



Партнерство на околоземной орбите

*Кооперация белорусских и российских ученых
в рамках космических программ
Союзного государства позволит получить
продукцию мирового класса*

Исследование космоса обогащает и усиливает будущее человечества. Совместный путь в космические дали Беларусь и Россия начали с освоения околоземной орбиты: в 2012 году белорусский космический аппарат (БКА) и российский спутник «Канопус-В» отправились на одной ракете в космос. Так родилась союзная группировка спутников, а Беларусь стала космической державой. Сегодня наши страны ведут речь о новом спутнике – БКА-2. Параллельно реализуется программа Союзного государства «Мониторинг-СГ», которая завершится в 2017 году. Выполнение этого масштабного проекта предусматривает участие около 2 тыс. ученых и специалистов. Планируется создание новых технологий и программных комплексов, бортовой научной аппаратуры, материалов и элементной базы с улучшенными техническими характеристиками. Получаемая из космоса и уточняемая с помощью беспилотников, достоверная и оперативная информация позволит вывести на новый уровень в наших странах работу по поиску полезных ископаемых, предупреждению чрезвычайных ситуаций, контролю сельхозугодий.

В числе приоритетов

Серьезный импульс белорусская космическая наука получила в рамках выполнения в течение последних 17 лет программ Союзного государства по разработке и использованию перспективных космических средств и технологий в интересах экономического и научно-техническо-

го развития Беларуси и России. Работа продолжается. Сегодня в числе приоритетных программ – «Разработка космических и наземных средств обеспечения потребителей России и Беларуси информацией дистанционного зондирования Земли» («Мониторинг-СГ», 2013–2017 годы).

– Интеллектуальный потенциал ученых и специалистов Беларуси и России нацелен на

проведение комплексной работы, – подчеркнул исполнительный директор программы «Мониторинг-СГ», заведующий отделом совместных программ космических и информационных технологий Объединенного института проблем информатики (ОИПИ) НАН Беларуси Сергей Коренько. – Создаются программно-технические комплексы различного назначения, которые позволяют осуществлять проектирование элементной базы космической техники, использовать поступающую от целевой аппаратуры космическую информацию и эффективно ее обрабатывать на земле в интересах соответствующих отраслей экономики. Новые покрытия, технологии производства материалов, повышающих качество и надежность космической техники, тоже станут результатом взаимодействия ученых Беларуси и России. Предусматривается дальнейшее развитие космических исследований и создание новой перспективной аппаратуры ДЗЗ с более высокими функциональными возможностями, нежели та, которая сегодня используется на белорусском спутнике.



Предполагается, что она позволит получать информацию с космического аппарата, объединяя оптическую, гиперспектральную и инфракрасную составляющие. Над созданием такой уникальной аппаратуры работает ОАО «Пеленг», где подготовлена также необходимая тестировочная база.

По словам Сергея Кореняко, ОИПИ НАНБ в тандеме с Национальным оператором Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли (БКСДЗ) – УП «Геоинформационные системы» и при участии некоторых других предприятий страны осуществляют работы по модернизации и дальнейшему развитию БКСДЗ. В частности, создается автоматизированная система управления гибридным банком данных космической информации, получаемой с разных спутников, которой впоследствии пользуются потребители для решения своих прикладных задач.

Существенным подспорьем в принятии оперативных управленческих решений Министерству по чрезвычайным ситуациям станет информационная система, предназначенная для оперативного получения данных о ЧС с помощью космических аппаратов, авиасредств и наземных источников. Над ее созданием сегодня трудятся ученые ОИПИ НАНБ, БНТУ и НИИ прикладных физических проблем БГУ. В оперативном режиме полученная комплексная информация будет отражаться на высокоэффективных экранах Центра управления и реагирования МЧС.

Надо ли кого-то еще убеждать, что мониторинг сельскохозяйственных посевов – панацея для аграриев? Тем более если он позволит отслеживать фитосостояние посевов, степень их повреждения, проводить картографирование сельхозугодий, а также определять уровень зрелости культур. Такие экспериментальные работы ведутся пока только в интересах НПЦ НАН Беларуси по земледелию. Но исполнители программы надеются, что подобная практика

со временем распространится и на другие сельскохозяйственные предприятия.

