



КОСМИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗЕМНЫХ ЗАДАЧ

Космическая тематика в работе Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова занимает особое место – неслучайно именно ИТМО стал со стороны Беларуси главной организацией – исполнителем научно-технической программы Союзного государства «Технология-СГ», направленной на получение материалов, устройств и систем ракетно-космической техники. Среди компетенций Института – создание высококачественной оптики, материалов с уникальными свойствами, разработка элементов для новых типов двигателей, проведение испытаний теплозащиты спускаемых аппаратов и многое другое, что позволяет нашей стране вносить свой вклад в освоение космоса. Давняя мечта человечества в современных реалиях тесно связана не только с экономическими и научными возможностями государств, но вызывает стратегическо-философские вопросы: для чего нам нужен космос? в каком направлении двигаться? насколько оправданны значительные затраты на него при массе нерешенных проблем на Земле? Об этом – наш разговор с академиком Олегом Пензьяковым, директором Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси.

– Институт, который вы возглавляете, работает с 1952 г. – времени одержимости космосом, мечтой, которую удалось осуществить спустя 5 лет с запуском первого спутника и немногим позже, в 1961 – первым полетом человека. Кажется бы, с тех пор технологии, материалы, подходы шагнули очень далеко, но при этом человек так и не продвинулся дальше к звездам, более того, были свернуты лунные программы, которые сейчас с трудом пытаются возродить в новом формате. Что, на ваш взгляд, тормозит продвижение?

– Космос – это дорогостоящее направление, не все страны могут позволить себе им заниматься. Понятно, что в 60-е гг. прошлого века, когда мы были в другой стране, существовало противостояние двух больших систем – СССР и США. Большое количество программ и задач было связано с военным освоением космоса, системами слежения и обнаружения, связи, и по тем временам финансирование было очень большим, как и количество занятых в этой сфере специалистов в странах теперь уже бывшего СССР. Кроме того, это было время становления. Первый спутник, полет Гагарина, выход в открытый космос, посадка на Луну, потом на Венеру. Все этим горели. Сейчас эта тематика – лишь один из приоритетов, у нас достаточно дел и на Земле.

После распада СССР решение многих стратегических задач на постсоветском пространстве замедлилось. В США и ЕС за это время было выполнено много амбициозных проектов, связанных с созданием спутниковых систем для наблюдения за дальним космосом. Работающие

на орбите телескопы «Хаббл» и «Гершель», запущенные НАСА и Европейским космическим агентством и позволяющие получать снимки Вселенной в различных спектральных интервалах, дали возможность по-новому взглянуть на процессы ее зарождения. Благодаря новому телескопу – «Джеймсу Уэббу» – появились уникальные снимки высокого разрешения различных участков Вселенной. Было запущено гигантское количество научных спутников, информация с которых позволила модифицировать физические модели развития Вселенной, найти несостыковки в существующих моделях ее развития – это привело к достаточно серьезному скачку в фундаментальной физике.

На территории стран бывшего СССР это направление развивалось не так активно по чисто экономическим причинам. Например, в России серьезные возможности появились только последние полтора десятка лет, большое внимание они обращают на разработку новых космических систем, их совершенствование. Сейчас идет разговор о строительстве собственной лунной станции, есть амбициозные планы по разработке ядерного плазменного буксира, который будет заниматься транспортировкой грузов в космическом пространстве, допустим, с орбиты Земли на орбиту Луны. Рассматриваются варианты создания новой космической станции: Российская Федерация уже объявила, что собирается прекратить эксплуатацию МКС. Сделано большое количество научных программ, экспериментов. Но несмотря на то, что акценты меняются, в целом космический вектор развития не потерял актуальности. И все более-менее продвинутые страны тем либо иным способом связывают свое будущее с освоением ближнего и, потенциально, дальнего космического пространства.

– Для чего нам вообще нужен дальний космос? Вы были в числе спикеров XXXI Международного конгресса Ассоциации участников космических полетов, который проходил в Беларуси в 2018 году, представляли белорусские разработки. Звучал ли там ответ на этот вопрос?

