

Сибирские ученые — космосу

Научная сессия апрельского Общего собрания СО РАН была посвящена 60-летию полета **Юрия Гагарина** в космос и объединена названием «Ученые Сибири на службе космической отрасли».

Председатель [Сибирского отделения РАН](#), глава Объединенного ученого совета по химии СО РАН академик **Валентин Николаевич Пармон** перечислил ряд работ, выполненных химиками в интересах космоса.

«Они идут по четырем направлениям: ракетные топлива и управление процессами горения, системы жизнеобеспечения в космических кораблях, материалы для космоса и общие вопросы космоса», — отметил ученый.

[Валентин Пармон](#) напомнил, что запуск советского космического челнока «Буран» с помощью ракетоносителя «Энергия», который состоялся 15 ноября 1988 года, был бы невозможен без сопровождения со стороны [Института катализа](#) СО АН и конкретно — работ под руководством **Романа Алексеевича Буянова**.

«Дело в том, что еще со времен Константина Эдуардовича Циолковского было признано, что самым лучшим топливом для ракет является жидкий водород. В СССР шла интенсивная программа по его использованию для мощных ракетоносителей и авиации. И сейчас предполагается, что новые ракеты сверхтяжелого класса тоже будут летать на нем, — рассказал Валентин Николаевич. — Однако с хранением жидкого водорода и его транспортировкой есть проблемы».

Роман Буянов обеспечил практическое решение вопроса, связанного с производством особой формы жидкого водорода — параводорода, — такого, в молекулах которого ядерные спины атомов расположены противоположно.

«Перевод ортоводорода в параводород — абсолютно необычный каталитический процесс, который происходит при криогенных температурах и связан с магнитными взаимодействиями. Были разработаны катализаторы, которые позволяют при криогенных температурах в процессе сжижения водорода получать именно параводород, которым и заправляли “Энергию”», — пояснил академик Пармон.

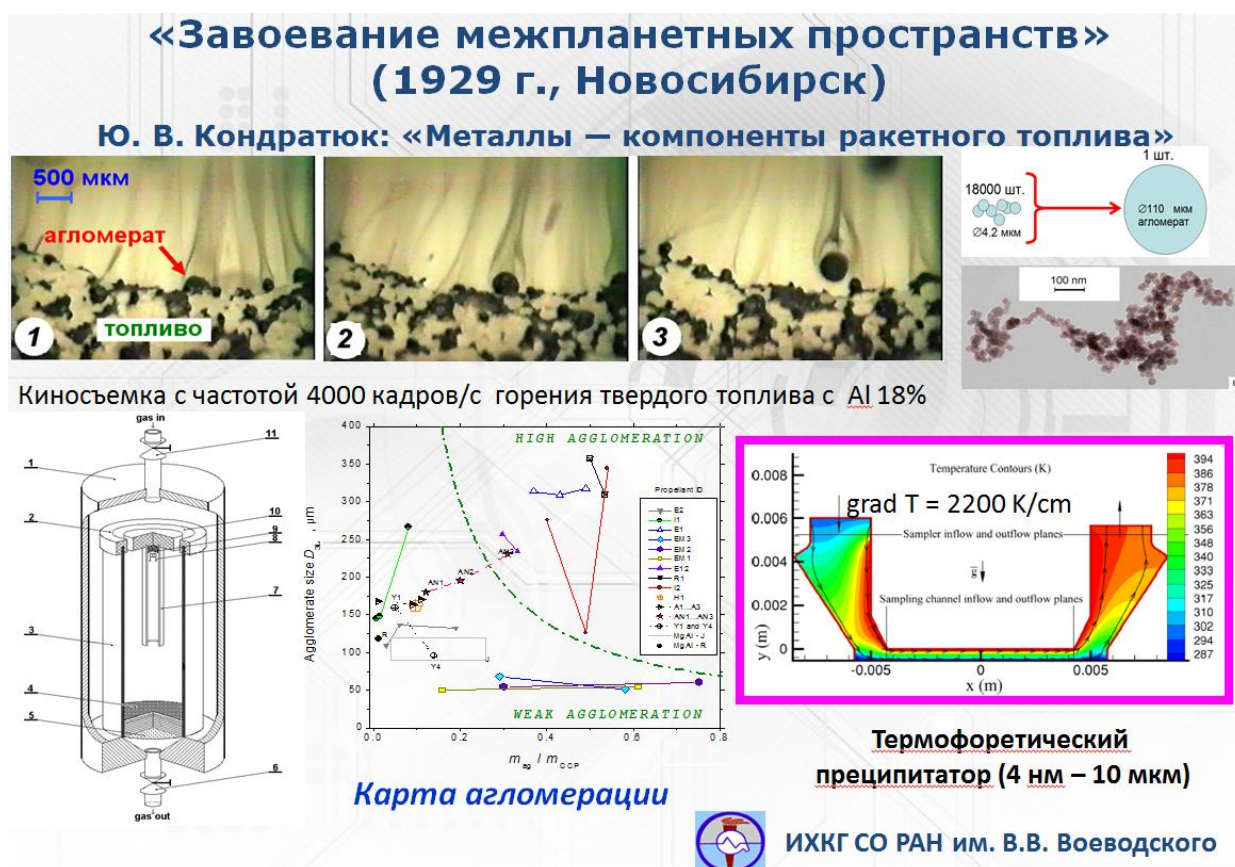
Это было еще в советское время. Однако сейчас, по словам ученого, компетенции [Института катализа](#) по созданию таких катализаторов восстановлены, и [ИК СО РАН](#) готов продолжать работу с «Роскосмосом».

Второе направление, по которому работал [Институт катализа](#), — это управляемые жидкостные ракетные двигатели малой мощности для высокоточной ориентации.