В борьбе за оперативность применения информации, полученной со спутников, ученые и специалисты ОИПИ НАНБ разрабатывают мобильные и стационарные аппаратно-программные комплексы, которые позволяют на одном экране соединить топографические карты и космические снимки и внести соответствующие коррективы, исходя из ситуации, которая сложилась на Земле. Отметим, что аналога такой инновации на территории СНГ не существует.

Сергей Кореняко особо подчеркнул важность информационного обеспечения для самих разработчиков космической техники и технологий:

– В рамках космической программы создается система, производящая автоматизированный мониторинг в Интернете информации по разработке передовой космической техники. Это дает возможность исследователям и инженерам-конструкторам производить автоматический поиск по определенной тематике, получать рефераты и находиться в курсе всех проблем, которые касаются непосредственно их разработки.

Специалисты ОИПИ тесно сотрудничают с Национальным оператором БКСДЗ по использованию высокопроизводительной суперкомпьютерной техники для обработки больших объемов информации, получаемой из космоса.

– Рассчитываем, что по итогам реализации проектов данной программы Союзного государства нам удастся создать соответствующую грид-технологию, которая даст возможность объединить наших потребителей в единую грид-сеть, позволяющую использовать расположенный на территории ОИПИ суперкомпьютер для обработки космической информации по запросам конкретных потребителей, находящихся на периферии, – отметил исполнительный директор программы «Мониторинг-СГ». – Мы уже обмениваемся таким образом информацией по данной раз-

работке с нашими российскими партнерами, в частности с Институтом программных систем РАН.

Кстати, в рамках выполнения предыдущей союзной космической программы «Космос-НТ» в Белорусском государственном университете был создан Центр аэрокосмического образования и открыта новая специальность – «аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии». Подготовлены соответствующие учебники и пособия и совместно с рядом российских профильных высших учебных заведений начато обучение белорусских специалистов. Этот процесс нашел свое продолжение и в программе «Мониторинг-СГ», одним из заданий которой является проект Министерства образования Беларуси по развитию материально-технической базы указанной специальности.

– Для такой высокотехнологичной области, которой является космическая отрасль, кадровый резерв, представляющий интеллектуальный потенциал нации, – это наше будущее, – подчеркнул Сергей Кореняко.

Нам сверху видно все...

– Важным направлением исследований программы Союзного государства «Мониторинг-СГ» является то, что сегодня создается экспериментальная система мониторинга лесного фонда, лесопользования и оценки пожарной опасности на основе использования материалов космических данных, в том числе радарной и мультиспектральной космических съемок высокого разрешения, – считает начальник управления аэрокосмических методов исследования РУП «НПЦ по геологии» Министерства природы и окружающей среды Республики Беларусь кандидат географических наук Андрей Понтус. – Эти геоинформационные системы, интегрированные с данными дистанционного зондирования Земли, предназначены для мониторинга торфяных и болотных экосистем Беларуси, определения состо-



яния лесных и сельскохозяйственных угодий, эффективного использования земельных ресурсов и ряда других специализированных применений, которые реализуются на базе соответствующих программных систем.

Инженерная часть программы, по словам ученого, включает разработку целевой аппаратуры – перспективной бортовой техники, которая будет использоваться для оценки состояния природных ресурсов, и прежде всего для изучения геологии недр. В этом плане Научно-производственный центр по геологии активно работает с Московским геологоразведочным институтом. Что касается внедрения, то практическая часть работы нацелена на использование новой и усовершенствованной аппаратуры для специалистов, которые занимаются геологоразведочными работами и контролируют недропользование на региональном уровне. Данный вопрос актуален сегодня

Учеными создаются программно-технические комплексы различного назначения, которые позволяют осуществлять проектирование элементной базы космической техники, использовать поступающую космическую информацию и эффективно ее обрабатывать



ня как для Беларуси, так и для России.

Благодаря работам, развернутым по программе Союзного государства «Мониторинг-СГ», найден очень эффективный метод оценки территории на перспективность твердых полезных ископаемых. Выполняя задание по разработке автоматизированного модуля выявления линеamentной структуры на единицу площади, ученые определили, что на территории наших стран можно будет использовать результаты работы модуля для выявления месторождений определенного вида полезных ископаемых. Те же залежи калийных солей, с учетом плотности линейных структур на единицу квадратных километров, очень точно характеризуют объемы, которые может содержать то или иное месторождение. Эк-

траполируя полученные данные линеamentной структуры на прилегающие территории, какие-то схожие участки, где были уже пробурены так называемые параметрические скважины, исследователи могут определить границы и плотность месторождений не только калийных солей. Судя по результатам, прослеживается очень высокая степень корреляции с расположением залежей песчано-гравийных смесей, глины, стекольных песков. Космогеологические критерии, по которым можно определить их залегание, полученные на основе данных по плотности линеamentной структуры, общие, отметил Андрей Понтус. Он также выразил уверенность, что новые результаты будут востребованы и в России.