– Жизнь человечества подвержена большому количеству разнообразных угроз. В долгосрочном плане жизнь на Земле в любом случае конечна, и рано или поздно она в том виде, который есть, исчезнет. Кроме того, происходит изменение климата, постоянно существует опас-

ность столкновения с большими астероидами. Такие случаи уже были, и это приводило к кардинальному изменению жизни на Земле и исчезновению видов, а к одному из них человек, собственно, и относится. Космос всегда нас влек как одна из возможностей спасения как отдельного человека, так и человечества в целом. Есть гипотеза, что на Марсе когда-то была жизнь, а теперь эта планета безжизненна. Такая же ситуация рано или поздно случится на Земле, скажем, когда на Солнце выгорит ядерное топливо или произойдут изменения, на которые мы повлиять не сможем, как бы ни хотели. Условия могут стать такими, в которых мы будем не в состоянии поддерживать жизнедеятельность. Космос же предлагает человечеству некий вариант переселения на другие планеты, их освоения. Да, пока это звучит как фантастика, но в действительности изменения могут произойти очень быстро. В контексте того, что создано за последние годы, при соответствующем развитии технологий все может быть и построено, и послано к звездам. Необходимый задел уже сделан. Собственно, поэтому и занимаются дальним космосом. И это один из серьезных мотивов его познания, кроме того, что это очень интересно. Чтобы куда-то лететь, надо, как минимум, знать, куда лететь. Можно воспринимать это как естественный эволюционный процесс. В общем, это достаточно серьезные вопросы, которые надо поднимать, и люди, занятые космической деятельностью, рано или поздно такие вещи обсуждают – иногда в техническом контексте, иногда в философском.

– Какие новые принципы и технологии, на ваш взгляд, нужны для продвижения космической тематики? Какими вы видите перспективы Института в этом направлении? Какие компетенции необходимо развивать?

– Поскольку космос – это уже массовое явление, в нем, как и в экономике, рассматриваются задачи, как сделать дешевле, качественнее и миниатюрнее. Снижение веса аппаратов при сохранении функциональных возможностей требует применения новых материалов, датчиков, приборов, работающих лучше, чем предыдущие. Нуждаются в развитии и подходы, связанные с интерпретацией космических данных: для обработки снимков используются достаточно сложные математические программы, чтобы представлять их в нужном для потребителя виде. Еще одно существенное направ-

ление сейчас – формирование ноосферы, среды, в которой живет человек. Фактически она занимает пространство до 10 км от поверхности Земли. Космические аппараты и системы используются для того, чтобы создавать комфортные условия для людей, но чтобы эта техника работала правильно, с поверхности Земли также должен осуществляться серьезный мониторинг происходящих процессов, например изменений качества воздуха, наличия в нем примесей и так далее. Если это проводить в режиме реального времени и соединять полученные данные со спутниковыми, можно получать адекватную и полную текущую информацию о состоянии среды и процессах в ней. Это необходимо для обеспечения качества жизни человека. Многие еще нужно сделать для того, чтобы развивать системы анализа качества воздуха, воды, состояния почвы и т.д. Возьмем, например, сельское хозяйство, вклад которого в ВВП Беларуси значителен. Сейчас популярно отслеживать состояние полей на основе анализа космических снимков. Но то же самое можно делать и на поверхности при помощи специальной мобильной станции, которая ставится в поле на глубину 1 метр, и на каждом отрезке этой системы есть датчики, позволяющие получать раз в 10 минут информацию о состоянии почвы на разных уровнях: ее влажности, наличии CO₂, кислотности. А верхние датчики, расположенные над поверхностью земли, будут вести мониторинг созревания урожая на том или ином участке. У нас уже готова такая локальная система интеллектуального земледелия, планируем запустить ее в опытную эксплуатацию. Подобные системы должны сопрягаться с космическими – тогда мы будем иметь более полную и адекватную информацию о том, что происходит на Земле.

– Космическая отрасль высокозатратная. Сопоставима ли отдача от нее с вложениями, особенно если говорить о Беларуси, небольшой стране?

– Космос – это эксклюзивная область, она создает и оттачивает технологии, которые потом находят применение на Земле, потребляются многими областями народного хозяйства. Современная связь, Интернет, телевидение, навигация, логистика невозможны без большого количества спутниковых аппаратов. Сюда же можно отнести системы дистанционного наблюдения за Землей, снятие рельефов, работу систем информирования населения или специальных служб о чрезвычайных

ситуациях – пожарах, выбросах вредных веществ и т.д. Сейчас плотность спутникового присутствия такая, что информацию можно получить в почти поминутном диапазоне. И, например, Россия ставит задачу по созданию еще более плотной группировки аппаратов дистанционного зондирования Земли. Конечно, в них есть масса технологических аспектов, обеспечивающих работу в космосе: системы питания, управления, связи, терморегулирования, охлаждения, двигатели, датчики, особые материалы. Для того чтобы удешевлять конструкции, делать более легкие аппараты, формируются специальные программы по созданию более продвинутых элементов. И потом все это большое разнообразие приборов и материалов находит и другие, гражданские приложения. В этом смысле космос вносит значительный вклад в развитие экономики на Земле.