«Есть химические соединения, которые часто называют монотопливами, типа энергетически насыщенных гидразина или перекиси водорода. В присутствии катализаторов они могут разлагаться с образованием газа и выделением большого количества энергии. При подаче такого монотоплива на пакетный катализатор в ракетном двигателе генерируются горячие газы, которые могут быть использованы для ориентации ракет, в том числе и космических. Проблема заключается в том, чтобы можно было обеспечить очень быстрое включение такого ракетного двигателя и быструю отсечку, — прокомментировал [Валентин Пармон](#). — Эти работы интенсивно велись в [Институте катализа](#), их возглавлял Валерий Александрович Кириллов. Были созданы и практически использовались пакетные катализаторы, но в настоящее время данная тематика перешла в Уральское отделение РАН. И в нынешнем году в отчетном докладе УрО РАН было упомянуто о получении пакетных катализаторов, сформированных при помощи новейших аддитивных технологий, но с теми же самыми составами, которые были ранее опробованы в ИК».

«Что касается систем длительного жизнеобеспечения в космосе, то в 1970-е годы активно обрабатывалась возможность связать выделяемый человеком CO₂ с получаемым из воды водородом и получить метан, а его, в свою очередь, преобразовать в твердый углерод, который можно выбросить за борт космического аппарата. [Институт катализа](#) в 1970-е и в конце 1980-х годов много работал по этой проблематике. Впоследствии ее космическое назначение постепенно отпало, но работа переросла в получение углеродных нановолокон заданной структуры и в настоящий момент продолжается», — отметил Валентин Николаевич.

Отдельная гордость [ИК СО РАН](#) — твердый воздух, аэрогель, который является незаменимым компонентом для черенковских счетчиков космического излучения, и сейчас на МКС летают приборы, снабженные таким необычным материалом.



В [Институте химической кинетики и горения](#) им. В. В. Воеводского СО РАН проводятся эксперименты по горению ракетных топлив, содержащих большое количество металлов. Эта область научных исследований была предложена еще в 20-е годы прошлого века известнейшим советским пропагандистом полетов в космос — новосибирцем **Юрием Васильевичем Кондратюком** — и до сих пор очень востребованна. Также в ИХКиГ СО РАН разрабатываются специальные устройства, которые позволяют изучить динамику скорости горения твердых ракетных топлив.

В Федеральном научно-производственном центре «Алтай» также выполнено много работ, связанных непосредственно с гражданским космосом. В частности, это касалось управляемых газогенераторов для искусственных спутников Земли. «Также были изготовлены энергетические установки для раскрытия створов спускаемого аппарата для межпланетной станции «Марс». Для станций серии «Венера» были отработаны топливные элементы и для грунтозаборных устройств, и для раскрытия створов. В последнее время ФНПЦ «Алтай» активно работает по заказу госкорпорации «Росатом» по созданию блоков аварийного спасения космонавтов», — перечислил [Валентин Пармон](#).

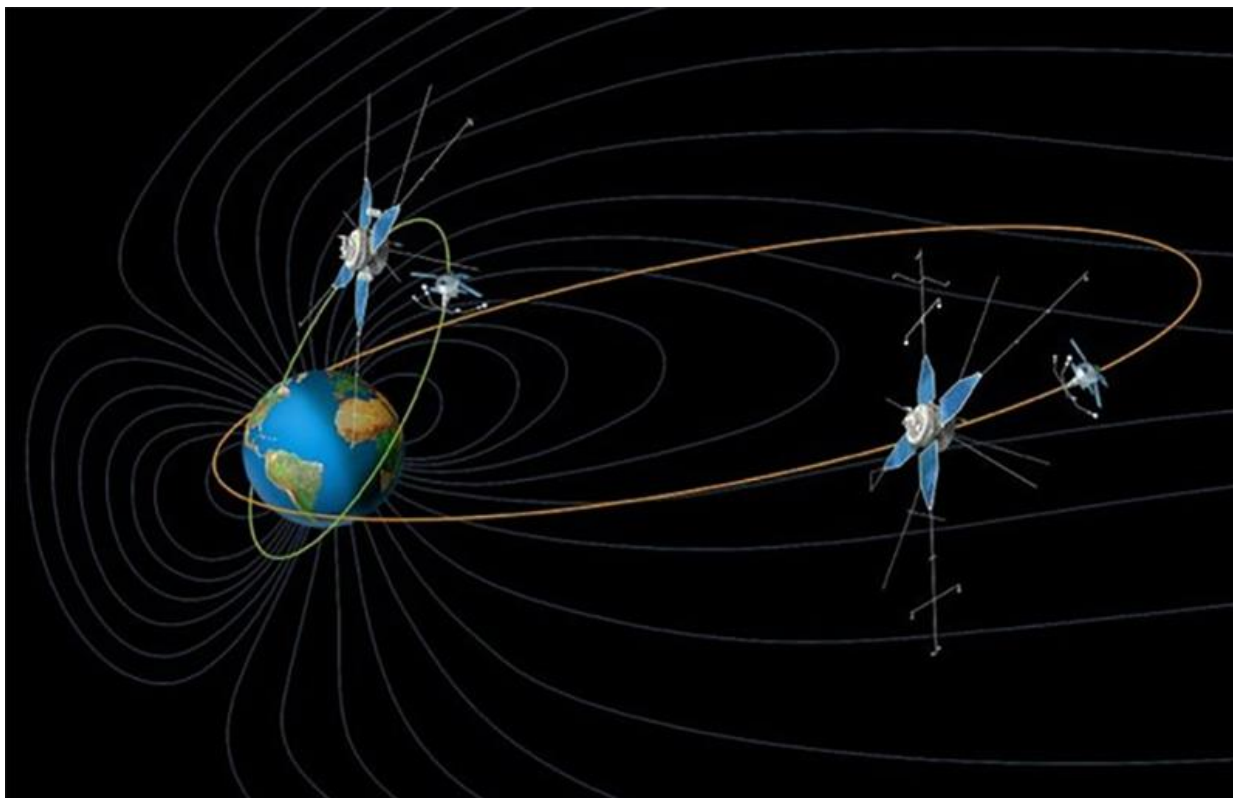
Директор Института космофизических исследований и аэронавтики им. Ю. Г. Шафера СО РАН (Якутск) доктор физико-математических наук **Сергей Анатольевич Стародубцев** акцентировал, что в следующем году исполняется 75 лет станции космических лучей «Якутск», с которой начались непрерывные наземные измерения космических лучей в нашей стране.