Использование космической информации помогает решить

очень большой блок проблем в области рационального природопользования. В текущем году для Беларуси они приобрели особое значение. В связи с прокатившимися этим летом по стране стихийными бедствиями, которые принесли буреломы и ветровалы, первоочередной задачей стала оперативная оценка лесных ресурсов, поврежденных в результате природной катастрофы. Необходимо было оперативно оценить площади и объемы поврежденной древесины на значительных площадях. Это ведь продукт скоропортящийся: за два-три месяца деловая древесина может превратиться просто в дровяную, которая на рынке реализуется по самым низким ценам. Так что для специалистов лесного хозяйства информация из космоса стала очень эффективным подспорьем. Тем

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «КАЛИБРОВКА»

научной аппаратуры оптического диапазона предназначен для оснащения наземных полигонов и калибровки авиакосмических средств дистанционного зондирования Земли, а также отработки новых методик дистанционных исследований земных покровов с использованием средств наземного и аэрокосмического базирования для повышения надежности дешифрирования данных ДЗЗ путем интеграции данных космического, авиационного и наземного сегментов

СОСТАВ

Фотоспектрорадиометр ФСР

высокого разрешения на диапазон 400–900 нм, снабженный цифровой покадровой видеосистемой и предназначенный для измерения спектральных отражательных характеристик всех типов природных поверхностей полигонов (тестовых площадок)



Двухканальный модульный спектрорадиометр ДМС

на диапазон 400–900 нм, предназначенный для одновременного измерения яркости отраженного излучения от подстилающей поверхности и освещенности (потока) падающего излучения с верхней полусферы



Портативный спектрорадиометр ПСР-700

на область спектра 800–1500 нм предназначен для измерения в наземных стационарных условиях, с вышек и подвижных средств спектральных характеристик отражения тестовых участков природных, искусственных и антропогенных объектов



Портативный спектрорадиометр ПСР-1300

на область спектра 1200–2500 нм предназначен для измерения в наземных стационарных условиях, с вышек и подвижных средств спектральных характеристик отражения тестовых участков природных, искусственных и антропогенных объектов



Сканирующий солнечный спектрополяриметр ССП-600

на область спектра 350–950 нм для измерения прямого солнечного и рассеянного атмосферой под различными углами излучения





не менее ее пришлось дополнить и данными, полученными с помощью беспилотных авиасредств.

Как пояснил Андрей Понтус, не только в экстренных случаях, но и, к примеру, в весенний вегетационный период, когда нашим аграриям, лесникам, почвоведом необходима оперативная информация о состоянии природных ресурсов, получить снимки из космоса бывает невозможно из-за высокой облачности в Беларуси.

– Надо все-таки четко представлять, что и на «Канопус-В», и на нашем брате-близнеце БКА установлена одна и та же аппаратура – оптический четырехканальный сканер. В силу функциональных особенностей при таком пассивном виде зонирования мы облачность убрать не можем. Следовательно, изображение территории не получим. Не случайно в программе «Мониторинг-СГ», как и в новой, еще только планируемой программе Союзного государства «Интеграция-СГ», целый блок исследова-

ний посвящен обработке информации, получаемой от беспилотных авиационных комплексов. Летают они, как говорится, ближе к земле, и уровень охвата территории меньше, но, между тем, оперативность может быть высочайшая: утром съемка – и буквально к вечеру обработанная информация у потребителей, – говорит ученый.

К слову, последняя разработка Физико-технического института НАН Беларуси «Бусел М-50» уже хорошо зарекомендовала себя на практике: за рабочую смену им можно отснять территорию до 1,2 тыс. кв. км.

