



# Дотянуться до звезд

«Мы создаем космическое будущее» – эти слова, сказанные космонавтом Слегом Новицким во время полета на МКС, стали лозунгом XXXI Международного конгресса Ассоциации участников космических полетов, который проходил в Минске 9–15 сентября 2018 года. На форум в столицу Беларуси прибыли свыше 80 легендарных космонавтов и астронавтов и 17 стран – России, США, Германии, Швеции, Австрии, Китая, Казахстана и других государств. Участники конгресса, а это не только покорители космоса, но и дипломаты, представители космических агентств разных государств, ученые и инженеры, ознакомились с достижениями Беларуси в области космических исследований: отечественными технологиями создания оптической аппаратуры высокого разрешения, космических зеркал особой гладкости, аппаратуры для дистанционного зондирования Земли, результатами реализации серии космических программ Союзного государства. Обсуждалось также развитие космических исследований в мире, роль Ассоциации участников космических полетов в развитии пилотируемой космонавтики, вклад Беларуси в освоение космического пространства и перспективы покорения звездных глубин.







## Космические технологии – фундамент грандиозных проектов

«Земля – это колыбель разума, но нельзя же вечно жить в колыбели». Эта фраза К.Э.Циолковского со временем становится все актуальнее, подчеркнул на заседании конгресса заместитель Председателя Президиума Национальной академии наук Беларуси академик Сергей Килин, говоря об устремлении человечества к освоению космических пространств. Для Беларуси покорение космоса трудно представить без сложившегося тандема с Россией. Значительное развитие космической отрасли в нашей стране достигнуто в результате выполнения ряда научно-технических программ Союзного государства, таких как «Космос-БР», «Космос-СГ», «Космос-НТ», «Нанотехнологии-СГ», «Стандартизация-СГ» и «Мониторинг-СГ». Новые решения для

малых спутников, уникальные конструкционные наноматериалы для космической отрасли, системы энергопитания и терморегулирования для космических аппаратов – эти и другие инновации будут созданы в рамках реализации научно-технической программы Союзного государства «Разработка комплексных технологий создания материалов, устройств и ключевых элементов космических средств и перспективной продукции других отраслей» («Технология-СГ» (2016–2020).

Научный руководитель программы «Технология-СГ» директор Института тепло- и массообмена имени А.В.Лыкова НАН Беларуси академик Олег Пенязьков отметил, что в ИТМО многие годы исследователи занимаются испытанием теплозащиты модулей, спускаемых в атмосферу планет Солнечной системы, разрабатывается уникальное оборудование для изготовления высококачественных оптических изделий для космоса – телескопов, зеркал. Проводится численное моделирование процессов полета

космических кораблей, разрабатываются двигатели, в том числе ракетные. Сейчас создается оптический центр, линия по производству зеркал из карбида кремния для космических телескопов. Этот новый материал позволяет существенно улучшить качество и вес оптического оборудования, которое будет эксплуатироваться в космосе. Также разрабатываются новые методы численного виртуального моделирования полетов в космическом пространстве.

Как рассказала исполнительный директор научно-технической программы Союзного государства «Технология-СГ», заведующая отделом сопровождения научно-технических программ Института тепло- и массообмена НАН Беларуси Зинаида Пархомова, приоритетной задачей союзной программы является разработка технических решений уменьшения массы и габаритов элементов, устройств и систем ракетно-космической техники. Планируется разработать технологии создания новых материалов для средств космического

## Из выступления Президента Республики Беларусь Александра ЛУКАШЕНКО на церемонии открытия XXXI Международного конгресса Ассоциации участников космических полетов

Космическая отрасль в Беларуси уверенно развивается, заявил Александр Лукашенко, открывая конгресс. Атомная энергетика, космонавтика – новые направления развития Беларуси в период ее независимости и суверенитета. По словам Президента, в стране не ошиблись, решив заниматься развитием данной отрасли, ведь сегодня во всем мире объединяют усилия в освоении космоса. «И это является движущей силой научно-технического прогресса. Совместный труд ученых, инженеров, техников, безусловно, способствует развитию и других отраслей, росту на-

циональных экономик», – убежден глава государства.