«Сейчас развита целая сеть станций, их 14, и они объединены в уникальную научную установку «Российская национальная наземная сеть станций космических лучей». Станции расположены как на территории нашей страны, так и за ее пределами — на острове Шпицберген (Норвегия) и в Антарктиде», — отметил ученый.

Он рассказал о различных приборах, которые в разные годы были созданы в институте под руководством и при непосредственном участии **Юрия Георгиевича Шафера**. В их числе — аппаратура, предназначенная для измерения ионизирующего излучения, которая устанавливалась на различных геофизических ракетах и искусственных спутниках Земли.

В **ИКФИА СО РАН** проводились также исследования радиационных эффектов, связанных с термоядерными взрывами. Сейчас такие взрывы в атмосфере запрещены, а в то время они осуществлялись в большом количестве.

«Было обнаружено, что продукты взрыва на больших высотах в магнитосопряженной с местом события области могут существовать весьма продолжительное время — примерно год, — прокомментировал Сергей Стародубцев. — Нужно было понять, как это происходит, для чего наши ученые разработали модель магнитогравитационной ловушки, которая позволила объяснить длительное удержание осколков деления, возникающее при атомном взрыве, на больших высотах».



Также директор **ИКФИА СО РАН** отметил международный проект «Интербол» для исследований физических процессов в системе Солнце — Земля. В нем участвовали специалисты из 19 стран, в том числе и из якутского института.

«На авроральном спутнике «Интербол-2» стоял специально разработанный нами спектрометр космических лучей, способный измерять поток протонов в пяти дифференциальных каналах с энергиями от 20 кэВ до 200 МэВ, и кроме того, был еще один

интегральный канал. С этим прибором институт участвовал и в других программах. Во время миссии “Интербол” на фазе роста 23-го цикла солнечной активности им были зарегистрированы шесть вспышек солнечных космических лучей, в то время таких измерений в этой области энергий больше никто не проводил. К сожалению, из-за проблем с деградацией солнечных батарей в начале 2000-х годов наш прибор отключили», — рассказал Сергей Стародубцев.

В 1983 году было начато строительство станции ракетного зондирования атмосферы в полярной геофизической обсерватории «Тикси». В 1987 году оно было полностью завершено, но начались перестроечные процессы, запуски геофизических ракет произвести так и не удалось, и в 1993 году станция была окончательно законсервирована.

«Тем не менее в 2008 году была запущена новая ФЦП “Создание и развитие системы мониторинга геофизической обстановки на территории Российской Федерации” и были начаты работы по восстановлению ракетного комплекса в Тикси, — прокомментировал директор [ИКФИА СО РАН](#). — В 2015 году совместно с НПО “Тайфун” и ОКБ “Новатор” был осуществлен первый в современной России запуск геофизической ракеты нового типа: МН-300, современной российской геофизической ракеты с твердотопливным двигателем, предназначенной для запуска научных зондов на высоту до 300 километров. Возможные варианты ее использования — контактные измерения параметров окружающей среды на трассе полета, создание искусственных образований для активного воздействия на ионосферу, а также вывод на низкую орбиту Земли микро- и наноспутников массой до 10 килограммов. Именно с этой ракетой связаны перспективы института в области современных экспериментов и исследований околоземного космического пространства».

Сергей Стародубцев перечислил задачи, которые ученые надеются в ближайшее время решать совместно со своими партнерами: исследование механизмов влияния гелиосферных, магнитосферных и космических факторов, а также активных воздействий на верхнюю атмосферу на высоких широтах на основе измерений на геофизических ракетах; прямые исследования влияния факторов космической погоды и плазменных экспериментов на ионосферу и магнитосферу; исследование влияния космических факторов на различные биологические объекты; научно-прикладные исследования в области материаловедения, испытания элементов космической техники; научно-прикладные исследования по разработке испытаний систем по выводу микроспутников на орбиту путем оснащения ракеты второй ступенью или разгонным блоком. Наконец, немаловажная часть — это научно-образовательные задачи.

Директор [Института солнечно-земной физики СО РАН](#) (Иркутск) член-корреспондент РАН Андрей Всеволодович Медведев рассказал о прикладных задачах, стоящих перед институтом в космических исследованиях.

Астрокомплекс Саянской солнечной обсерватории [ИСЗФ СО РАН](#), которая в том числе выполняет задания «Роскосмоса», осуществляет работы по траекторному сопровождению космических аппаратов, определению некоординатных характеристик (сюда входит и уточнение состояния космических аппаратов в нештатных ситуациях), мониторингу космического мусора на высоких и низких орбитах. А также — наземному сопровождению дальних космических миссий, вроде существующих сейчас аппаратов «Спектр-РГ». По результатам обзорных наблюдений на телескопе АЗТ-33ВМ были получены новые данные об уровне техногенной засоренности геостационарной орбиты Земли.

Уникальной установкой для России является Иркутский радар некогерентного рассеяния — помимо прочего, он выполняет функции по наблюдению космических объектов. Другая интересная задача — миссия «Луна-Ресурс», она готовится совместно с «Роскосмосом» и другими институтами РАН. Результатом этого сотрудничества должно стать подробное картирование диэлектрической проницаемости поверхности Луны с недоступными ранее деталями.