– Наши коллеги россияне в последние несколько лет тоже очень далеко шагнули вперед в части целевой аппаратуры, –

Последняя разработка Физико-технического института НАН Беларуси «Бусел М-50». За рабочую смену им можно отснять территорию до 1,2 тыс. кв. км





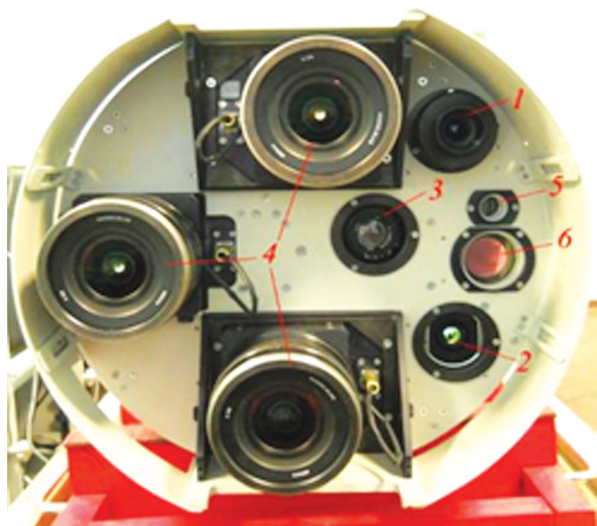
отметил Андрей Понтус. – Они стали производить очень широкую гамму специальной оптической техники – тепловизоры, многозональные аэрофотокамеры, телевизионные камеры высокого разрешения, дающие возможность получать информацию в режиме реального времени. Это особенно актуально при лесных пожарах: когда горят торфяники, важно оценить весь огненный фронт целиком, выявить очаги и т.д. Информация нужна наиболее полная, и в этом



плане КА и беспилотники – наиболее высокоэффективные помощники для МЧС.

Не остаются в стороне и вопросы контроля за использованием поверхностных водных ресурсов – рек, водоемов, а также гидротехнических сооружений. Вот и в новом Водном кодексе Республики Беларусь им уделяется самое пристальное внимание. Как известно, в нашей стране, особенно на Полесье, очень много мелиорированных территорий. Однако созданные на мелкозалежных торфяных почвах еще в 1960–70-е годы мелиоративные системы сейчас уже очень неэффективно работают. Когда ученые стали разбираться, выяснилось, что многие из них расположены на границах тектонических зон и, иногда, на так называемых разломах, или блоковых территориях. И если там находится закрытый дренаж, зачастую дрены рвутся, и система перестает эффективно работать. Увидеть и учесть все такие нюансы на земле не представлялось возможным. А вот из космоса, благодаря значительной площади изображения космического снимка, все эти разломы очень хорошо видны. Исходя из космической информации, создаются более выверенные информационно-аналитические системы текущей оценки и рационального использования поверхностных водных ресурсов. Кстати, данная тематика очень

В рамках программы
«Мониторинг-СГ»
изготовлено большинство
экспериментальных образцов
научно-технической
продукции или их
функциональных узлов





интересна и нашим российским коллегам, потому что таких всеобъемлющих систем у них пока тоже нет.

Перспективным представляется использование космической информации для проведения радиационного мониторинга и экспресс-оценки радиационной ситуации на значительных площадях. Для нашей страны данный вопрос актуален еще и в преддверии введения в строй Белорусской атомной электростанции. В решении поставленных задач исследователи делают ставку на бортовой аэрогамма-спектрометрический комплекс, который позволяет в режиме реального времени получить необходимые данные по радиационному фону на значительных по площади территориях с точной топографической привязкой к местности.

– Созданная инновационная продукция компании «Атомтех» – суперлегкие, до 800 г, аэрогамма-спектрометры, которые крепятся на беспилотные аппараты, – уже прошла апробацию, – рассказал Андрей Понтус. – Испытания новой аппаратуры показали, что она дает полную обстановку по общему радиационному фону: в тестовом режиме получены карты мощности экспозиционной дозы, причем отдельно по стронцию-90 и калию-40. Не секрет, что даже один лесной квартал площадью километр на километр может иметь довольно пеструю картину по радиационному фону, когда внутри находятся одновременно совершенно чистые территории и очень загрязненные – от 15 до 40 Ки/кв. км, а где-то, возможно, есть плотность и 1–5 Ки/кв. км. То есть разброс очень большой. Аэрогамма-спектрометрическая съемка позволяет максимально уточнить участки загрязненных и труднопроходимых территорий со значительным превышением гамма-фона и принимать определенные меры. Такие исследования представят несомненный интерес и для россиян, уверен Андрей Понтус. Особенно в плане ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, оценки радиационного фона на сопредельных с Рос-

сией загрязненных территориях, к примеру в Брянской области.

