



# Нацка в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издаётся с 1961 года • 8 апреля 2021 года • № 13 (3274) • 12+

## 60 лет первому полету человека в космос



Читайте на стр. 2–4, 9–12

Новость

## Россия и Беларусь: единое научное пространство

В ходе совместного онлайн-заседания Президиумов Российской академии наук и Национальной академии наук Беларуси ученые обсудили межнациональное сотрудничество в различных областях — от сельского хозяйства до вирусологии и медицинских технологий по решению задач профилактики и ликвидации последствий масштабных эпидемий. Особое внимание уделено работе Межакадемического совета по проблемам развития Союзного государства, деятельности Международной ассоциации академии наук и научному сопровождению мегапроекта «Единая Евразия».

«Формат совместного заседания двух академий в последние годы стал традиционным для нас. Это событие действительно очень серьезное и интересное, оно позволяет координировать деятельность академий, сверять те шаги, которые мы осуществляем. Современное геополитическое противостояние, а также внутренние экономические проблемы и сложности пандемии в очередной раз подтверждают важность обмена мнением и представлением о решении возникающих задач», — отметил президент РАН академик Александр Михайлович Сергеев.

«Чрезвычайно важно, что мы нашли возможность встретиться и обсудить ключевые вопросы нашей совместной деятельности даже в такое непростое

время борьбы с пандемией, когда роль науки невозможно переоценить. Совместные заседания наших академий позволяют детально проанализировать текущие результаты сотрудничества и создают базу дальнейшего плодотворного взаимодействия в области науки и технологий наших стран. Российские ученые традиционно входят в круг самых близких партнеров нашей Национальной академии наук, и мы считаем, что продолжение тесного сотрудничества позволит создавать новейшие технологии мирового уровня», — добавил председатель Президиума НАН Беларуси академик Владимир Григорьевич Гусаков.

Вице-президент РАН, председатель СО РАН академик Валентин Николаевич Пармон рассказал о деятельности Межакадемического совета по проблемам развития Союзного государства и реализации программ с участием организаций РАН и НАН Беларуси, а также о перспективных проектах сотрудничества. «Межакадемический совет по проблемам развития Союзного государства создан Президиумами РАН и НАН. Среди приоритетов взаимодействия — двухстороннее содействие обновлению материально-технической базы и программного обеспечения, обеспечение совместности вычислительных ресурсов и программно-аппаратных платформ, постоянное поддержание информационных ресурсов в актуальном состоянии,

а также пополнение и активное продвижение в интернет-пространстве сведений о результатах исследований и разработок», — прокомментировал Валентин Пармон.

Глава СО РАН предложил рассмотреть новые направления межакадемического сотрудничества академий наук, среди которых — совместные исследования и разработки в области вирусологии и систем прогнозирования распространения вирусной инфекции, отработка и сертификация систем мониторинга и секвестрации карбонового следа, а также отработка систем мониторинга радиационного заражения природной среды вокруг малых АЭС двух стран. Академик Пармон рассказал о реализации совместного с НАН Беларуси проекта, посвященного новым абразивным материалам на основе поликристаллических алмазов Попигайского кратера. «Сибирское отделение уже сформировало более 50 предложений для будущих программ фундаментальных исследований двух академий. Кроме того, сейчас в России реализуются комплексные научно-технологические проекты полного цикла, к которым, на мой взгляд, стоит привлечь белорусских ученых. Поскольку сила Союзного государства — в единстве научно-технологического пространства», — подытожил Валентин Пармон.

Новости

Сибирские ученые консолидируют исследования и разработки в сфере экологии

Профильный научный совет Сибирского отделения РАН готов выступить интегратором работ по экологической инвентаризации Востока России и предлагать инновационные технологии.

На полигоне химических отходов «Красный Бор» в Ленинградской области вице-премьер Виктория Валериевна Абрамченко огласила намерения федерального правительства в сфере экологии: «Мы... начинаем эту работу — запускаем инвентаризацию на суше и на море для того, чтобы запустить дальше уборку всей страны». В субрегиональном масштабе первая задача была решена Большой Норильской экспедицией СО РАН и «Норникеля», по результатам которой готовится комплексная программа экологических мероприятий в Норильском промышленном районе и на Таймыре. Опыт организации полевых и лабораторных работ с участием более 200 человек из 14 исследовательских институтов привел к созданию в Сибирском отделении новых структур: прикладного Научно-исследовательского центра «Экология» и координационно-методического Научного совета по проблемам экологии Сибири и Восточной Арктики (НС ПЭСВА), состоящего из ведущих экспертов.

Ключевой темой заседания Президиума СО РАН 25 марта стало начало работы секций НС ПЭСВА. Состоялось обсуждение научных докладов, подготовленных на основе как собственных исследований институтов под научно-методическим руководством СО РАН, так и материалов из сторонних источников (Росстат, Росгидромет, Росприроднадзор и так далее). В ходе дискуссии были подняты проблемы полноты и точности исходных данных различного происхождения, а также их совместимости в условиях разнообразия методической и приборной базы. Поэтому после дополнительных консультаций часть материалов заседания, посвященных экологической обстановке в Сибири, была временно удалена с видеоканала (YouTube) СО РАН на период верификации и уточнения ряда сведений, которые в исходном виде не могут распространяться от лица академического сообщества. «Что касается вопросов экологии, надо давать всю правду. Если высвечивать один фрагмент, то получается совсем другое восприятие. Ничего мы не засекретили. Мы решили в сыром виде не публиковать некоторые выступления, потому что они должны быть с комментариями», — сказал в интервью ТАСС председатель СО РАН академик Валентин Николаевич Пармон, добавив, что в Сибирском отделении рассчитывают обнародовать ряд материалов до конца апреля.



# Космос и человек

12 апреля мы отмечаем 60-летие первого полета человека в космос. В 1961 году советский космонавт **Юрий Алексеевич Гагарин** совершил один виток вокруг Земли, наблюдая нашу планету из совершенно другого пространства, которое, несмотря на усилия специалистов из многих стран мира, до сих пор остается недостаточно изученным. Мы не в состоянии предположить, сможет ли человечество когда-либо узнать о космосе всё, однако уже сегодня люди ведут множество реальных проектов, которые выведут нас за пределы орбиты.

«Наука в Сибири» поговорила с учеными о том, что может ждать в будущем исследователей космоса и участников пилотируемых полетов и какие исследования в этой области ведутся в сибирских институтах.

## Прошлое и возможное будущее

Освоение человеком космического пространства и изучение небесных тел началось с первого искусственного спутника Земли — «Спутника-1», запущенного Советским Союзом 4 октября 1957 года. Спустя три с половиной года произошло следующее важнейшее событие — 12 апреля 1961 года впервые в истории Юрий Гагарин совершил полет в космическое пространство. Была продемонстрирована не только возможность отправить аппарат в космос, но и возникла перспектива изучения внеземного пространства при участии человека. Подобная идея легла в основу лунной гонки, обусловленной прежде всего геополитическими причинами и стремлением США к достижению собственных крупных успехов в освоении космоса. Задача была крайне амбициозной и очень затратной. Инструментом достижения этой цели стала программа «Аполлон». Она была несколько преждевременной, концентрация громадных усилий в предельно сжатые сроки выпадала из общей логики развития космонавтики. Поэтому после высадки на Луну **Нила Армстронга** 21 июля 1969 года интенсивность лунных миссий упала на порядок (в 1960-е аппараты стартовали к Луне раз в несколько месяцев, но начиная с середины 1970-х — раз в несколько лет). Сейчас мы прочно закрепились в околоземном пространстве — наша жизнь во многом связана с искусственными спутниками, в космосе всё время летает Международная космическая станция с регулярно обновляющимся составом космонавтов и астронавтов, исследовательские аппараты нового поколения изучают досягаемые уголки Солнечной системы и многое другое. После ухода той былинной эпохи присутствие человека в космосе стало обычной частью жизни. Однако эта сфера не стоит на месте, и сейчас, спустя много лет, вновь нарастает интерес к пилотируемому исследованию далеких небесных объектов и в первую очередь — Луны.

Можно сказать, что в общественном сознании мы наблюдаем своеобразные волны. 1960-е и по инерции начало 1970-х годов — это эпоха бури и натиска, бесконечного соперничества двух сверхдержав в рамках холодной войны. В этот период космонавтика только возникла и происходило ее становление, отча-

сти хаотичное, под огромным влиянием политики. Но это время прошло, сегодня исследование космоса занимает важнейшее место в науке, и целеполагание данной сферы видоизменилось. Мы можем наблюдать вторую волну интереса к пилотируемой космонавтике, которая сильно отличается по многим параметрам от первой. Сейчас мы наблюдаем переходный период в истории пилотируемой космонавтики. После некоторой стагнации на протяжении пары последних десятилетий, появляется целая серия образцов новой техники. Начали летать «Драконы» с большими возможностями. На подходе корабли «Старлайнер» и «Орион». Испытан новый китайский корабль для полетов к Луне. Хотя и с некоторым опозданием, но к ним должен добавиться и российский корабль «Орёл». Полным ходом идут работы по созданию новых тяжелых и сверхтяжелых носителей, и к концу текущего десятилетия человечество будет иметь от трех до пяти образцов ракет высокой грузоподъемности, способных обеспечивать миссии в дальний космос. Всё это позволяет уверенно говорить о технической возможности полетов человека к Луне во второй половине 2020-х годов и к Марсу во второй половине 2030-х годов.

## В космос по делу и просто так

С момента своего возникновения космонавтика претерпела сильные изменения. После реализации проектов пилотируемых полетов потребность в дальнейших полетах уменьшилась. В начале XXI века обсуждались умеренные практические программы: развитие спутниковых систем связи, навигации, дистанционного зондирования Земли, метеоспутников. Громко звучала точка зрения, что даже на околоземных орбитах электроника полезнее человека, а постоянное пребывание людей на орбитальных станциях необязательно.

Сегодня, с одной стороны, бытует мнение, что жизненной необходимости отправлять пилотируемые экспедиции в дальний космос нет. Даже те, кто профессионально занимается подобными программами, говорят про логику развития науки, про далекое будущее, про диверсификацию мест проживания человечества на случай глобальной катастрофы, про то, что, если не начать сегодня, ничего не будет и послезавтра. С другой стороны, общая ситуация в корне изменилась. Всерьез обсуждается возвращение человека на Луну, к американскому лунному проекту «Артемида» присоединяются десятки стран,

крупнейшие корпорации стремятся принять участие в подготовке этих миссий. О собственном пилотируемом походе на Луну объявил Китай, аналогичные планы есть и у госкорпорации «Роскосмос». НАСА утверждает, что пилотируемый полет к Марсу будет актуален в 2030-е годы, генеральный директор и главный инженер SpaceX **Илон Маск** рассчитывает, что ему удастся осуществить этот полет еще раньше. «Стоит отметить, что критики подобных планов практически нет. Мы не видим партий и политических сил, протестующих против отправки человека в дальний космос, несмотря на гигантскую стоимость подобных проектов. К примеру, «Роскосмос» принято критиковать не за отсутствие планов отправлять людей на Луну или Марс, а за отставание в этой гонке. Всё это означает, что условное общественное мнение человечества повернулось к данной идее, в его коллективном сознании утвердилось ощущение, что уже пора, и изменения не связаны с узкопрагматичными технологическими потребностями цивилизации. Человечество созрело и хочет на Луну и на Марс, почти не рассматривая вопрос — зачем. Собственно, в истории человечества так было всегда: как только становился возможным какой-либо глобальный проект — кругосветные плавания, строительство каналов, погружение в Марианскую впадину, достижение географических полюсов и вершины Джомолунгмы, создание атомной бомбы, запуск спутника, клонирование животных, — всё это немедленно реализовывалось. Видимо, таково свойство нашей цивилизации. И теперь, когда пилотируемые полеты к Луне и Марсу впервые стали технически возможными, общество ставит их в повестку дня. Именно поэтому готовятся такие проекты и растут их бюджеты, а не потому, что есть какие-то объективные причины для того, чтобы отправлять людей в дальний космос», — рассказывает профессор Иркутского государственного университета старший научный сотрудник СО РАН доктор физико-математических наук **Сергей Арктурович Язев**.