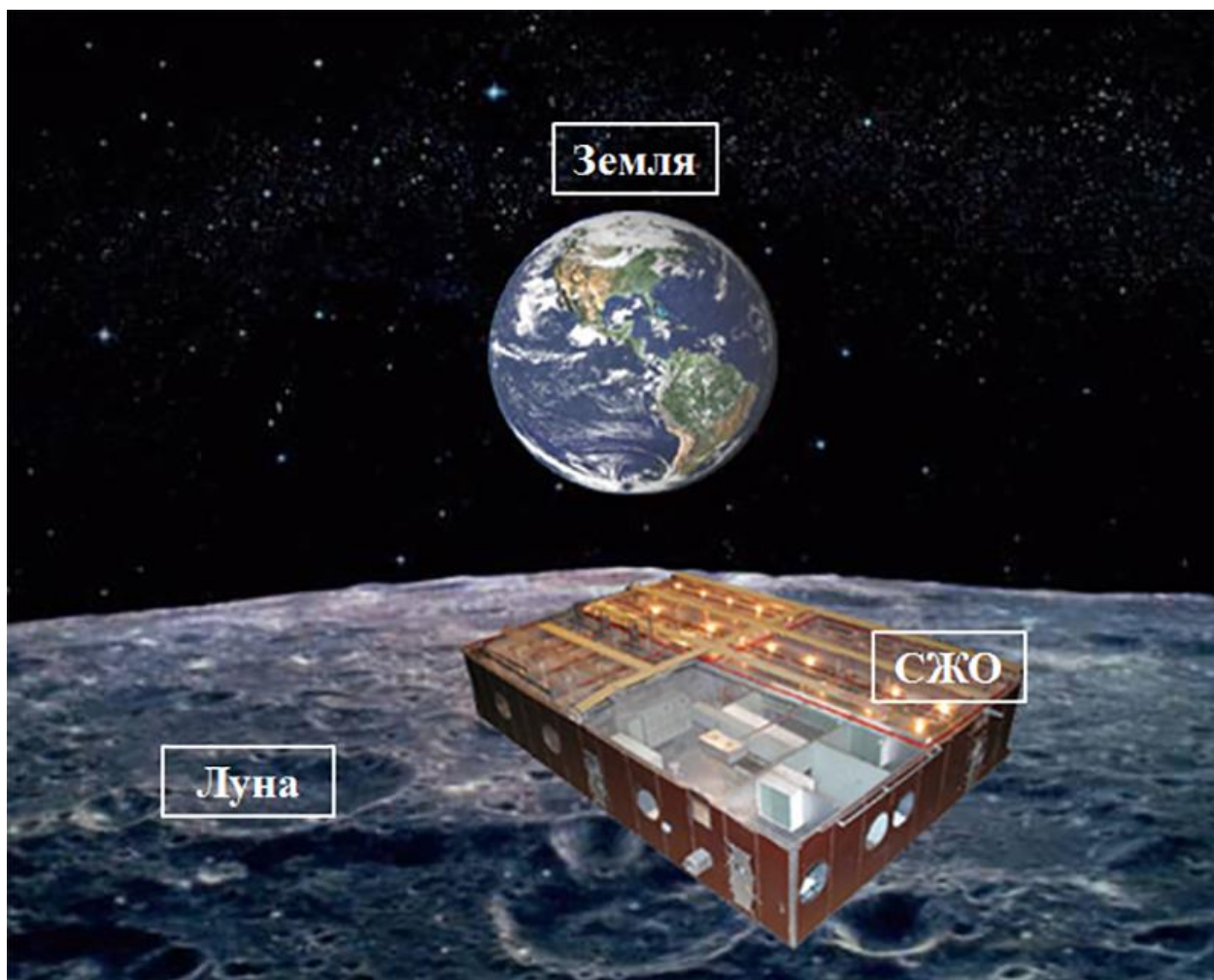
Объекты геогеофизического комплекса



Продолжают строиться объекты для Национального геогеофизического комплекса РАН, который будет включать целый ряд уникальных установок. Например, в строй уже введен комплекс оптических инструментов. На порядок увеличить чувствительность радиолокационных станций для контроля ближнего космоса позволит новая система радаров. Эта современнейшая установка внесет существенный вклад в совершенствование российской автоматической системы предупреждения опасных ситуаций в космосе. Для изучения Солнца создается крупный телескоп-коронаграф. Он может стать незаменимым инструментом в рамках программы астероидно-кометной опасности. В частности, позволит заблаговременно выявлять астероиды и кометы, приближающиеся со стороны Солнца.

Академик **Андрей Георгиевич Дегерменджи** (Институт биофизики ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН») рассказал про экспериментальную замкнутую систему жизнеобеспечения БИОС, которая может иметь не только космические, но и земные приложения. Ее цель — создать близкие к земным условия для длительного пребывания человека в космическом пространстве. Эта задача была поставлена еще в 1960-х годах. Основная идея — скопировать биосферный процесс круговорота и сделать систему максимально замкнутой. Уже в 1970-х годах в Красноярске была реализована система БИОС-3.

Ее главные достижения — сбалансированная диета, высокая (до 75 %) замкнутость по пище для экипажа, 100 % замкнутость по воде и газообмену. Медицинских отклонений в здоровье испытуемых обнаружено не было, даже спустя длительное время после завершения эксперимента. Сейчас ученые **ИБФ СО РАН** готовят систему БИОС-4. Уже есть исследования, показывающие, как, варьируя спектр света ламп, улучшить производительность растений, как будут вести себя овощные культуры в условиях лунных баз (при лунном ритме смены дня и ночи). Кроме того, разрабатываются технологии биологического сжигания отходов растениеводства, а также физико-химического сжигания органических отходов.



«Можно вернуть органическое вещество, которое раньше шло в “тупик”, обратно в круговорот. Осталось только соединить все имеющиеся технологии в одну систему и сделать опыт БИОС-4. Для этого надо заключить договоры с “Роскосмосом”»,— говорит Андрей Дегерменджи.

Система опробована на «1/30 доле человека» — когда люди взаимодействовали с системой не полностью, а лишь долей своих выделений, дыхания и питания. Теперь осталось воплотить результаты в полноценной БИОС-4. У этой системы есть и земные приложения. Например, ученые предлагают создавать на ее основе экодому в Арктике.

