиты студенты ставят научные

КОСМИЧЕСКАЯ ХРОНИКА БГУ

- 2008** В университете создали Центр аэрокосмического образования.
- 2010** Открыли новую специальность «аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии».
- 2016** В российском Дубне в финале V чемпионата инновационно-образовательного проекта «CanSat в России» представили студенческую разработку – мини-спутник, который был запущен на стратосферном шаре на высоту около 30 км.
- 2018** 29 октября с китайского космодрома Цзюцюань состоялся запуск первого в системе образования Беларуси университетского наноспутника BSUSat-1.
- 2023** 27 июня с космодрома Восточный успешно запущен второй белорусский малый космический аппарат БГУ BSUSat-2.

эксперименты, составляют карты радиационного фона, изучают магнитные аномалии Земли, отрабатывают новые каналы связи, аппаратуру слежения за мобильными объектами и дистанционного зондирования, исследуют новые разработанные материалы и покрытия. А кафедра информационных систем и интеллектуальных технологий и вовсе «замахнулась» исследовать в космосе поведение так называемых стелс-технологий, т. е. способов снижения заметности боевых машин в радиолокационном, инфракрасном и других областях спектра обнаружения. И все же даже не такие поражающие воображение обычного человека научные задачи свидетельствуют об уникальности второго наноспутника БГУ. По крайней мере, так утверждают его создатели.

– Самое главное – все основные компоненты и системы произведены в Беларуси, это исключительно отечественная разработка с полной конструк-

торской документацией. Могу смело утверждать: мы вышли на более высокий уровень, – с гордостью заявляет Владимир Саечников.

«Все основные компоненты и системы произведены в Беларуси, это исключительно отечественная разработка».

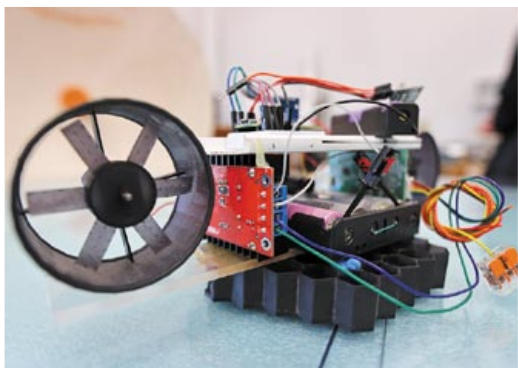
В чем еще ценность научного успеха БГУ? Не секрет, что многие современные технологии – «выходцы» из космоса, где они, собственно, получили путевку в земную жизнь. Вот и на университетском спутнике установлены пять систем, обеспечивающих его работу. Какую ни возьми, для каждой просматриваются перспективы здесь, на Земле – в машино- и авиастроении, для безопасности судоходства и морской логистики, на автоматизированных производствах. К примеру, система ориентации и стабилизации. Космический опыт управления на расстоянии вполне может пригодиться в сфере беспилотного транспорта.

А что BSUSat-1, с которого, собственно, началась эта захватывающая история? Первый наноспутник продолжает выполнять свою образовательную миссию. С ним поддерживается устойчивая связь, бортовые системы BSUSat-1 полноценно

функционируют, несмотря на то что заявленный срок эксплуатации завершился. В любом случае этот орбитальный «малыш» из Беларуси не превратится в космический мусор. Постепенно снижаясь, лет через 5–10 лет он войдет в плотные слои атмосферы и сгорит, оставив ослепительный след на небосклоне отечественной университетской науки.

Любопытно, что наноспутники БГУ пролетают над Родиной шесть раз в сутки, находясь в зоне радиовидимости всего по 10–11 минут. За эти короткие интервалы на Земле через сеть станций успевают принять данные телеметрии и целевой нагрузки. Передача идет в открытом режиме, поэтому обладая даже минимальными средствами приема, можно получить данные со спутника. Чем и пользуются организации и радиолюбители по всему миру. Более того, вся информация аккумулируется на специальном интернет-портале и доступна пользователям в любом уголке земного шара. Что называется, обмен информацией в действии, и мировое научное сообщество, как утверждают в БГУ, с должным пиететом и благодарностью относится к открытости и стремлению белорусских ученых к сотрудничеству для решения глобальных задач.

На аэродинамической платформе отрабатывают взаимодействие двух спутников. На снимке: заведующий отраслевой лабораторией прикладных космических технологий Сергей Лешкевич



Что дальше? Какие перспективы видят в ведущем вузе страны после такого успешного старта? Ответ здесь уже знают.

– Идея, возможно, не столь нова, об этой технологии часто говорит Илон Маск, – интригует научный руководитель Центра аэрокосмического образования Владимир Саечников. – Суть в том, чтобы запустить в космическое пространство не один, а несколько десятков небольших по размеру спутников. Это наиболее эффективный вариант, так как они охватят гигантскую территорию, тем самым обеспечат максимально большое количество информации.

Заставить кубсаты работать в системе – архисложная задача, считает наш собеседник. И приводит красноречивый пример. При создании первого университетского спутника каждая исследовательская группа разрабатывала свою отдельную систему. Потом ушло целых семь месяцев, чтобы собранный космический аппарат безотказно функционировал как единое целое.

«В космос, если что, с гаечным ключом не побежишь».

Но исследователи БГУ настойчиво идут к новой цели. Сейчас экспериментируют с инженерными моделями двух наноспутников, поэтапно добиваясь на аэродинамической платформе их синхронной работы. Вот она, истина: космические высоты покоряются на... Земле!

– Прежде чем подать любую команду на наш МКА, мы работаем с дубликатом здесь, – рассказывает Владимир Саечников. – Все решения многократно проверяются на Земле, ведь в космос, если что, с гаечным ключом не побежишь... В международной практике большое количество, буквально до половины, космических аппаратов такого класса пропадают именно по причине того, что в наземном центре поторопились, подали некорректную команду.

...В своем названии наноспутники содержат аббревиатуру Белорусского государственного университета. Но вряд ли кто станет оспаривать тот факт, что это определенный итог, яркая черта

ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Андрей КОРОЛЬ,
ректор Белорусского
государственного
университета, доктор
педагогических наук,
профессор:



– Хочу отметить, что в области космоса давно сотрудничаем с российскими партнерами. В частности, с МГУ имени М.В. Ломоносова разработали и запустили четыре версии пико- и наноспутников. Успешно развивается сотрудничество с Юго-Западным государственным университетом, Самарским государственным аэрокосмическим университетом. В настоящее время БГУ во взаимодействии с Институтом прикладной математики имени М.В. Келдыша РАН разрабатывает испытательный стенд, предназначенный для отработки системы управления движением космического аппарата и группировки. Он позволяет имитировать орбитальное и угловое движение.

Что видится перспективным в сотрудничестве с российскими организациями? Прежде всего создание первой белорусской группировки спутников для совместного использования в научно-образовательном процессе, а также научные космические исследования по управлению МКА, совместная подготовка специалистов аэрокосмической отрасли в магистратуре и аспирантуре университетов обеих стран.

Хотел бы также обратить внимание на программу Союзного государства «Комплекс СГ» на 2022–2025 годы, в рамках которой совместными усилиями разрабатываем наземную инфраструктуру управления, приема и обработки телеметрии и целевой информации многоспутниковых орбитальных группировок малоразмерных космических аппаратов.

развития всей белорусской науки, которая всегда стремится к новым, в прямом смысле космическим высотам.

Снежана МИХАЙЛОВСКАЯ
Фото Надежды АНДРЕЙЧИК, из архивов БЕЛТА и БГУ

■ Проект создан за счет средств целевого сбора на производство национального контента