Что касается Беларуси, то у нас нет значительных или неоправданных трат на космос. Наш спутник недорогой, а предприятия, работающие на космическую отрасль, выпускают продукцию, которая потребляется Китаем, Россией, странами Персидского залива. И это позволяет нормально функционировать большим коллективам, создавать высокотехнологичные приборы и быть на уровне. Если у нас есть технологические возможности, позволяющие производить оборудование для космоса и его продавать, то почему бы это не развивать? Вопрос сохранения этих компетенций имеет экономическое обоснование: отдачи тут однозначно больше, чем затрат.

– Работа для космической отрасли невозможна без международной кооперации, в том числе в рамках научно-технических программ Союзного государства. Как в ней задействован ИТМО? Какие новые задачи ставятся перед Институтом?

– В Союзной программе «Технология-СГ» ИТМО выступал в качестве головной организации и руководил процессом, кроме того, 6 из 26 заданий выполнялись в Институте. В год на реализацию программы тратилось примерно 400 тыс. долл., что давало возможность работать 6 большим группам специалистов. Полученные ими разработки в итоге легли в основу большого количества контрактов – еще один пример того, что вложенные средства, поддержание компетенций и навыков в конце концов окупаются. Соотношение бюджетных и внебюджетных ресурсов,

направляемых на деятельность Института, составляет примерно 30 на 70. То есть на каждый рубль, вложенный государством, мы даем 2–3 рубля «живых» контрактных денег.

Что касается новых программ, то сейчас обсуждается «Ресурс-СГ», она может начаться в конце следующего года. Для нас предусматриваются задания по материалам, датчикам, созданию роботизированных систем для освоения космоса. Есть интересная идея робота-строителя, который будет возводить в невесомости, как паук паутину, объекты типа решетки, арматуры, буквально вытаскивая из себя материал и передвигаясь по нему дальше по мере его затвердевания. Имеется проект создания роботизированной универсальной платформы, которая сможет ходить и по Земле, и по поверхности Луны, Венеры или других планет, будет снабжаться разными видами аппаратуры под различные задачи. Для нее предусмотрены особые электродвигатели, которые будут работать от солнечных панелей, с очень хорошими характеристиками. За них будет отвечать наш Центр электромеханических и гибридных силовых установок мобильных машин. Он известен как один из участников создания белорусского электромобиля, а теперь будет работать над аналогом для космоса. Важно, что такие проекты привлекают молодежь. Надо создавать условия, выстраивать систему координат для наиболее продвинутых ребят. Ведь наука – это профессиональное цеховое ремесло, одни люди учатся у других только в работе и общении. Ученый должен постоянно выполнять сложные работы, совершенствовать подходы. У нас есть школа, есть коллектив, компетенции, которые мы стараемся удержать, чтобы быть интегрированными в мировую среду. Это удерживание не очень простое, но мы на это мотивированы. ■



Карбид кремния – удивительный материал, образованный двумя самыми распространенными элементами земной коры – углеродом и кремнием, на основе которых зиждутся материальные основы жизни и которые имеют широкое практическое применение, в частности являются базовым строительным кирпичиком современной электроники. Его предсказали и пытались получать уже в середине XIX в. В 1891 г. Эдвард Ачесон разработал способ получения кристаллического SiC в промышленном масштабе, и этот метод используется до сих пор. Первые исследования материала, который долгое время считался вторым по твердости в природе, выполнил Анри Муассан, обнаруживший его микроскопические количества в образцах из метеоритного кратера возле Каньона Смерти в Аризоне. В 1905 г. этот минерал в честь его открывателя был назван муассанитом и, возможно, с легкой руки ученого получился почти универсальным по спектру своих приложений и не менее ценным, чем алмаз. Интересно отметить, что муассанит в настоящее время распространен в ювелирной промышленности как один из лучших синтетических заменителей бриллиантов (рис. 1).

Когда мы ведем речь о карбиде кремния, необходимо различать монокристаллическую его разновидность, применяющуюся преимущественно в электронике и ювелирном деле, и поликристаллическую, выступающую основой для получения полноразмерных керамических изделий, в состав которых дополнительно могут входить кремний, углерод и другие соединения.

Универсальность материала привлекла внимание сотрудников Института тепло- и массообмена и стала важным мотивом для исследований в области его синтеза, повышения комплекса физико-механических свойств керамики