Генеральный директор генеральный конструктор АО «Информационные спутниковые системы» им. ак. М. Ф. Решетнёва» член-корреспондент РАН **Николай Алексеевич Тестоедов** рассказал об основных научных достижениях в области космической связи, навигации и геодезии. Как известно, активное освоение космического пространства началось с запуска первого искусственного спутника Земли. Спустя полтора года в Сибири было создано АО «ИСС», разработки которого сегодня составляют 2/3 орбитальной группировки России. По словам ученого, самой главной движущей силой всех научных достижений в области космоса являются космические аппараты на геостационарной и высокой эллиптической орбитах. Развитие подобных космических аппаратов уже преодолело три поколения: начиная с расчетов и освоения орбит высокого эллипса, создания основных систем и аппарата герметичного исполнения до широкого применения композиционных материалов, внедрения электронной компонентной базы, стойкой к прямому воздействию факторов космического пространства, и перехода на высокоэффективные солнечные батареи. Срок службы этих спутников вырос в 15 раз. Главный же прогресс в этой сфере заключается в колоссальном увеличении объема информации, пропускаемой через космический аппарат — всё это благодаря общему

развитию информационных технологий, — работе на более высоких частотных диапазонах, новым методам сжатия данных, а также переходу с аналоговых устройств на цифровые. Общим итогом работы в этом направлении стало увеличение пропускной способности космической орбитальной группировки связи на несколько порядков — в тысячи раз, при этом общее число спутников не изменилось.

Важнейшим научно-техническим достижением компании и национальным достоянием страны является система навигации ГЛОНАСС. Современные модификации космических аппаратов обеспечивают глобальное покрытие земли навигационным полем. По словам Николая Тестоедова, сейчас средняя орбитальная группировка подошла к своему техническому пределу, необходима модернизация и введение высокоэллиптических космических аппаратов (всего шесть штук) с другим геометрическим фактором, что значительно уменьшит погрешность навигации.



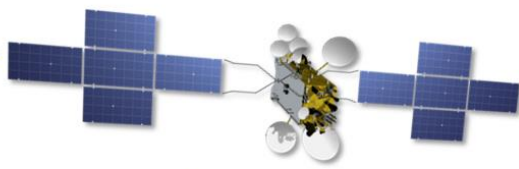
АО «ИСС» развивает несколько направлений

Навигационное направление



Глонасс-К2

Телекоммуникационное направление



Экспресс-АМ6

Геодезическое направление

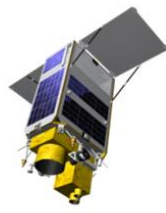


Гео-ИК-2

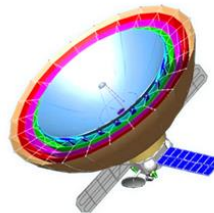
Научно-экспериментальное направление



МиР



ИСС-55



Миллиметр

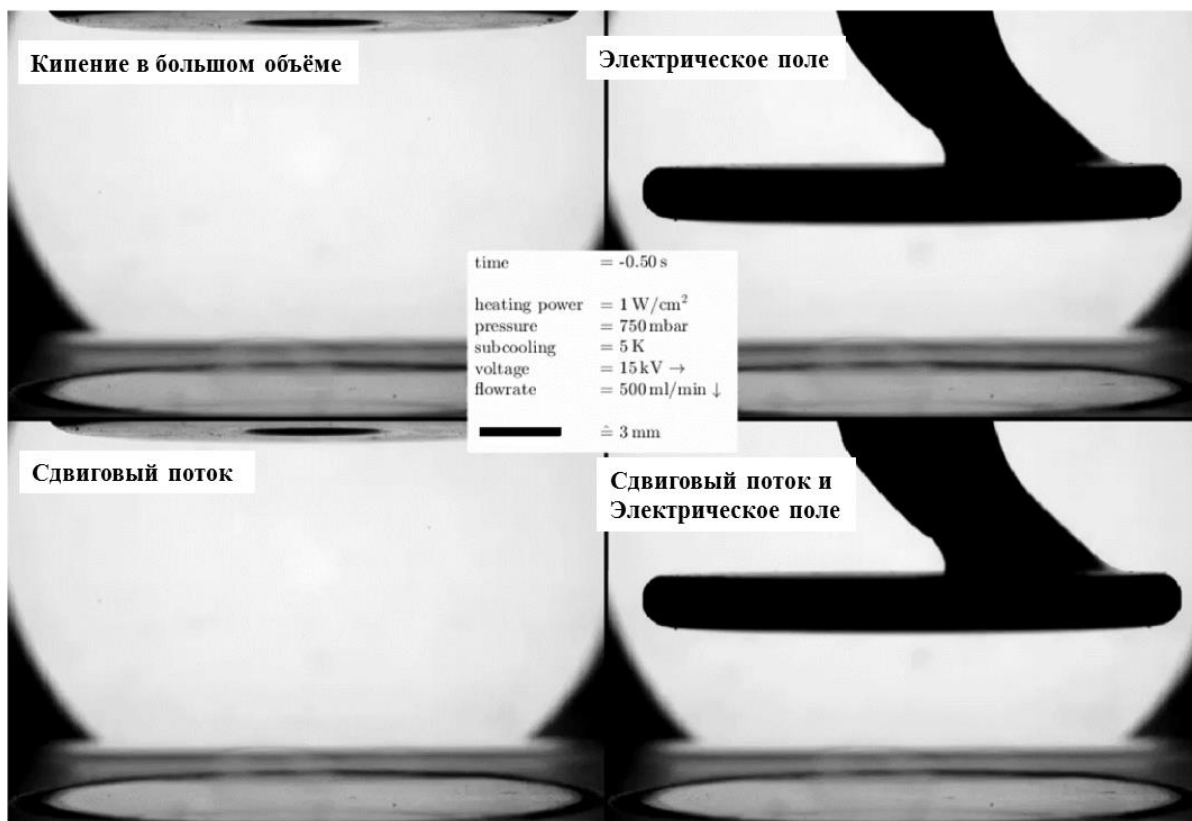


Поскольку система навигационных определений достаточно проста и удобна в работе, сегодня она получила распространение в разных странах. Однако у нее есть недостаток — можно заглушить сигнал, и не все потребители получают доступ. Поэтому активно разрабатываются навигационные системы на других принципах: инерциальные, на основе магнитного поля Земли, и самая перспективная — на основе измерений параметров гравитационного поля планеты — космическая геодезическая система. Она позволяет определить фундаментальные постоянные, характеризующие формы и размеры Земли, а также изменения этих постоянных во времени. Кроме того, сегодня космическая геодезия является базисом для решения задач, связанных с полем тяготения, помогает получить координатно-временную привязку результатов дистанционного зондирования планеты, используется в картографии, геофизике и геодинамике, в том числе в прогнозировании поиска полезных ископаемых.