Президент подчеркнул важность направления всех достижений и накопленных в космической области знаний на благо людей – решение проблем экологии, предупреждение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечение продовольственной безопасности и рационального землепользования, сохранение природных ресурсов и биологического разнообразия, изучение внеземного пространства исключительно в мирных целях.

Александр Лукашенко подчеркнул, что человек веками стремился к звездам, а преодолел земное притяжение 57 лет назад. По меркам развития цивилизаций – совсем недавно. «Но успехи, которых добились специалисты этой отрасли, впечатляют, – добавил Президент. – Сегодня в мире насчитывается около 90 космических

держав, среди которых и наша Беларусь. 565 человек приняли участие в полетах. Более тысячи спутников вращаются вокруг нашей планеты. Мы гордимся, что в историю космической эры вписаны имена и белорусских ученых и космонавтов». Среди ветеранов орбитальных полетов Петр Климук и Владимир Коваленок, участник последних экспедиций на Международной космической станции Олег Новицкий родом из Беларуси. Белорусские корни и у космонавта Олега Артемьева, который сейчас находится на орбитальной станции.

Кстати, участников и гостей XXXI Международного конгресса Ассоциации участников космических полетов поприветствовал с орбиты Земли экипаж Международной космической станции. Видеозапись обращения была показана на открытии конгресса в Минске.

«Ребенок, устремивший свой взгляд в космос, являющийся





назначения, систем энергопитания, терморегулирования и управления малыми космическими аппаратами (КА), элементов целевой аппаратуры для КА, в том числе с использованием самых последних достижений науки в области микросистемотехники, наноматериалов и наноэлектроники.

Государственным заказчиком – координатором программы с российской стороны определена Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», с белорусской – Национальная академия наук Беларуси. Главная организация-исполнитель от Российской Федерации – Федеральное государственное унитарное предприятие «НПО «Техномаш», от Республики Беларусь – Институт тепло- и массообмена НАН Беларуси. В белорусской части программы принимают участие 13 организаций, входящих в состав Национальной академии наук, Министерства образования, Госкомвоенпрома и Мин-

прома. В планах – реализовать 26 проектов.

Всего на финансирование программы в 2016–2020 годах предусматривается 1,937 млрд российских рублей из бюджета Союзного государства. В 2018 году на выполнение белорусской части программных мероприятий запланировано 163 млн российских рублей.

Первые результаты не заставили себя ждать. Так, исследователями из Белорусского государственного университета информатики и электроники совместно с учеными Физико-технического института НАН Беларуси разработаны и изготовлены газовая станция реактора с системой управления, протяженный источник ионов и источник плазмы. Собранный газовый станция предназначена для регулируемой подачи рабочих газов в реактор осаждения алмазоподобных углеродных покрытий инфракрасного диапазона на поверхность оптических изделий из германия. Особенность этой техноло-

гии в том, что она может быть реализована как отдельно, так и интегрирована в существующие процессы формирования алмазоподобных покрытий методами плазменно-дугового осаждения.

Если говорить более популярно о данном ноу-хау, то речь здесь идет о новых покрытиях, которые должны выдержать эксплуатацию в экстремальных космических условиях. По словам ученых, особенно сложно обеспечить защиту для оптики. Ведь для съемки в инфракрасном диапазоне используются линзы из германия – материал не из дешевых, а повредить его может любой космический мусор. Для защиты оптических деталей в космосе и разрабатывается технология нанесения алмазоподобных покрытий, эффективными тут оказались аппараты с источниками плазмы и ионов. Таким образом, не только увеличивается прочность оптических элементов, алмазоподобные покрытия выполняют и другое важное условие оптимальной работы

символом конгресса, и слоган «Мы создаем комическое будущее» глубоко символичны и отражают основные цели профессионального сообщества космических летчиков – стимулировать интерес молодого поколения к образованию в области космонавтики, техники, инженерии, физики, математики, вдохновлять молодежь на постоянное самосовершенствование, в том числе и с целью освоения космоса», – говорится в обращении.