Рассматривая варианты сотрудничества в рамках подготовки новой программы Союзного государства «Интеграция-СГ», белорусские ученые связались с коллегами из Московского государственного университета леса и Московского государственного университета инженерной экологии, которые тоже занимаются радиационным мониторингом. В новой программе они планируют совместно подобрать ряд эталонно-калибровочных тестовых полигонов, которые располагались бы и на территории Российской Феде-

совместными усилиями удастся создать такую перспективную аппаратуру, то мы практически получим всепогодную глобальную систему мониторинга космического и авиационного уровня с возможностью оперативного доступа к полученным результатам съемки на специализированном веб-геопортале.

И к звездам отправимся вместе

Программа «Мониторинг-СГ» характерна тем, что практически половина проектов носит местный характер: с белорусской стороны предусмотрено выпол-

Для исследования космоса необходима сложнейшая научно-техническая аппаратура

рации, и в Беларуси. Что позволило бы проводить оценку состояния природных ресурсов по одной методике, одной аппаратурой и совместно анализировать полученные результаты.

Гигантский шаг вперед в плане эффективности исследований ученые и специалисты Беларуси и России намерены совершить еще в рамках выполнения текущей программы Союзного государства «Мониторинг-СГ». А именно – совместно разработать новую радиолокационную, гиперспектральную и оптоэлектронную целевую аппаратуру высокого разрешения и технологии ее использования для решения задач ДЗЗ. По мнению начальника управления аэрокосмических методов исследований НПЦ по геологии Андрея Понтуса, это будет непросто, но если

ление 49 заданий, из которых 22 – совместно с российскими коллегами. На сегодняшний день, как отмечает Сергей Коренько, изготовлено большинство экспериментальных образцов научно-технической продукции или их функциональных узлов, идет активная стадия сборки этих изделий, осуществляется подготовка к проведению предварительных испытаний. Понятно, что для исследования космоса необходима сложнейшая научно-техническая аппаратура. Основные научно-технические решения, которые принимаются в процессе создания изделий космической техники, требуют предварительного расчета, моделирования, проведения соответствующих испытаний в земных условиях, в лабораториях, а возможно, и натуральных испытаний,



в том числе в космическом пространстве. Таким образом, можно добиться высокого качества и надежности создаваемых изделий.

– Программа «Мониторинг-СГ» в целом построена на объединении результатов работы белорусов и россиян. Только в этом случае мы получаем уникальную научно-техническую продукцию, в создании которой использовались интеллектуальный потенциал и производственные мощности предприятий Беларуси и России, – подчеркнул Сергей Коренько. – Я могу привести несколько таких характерных примеров. Например, МГТУ им. Н.Э. Баумана и Институтом физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси создается комплекс, предназначенный для контроля процесса разгара ракетных двигателей. По определенным параметрам, фиксируемым датчиками – спектрограмме пламени, температуре определенных деталей и другим, – можно сделать заключение о качестве разгара и тем самым ответить на вопрос, насколько готов данный экземпляр для запуска в космос. Важно, что, несмотря на тестирование при максимальных эксплуатационных режимах, этот комплекс позволит в ходе испытаний производить оценку качества работы без вывода из эксплуатации самого ракетного двигателя.

Инновационный комплекс создается совместно Институтом прикладной физики НАН Беларуси и Санкт-Петербургским национальным исследовательским университетом информационных технологий, механики и оптики. Эта работа предназначена для контроля параметров упругости и твердости углеродных и угленаполненных изделий ракетных двигателей методом динамического индентирования. Иначе говоря, комплекс позволит методом неразрушающего контроля отследить состояние очень важных деталей ракетного двигателя перед тем, как запустить его в эксплуатацию или вывести на соответствующие оптимальные режимы работы. Что даст возможность проводить не вы-

борочный, а полный контроль процесса серийного производства и, таким образом, обеспечить надежность одного из самых важных элементов ракеты-носителя. Созданное в рамках программы «Мониторинг-СГ» изделие будет использоваться на крупнейших ракетно-космических предприятиях Российской Федерации.