«С момента нашего основания мы плотно сотрудничаем с РАН и ее Сибирским отделением, выполняя функцию индустриального партнера», — отметил Николай Тестоедов.

Заведующий лабораторией интенсификации процессов теплообмена [Института теплофизики](#) им. С. С. Кутателадзе СО РАН доктор физико-математических наук **Олег Александрович Кабов** рассказал о двухфазных системах в условиях микрогравитации (невесомости) и опыте сотрудничества с Европейским космическим агентством. Двухфазные системы являются важной частью технологических космических систем, без них невозможно эффективное присутствие людей во внеземном пространстве. К двухфазным системам относятся топливные баки и двигатели, системы жизнеобеспечения человека (поддержка температуры, влажности и другие), очистки воды, охлаждения и термостабилизации оборудования, энергетические и биологические системы, необходимые для будущих длительных полетов. Поскольку изменение гравитации в околоземном пространстве кардинально меняет баланс сил в двухфазных системах, выводит на первый план силы поверхностные, термокапиллярные, часто незначительные в земных условиях, ряд процессов становятся менее устойчивыми, возникают новые эффекты. Поэтому перед наукой стоит задача — исследовать возникающие изменения.

Эксперимент на МКС



Ученые проводят различные эксперименты, в частности в параболических полетах и на МКС. Сотрудники [ИТ СО РАН](#) приняли участие в 11 параболических кампаниях (в данном случае состояние невесомости длится всего 22 секунды, в момент, когда самолет достигает вершины параболической траектории). Еще в 2000 году была поставлена задача — создать новый способ интенсивного охлаждения, в том числе и для его использования в условиях микрогравитации. Сибирские ученые исследовали течение пленки под действием потока газа: провели серию параболических экспериментальных полетов и установили, что гравитация существенно меняет устойчивость пленок. В результате у специалистов получилось сделать устойчивое пленочное течение для условий невесомости, разработать систему охлаждения (термостабилизации) электронного оборудования в космосе. Кроме того, исследователи провели крупный международный эксперимент по кипению жидкости в условиях невесомости. Работа разработанного для этих целей устройства осуществлялась

непосредственно на МКС, в результате удалось провести большое количество точных измерений и получить колоссальный массив данных (примерно 100 терабайт), для анализа которых в настоящее время четыре международных коллектива занимаются разработкой программного обеспечения.

«Хотелось сказать еще о важном инструментарии исследований в невесомости — о башне сбрасывания. Нам хорошо известна работа двух башен — в Пекине и Бремене. Все башни дают высокое качество микрогравитации, лучше, чем на МКС. Использование башен является наиболее эффективным, простым и безопасным способом экспериментов в условиях микрогравитации. Известно о планах строительства подобной установки в Новосибирске. Производство такой башни может привлечь новых специалистов в эту сферу, особенно молодое поколение. Я думаю, что такая башня консолидировала бы наше общество для развития и работы в сторону освоения космического пространства и космической техники в России», — добавил Олег Кабов.

Заместитель директора по научной работе [Института теоретической и прикладной механики](#) им. С. А. Христиановича СО РАН кандидат физико-математических наук **Евгений Александрович Бондарь** рассказал о работах, которые ведутся в [ИТПМ СО РАН](#) в интересах ракетно-космической корпорации «Энергия».

«Основным направлением сотрудничества нашего института с РКК “Энергия” являются вычислительная и экспериментальная аэротермодинамика космических аппаратов (КА), — отметил ученый. — Такие исследования важны для предсказания орбиты КА и космических станций с учетом действия аэродинамических сил; определения аэротермодинамических характеристик перспективных спускаемых аппаратов на начальных этапах проектирования (в частности, проектирования тепловой защиты) и траектории аппарата при спуске с орбиты; оценки взаимодействия струй двигателей причаливания и ориентации с КА (в том числе загрязнение) и воздействия на аппарат струй реактивных двигателей, используемых в его системах аварийного спасения и посадки».

Евгений Бондарь подчеркнул, что особенностью этих исследований являются сложность проведения экспериментов и высокая роль численного моделирования.

[ИТПМ СО РАН](#) практически с самого основания занимался этими задачами. В 2000-х институт поставил в РКК программные комплексы, которые до сих пор используются корпорацией. В это же время была начата работа над новыми перспективными космическими аппаратами, но ученые решали и задачи, связанные с функционированием существующих КА. В конце 2000-х в [ИТПМ](#) приступили к работе над новой перспективной транспортной системой — космическим аппаратом «Орёл».

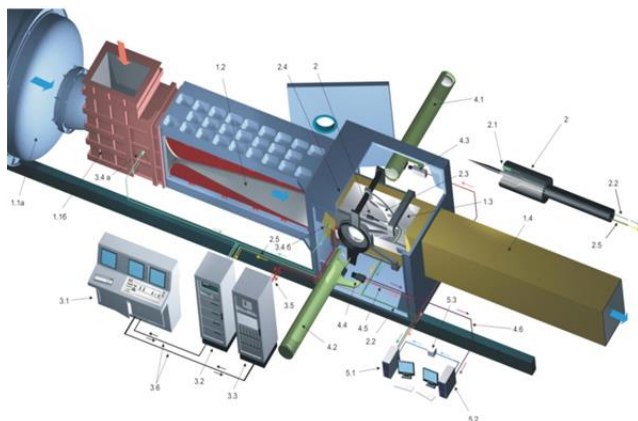
«Первый программный пакет, о котором я бы хотел рассказать, назывался RuSat, — пояснил Евгений Бондарь. — Он предназначен для расчетов течений в свободномолекулярном и переходном режимах для очень сложных геометрий с использованием инженерных локально-мостовых методов».