По мнению ученого, фактически все необходимые технологии для реализации амбициозных планов пилотируемых полетов уже существуют. Конечно, что-то всегда нужно доработать, но это не принципиальные, а чисто технические, решаемые сравнительно быстро проблемы. Если говорить конкретно о целях изучения, то на первом месте стоит Луна, после нее — Марс, который долгое время будет единственной планетой, куда смогут летать люди. Затем, вероятно, будут



осваивать объекты главного пояса астероидов — области Солнечной системы, расположенной между орбитами Марса и Юпитера.

Реализация космических программ требует больших затрат и высокого технологического развития, поэтому отдельно взятой стране потребовалось бы очень много ресурсов. Исторически сложилось, что в космонавтике важны национальные амбиции. Этот фактор зачастую оказывается важнее рационального экономического подхода. Тем не менее в данной сфере, как и во всей современной науке, есть место своего рода консорциумам. США тесно сотрудничают со странами Европы — к примеру, служебный отсек нового корабля «Орион» создан в Старом Свете, а в соглашении «Артемида» участвуют многие страны, включая европейские, а также Канада, Австралия и даже Объединенные Арабские Эмираты. «Кроме того, НАСА, несмотря на острую риторику, звучащую в США, не отказывается от российских двигателей, и даже от мест на российских кораблях «Союз», не говоря уже о сотрудничестве в проекте МКС. Подобному взаимодействию в новых проектах с участием России и Китая сильно мешает политика — межгосударственные отношения сейчас не позволяют всерьез говорить о тесной работе этих стран с Америкой. Чрезвычайно важным представляется недавнее заявление о намерениях России и Китая совместно создать пилотируемую базу на полюсе Луны. Это нечто новое, аналогов в прошлом не было, Китай всегда старался





Космический корабль «Союз»



Тренировка на тренажере ARED. Фото Олега Кононенко, © «Роскосмос»



Туманность Крылья бабочки



Выход в открытый космос

идти в космос самостоятельно. Тем интереснее, что тут может получиться. В целом для изучения космоса, как нигде, целесообразно объединять ресурсы, идеи и технологии», — отмечает Сергей Язев.

Мы очень часто можем слышать об идее космического туризма: полеты на Луну или в другие внеземные пространства станут доступны каждому человеку. Однако современные, а также технологии обозримого будущего по-прежнему не позволяют избежать сильных перегрузок во время старта и посадки. «Конечно, во время баллистического спуска на первых образцах пилотируемой космической техники перегрузки были вдвое выше, чем во время управляемого спуска с использованием аэродинамического качества. Тем не менее любой человек, будь то профессиональный космонавт или же космический турист, должен гарантированно быть способен перенести действие перегрузок. Подобное требование никуда не денется и всегда будет ключевым», — комментирует Сергей Язев.

Не менее актуальный вопрос, который хоть раз в жизни беспокоил многих людей на планете, — существуют ли кроме нас другие разумные формы жизни? «Здесь, с одной стороны, мало что изменилось за последние десятилетия. Как раньше, так и сейчас мы понимаем, что на просторах гигантской Вселенной уникальность земной жизни выглядит крайне маловероятной. В последнее время этот тезис усилился после массовых открытий планетных систем — ста-

новится ясно, что планет точно не меньше, чем звезд, при этом число звезд в нашей галактике оценивается в 400 миллиардов. Даже если 99,99 % планет непригодны для жизни, оставшихся вполне достаточно, чтобы обеспечить существование огромного количества населенных мест, — говорит ученый. — Другое дело, что мы по-прежнему не знаем, как возникает жизнь и какие условия являются необходимыми, а какие — достаточными. Ответы на эти вопросы во многом лишь предположения. Кроме того, по мере развития человечества мы всё больше понимаем, что трудно ожидать проявлений разумной жизни в виде галактических крейсеров из «Звездных войн» — скорее всего, она эволюционирует в сторону использования сложных квантовых микроструктур. Но это, конечно, не более чем гипотеза».

#### Как космос влияет на человека

Работа человека на космических станциях связана с большими нагрузками на организм. Прежде всего это касается действия фактора невесомости (гипогравитации). По мнению заведующей лабораторией профилактики гипогравитационных нарушений Института медико-биологических проблем РАН профессора, доктора биологических наук **Елены Валентиновны Фоминой**, гипогравитация — одна из самых важных вещей, которую необходимо учитывать при подготовке космонавтов. Руководитель лаборатории функциональных резервов организма Научно-исследова-

тельского института нейронаук и медицины профессор, доктор медицинских наук **Сергей Георгиевич Кривощёков** отмечает: «Это состояние, при котором нет привычной нагрузки, создаваемой за счет гравитации». Ученый напоминает, что на Земле благодаря гравитации существует нагрузка на мышечный корсет тела и поддерживаются определенные объемы крови во всех участках тела и органах. «Длительное пребывание в условиях невесомости ведет к перераспределению крови в организме. Основной ее объем смещается в верхнюю половину тела, что приводит к различным сбоям в работе органов, прежде всего в работе сердечно-сосудистой системы. После длительного пребывания в невесомости у космонавтов отмечается достаточно выраженное снижение артериального давления, а это в свою очередь нарушает процессы доставки кислорода кровью по всему телу. К этому добавляются и такие хорошо известные космические болезни, как потеря массы тела и повышенная ломкость костей. Во время длительных полетов возникает гипокинезия — состояние недостаточной двигательной активности организма, связанное с тем, что отсутствует необходимость с помощью сокращения мышц противостоять силе тяжести. Под влиянием условий гипогравитации снижается активность мускулатуры и особенно тонуса мышц нижних конечностей. Уменьшается общая масса тела, нарушается координация движений и проприоцепция (суставно-мышечное чувство)», — рассказывает Сергей Кривощёков. Вслед-

ствие этого человек не может адекватно ощущать положение частей собственного тела относительно друг друга и в пространстве. Атрофия мышц и снижение их тонуса ухудшает работу кровеносных сосудов. В костях также происходит нарушение обменных процессов. Закономерно уменьшение костной массы происходит в костях нижней половины скелета (поясничных позвонках, костях таза, бедренной кости), тогда как в верхней половине скелета (черепе, руках, ребрах) выявляется тенденция к увеличению содержания костных минералов. Этот феномен связан с перераспределением крови организма в верхнюю часть тела, отеком тканей в области шеи и головы. В частности, врачи-космонавты фиксировали расстройства внутричерепного кровообращения, которые отмечались уже на самых ранних этапах полета. Для профилактики этих разрушающих процессов космонавты в полете регулярно выполняют постоянные физические упражнения и поддерживают свой водно-солевой баланс.

Исследователи заметили, что за время длительного полета может даже увеличиться рост космонавта (на два-три сантиметра), потому что падает нагрузка на мышечный корсет и позвоночник начинает распрямляться за счет расширения межпозвоночных участков. Визуально становится заметно, что естественные изгибы тела, которые просто необходимы нам для функционирования в условиях гравитации на Земле, исчезают.

К тому же, когда космонавты долгое время находятся в условиях невесомости, их костная масса снижается примерно до 2 % каждый месяц, а сердце изменяет свои размеры и даже принимает более округлую форму. «Если человек будет находиться в космическом полете очень длительное время, у него запустится процесс адаптации — когда у организма возникают новые способы взаимодействия со средой или органы приобретают дополнительные функции», — комментирует Сергей Кривощёков. Возвращение на Землю также требует достаточно длительного времени для восстановления функций организма.

Физиологические изменения в организме могут влиять на здоровье космонавтов не только при длительном, но и при коротком космическом полете. В частности, происходит нарушение ритма сна — бодрствования, которое связано с исчезновением привычных датчиков времени, что ведет к снижению работоспособности, влияет как на психологическое, так и на физиологическое состояние космонавта. Такой сбой биологических ритмов (десинхроноз) связан с тем, что в космическом полете нет привычной для землян смены дня и ночи. Этот феномен хорошо известен у людей при дальних авиаперелетах и связан с резким смещением привычных датчиков времени (день — ночь), проявляясь ухудшением самочувствия (усталость, апатия, дискомфорт) в течение одной-двух недель.

На космической станции могут возникать аварийные ситуации. Например, гиперкапния (состояние, вызванное избыточным количеством  $\text{CO}_2$  в крови; отравление углекислым газом. Является частным случаем гипоксии. — Прим. ред.) в условиях космического полета может развиваться при повышении концентрации  $\text{CO}_2$  в жилых отсеках или в скафандре вследствие нарушения функционирования систем жизнеобеспечения. В этом случае необходимо знать индивидуальную переносимость организмом



Окончание. Начало на стр. 2–3

высокого содержания CO<sub>2</sub> в воздухе станции, а также его влияние на работу основных систем организма и особенно мозговых структур.

Важно учитывать, что каждый космический полет, даже у опытных космонавтов, сопровождается психоэмоциональным стрессом, связанным с самим экстремальным характером условий полета. Сюда входят ожидание нештатных ситуаций, сбои в работе техники, необходимость постоянного контроля работы технических узлов корабля. Еще одной проблемой является психологическая совместимость членов космической команды при нахождении в замкнутом пространстве и в маленьком коллективе. Для психики это большой стресс, поскольку в таких условиях каждый человек демонстрирует свои особенности характера, поведения, эмоциональных качеств. В ряде случаев это может приводить к появлению психологического напряжения, эмоциональным конфликтам и психологическим срывам, а также провоцировать физиологические нарушения: повышение пульса, артериального давления, всплеск гормонов стресса и так далее. Психическая астенизация относится к числу наиболее очевидных негативных психических состояний, наблюдавшихся в ходе полетов. Поэтому большая работа проводится специалистами при подборе совместимости членов экипажа. В 2010–2011 годах этому были посвящены исследования по проекту «Марс 500», имитирующие полет на Марс, которые включали 100-суточные и 500-суточные изоляции испытуемых в изолированных камерах.

Возвращаясь на Землю, космонавты проходят длительную реабилитацию, постепенно привыкая к нормальной жизни. Несколько месяцев под присмотром специалистов они восстанавливают кровообращение в мышцах, налаживают вестибулярную систему. Поэтому отбор желающих стать космонавтами проходит жестко. От кандидатов требуется хорошее здоровье, высокий уровень физической подготовки и крепкая нервная система. «Наша лаборатория занимается проблемами, связанными с функциональными резервами организма, под которыми понимается диапазон допустимого уровня изменений функциональной активности физиологических систем. Эти резервы представляют запас потенциальных функциональных возможностей организма и могут использоваться при экстремальных воздействиях. Исследования выполняются на людях, деятельность которых связаны с экстремальными физическими и психическими нагрузками. На основе этих исследований ведутся поиски критериев устойчивости к факторам физического и психического стресса, гипоксическим и гиперкапническим воздействиям. «Думаю, если в будущем будут созданы более комфортные конструкции космических кораблей и станут возможными плавный выход на орбиту, а также приземление, то здоровый молодой организм сможет без ущерба и вреда перенести такие нагрузки. Тогда космический туризм, предполагающий короткие полеты, приобретет массовость», — говорит Сергей Кривощёков.