«Кому, как не вам, участникам космических экспедиций, знать, что лишь с линии орбиты можно увидеть, какая маленькая и хрупкая наша планета в масштабах Вселенной, – отметил Президент Беларуси. – Только взглянув в иллюминатор, можно осознать, что она – наш общий дом, забота о котором – на плечах всей современной цивилизации, каждого человека. Там, на высоте сотен километров, особенно понятно, что мы все – дети Земли, одна семья. И мы

все в ответе за будущее этого клочка Вселенной».

Освоение Вселенной еще в советское время начали белорусские ученые. Они активно участвовали в проектировании аппаратуры для нужд космоса и создании новых материалов даже в непростые годы обретения страной независимости. Хотя, как известно, космическая отрасль требует значительных финансовых и человеческих ресурсов. В 2012 году Беларусь запустила первый космический аппарат. С тех пор наша страна вошла в престижный пул космических держав. Сегодня Беларусь является полноправным активным участником Комитета ООН по использованию внеземного пространства в мирных целях. Совместно с российскими коллегами белорусские специалисты разрабатывают перспективные технологии, принимают участие в проекте создания нового космического аппарата. Планируют сотрудничество по международно-программе «Сириус».

Предстоит решить много задач дальнейшего освоения космоса: новые полеты человека на Луну, пилотирование кораблей на Марс, поиск и исследование других пригодных для жизни планет.

Как видим, ближний и дальний космос уже приоткрыл свои двери для исследователей с Земли, и освоение этого неизведанного пространства продолжится. Возможно, именно эта встреча в Минске даст старт новым космическим программам. Как подчеркнул Президент Беларуси, главное – совершать эти открытия совместно, чтобы не нарушить гармонию и мир в нашем общем земном доме.

«Убежден, что именно вместе, в тесном сотрудничестве, мы приблизимся к новым значимым вехам освоения Вселенной. Только в интересах всего мира, доверяя друг другу, мы должны строить наше космическое будущее. Беларусь готова к диалогу и активному участию в мирных программах и проектах», – сказал Александр Лукашенко.





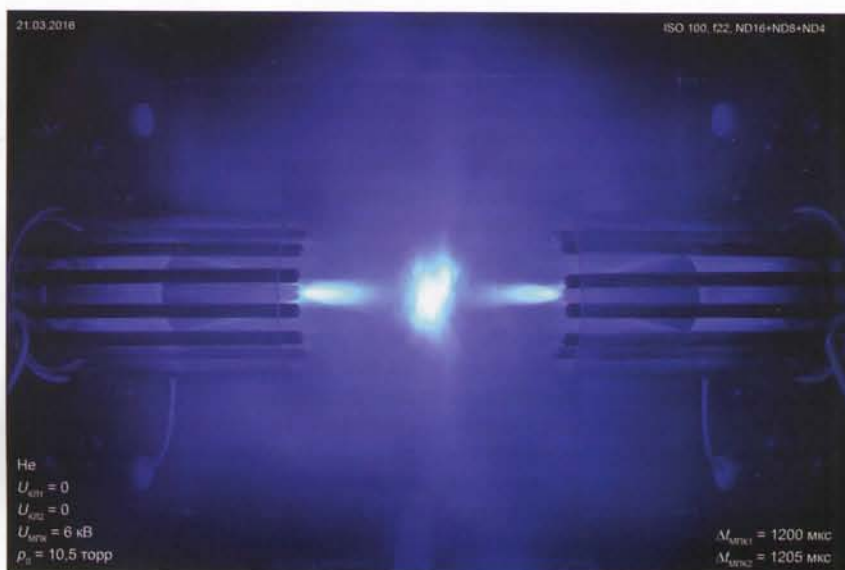
аппаратуры – не препятствуют прохождению света.

В Физико-техническом институте НАН Беларуси созданы экспериментальные образцы прозрачных однослойных электромагнитных экранов на основе Ni и Cu на стекле. Особенность данной технологии в том, что она позволяет формировать прозрачные наноразмерные пленки электропроводящих и диэлектрических материалов на подложках из стекла со значительной площадью поверхности и хорошей адгезионной стойкостью.