Он был специально разработан для нужд РКК «Энергия», в частности для решения их ежедневных рутинных задач: например, если на МКС меняется какой-то модуль, меняются и аэродинамические характеристики всей станции, и всё это надо учитывать. Фактически была создана распределенная многопользовательская система для автоматизации проведения, хранения и обработки результатов серий многопараметрических расчетов аэродинамики космических аппаратов.

Другие два прикладных программных пакета, разработанные в [ИТПМ](#) и внедренные в РКК «Энергия», — SMILE и SMILE-GPU. Первый из них представляет собой программную систему для высокоточных расчетов аэротермодинамики космических аппаратов, он был внедрен в 2007 году. Второй пакет, внедренный в 2020-м, решает эти же задачи с помощью моделирования на суперкомпьютерах с гибридной (ГПУ/ЦПУ) архитектурой.

Последние совместные проекты ИТПМ СО РАН с РКК «Энергия» ведутся в области разработки пилотируемого транспортного корабля нового поколения «Орёл». Первая задача связана с высотной аэротермодинамикой этого аппарата.

Эксперименты по аэродинамике ВА «Орёл» Сверхзвуковая аэродинамическая труба Т-313



$$1,75 \leq M \leq 7$$

$$P_0 \leq 1,6 \text{ МПа}$$

$$T_0 \leq 870 \text{ К}$$

$$5 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1} \leq Re_1 \leq 7 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$$

$$\text{Время работы} \leq 10 \text{ мин}$$

«Сейчас у разработчиков аэрокосмической техники в корне сменились требования к вычислениям, — пояснил Евгений Бондарь. — Поставленная заказчиком задача с вычислительной точки зрения была едва выполнима — пришлось даже использовать компьютерные ресурсы самой РКК. Поэтому хочется надеяться, что проект суперкомпьютерного центра «Лаврентьев», который активно поддерживается Сибирским отделением, будет реализован».

Была проведена также большая работа по экспериментальному изучению аэродинамических характеристик — исследования проходили на двух установках ИТПМ: сверхзвуковой аэродинамической трубе Т-313, самой большой сверхзвуковой установке института, и на импульсной установке ИТ-302М, на которой возможно моделировать близкие к натурным параметрам полета условия. Еще одна задача, решаемая учеными в рамках проекта, — исследование структуры течения и распределения давления по поверхности возвращаемого аппарата «Орёл» при его посадке с использованием многоструйной системы торможения. Последняя обширная задача, выполненная учеными ИТПМ СО РАН, касалась функционирования КА «Орёл» на орбите: важно определить возвратное течение на донный экран космического аппарата от струй двигателей причаливания и ориентации. В результате сложного расчета такие данные были получены.

Заместитель директора по научной работе Института автоматизации и электрометрии СО РАН, заведующий лабораторией программных систем машинной графики ИАиЭ СО РАН доктор физико-математических наук Михаил Михайлович Лаврентьев рассказал о космических тренажерах, разрабатываемых для ФГБУ «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина» (ЦПК).

«Наш институт работает в интересах ЦПК уже много лет, — отметил ученый. — В 1985 году к нам приехал космонавт Алексей Архипович Леонов, и ему показали тренажер

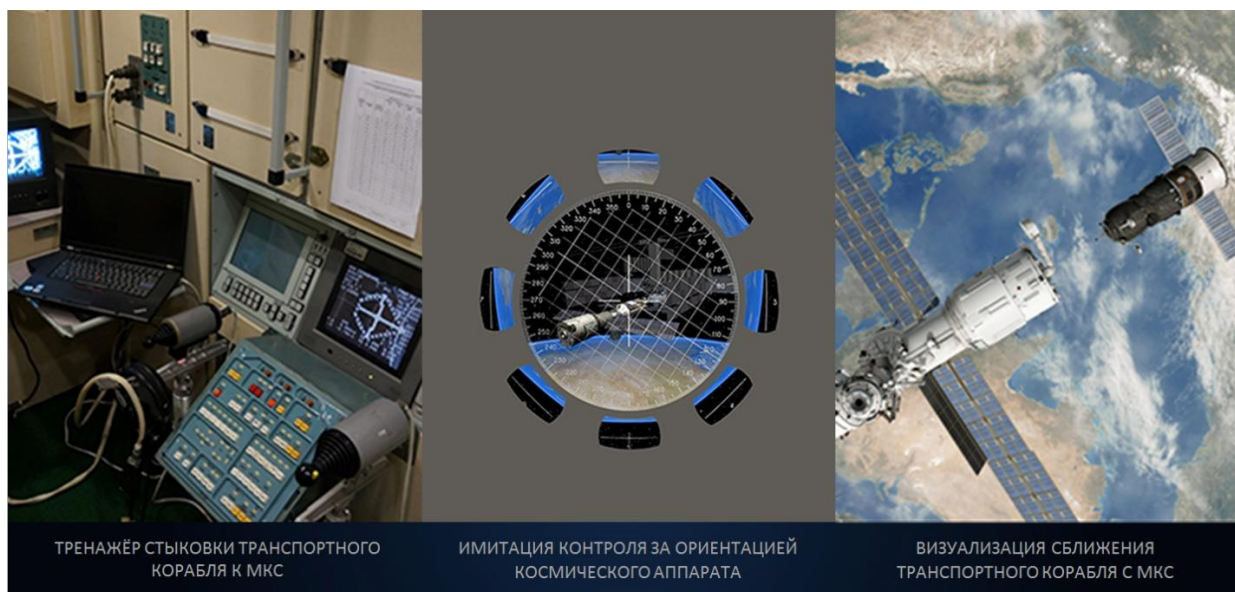
посадки самолета, основанный на одном из первых отечественных генераторов компьютерных изображений, и он поверил в то, что компьютерная графика может быть использована в практических целях тренировки космонавтов».