#### Изучаем космос с Земли

Институт солнечно-земной физики СО РАН (Иркутск) обладает, наверное, самой большой экспериментальной базой в России и выделяется именно тем, что создает и эксплуатирует крупные

установки для исследований ближнего космоса, Солнца, ионосферы, магнитосферы. Семь обсерваторий ИСЗФ СО РАН разбросаны по территории России от Заполярья (Норильск) до границ с Монголией (поселок Монды). В Норильске исследуют процессы полярной ионосферы, магнитосферы, так называемую космическую погоду полярной области. Там более всего заметно и ощутимо взаимодействие магнитосферы со средними и нижними слоями атмосферы. В Мондах расположены телескопы, с помощью которых изучают Солнце. «Среди наших установок есть такие уникальные объекты, как Байкальский вакуумный телескоп, Иркутский радар некогерентного рассеяния, радиогелиограф. У нас много установок небольших, но очень информативных, на которых мы исследуем вариативность ионосферы. Установки есть для средних и нижних слоев атмосферы. Нижняя атмосфера Земли — это сфера интересов нашего института», — рассказывает директор ИСЗФ СО РАН член-корреспондент РАН **Андрей Всеволодович Медведев**.

Возмущения магнитного поля — магнитные бури — сопровождаются достаточно сильными изменениями в физике ионосферы (слоя, который отвечает за большинство радиочастотных средств, осуществляющих связь). Коротковолновые средства связи, посредством которых мы общаемся, находясь на разных концах страны или даже на разных континентах, подвержены влияниям ионосферы. Распространение радиоволн на большие расстояния существенно зависит от отражающего слоя. Предсказать распространение радиоволн на конкретных частотах — это одна из прикладных задач, которыми занимается ИСЗФ СО РАН. В институте разработаны уникальные методики, повышающие точность прогноза распространения радиоволн в сложных случаях.

Также иркутские ученые сотрудничают с госкорпорацией «Роскосмос» в области наблюдения малоразмерных удаленных космических аппаратов и активно развивают технологии в этой области. «Роскосмос» использует автоматическую систему предупреждения об опасных ситуациях в космосе. Здесь работают в прорывной области наблюдения, регистрации и подтверждения орбит малозаметных космических аппаратов на ближних и средних орбитах. Это и спутники, которых сейчас становится всё больше, и космический мусор, представляющий угрозу для действующих космических аппаратов. Для того чтобы эта автоматизированная система работала точно, корректно, заранее выдавала предупреждения о возможных опасных сближениях, необходимо постоянно обновлять каталог объектов. «Мы применяем для этих целей новые совершенные методики и инструменты, находим всё менее заметные аппараты, вносим их в реестр. Цель нашей работы — сделать так, чтобы наш каталог был не хуже существующего американского аналога. В мире всего у двух стран есть возможность поддерживать эту работу, и мы хотим, чтобы наш каталог был на высоте», — дополняет Андрей Всеволодович.

Успешность полета напрямую зависит от плотности атмосферы. Дело в том, что точность предсказания орбиты связана с тем, насколько безошибочно ученые измерят плотность на высотах 400, 500, 800 тысяч метров. Это серьезный и очень долговременный процесс. Задача исследователей — улучшить методику таким образом, чтобы они предсказывали плотность всё лучше и лучше. «А вот стратосфера, наоборот, в меньшей

степени воздействует на космические полеты. Космический аппарат преодолевает ее очень быстро и легко. Для успешного старта важно состояние нижних слоев атмосферы: ветер, осадки, температура (эти параметры легко наблюдаются с Земли). Верхняя атмосфера может оказывать на летательный аппарат сильное кратковременное воздействие или длительное, но менее интенсивное. При магнитных бурях или под воздействием переменного солнечного ветра происходит высыпание частиц, которое может повредить космический аппарат и его электронику уже на орбите», — объясняет Андрей Медведев.

На современном этапе развития солнечно-земной физики не существует единой математической модели, которая учитывала бы все возможные негативные для космических аппаратов факторы. В ИСЗФ СО РАН моделированием занимаются три подразделения. Первое ведет астрономические наблюдения на телескопах в оптическом диапазоне и работает над моделями солнечной динамики. Там следят за поведением Солнца в 22-летних циклах и динамикой во вспышечных областях.

Радиоастрономический отдел занимается вспышечными явлениями в короне Солнца, которые как раз вызывают магнитные бури на Земле. Здесь создают и улучшают модели предсказания эффективности выбросов корональной массы с точки зрения пересечения их с земной орбитой и магнитосферой.

Следующее подразделение отвечает за физику верхней атмосферы, в которую входит и магнитная оболочка нашей планеты. Там ученые моделируют волновые явления, происходящие в магнитосфере под воздействием ударных волн солнечного ветра, выбросов корональной массы и того, как магнитосфера проводит эти возмущения до нижних слоев, как эти возмущения вызывают высыпания частиц. Полярное сияние, например, может негативно влиять на космический аппарат. В этом же отделе занимаются предсказанием поведения ионосферы (как переменная солнечная активность вызывает изменения в ее фоновом состоянии). Это нужно для долговременного и кратковременного прогнозирования каналов радиосвязи.

Еще одна крайне интересная область — модели средней атмосферы. В последнее время становится абсолютно понятно, что нельзя не учитывать воздействия на ионосферу. «Идеал, к которому мы стремимся, — охватить физико-математическими уравнениями всю среду, но пока что мы работаем над фрагментами. Цель, которая была поставлена еще основателями нашего института и которая, безусловно, имеет будущее, — это единая система Солнце — Земля», — добавляет Андрей Всеволодович.

#### Чем дальше в космос — тем сложнее

Пилотируемые полеты применимы для изучения ближнего космоса (на высоте 20–80 километров от поверхности Земли), однако для ответов на многие вопросы необходимо исследовать также дальний, или глубокий космос: всё, что находится за пределами Солнечной системы — расстояние от сотен до миллиардов световых лет от Земли. В этом направлении речь идет фактически о Новой физике, то есть физических явлениях, которые не вписываются в общепринятые фундаментальные теории (Стандартной модели физики элементарных частиц и общей теории относительности — общепринятой теории гра-

витации). Работа ученых здесь состоит из астрономического наблюдения, направленного на установление природы различных вещей, в частности темной материи и темной энергии.

Недавно большую популярность приобрела гипотеза о том, что носителями темной материи являются первичные черные дыры, то есть черные дыры, возникшие в очень молодой Вселенной в дозвездную эпоху. Ученые ведут активную регистрацию гравитационных волн на интерферометрах (детекторы LIGO и Virgo). Ожидается ввод новых высокочувствительных приборов для этой же цели. В нашей ближайшей окрестности идет поиск планет, пригодных для жизни, используются все доступные «окна»: оптические телескопы, наземные и спутниковые, инфракрасное и ультрафиолетовое излучение, космические лучи, космические нейтрино (на подводных, подземных детекторах и даже в кубическом километре льда в Антарктиде). Кроме того, в Японии трудятся над созданием новых детекторов гравитационных волн, в ближайшее время будет введен в строй радиотелескоп (Китай) и многое другое, что позволит заглянуть далеко вглубь Вселенной.

Фактически в этом направлении космической науки главнейшую роль играют технические устройства. К примеру, все известные черные дыры очень далеко, и автоматические аппараты могут вести и ведут исследования, не нуждаясь в непосредственной близости астронавта. Единственное, он мог бы быть полезен для принятия мгновенного решения, так как скорость связи с Землей ограничена скоростью света, но такие ситуации лишь гипотетические. Кроме того, для жизни человека в столь отдаленном пространстве существует опасность в виде космических лучей (на Земле мы защищены от них атмосферой). Также стоит отметить, что наблюдения, например, на крупнейшем телескопе в Чили идут без людей. Астроном может находиться на другом краю света и получать информацию через интернет. Однако краткие взрывные явления очень важно успевать увидеть сразу в реальном времени.

«Вселенная полна тайн, и сейчас мы видим много загадочных явлений, для которых пока не найдено удовлетворительного объяснения. Поэтому и необходимо постоянно вести наблюдения на приборах. Сегодня уже существует множество таких устройств, а также в Европе, США и Китае проектируются новые, со значительно более высокой чувствительностью. Всё это дает основание полагать, что мы постепенно получим ответы на многие интересующие нас вопросы. Пилотируемые корабли для изучения дальнего космоса не нужны, но для поиска жизни на планетах Солнечной системы очень желательны. Конечно, пилотируемый аналог марсохода или искусственного спутника Марса с экипажем мог бы работать значительно оперативнее. Кроме того, есть основания считать, что приемлемые условия для жизни могут быть на спутниках Юпитера, и этот аспект можно исследовать при участии астронавтов в будущем», — говорит заведующий лабораторией космологии и элементарных частиц Новосибирского государственного университета доктор физико-математических наук **Александр Дмитриевич Долгов**.

**Анастасия Федотова,  
Мария Фёдорова, Андрей Фурцев**

**Фото госкорпорации «Роскосмос»  
и с сайта НАСА**



# Геннадий Викторович Сакович глазами современников (к 90-летию)

В эпоху информационных технологий запрос по теме «академик Сакович» выдает десятки ссылок на интернет-ресурсы. Официальная информация позволяет узнать о направлениях научной деятельности, должностях и наградах ученого. Однако ни один документ не раскроет личность академика Саковича — организатора науки, наставника молодежи, общественного деятеля. Это могут сделать современники, которые хорошо знают Геннадия Викторовича. В Институте проблем химико-энергетических технологий СО РАН готовится книга очерков-воспоминаний о Г. В. Саковиче к его 90-летию. В статье публикуются выдержки из этих воспоминаний.



Академик Геннадий Викторович Сакович



Будущие академики: аспирант ТГУ Г. В. Сакович (слева) и доцент ТГУ В. В. Болдырев. 1954 год



После совещания в Перми. Слева направо: первый заместитель генерального директора НПО «Алтай» Г. В. Сакович, заместитель директора НИИПМ П. С. Курсков, генеральный директор НПО «Алтай» Я. Ф. Савченко, генеральный конструктор НПО «Искра» Л. Н. Лавров

## Учеба и работа в Томске

В 1953 году Геннадий Сакович окончил химический факультет Томского государственного университета. Обучение в аспирантуре ТГУ завершилось защитой кандидатской диссертации. До 1959 года молодой специалист жил в Томске, преподавал в ТГУ и в одном из военных училищ. На протяжении всей жизни академик Г. В. Сакович поддерживает разносторонние связи с альма-матер.

## Из материалов книги

**Ю. Г. Слизов:** Геннадий Сакович с первого курса стал заниматься научной работой в новой области химической науки — топочимии. Основоположителем этого направления в ТГУ был профессор А. П. Бунтин. На старших курсах появились первые совместные публикации Г. В. Саковича с А. П. Бунтиным и В. В. Болдыревым. В 1953 году Г. В. Сакович успешно защитил дипломную работу и получил диплом с отличием по специальности «неорганическая химия». После окончания ТГУ Г. В. Сакович поступил в аспирантуру и продолжил исследования под руководством профессора А. П. Бунтина. В 1955–1956 годах он становится единственным в ТГУ Сталинским стипендиатом. 22 июня 1956 года Геннадий Сакович успешно защитил кандидатскую диссертацию «Кинетика дегидратации некоторых кристаллогидратов».

**А. М. Липанов:** Я почитаю Г. В. Саковича своим университетским учителем. В 1954 году я поступал в ТГУ, вступительный экзамен по химии у меня принимал Г. В. Сакович. Мои познания в химии Геннадий Викторович оценил как удовлетворительные. Поскольку другие предметы у меня были сданы хорошо, я выразил свое большое огорчение, так как с тройкой меня в университет не взяли бы. Г. В. Сакович пошел мне навстречу и поставил четверку. В результате меня приняли в ТГУ. Могу сказать, что я достаточ-

но успешно воспользовался шансом в освоении получаемых знаний, который мне предоставил Г. В. Сакович: окончил ТГУ круглым отличником.

**Ю. М. Михайлов:** Впечатлило подчеркнуто уважительное отношение академика Саковича к альма-матер — ТГУ. Надо сказать, что эти уважительные отношения с университетом у них взаимны. Мне об этом хорошо известно, потому что научно-технический совет Военно-промышленной комиссии РФ создает в лучших университетах страны научные центры, ориентированные на изучение вопросов, влияющих на оборону и безопасность государства. Один из таких центров создан в ТГУ. Геннадий Викторович — одно из главных действующих лиц в научном совете этого центра. Он оказывает огромное влияние на формирование научного мировоззрения студентов и молодых ученых университета.