Зарубежные коммерческие аналоги электромагнитных экранов предлагают однослойные структуры, что в значительной степени увеличивает массогабаритные параметры для обеспечения надежной защиты, к примеру, тех же космических аппаратов. В Центре по материаловедению НАН Беларуси в рамках выполнения задания программы «Технология-СГ» разработаны экспериментальные образцы электромагнитных экранов на основе многослойных структур симметричного типа. Ученые произвели необходимые расчеты и подобрали размеры и число слоев, что позволило в несколько раз уменьшить толщину и массу покрытия.

В этом случае исследователи решали проблему устранения помех функционированию систем малых спутников в открытом космосе, которые, как известно, создают внешние магнитные поля. Новая технология нанесения электромагнитных экранов позволит обеспечить защиту элементов малого космического аппарата от излучения.

Как отследить возникновение дефектов на поверхности космического корабля? Контроль за состоянием сварных соединений обшивки – тоже дело современной техники. Институт прикладной физики НАН Беларуси давно специализируется на технологиях неразрушающего контроля поверхности. Одно из заданий в программе «Технология-СГ» связано с разработкой технологии контроля качества теплозащитных покрытий ракетно-космических тел, необходимых для боль-



## В институтах Национальной академии наук работают над заданиями для союзной программы «Технология-СГ»







шинства деталей. Сложность в том, чтобы контролировать их толщину, не разрушая, а также проверять качество при изготовлении. Разработчики создали метод магнитного контроля, который позволяет одновременно замерять толщину и оценивать наличие внутренних напряжений, которые могут потом привести к появлению трещин. Создан макет аппаратуры.

Существует еще такая проблема, как сварка различных частей космических аппаратов. По словам ученых, электродугвая – довольно грубый метод и не для всех элементов подходит. Для таких случаев используют метод трения с перемешиванием, но здесь необходимо четко контролировать сварной шов. По заданию союзной программы разработан комплект механических приспособлений для проведения измерительных процедур по поиску и оценке величины дефектов в сварных соединениях, выполненных сваркой трением с перемешиванием. Комплект экспериментальных образцов первичных электроакустических преобразователей в совокупности с механическими приспособлениями позволяет выявлять все характерные для сварных соединений виды поверхностных и внутренних дефектов. Исследователи уже изготовили макеты датчиков информационно-измерительного комплекса. Испытания показали, что они фиксируют дефекты в 5–6 раз лучше, чем коммерчески доступные диагностические устройства.

Как отмечает Зинаида Пархонова, разработанная технология с помощью такого уникального комплекса впервые позволяет осуществлять оценку показателей качества никелевых теплозащитных покрытий космической техники на готовых изделиях без разрушения покрытия, в том числе в труднодоступных местах и крупногабаритных изделиях.

Результативным стало продолжение работ, начатых еще во время выполнения союзной программы «Нанотехнология». Ученые Объединенного института машиностроения НАН Беларуси под руководством академика

Петра Витязя модернизировали созданное технологическое оборудование микродугового оксидирования, которое позволит реализовать технологию получения композиционных углеродосодержащих высокопрочных керамических покрытий на изделиях ракетно-космической техники из перспективных алюминиевых сплавов.

В других институтах Национальной академии наук также работают над заданиями для союзной программы «Технология-СГ». Выполняя задачу по уменьшению габаритов КА исследователи в Институте физики имени Б.И.Степанова НАН Беларуси сконцентрировали свое внимание и на снижении объемов двигателя. Если конкретно, то они разрабатывают лазерный микродвигатель, предназначенный для корректировки орбиты, изменения и стабилизации ориентации малого космического аппарата. В настоящее время уже разработана эскизная конструкторская документация и изготовлены макеты лазерно-оптического и мишенного блоков лазерного микродвигателя с жидким рабочим телом для двигательной установки малой тяги.

Успешным оказался эксперимент исследователей из Института порошковой металлургии НАН Беларуси, работающих над системами охлаждения и терморегулирования устройств на малых космических аппаратах, по совмещению в корпусе плоских тепловых труб ранее несовместимых материалов: конструкционного алюминия и теплоносителя – воды. За счет чего удалось снизить массу тепловой трубы в 3 раза по сравнению с аналогом с той же теплопередающей способностью, где ранее использовался медный корпус.