Помимо самих тренажеров, в последние годы институтом поставлены в ЦПК несколько систем отображения аудио- и видеоинформации.

«Тренажер, которым мы гордимся, создан достаточно давно и до сих пор развивается и постоянно применяется, это компьютерная часть тренажера стыковки с Международной космической станцией, — рассказал Михаил Лаврентьев. — Все российские космонавты перед полетом в обязательном порядке проходят практику на этом устройстве. К сожалению, отказ автоматики иногда происходит, и тогда стыковка производится экипажем корабля в ручном режиме. Благодаря нашему тренажеру космонавты к этому подготовлены».

В реальных полетах телеметрия страдает помехами, и отдельная задача, которую решали ученые [ИАиЭ](#), — эмуляция графических помех, чтобы изображение соответствовало тому, что экипаж видит во время реального полета в космосе.

Один из последних тренажеров, разработанный в институте, задает виртуальный образ МКС, поверхности Земли и учитывает смену дня и ночи: в зависимости от того времени, когда будет производиться стыковка, космонавт увидит на экране те континенты, которые должны быть в реальности.



«В ЦПК поставлена также многоканальная система записи всего, что происходит с космонавтами во время тренировок, — рассказал ученый. — Изначально она создавалась для фиксации моментов спортивных матчей, но идеально подошла и для наших целей. Идея технологии в том, что все тренировки записываются, и инструктор может в непрерывном режиме посмотреть любой момент обучения, и потом производится разбор полетов. Был случай, когда на этой системе при отработке стыковки тренируемые потеряли из виду МКС — в реальных условиях это могло бы привести к гибели экипажа».

Еще один тренажер, разработанный в [ИАиЭ СО РАН](#), направлен на обучение космонавтов фотосъемке: поскольку съемка производится через иллюминатор, размеры которого невелики, часть снимаемого объекта закрыта элементами конструкции МКС, и этот предмет находится в зоне видимости не более 30 секунд.

«При этом, когда вы просто смотрите на поверхность Земли через иллюминатор, вы видите одно, а когда дополнительно через оптику с длинным фокусным расстоянием — например, 800 мм, — вы видите совсем другую картинку, — пояснил Михаил Лаврентьев. — Таким

образом, быстро найти заданный объект съемки становится непростой задачей, и нас попросили сделать тренажер, который позволял бы отрабатывать на Земле этот навык. Если в предыдущих тренировочных аппаратах мы создавали только графику, моделировали реалистичное освещение, то здесь пришлось сделать всё: эмулятор объектива (корпус напечатали на 3D-принтере), систему позиционирования и другое. Для того чтобы симулировать инерциальную характеристику, в модель объектива насыпали определенное количество дроби, чтобы у него была инерция, к нему прикрепили муляж фотоаппарата с микродисплеем, показывающим картинку, которую увидел бы космонавт в видоискателе. Затем аппарат подвешивается на штанге перед иллюминатором, также напечатанном на 3D-принтере, устанавливаются датчики, определяющие, куда смотрит объектив и, собственно, сам астронавт. За иллюминатором стоит еще один монитор, на котором отображается картинка в соответствии с положением головы тренируемого. Эта система, где разные компьютеры отвечают за подачу разной информации, сдана и получила хорошие отзывы: она действительно помогает выработать нужные навыки, и космонавтам после тренировок значительно проще выполнять задания по съемке того или иного участка земной поверхности».

Директор Института водных и экологических проблем СО РАН доктор биологических наук **Александр Васильевич Пузанов** выступил с докладом «Оценка воздействия ракетно-космической деятельности на окружающую среду».

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РКД



До- и послепусковое экологическое сопровождение

Эколого-биогеохимические исследования





Санитарно-гигиенический мониторинг



Экологическая паспортизация территорий космодромов и районов падения ОЧРН



Министерство обороны РФ и Космическое агентство уделяют большое внимание решению экологических задач и медико-экологических проблем при утилизации ракетной и военной техники. Первые большие работы по экологическому сопровождению ликвидации шахтно-пусковых установок ракетных дивизий были проведены более 20 лет назад, этим успешно занимался ИВЭП СО РАН. У института есть лицензия Космического агентства на выполнение работ по экологическому сопровождению пусков ракет-носителей, мониторингу на космодромах России и обеспечению общей безопасности.

«К настоящему времени горные территории Алтая и Саян почти полностью очищены от фрагментов ракет-носителей “Союз” и “Протон”. Мы также участвовали в экологическом сопровождении утилизации твердотопливных ракетных двигателей. Самые крупные из последних работ для “Роскосмоса” и его подразделений — оценка влияния деятельности космодрома “Восточный” на окружающую среду и здоровье населения, ландшафтно-геохимическое обследование территорий районов падения отделяющихся частей ракет-носителей, разработка экологических паспортов, экологический мониторинг», — рассказал А. В. Пузанов.

«Наука в Сибири»

Иллюстрации из презентаций докладчиков

Источники:

[Сибирские ученые - космосу](http://sbras.info) – Наука в Сибири (sbras.info), Новосибирск, 12 апреля 2021.

[Сибирские ученые – космосу](http://sib-science.info) – Новости сибирской науки (sib-science.info), Новосибирск, 12 апреля 2021.

[Сибирские ученые улучшат зрение космических спутников](http://Sibnet.ru) – Sibnet.ru, Новосибирск, 12 апреля 2021.

[Новосибирская наука продолжает работать на космос](http://4s-info.ru) ЧС Инфо (4s-info.ru), Новосибирск, 12 апреля 2021.

[Новосибирская наука продолжает работать на космос](http://libinform.ru) – ЛиБиИнформ (libinform.ru), 12 апреля 2021.