**Ю. Г. Слизов:** Запомнились встречи с академиком Саковичем на мероприятиях химического факультета ТГУ, на традиционных встречах, посвященных Дню химика и во время его рабочих визитов в ТГУ. Его выступления перед студентами, преподавателями производят неизгладимое впечатление, они всегда пронизаны патриотизмом, любовью и признательностью к родному факультету и университету.

## Главное дело жизни

С 1959 года Г. В. Сакович живет и работает в Бийске. Сферу деятельности ФНПЦ «Алтай» (прежние названия: НИИ-9, АНИИХТ, НПО «Алтай») академик Сакович емко охарактеризовал в статье «Гарантированная надежность»: «Во второй половине XX века стратегическое ракетное вооружение становится стабильным гарантом безопасности страны и основой ее обороноспособности. ФНПЦ «Алтай» начал свою работу в конце 1950-х годов с создания твердого топлива для первой

межконтинентальной баллистической ракеты. За прошедшие полвека здесь разработаны методологии проектирования твердотопливных зарядов для ракет наземного и морского базирования, а также оценки и контроля их пригодности и надежности» («Наука из первых рук», 2020, № 1).

Воспоминания участников событий раскрывают всю сложность и многообразие задач, которые решались под непосредственным руководством Г. В. Саковича.

## Из материалов книги:

**О. А. Ивашкевич:** Я много лет сотрудничал с НПО «Алтай» как раз в тот период, когда руководителем предприятия был Г. В. Сакович. Меня больше всего удивляло, что, несмотря на специфику работы предприятия, его отличительной особенностью всегда являлась доброжелательная человеческая и творческая атмосфера, характерная только для коллективов, сотрудники которых объединены осознанием важности и необходимости выполняемых исследований... Очевидно, что эта атмосфера во многом предопределила успехи НПО «Алтай».

**Г. В. Куценко:** Судьба разработки и создания смесового твердого ракетного топлива и зарядов на его основе весьма непростая. Проблемы решались на самом высоком уровне. Даже Б. П. Жуков открыто выступал против развертывания исследований по созданию смесового твердого топлива, не говоря уже о разработчиках жидкостных ракетных двигателей. Но были и сторонники этого направления, в том числе АНИИХТ. На этом фоне сыграла свою положительную роль связка НИИПМ (Пермь) — АНИИХТ (Бийск). Алтайский институт и его руководителей всегда отличала инициативность и оригинальность в работе.

**М. И. Соколовский:** Сотрудничество НПО «Искра» и ФНПЦ «Алтай» по созда-

нию крупногабаритных маршевых РДТТ началось в 1960-х годах при разработке первой отечественной твердотопливной межконтинентальной баллистической ракеты. Из пяти организаций-разработчиков зарядов твердого топлива только НПО «Алтай» сумело обеспечить необходимое качество смесового твердого топлива, что в конечном итоге предопределило переход на топливо и заряды разработки ФНПЦ «Алтай» на всех трех ступенях. Этот успех является, безусловно, огромной личной заслугой Геннадия Викторовича Саковича.

**А. А. Лобанова:** В 1971 году в Институте органической химии АН СССР были синтезированы динитрамид и его соли. Наибольший интерес представляла аммониевая соль (АДНА) как эффективный окислитель. В 1973 году АНИИХТу было поручено создать сначала опытное, а затем и промышленное производство АДНА. На совещании у заместителя генерального директора Г. В. Саковича нам удалось убедить его в необходимости изменения способа получения и разработки новой технологии, но каждому пришлось ответить на его непростые вопросы. В итоге именно наш способ был положен в основу промышленного производства АДНА.

**В. А. Тартаковский:** Поражала сложность и многообразие задач, за которые взялись бийчане под руководством Геннадия Викторовича при создании опытно-промышленной установки производства АДНА. После того как в начале 1990-х все грифы были сняты, и информация об этих работах стала всеобщим достоянием, американцы были поражены темпами работ, выполненных на Алтае.

**В. Г. Дегтярь:** Во второй половине 1970-х годов Г. В. Сакович стал научным руководителем и организатором нового прорывного направления в энергетике топлив — гидридного. Американцы счи-

Продолжение на стр. 6—8





В. Н. Пармон, П. А. Стороженко, Г. В. Сакович, Ю. М. Михайлов



Президент Российской Федерации В. В. Путин вручает академику Г. В. Саковичу орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени. Москва, Кремль, 2013 год



Председатель Совета министров СССР Н. И. Рыжков в НПО «Алтай». Пояснения по использованию алмазных покрытий дает генеральный директор НПО «Алтай» Г. В. Сакович. Бийск, 1989 год

Продолжение. Начало на стр. 5

тали данное направление абсолютно безнадёжным из-за нестабильности продукта и отказались его разрабатывать. В нашей стране был не только решен вопрос стабильности гидрида алюминия (ГА), но также организовано уникальное производство. Всю работу координировал Г. В. Сакович, который привлек к решению самых сложных проблем изучения стабильности ГА институты СО АН СССР.

**В. Н. Пармон:** В один прекрасный день в Институт катализа в стандартных армейских сундуках принесли нечто такое, о чем и говорить-то строго запрещалось. В кабинете К. И. Замараева тогда совсем еще молодой и очень энергичный создатель этого «нечто» Г. В. Сакович из бийского НПО «Алтай» давал четкие пояснения, что именно хотелось бы выяснить с помощью новейших физических методов исследования, доступных в то время практически только в Институте катализа. Поставленные Геннадием Викторовичем задачи были решены, а сам уникальнейший продукт был поставлен на производство и обеспечил мощный рывок в нашей ракетной технике.

**Б. В. Певченко:** Наша сырьевая лаборатория в НПО «Алтай» занималась проблемами технологической отработки процессов на Исфаринском гидрометаллургическом заводе и комбинате «Навои-азот». Активно велась отработка изделия «Барк» с участием компонента ГА. Сам продукт, так же как и его промежуточные компоненты, был высоко взрыво- и пожароопасным, и это значительно осложняло его отработку. Эта непростая работа была достойно завершена выпуском высококачественного продукта. До сих пор только Россия владеет промышленной технологией выпуска этого компонента.

**П. А. Стороженко:** После окончания МГУ в 1973 году меня направили в командировку в Исфару. Вдруг однажды территорию завода начали активно прихорашивать — оказалось, на завод для обсуждения проблем производства гидрида алюминия приезжает заместитель директора АНИИХТ Г. В. Сакович. Ожидания, что он устроит разнос, не оправдались. Г. В. Сакович ясно и четко изложил те требования к качеству гидрида и возможные пути решения проблем технологии, которые необходимо было осуществить заводу. Уже на следующий день был разработан график проведения необходимых мероприятий по коренному улучшению сложившейся на заводе ситуации.

**Б. А. Трофимов:** В хозяйстве Геннадия Викторовича поражаало всё: и организация производства, и высокий уровень научных исследований, и оригинальные молекулярные структуры еще никому не известных энергонасыщенных веществ, и ювелирное заполнение новым смесевым топливом разгонного блока баллистической ракеты, которую предстояло еще испытать. Особо впечатлил полностью автоматизированный завод по производству суперокислителя, разработанного в ИОХ под руководством академика В. А. Тартаковского. Этот окислитель позволял на много лет опередить американцев в создании смесевых твердых ракетных топлив.

**В. Н. Чарушин:** Академик Геннадий Викторович Сакович — из того самого легендарного поколения засекреченных академиков, которые вдалеке от столицы, без шума и суеты, без пристального внимания общественности и журналистов занимались важнейшим для страны делом и создавали ракетно-ядерный щит СССР, обеспечивая тем самым надежную безопасность, независимость и

авторитет нашей страны на международной арене.

**С. М. Алдошин:** Геннадий Викторович всю жизнь занимается разработкой смесевых твердых ракетных топлив и зарядов. Это уникальные по своей смелости и оригинальности технологии НПО «Алтай», которые позволили создать лучшие ракетные комплексы в мире.

**А. Л. Асеев:** Созданные под руководством Геннадия Викторовича эффективные смесевые твердые ракетные топлива на совершенно новых физико-химических принципах для межконтинентальных баллистических ракет обеспечили нашу армию надежным и эффективным оружием и создали условия для многолетнего мирного развития страны.

#### Инновационная технология производства алмазов

В 1980-е годы в НПО «Алтай» в кооперации с Институтом гидродинамики СО АН СССР впервые в мире выполнен целенаправленный синтез алмазов из мощных взрывчатых веществ. В 1994 году за разработку технологии и создание промышленного производства ультрадисперсных алмазов группа сотрудников НПО «Алтай» во главе с генеральным директором Г. В. Саковичем, а также группа сотрудников Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН удостоены Государственной премии Российской Федерации в области науки и техники. В 2011 году академик Г. В. Сакович стал лауреатом Международной премии Роснано в области нанотехнологий — Rusnanoprize. Так научное сообщество оценило его вклад в разработку технологии производства функциональных наноразмерных синтетических алмазов из атомов углерода молекул взрывчатых веществ при их детонации. Наградной символ и памятный диплом премии Роснано получил также ФНПЦ «Алтай» за внедрение разработок академика Саковича в массовое производство.

#### Из материалов книги:

**Г. В. Майер, А. И. Потекаев:** В 1980-е годы НПО «Алтай» был уже крупной и авторитетной организацией во главе с Г. В. Саковичем. Здесь трудились ученые, инженеры и конструкторы, в том числе доктора наук, лауреаты различных премий, действовал ученый совет по защите диссертаций. Такому коллективу было по плечу многое. Впервые в мировой практике родился детонационный синтез алмазов с наноразмерными частицами. Интерес к работе вышел на государственный уровень. Были разработаны уникальные технологии получения износостойких металлоалмазных покрытий, суперфинишное полирование до шероховатости в несколько ангстрем, присадки к смазочным и моторным маслам.

**Б. А. Трофимов:** На меня произвел большое впечатление экспериментальный синтез алмазов методом взрыва, о котором Геннадий Викторович рассказывал очень увлеченно, лично показывая установку и давая необходимые объяснения. В толстостенную камеру, изготовленную из высокопрочной стали, помещали тротильную шашку. Аппарат надежно герметизировали и через маленькое отверстие диаметром с винтовочную пулю стреляли в тротил из обычной винтовки. Происходил мощный взрыв, в камере кратковременно создавались чрезвычайно высокое давление и температура. В углеродном материале, который при этом получался, содержались мелкодисперсные алмазы, вполне пригодные для технического использования.



# Академик Сакович — организатор ИПХЭТ СО РАН

В 1990-е годы академик Сакович выдвинул идею создания в Бийске академического института на основе потенциала НПО «Алтай». В 2001 году этот смелый проект осуществился: в Бийске был организован Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН.

Из материалов книги:

**С. М. Алдошин:** Инициатива, научная интуиция, умение объединять творчески активных людей, зажечь их новой интересной идеей позволили Геннадию Викторовичу в сложные 1990-е выступить с идеей организовать в системе РАН новый институт — ИПХЭТ, который сегодня ведет важнейшие исследования по созданию высокоэнергетических веществ, решает вопросы биоэнергетики и комплексной переработки биоотходов, выделения целлюлозы из природного легко возобновляемого сырья и так далее.

**В. Н. Пармон:** В самом начале 2000-х Г. В. Саковичу пришлось выйти из руководства его главного детища — НПО-ФНПЦ «Алтай». Однако задуманная в верхах перестройка этой мощнейшей организации могла погубить главное богатство ФНПЦ — уникальный кадровый потенциал ученых-химиков. И тогда Геннадий Викторович пошел ва-банк, выделив с согласия руководства СО РАН большую часть научного потенциала ФНПЦ в новый академический институт, став его директором-организатором. Академик Сакович сумел подобрать прекрасную команду, обеспечившую стабилизацию и развитие этого уникального в системе РАН химического института.