Еще один уникальный прибор, только уже предназначенный для контроля никелевых и двухслойных хромоникелевых покрытий, актуальный в производстве ракетных двигателей, разрабатывает Институт прикладной физики НАН Беларуси. В итоге согласован задания программы разрабатываются два разных типа приборов: в основе одних термоэлектрический метод, других – термодинамический, что дает возможность с большой степенью точности контролировать в производственном цикле состояние покрытий изделий, предназначенных для эксплуатации в жестких условиях космоса. Кроме того, эти приборы могут иметь и двойное применение в гражданских отраслях экономики, особенно там, где речь идет о сложных двухслойных покрытиях металлоизделий, производящихся на металлургических предприятиях.

Многолетнее сотрудничество, которое связывает Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси и Институт космических исследований РАН, послужило связующим звеном и объединило ученых в работе над новым совместным проектом программы «Мониторинг-СГ» по созданию датчика ионосферной плазмы. Прибор позволит определять состояние космической погоды: текущего и прогнозируемого состояния ионосферы, в частности сильных магнитосферных возмущений, что особенно важно для надежного и длительного функционирования бортовой аппаратуры космических аппаратов, проведения геофизических исследований. Чтобы создать этот сложнейший уникальный прибор, понадобилось задействовать не только профессионализм исследователей, но и

производственные возможности, которыми обладают в Беларуси. В частности, в Институте физики делают сердцевину данного датчика, представляющую собой чувствительный элемент в виде сетки из наноструктурированных материалов, которые обладают особенными характеристиками прозрачности, чувствительности, сохранения геометрии. А в Институте космических исследований РАН разрабатывают непосредственно систему управления и корпус прибора. Как видим, белорусы и россияне здесь работают в тандеме, результатом которого является синергетический эффект в виде нового уникального высокотехнологичного изделия для космоса.

Сообща по программе трудятся и специалисты Минского научно-исследовательского приборостроительного института и ОАО «Российские космические системы», разрабатывая базовый структурный кристалл, предназначенный для создания новых микросхем. Белорусы делают топологию и технологию изготовления, а россияне выполняют работы, связанные с проведением испытаний и дальнейшим применением готовых изделий микроэлектроники. В Беларуси микросхемы для быстрой передачи информации в составе космических аппаратов разрабатывает еще и филиал Научно-производственного центра «Белмикросистемы» ОАО «Интеграл», а соответствующие испытания этих изделий на радиационную стойкость будут проводиться в Российской Федерации.

Серьезную работу по созданию теплозащитных покрытий для космических аппаратов и элементов их противометеорной защиты в совместных проектах по программе «Мониторинг-СГ» ведут и специалисты из Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси. На своей установке, предназначенной для имитации воздействия плазмы на наружные поверхности космического аппарата, они изучают возможное попадание метеоритов на обшивку КА, осуществляют соответствующее упрочнение элементов обшивки,



которые затем для испытаний передают российским коллегам. Те, в свою очередь, проводят дальнейшие испытания и принимают решение об использовании упрочненных элементов, как для аппаратов дистанционного зондирования Земли, так и для международной космической станции.

Что касается перспектив развития космических исследований в Беларуси, то в настоящий момент с российской стороны обсуждается возможность расширения сотрудничества не только по союзным программам, но и при выполнении проектов в рамках таких национальных космических программ, как освоение Луны и Марса. Так что, возможно, и к звездам мы отправимся вместе...

Перечень примеров успешного взаимодействия белорусов и россиян, работающих по программе «Мониторинг-СГ», пока на околоземной орбите, можно было бы продолжить. Тем не менее для всех работ характерна одна очень важная особенность: в основе каждой из них богатый научный потенциал Беларуси и России, а также серьезные фундаментальные заделы в области высоких технологий, заметил исполнительный директор программы Сергей Коренько. Что касается российской стороны, то это еще и большие производственные мощности, более развитая аэрокосмическая отрасль. Тогда как в Беларуси – определенные научные школы, лидирующие еще со времен Советского союза, и уникальное оборудование на ряде предприятий, новые технологии, которые дают возможность реализовывать современные научно-технические проекты на высоком уровне.

Кооперация белорусских и российских ученых и специалистов в рамках космических программ Союзного государства позволит получить продукцию мирового класса и еще больше укрепить на международном олимпе авторитет космических держав – Беларуси и России.

Снежана МИХАЙЛОВСКАЯ