Уникальные, не имеющие подобных в мире технологии разрабатываются под руководством члена-корреспондента Валентина Асташинского в Институте тепло- и массообмена. В частности, технология создания малогабаритного – диаметром до 5 см – электроразрядного тягового элемента для плазменного микродвигателя. Ученые сделали ставку

на свойства плазмы, которая, как известно, может ускоряться до скорости частиц порядка 200 км/с. Плазменные ускорители могут быть использованы в качестве рабочего элемента для двигателей. Кроме того, обработка материалов плазменными потоками продлевает срок службы. В лаборатории научились управлять плазменным потоком с помощью изменения конфигурации электромагнитного поля, что можно использовать для корректировки орбиты спутников. Новшество разработки в том, что, изменяя конфигурацию, ученые управляют собственным магнитным полем потока. В аналогичных устройствах зарубежных институтов для этого используют внешние поля.

Реализована также технология формирования на платинах кремния радиационно стойких фотовольтаических элементов, которые позволяют обеспечить сохранение работоспособности КА при облучениях, существенно превышающих энергетические характеристики потока космических лучей, электронов с энергией до 2 МэВ.

Необходимо контролировать и качество теплозащитных покрытий для ракетно-космической техники, что тоже требует разработки особой технологии.







В частности, ученые решают задачу определения качества никелевых покрытий в камерах сгорания жидкостных ракетных двигателей. Исследователи приступили к разработке технологий создания элементов систем энергопитания, терморегулирования и управления для малых космических аппаратов. Эту задачу планируется решить, в том числе с помощью микросистемотехники, наноматериалов и нанoeлектроники.

Особое место в программе занимает разработка технологии создания измерительных устройств. В частности, в Институте тепло- и массообмена НАН Беларуси разрабатывается уникальная измерительная аппаратура – мультиспектральный термограф для измерения высоких температур и контроля качества в процессах изготовления

и испытаний элементов конструкций космических аппаратов, а также прибор для бесконтактного измерения высоких температур – импульсный фотоэмиссионный пирометр.

В Институте тепло- и массообмена сейчас формируется электронный банк данных новых технологий и материалов, обеспечивающих создание ракетно-космической техники и перспективных изделий других отраслей, конкурентоспособных на мировом рынке.

Выступая на XXXI Международном конгрессе Ассоциации участников космических полетов заместитель Государственного секретаря Союзного государства Алексей Кубрин отметил, что совместные программы в области космической техники, которые ведутся в Союзном государстве, так или иначе связаны с пилоти-

руемой космонавтикой. Сегодня реализуется седьмая программа – «Технология-СГ». Белорусскими специалистами совместно с российскими коллегами проведен огромный комплекс работ, позволяющий сегодня говорить не только об участии в разработке каких-то отдельных элементов, а о комплексном рассмотрении использования космоса.

Алексей Кубрин заметил также, что обыватели воспринимают космос только как летающие космические аппараты, но это ведь только верхушка айсберга. А девять десятых, образно говоря, находится под водой. Сюда входят наземная инфраструктура, информационные технологии, современные материалы, унификация нормативно-правовых баз...

Заместитель Государственного секретаря Союзного государства подчеркнул, что совместно удалось выйти на достаточно высокий технологический уровень, позволяющий объединить наземную инфраструктуру, информационную и космическую составляющую России и Беларуси. Аналогов такому сотрудничеству с его потенциалом в мире нет. Благодаря ему границы между нашими странами, которые видны из космоса, условно говоря, стираются, и через космические технологии Россия и Беларусь становятся ближе друг к другу.

Многие участники конгресса подчеркивали важность международной кооперации для осуществления грандиозных проектов в космосе. Организаторы форума надеются, что привлекут к космической деятельности поколение молодых, которые смогут использовать задел, созданный в Беларуси их предшественниками. Как справедливо отметил заместитель Председателя Президиума Национальной академии наук Беларуси академик Сергей Килин, освоение ближнего и дальнего космоса неизменно актуально, потому что невозможно остановить человеческое стремление к познанию мира.

Снежана МИХАЙЛОВСКАЯ

Освоение космоса неизменно актуально, потому что невозможно остановить человеческое стремление к познанию мира