## Подготовка кадров: от учащихся лицей до членов РАН

Академик Сакович является автором идеи многоступенчатой системы образования в Бийске. Он выступил инициатором создания лицея, принимал активное участие в организации учебного процесса в Бийском технологическом институте. В ИПХЭТ СО РАН его усилиями создан специализированный совет по приему к защите диссертаций. Научная школа Г. В. Саковича воспитала немало известных ученых, а два его непосредственных ученика — А. С. Жарков и С. В. Сысолятин — избраны членами-корреспондентами РАН.

Из материалов книги:

**А. Б. Карлин:** Как всякого талантливой и глубокого человека, Геннадия Викторовича отличает умение видеть перспективу многих явлений и процессов, подчас лежащих вне формальных границ его профессиональных интересов. Чего стоит только идея создания в Бийске лицея-интерната для одаренных детей не только города, но и многих сельских районов края. Это было сделано за счет городского бюджета при поддержке НПО-ФНПЦ «Алтай» задолго до появления федеральных программ подобной направленности. Помню, как Сакович лоббировал (в хорошем смысле) вопросы строительства нового корпуса лицея и его перевода на прямое финансирование из краевого бюджета.

**В. Н. Хмелев:** В далекие 1960-е годы Геннадий Викторович был одним из организаторов Бийского технологического института, участвовал в его формировании и развитии: был директором вуза и вел преподавательскую работу среди студентов вечерней формы обучения. Общение с ними стало своеобразной школой для самого Саковича. На протяжении становления и развития вуза Геннадий Викторович находился в постоянном контакте с преподавателями и



Первый выпуск лицея, 2001 год



Совет молодых ученых и специалистов ИПХЭТ поздравляет академика Саковича с юбилеем

студентами, участвовал в научных конференциях. Сегодня многие преподаватели свои первые лекции для первокурсников начинают с демонстрации фильмов об академике Саковиче.

**Г. В. Майер, А. И. Потекаев:** В мире широко известна научная школа по технической химии академика Г. В. Саковича, которая неоднократно была поддержана грантами президента РФ. В научной школе Геннадия Викторовича защищено более 100 кандидатских и 20 докторских диссертаций.

**Ю. М. Михайлов:** Большое значение в части подготовки молодежи в области науки и технологии спецхимии имеет регулярно организуемая по инициативе академика Саковича конференция молодых ученых, совмещающая с научной школой по энергетическим конденсированным системам при ИПХЭТ СО РАН. Данное мероприятие пользуется безусловной популярностью в научной среде и собирает большое количество участников.

**В. П. Никишаева:** Геннадий Викторович Сакович — первый в Бийске академик, прославивший маленький провинциальный город не только личной принадлежностью к плеяде признанных ученых, но и вырастивший членов-корреспондентов РАН Александра Сергеевича Жаркова

и Сергея Викторовича Сысолятина. Поддерживать талантливых коллег Геннадий Викторович всегда считал своим долгом.

**И. А. Метальникова:** Когда бываешь в коллективе, то виден резкий контраст молодых за проходной и тех, кто работает, учится в аспирантуре ИПХЭТ СО РАН. Знающая, образованная, начитанная, просвещенная, вежливая молодежь... По словам Г. В. Саковича, здесь присутствует сочетание наставничества и доверия.

## Академик Сакович — гражданин и патриот Алтая

Академик Г. В. Сакович является почетным гражданином города Бийска и почетным гражданином Алтайского края. Он принимает участие в работе различных представительных краевых и городских советов и комиссий. Его деятельность на благо родного города и края — это всегда конкретные проекты, которые воплощаются в жизнь.

Из материалов книги:

**Я. Н. Шойхет:** На заседаниях ученого совета при Алтайском законодательном собрании я имел возможность многократно убедиться в способности академика Саковича быстро схватывать суть самых разных проблем. Беседы с ним всегда приводили к рождению новых идей,

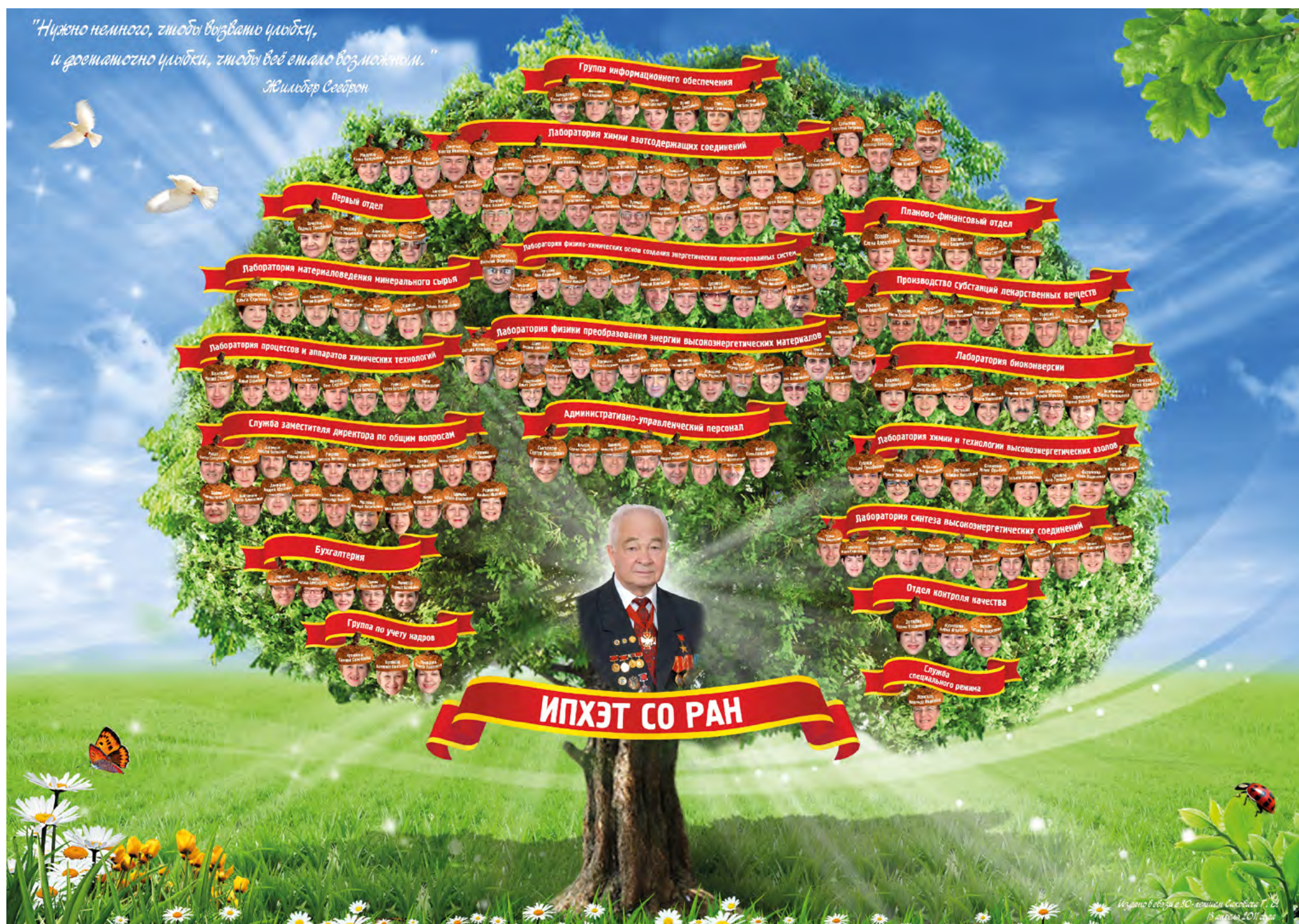
сложных подходов к решению не только химических задач, но и значительных проблем технического характера, социальных и общественных ситуаций. Геннадий Викторович обладает способностью кратко излагать суть крайне сложных проблем и невероятной скромностью в оценке собственного вклада.

**А. Б. Карлин:** Несмотря на всю закрытость и особость научной и производственной деятельности НПО-ФНПЦ «Алтай», стиль работы его руководителей ощущался далеко за периметром предприятия. Жилой поселок (квартал АБ), в котором жили его сотрудники, всегда был лучшим в городе не только по чистоте и благоустройству, но и по бытовой культуре, состоянию социальных объектов, их оснащенности. Бийчане очень гордятся тем, что их родной город носит звание самого крупного в стране наукограда. Ответственно заявляю — не было бы у Бийска академика Саковича, не было бы у города и высокого звания наукограда!

**А. М. Мокрецова:** Подкупает безграничная любовь академика Саковича к городу-наукограду Бийску, хотя Геннадий Викторович родился в Чите, учился и достаточно долго работал в Томске. Но как важно для него всё, что происходит в городе! Как развивается промышленность,

Окончание на стр. 8





Так коллектив ИПХЭТ представляет роль академика Саковича в организации и становлении института

Окончание. Начало на стр. 5–7

наука, образование, какие перспективы у молодых ученых, чем им можно помочь...

#### Удивительные черты многогранной личности академика Саковича

Люди, лично знакомые с академиком Саковичем, отмечают его удивительную скромность, врожденную интеллигентность и высочайшую культуру. Компетентность в решении практических вопросов — главный довод для убеждения оппонентов, с которыми Геннадий Викторович не единожды приходилось дискутировать на протяжении длительной жизни.

Из материалов книги:

**С. М. Алдошин:** Говорят, что масштаб личности определяется целями, которые человек ставит перед собой, и результатами, которых он добивается. Так вот, Геннадий Викторович — человек государственного масштаба, для которого интересы страны, ее безопасности, как бы это громко ни звучало, всегда были на первом месте. Геннадий Викторович отличается удивительной врожденной интеллигентностью и мягкостью. Это, пожалуй, его характерная черта... Он вообще очень компанейский человек, у него со всеми хорошие отношения!

**Ю. М. Михайлов:** Особо хочу отметить гостеприимность и радушие Геннадия Викторовича. Каждый приезд в Бийск и встреча с ним оставляют незабываемое впечатление. Его рассказы о природе Бийского края интересны, красочны и настолько увлекательны, что после них возникает желание сразу пойти в поход куда-нибудь в Алтайские горы.

**В. Н. Пармон:** Постепенно я узнал Геннадия Викторовича не только как прекрасного руководителя, способного доходчивым языком объяснить очень непростые научные проблемы, но и очень общительного радушного хозяина, познакомившего нас с легендарным двухэтажным домом-гостиницей на берегу Бии, с чудесной «Иволгой» на берегах Катунь. Нашему быстрому сближению, конечно же, способствовало и то, что в наших жилах течет белорусская кровь, и поэтому сохранение и развитие научных связей с химиками Беларуси было нашей общей задачей.

**В. П. Никишаева:** На вопрос корреспондента «Не хотелось ли Вам переехать в Москву, в центр или другой какой-либо крупный город?» Геннадий Викторович ответил: «Из такого маленького города, как Бийск, наша страна видится и понимается лучше».

Авторы статьи сердечно поздравляют с замечательным юбилеем академика Геннадия Викторовича Саковича и желают ему крепкого здоровья, новых идей и интересных проектов!

**В. Н. Пармон, академик РАН, председатель Сибирского отделения РАН**

**Н. А. Куперштох, кандидат исторических наук, Институт истории СО РАН**

**Фото предоставили ФНПЦ «Алтай», ИПХЭТ СО РАН**

Авторы выражают благодарность сотрудникам ИПХЭТ СО РАН Елене Александровне Шубиной за помощь в подготовке публикации.

#### Воспоминаниями о Г. В. Саковиче поделились:

Алдошин Сергей Михайлович, академик РАН  
Асеев Александр Леонидович, академик РАН, председатель Сибирского отделения РАН в 2008–2017 гг.

Дегтярь Владимир Григорьевич, академик РАН, генеральный директор, генеральный конструктор АО «ГРЦ Макеева»

Ивашкевич Олег Анатольевич, академик НАН Беларуси

Карлин Александр Богданович, сенатор Российской Федерации

Куценко Геннадий Васильевич, д.т.н., генеральный директор НИИПМ в 2005–2012 гг.

Липанов Алексей Матвеевич, академик РАН  
Лобанова Антонина Алексеевна, д.х.н., профессор, начальник отдела ФНПЦ «Алтай» в 1995–2013 гг.

Майер Георгий Владимирович, д.ф.-м.н., профессор, президент Томского национального исследовательского университета (ТГУ)

Метальникова Ирина Антоновна, журналистка и радиоведущая ГТРК «Алтай»

Михайлов Юрий Михайлович, академик РАН, председатель научно-технического совета Военно-промышленной комиссии РФ

Мокрецова Людмила Алексеевна, д.пед.н., профессор, ректор Алтайского государственного гуманитарно-педагогического университета им. В. М. Шукшина

Никишаева Валерия Петровна, к.фил.н., профессор, ректор Бийского педагогического государственного университета им. В. М. Шукшина в 2004–2014 гг.

Пармон Валентин Николаевич, академик РАН, председатель Сибирского отделения РАН

Певченко Борис Васильевич, к.т.н., генеральный директор АО ФНПЦ «Алтай»

Потекаев Александр Иванович, д.ф.-м.н., профессор, директор Сибирского физико-тех-

нического института им. В. Д. Кузнецова при ТГУ

Слизов Юрий Геннадьевич, к.х.н., доцент, декан химического факультета ТГУ

Соколовский Михаил Иванович, член-корреспондент РАН, генеральный директор, генеральный конструктор НПО «Искра» в 1994–2012 гг.

Стороженко Павел Аркадьевич, академик РАН, генеральный директор ГНЦ РФ АО «ГНИИХТЭОС»

Тартаковский Владимир Александрович, академик РАН

Трофимов Борис Александрович, академик РАН

Хмелев Владимир Николаевич, д.т.н., профессор, заместитель директора по научной работе Бийского технологического института

Чарушин Валерий Николаевич, академик РАН, председатель Уральского отделения РАН

Шойхет Яков Нахманович, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой хирургии Алтайского государственного медицинского университета

Шойхет Яков Нахманович, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой хирургии Алтайского государственного медицинского университета

Шойхет Яков Нахманович, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой хирургии Алтайского государственного медицинского университета

Шойхет Яков Нахманович, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой хирургии Алтайского государственного медицинского университета

Шойхет Яков Нахманович, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой хирургии Алтайского государственного медицинского университета

Шойхет Яков Нахманович, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой хирургии Алтайского государственного медицинского университета

Шойхет Яков Нахманович, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой хирургии Алтайского государственного медицинского университета

Шойхет Яков Нахманович, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой хирургии Алтайского государственного медицинского университета

Шойхет Яков Нахманович, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой хирургии Алтайского государственного медицинского университета



# Космические технологии АО «ИСС» — одна из базовых основ инновационного развития России и ее регионов

12 апреля в России отмечают День космонавтики, а весь мир — Международный день авиации и космонавтики. В этом году исполняется шестьдесят лет с тех пор, как 12 апреля 1961 года старший лейтенант Юрий Гагарин на космическом корабле «Восток-1» впервые в мировой истории облетел Землю по орбите. Именно так началась эпоха активного изучения космоса, а открыл ее советский космонавт, первым полетевший в космос. Россия остается и сейчас одним из мировых лидеров в сфере освоения космического пространства, и именно поэтому День космонавтики в нашей стране может считаться общенародным праздником.

Сейчас космическая деятельность России представляет собой одну из самых приоритетных и наукоемких областей деятельности, требующую соответствующего кадрового обеспечения для создания перспективных технологий и расширенного использования космической информации. Вовлеченность в космическую деятельность — яркий показатель уровня развития любого современного государства, его экономического, научного, технического и оборонного потенциала. В преддверии Дня космонавтики «Наука в Сибири» поговорила с генеральным директором АО «Информационные спутниковые системы» им. ак. М. Ф. Решетнёва» членом-корреспондентом РАН Николаем Алексеевичем Тестоедовым.

— Какой процент российской орбитальной группировки составляют космические аппараты производства АО «ИСС»? Какой процент от космических аппаратов всех стран?

— На сегодняшний день в российской орбитальной группировке 162 космических аппарата различного назначения. Из них 102 спроектированы и изготовлены в АО «ИСС». В том числе в составе орбитальной группировки навигационной системы ГЛОНАСС функционируют 27 космических аппаратов.

В части телекоммуникационных космических аппаратов в июле 2020 года были запущены космические аппараты «Экспресс-80» и «Экспресс-103», изготовленные по заказу российского оператора космической связи государственного предприятия «Космическая связь». Общее количество коммерческих космических аппаратов на геостационарной орбите (ГСО) сегодня — около 220. Таким образом, доля АО «ИСС» на рынке космических аппаратов для ГСО составляет более 5 %.

— Какие наиболее успешные совместные проекты АО «ИСС» и СО РАН выполнены за пять лет?

— В последнее десятилетие космической деятельности АО «ИСС» вышло на путь инновационного развития: создана уникальная и гибкая модель интегрированной научно-производственной кооперации на базе технологической платформы «Национальная информационная спутниковая система». В ее состав вошли предприятия ракетно-космической отрасли, вузы и учреждения РАН, имеющие уникальные научные компетенции в области космической деятельности и большой опыт работы в создании спутников информационного обеспечения. Стратегическая программа исследований включает более 150 предложений по выполнению научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ с целью развития космической отрасли России и сохранения ее конкурентных преимуществ на мировом уровне. Общий суммарный объем финансирования инновационных проектов, выполняемых сегодня организа-



ГЛОНАСС-К

циями-участниками платформы в рамках стратегической программы исследований, составляет более шести миллиардов рублей. Основной перспективой дальнейшего развития платформы является Комплексная научно-техническая программа полного инновационного цикла «Глобальные информационные спутниковые системы», разработка которой завершена в 2020 году. АО «ИСС» — инициатор и основной промышленный партнер этого масштабного проекта. Участники КНТП — наиболее авторитетные образовательные (27) и научные (37) организации, в их числе сибирские вузы и учреждения СО РАН. Основная цель создания КНТП — содействие обеспечению пространственного развития и информационной связанности территорий Российской Федерации через развитие новых видов коммерчески востребованных комплексных космических услуг на базе интегрирования геоинформационных и инфокоммуникационных сервисов. Сроки реализации — 2020–2024 годы.

— Каким образом продолжается сотрудничество с европейской компанией Thales Alenia Space во время пандемии?

— АО «ИСС» имеет давний и успешный опыт сотрудничества как с Thales Alenia Space, так и с другими зарубежными компаниями. Естественно, пандемия оказала влияние, если так можно выразиться, на инструменты взаимодействия. В первую очередь это связано с невозможностью проведения очных встреч и переговоров. Но само качество взаимодействия и результаты остались на самом высоком уровне. В некоторых случаях ситуация вынудила нас найти ранее не используемые решения, которые оказались экономически более эффективными, чем те, которые применялись до пандемии. Например, наши специалисты теперь не сопровождают конструкцию полезной нагрузки, которую мы поставляем зарубежным партнерам. Все работы с конструкцией с момента поставки ее на территорию нашего контрагента, включая входной контроль, теперь выполняются нашими партнерами самостоятельно, а специалисты АО «ИСС» участвуют в этом в режиме видеоконференции. Естественно, такое решение в целом позволило сократить наши

расходы. Очень примечательно, что в последнее время мы не только являемся заказчиками для европейских компаний, но и реализуем проекты, в рамках которых создаем оборудование по их заказам. Таким образом, наше взаимодействие стало даже более гармоничным. В целом квалификация специалистов АО «ИСС» и накопленный за многие годы опыт сотрудничества позволили избежать каких-либо проблем при реализации проектов с нашими зарубежными партнерами.

— Каких специалистов не хватает для цифровизации производства спутников?

— Здесь необходимо помнить, что цифровизация — это инструмент повышения эффективности деятельности. Поэтому в первую очередь нам всегда необходимы высококвалифицированные инженеры и рабочие. Наиболее востребованы в ближайшей перспективе инженеры различных специальностей, одновременно обладающие навыками компьютерного моделирования, программирования, умеющие использовать современные программные продукты.

Отличительной особенностью сегодняшнего этапа цифровизации является внедрение цифровых технологий буквально во все этапы жизненного цикла наших изделий, а это означает, что все специалисты должны обладать навыками использования информационных технологий. Уже сегодня мы реализуем технологию сквозного проектирования деталей и узлов, которая позволяет обойтись без бумажных документов на всех этапах выпуска конструкторской документации и изготовления. Очень важно отметить, что процесс импортозамещения в области программного обеспечения сегодня ускорился, и мы во многих случаях переходим на отечественное программное обеспечение.

— В каких направлениях, по вашему мнению, будет развиваться производство космических аппаратов? Что для этого должны сделать ученые и конструкторы?

— Общий мировой тренд сегодня — это уменьшение стоимости услуг, которые предоставляются космическими сервисами. Особенно это заметно в области космической связи, поскольку ей прихо-

дится конкурировать с наземными сетями связи, производительность которых за последнее время многократно возросла. Соответственно, рынок требует от нас создания космических аппаратов с минимально возможной стоимостью при постоянном повышении их пропускной способности. Достичь этого можно только при условии внедрения инновационных технических решений в конструкцию наших изделий и промышленные технологии. К основным трендам сегодняшнего дня следует отнести технологии создания гибких полезных нагрузок для телекоммуникационных космических аппаратов. Кроме этого, мы видим потребность в создании ряда универсальных платформ различной энерговооруженности для функционирования на различных типах орбит: от низких до геостационарной и высокого эллипса. Сегодня производители космических аппаратов должны обеспечить максимальную технологическую гибкость для создания космических аппаратов, реализующих новые технологии спутниковой связи. Так, например, АО «ИСС» приступило к созданию многоспутниковых группировок на низких и средних орбитах для реализации технологий интернета вещей и широкополосной связи.

— Какие направления освоения космического пространства, по вашему мнению, выстрелят в будущем?

— Космические приложения и сервисы становятся всё более разнообразными и доступными для потребителей. Это касается как классических сервисов, таких как дистанционное зондирование Земли и фиксированная связь, так и новых сервисов: низкоэнергетической связи для интернета вещей и широкополосной персональной связи.

Одновременно повышается интерес государств к исследованиям в дальнем космосе. Этот интерес становится всё более практическим. Так, например, сегодня серьезно обсуждаются вопросы освоения и колонизации Луны, которая может дать стратегические преимущества тем государствам, которые осуществят ее первыми. Несомненно, что проекты освоения дальнего космоса будут нуждаться в создании сложнейшей космической инфраструктуры, такой как космические аппараты-ретрансляторы; сервисные аппараты, предназначенные для обслуживания (ремонта, дозаправки) автономных космических аппаратов, выполняющих целевые функции; автоматические космические буксиры.

Несомненно получит дальнейшее развитие использование космических средств для сбора данных о Вселенной. Этого требует развитие фундаментальной науки. Проект «Миллиметр», который реализует АО «ИСС», ставит своей целью расширение наших познаний о Вселенной, и в силу своей технической сложности является вызовом для нашей отрасли.



# Космос, мусор, монитор

Сотрудники Института теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН моделируют процессы, которые происходят при высокоскоростном столкновении частиц техногенного космического мусора с элементами космических аппаратов.

«Мы уже больше 20 лет работаем с Научно-производственным объединением “Красная звезда”. Это предприятие входит в состав госкорпорации “Росатом”. Оно занимается разработкой и изготовлением ядерных энергоустановок для космических аппаратов. Мы же по их заказу моделируем, что произойдет с реактором при столкновении с тем или иным видом космического мусора», — рассказывает старший научный сотрудник ИТПМ СО РАН кандидат физико-математических наук **Иван Иванович Шабалин**.

Сейчас в космосе летает большое количество разнообразных техногенных отходов. Это и осколки, оставшиеся после столкновений советских и американских спутников, и результаты китайского эксперимента по уничтожению спутника на орбите. Кроме того, космическим мусором становятся различные детали, осколки от ступеней ракет. Время выпадения осколков на Землю в зависимости от орбиты составляет сотни, а то и тысячи лет. Выпадая, они в основном сгорают в атмосфере нашей планеты.

Столкновения спутников с космическим мусором происходят не слишком часто. Чтобы избежать аварий, ученые специально выбирают для запусков наиболее свободные от мусора орбиты, а кроме того — стараются защитить наиболее важные и уязвимые блоки космических аппаратов. Отслеживая осколки космического мусора с помощью радиоаппаратуры, специалисты составляют представление об их размере и форме, вычисляют их массу. Обладая такой информацией, можно понять, из какого материала сделан тот или иной осколок, и даже предположить, вследствие какой аварии и из каких конкретно частей какого космического аппарата он произошел.

«Все реакторы энергетических установок изготавливаются конкретно под заказ для того или иного спутника, в зависимости от его особенностей, потребляемых мощностей электроэнергии. Конструкторов интересует, как реактор будет вести себя в экстремальных ситуациях, а мы в ИТПМ СО РАН на модельных реакторах исследуем сценарии, которые возникают при ударе высокоскоростной частицей», — говорит **Иван Шабалин**.

Например, когда происходит авария на спутнике, первым делом реактор отстреливается — то есть выбрасывается в космос набор ТВЭЛов (тепловыделяющих элементов), которые затем опускаются на Землю в течение долгого времени. Однако бывает так, что к моменту повторного удара он уже поврежден и потерял охлаждающую жидкость. Ученые ИТПМ СО РАН смоделировали, что произойдет в случае повторного удара болтом М12 длиной шесть сантиметров при наличии в реакторе охлаждающей жидкости и без нее.

В первом случае импульс, полученный от частицы мусора, поглотится охлаждающей жидкостью. Большая часть реактора останется целой, повреждения произойдут лишь в месте удара и близлежащих ТВЭЛах. Если удастся сконструировать реактор таким образом, чтобы он был способен работать на энергии оставшихся ТВЭЛов, космический аппарат будет функционировать даже после такой аварии.

«Если же столкновение произойдет с реактором, который уже потерял охлаждающую жидкость, осколки, возникающие при столкновении, повредят как ближние, так и центральные ТВЭЛы и даже оболочку, находящуюся с другой стороны», — рассказывает аспирант

**ИТПМ СО РАН Александр Евгеньевич Краус**.

Моделирование показало, что главное — защитить урановые стержни. Если они разрушаются, реактор перестает работать, и лишенный электроэнергии спутник сам станет космическим мусором. Для этого необходимо прикрыть большой охладитель, который сейчас закрыт лишь тонкой оболочкой, беззащитной перед высокоскоростными частицами.

Следующая задача, стоявшая перед новосибирскими исследователями, — моделирование предохранения космического аппарата методом защитных экранов. Эта технология была предложена на самой заре космонавтики. Ее суть заключается в том, что тоненькие, около 0,5–0,7 мм, алюминиевые пластинки располагают в тех местах аппарата, которые нужно прикрыть от попадания космических частиц.

«При скоростях порядка 10 километров в секунду материалы в результате столкновения испытывают очень сильный нагрев. Грубо говоря, кинетическая энергия превращается в тепловую. Если удар берет на себя металлическая пластинка, на сам космический аппарат приходит уже лишь облако маленьких осколков, на которые распалась изначальная частица космического мусора. То есть идея заключается в том, чтобы разнести точечный удар на большую площадь, тем самым ослабив его», — отмечает **Иван Шабалин**.

Чтобы усилить защитные пластины, новосибирские исследователи предложили внедрить в них гетерогенные материалы на основе металлокерамики, которые разрабатываются с применением аддитивных технологий ИТПМ СО РАН.

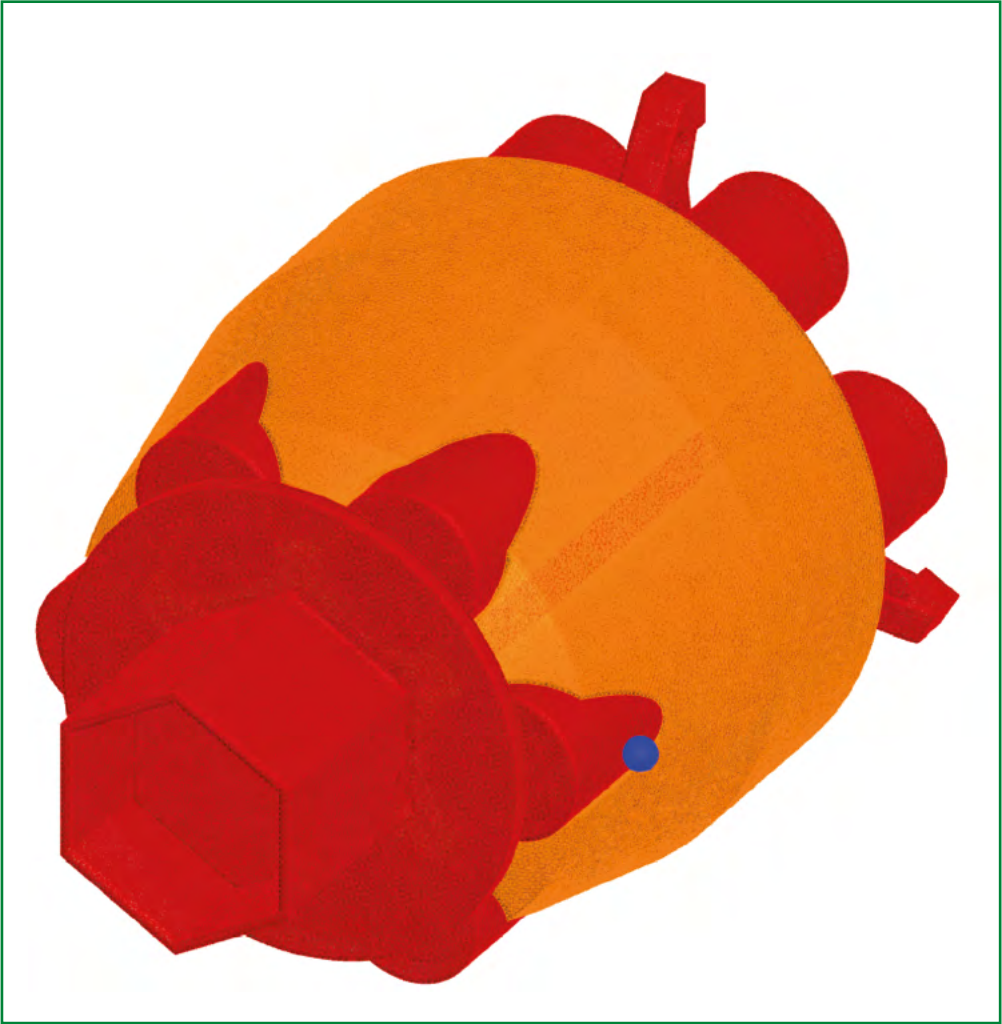
Преимущества керамики — низкий удельный вес и высокая прочность. Однако она очень хрупкая, поэтому необходимо ее спрятать во что-то, выдерживающее большие деформации.

«Мы предположили, что будет, если мы добавим в пластинки защиты 25 % керамики? Моделирование показало: при той же скорости и том же самом ударе частица уже не пробивает защитную пластину, и аппарат остается неповрежденным», — говорит **Александр Краус**. Такая защита работает, когда скорость удара больше, чем скорость звука.

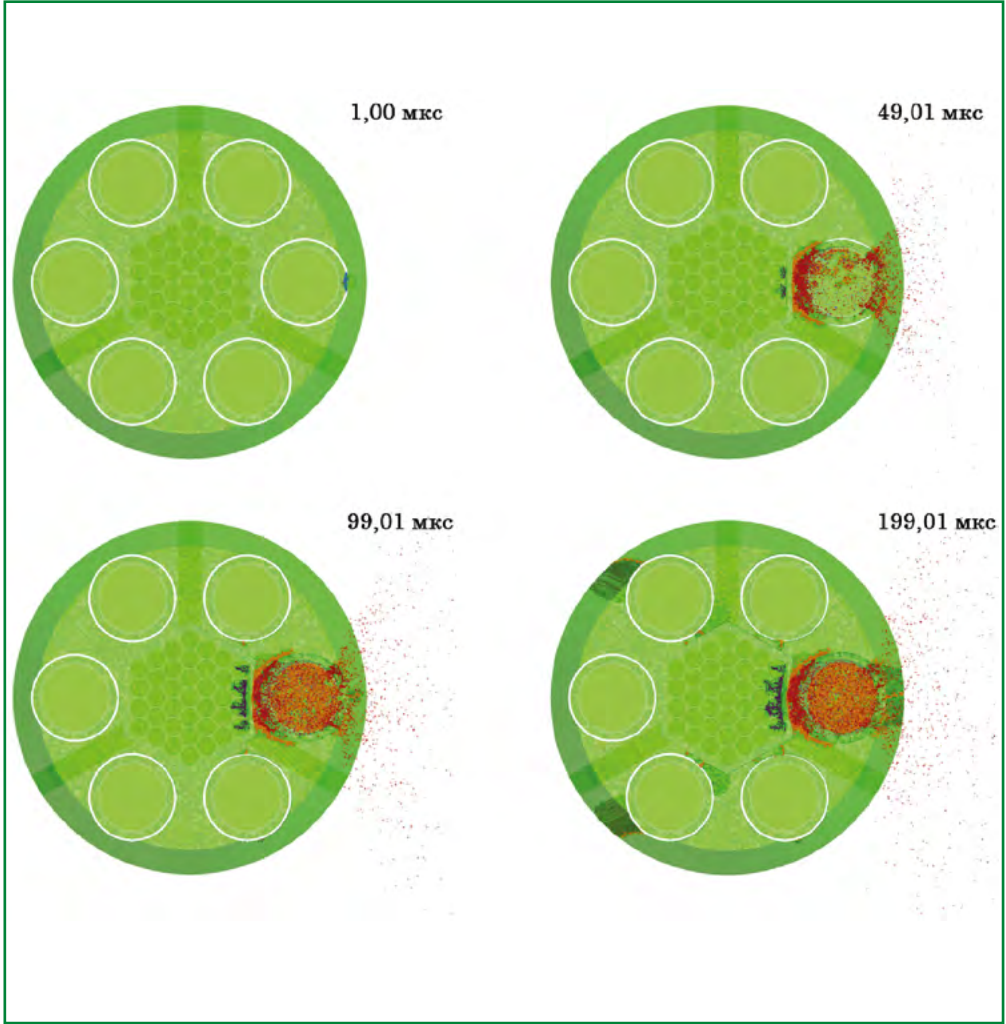
Также ученые смоделировали для «Красной звезды» пробитие космического аппарата «Буран» тяжелым восьмисантиметровым болтом при скорости 12 километров в секунду. Необходимо было посмотреть, какие разрушения произойдут, если этот болт попадет в кабину, в крыло, другие части конструкции. «Было показано, что это наиболее тяжелый случай, от которого нет защиты. Он полностью разрушает космический реактор», — говорит **Иван Шабалин**.

Расчеты сибирских исследователей дают сценарий того, как космический мусор повреждает ТВЭЛы и другие части космических реакторов. Полученные данные специалисты «Красной звезды» включают в свои модели и принимают решение о том, какие части аппаратов необходимо усилить. Сейчас эти исследования временно приостановлены — «Красная звезда» переходит на разработку нового типа реакторов и еще не успела сформировать новые задачи для ИТПМ СО РАН.

**Диана Хомякова**  
Изображения предоставлены исследователями



Геометрическая модель реактора с ударником



Кинограмма пробития в разрезе на четыре момента времени



# Тревожный пульс космической погоды

Сочетание уникальных компетенций в изучении солнечно-земных связей и новейших установок класса мегасайнс позволит преодолеть отставание России в одной из критических областей.



Стройка радиогелиографа



Оптические инструменты

В юбилейный для Института солнечно-земной физики СО РАН (Иркутск) 2020 год завершилось строительство пускового объекта «Оптические инструменты» укрупненного инвестиционного проекта «Национальный гелиогеофизический комплекс РАН» (НГК РАН). Впереди создание еще шести уникальных научных установок. Проектирование и строительство обхвывают практически все обсерватории института в условиях непрерывной работы существующей экспериментальной базы.

Концепция комплекса была разработана под руководством академика **Гелия Александровича Жеребцова** и получила поддержку Российской академии наук, различных межведомственных комиссий. Учитывая стратегическую важность реализации комплекса, а также научно-технологический задел, созданный при реализации его первого этапа, распоряжением правительства РФ от 01.12.2018 г. № 2659-р первый и второй этапы НГК РАН были включены в План комплексного развития Сибирского отделения Российской академии наук с учетом приоритетов и долгосрочных планов развития Сибирского федерального округа.

Необходимость реализации комплекса обосновывается существующим и усиливающимся отставанием экспериментальной базы России в области исследований по солнечно-земной физике и физике околоземного космического пространства (ОКП) на фоне непрерывного развития этого направления в мире. Физическое состояние ОКП определяется солнечной и геомагнитной активностью, которые, в свою очередь, во многом определяют работоспособность и эффективность функционирования инженерно-технической инфраструктуры — как наземного, так и космического базирования. Космические явления могут оказывать (и оказывают!) негативные воздействия на работу многих технологических систем: сбои в энергосистемах и выход из строя линий электропередач, радиационное воздействие на здоровье космонавтов, на экипажи и пассажи-

ров трансполярных авиатрасс, ошибки в радиолокации и помехи в каналах радиосвязи — особенно в Арктической зоне России.

Таким образом, для обеспечения высокой надежности и повышения эффективности инженерно-технических систем различного назначения необходимо глубокое понимание физических процессов, происходящих на Солнце и в ОКП, которое обеспечивается фундаментальными исследованиями с помощью современных инструментов. К настоящему времени ситуация в этой области видится крайне неудовлетворительной: многие необходимые эксперименты стали для российских ученых недоступны, была утрачена возможность правильно оценивать и понимать суть некоторых работ, проводимых за рубежом. Это объясняется, прежде всего, многолетней недооценкой важности фундаментальных исследований, ориентированных на решение проблем практического использования ОКП, оценку его влияния на развитие новых космических технологий, снижение рисков и последствий негативных природных явлений. В течение последних 40—50 лет в нашей стране не создавались крупные уникальные современные инструменты (телескопы, радары, лидары и так далее), необходимые для проведения исследований на высоком мировом уровне. Эта кризисная ситуация сказывается и на решении прикладных задач, основой которых являются достижения в области фундаментальной науки.

В США, к примеру, указанной тематике уделялось и уделяется огромное внимание. Широкомасштабные и интенсивные работы и исследования проводятся с 1995 года в рамках программы «Национальная стратегия по космической погоде» (National Space Weather Program), целью которой является создание активной синергетической межведомственной системы для обеспечения своевременных, точных и надежных наблюдений, технических характеристик и прогнозов космической среды. Подготовлен конкрет-

ный план, определяющий действия по совершенствованию подготовки страны к неблагоприятным космическим природным явлениям (эффекты космической погоды). Стоит заметить, что такие могут быть вызваны и искусственным путем, то есть модифицированием геофизической среды.

В рамках национальной программы США работают свыше 10 космических аппаратов, восемь исследовательских центров и более десятка виртуальных обсерваторий. Привлечены многие государственные структуры: исполнительное управление президента США, ряд министерств, а также десятки различных ведомств и служб. Это вызывает беспокойство, поскольку научно-техническое отставание РФ в этом приоритете не сокращается, а только нарастает. Аналогичные крупные программы реализуются в настоящее время в Европейском союзе и Китае.

Создание НГК РАН направлено не только на преодоление отставания России в области фундаментальных исследований физики Солнца и ОКП, но и на опережающее развитие российской науки в этом направлении с заделом на 25—30 лет. Создаваемые в рамках НГК РАН уникальные объекты (радиогелиограф, крупный солнечный телескоп, лидар, система радаров, нагревный стенд, центр обработки данных) позволят проводить фундаментальные исследования на современном уровне, будут способствовать решению прикладных задач, существенно обогатят российскую науку и промышленность новыми техническими и конструкторскими решениями.

Сегодня в части наземного сегмента ИСЗФ СО РАН является единственным в России крупным гелиогеофизическим центром с экспериментальной базой, включающей ряд уникальных научных установок: большой солнечный вакуумный телескоп, большой внеатмосферный солнечный коронограф, Сибирский солнечный радиотелескоп, инфракрасный телескоп АЗТ-33 ИК, радар некогерентного рассеяния, сеть ионозондов вер-

тикального и наклонного зондирования ионосферы и станции магнитометров, входящие в мировую сеть INTERMAGNET, что позволяет проводить исследования по широкому кругу задач в области физики Солнца и ОКП. Значит, при взаимодействии в использовании существующих научных установок ИСЗФ СО РАН и создаваемых объектов НГК РАН будет достигнут синергетический эффект и принципиально новый уровень результатов в области солнечно-земной физики и физики околоземного космического пространства.

Реализация комплекса в полной мере соответствует задачам, поставленным в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации и конкретизированным в национальном проекте «Наука». Помимо решения многих фундаментальных проблем в области физики Солнца и солнечно-земных связей, острая необходимость создания национального гелиогеофизического комплекса для России подчеркивается и тем, что жизнь современного общества невозможно представить без средств цифровизации, которая, в свою очередь, неминуема без систем связи, зачастую развернутых в околоземном космическом пространстве на базе орбитальных аппаратов. Для успешной работы таких систем необходимо знать текущую космическую обстановку, всеми возможными методами проводить постоянный мониторинг Солнца и ОКП, а также уметь прогнозировать изменения их состояния хотя бы с удовлетворительной оправдываемостью. И только реализация всех объектов НГК РАН позволит выйти на исследования полного инновационного цикла, продуктом которого будет являться прогноз космической погоды с той же своевременностью, которая необходима потенциальным потребителям.

**Сергей Олемской,**  
доктор физико-математических наук,  
первый заместитель директора  
ИСЗФ СО РАН  
Фото предоставлены ИСЗФ СО РАН



**Вниманию читателей «НвС»  
в Новосибирске!**

Свежие номера газеты можно приобрести или получить по подписке в холле здания Президиума СО РАН с 9:00 до 18:00 в рабочие дни (Академгородок, проспект Академика Лаврентьева, 17), а также газету можно найти в НГУ, НГТУ, литературном магазине «Капиталь» (ул. Максима Горького, 78) и Выставочном центре СО РАН (ул. Золотодолинская, 11, вход № 1, 2-й этаж).

Адрес редакции, издательства:  
Россия, 630090, г. Новосибирск,  
проспект Академика Лаврентьева, 17.  
Тел.: 238-34-37.

**Мнение редакции может  
не совпадать с мнением авторов.  
При перепечатке материалов  
ссылка на «НвС» обязательна.**

Отпечатано в типографии  
ООО «ДЕАЛ»: 630033, г. Новосибирск,  
ул. Брюллова, 6а.

Подписано к печати: 06.04.2021 г.  
Объем: 3 п. л. Тираж: 1 700 экз.  
Стоимость рекламы: 80 руб. за кв. см.  
Периодичность выхода газеты —  
раз в неделю.

Рег. № 484 в Мининформпечати  
России, ISSN 2542-050X.  
Подписной индекс 53012  
в каталоге «Пресса России»:  
подписка-2021, 1-е полугодие.  
E-mail: presse@sb-ras.ru,  
media@sb-ras.ru  
Цена 13 руб. за экз.

© «Наука в Сибири», 2021 г.

## КОНКУРС

**Механико-математический факультет Новосибирского государственного университета** объявляет выборы на замещение вакантных должностей: заведующий кафедрой дифференциальных уравнений, заведующий кафедрой математической экономики, заведующий кафедрой математического анализа, заведующий кафедрой математического моделирования.

**Требования к кандидатам:** высшее профессиональное образование, наличие ученой степени и ученого звания, стаж научно-педагогической работы или работы в организациях по направлению профессиональной деятельности, соответствующей деятельности кафедры, не менее пяти лет.

**Срок подачи документов** — один месяц со дня опубликования объявления.

**Документы подавать по адресу:**  
630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1, к. 4112, деканат ММФ.  
Справки по тел.: 363-40-20.

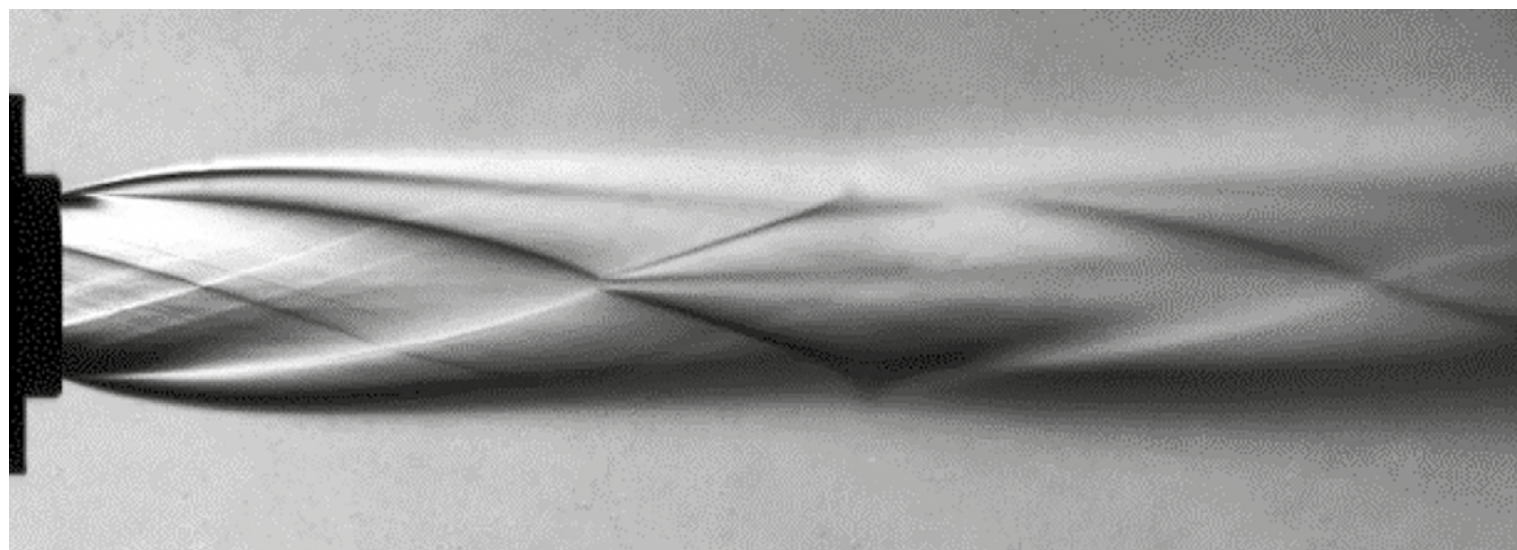


По этой ссылке  
вы можете  
присоединиться  
к нашей группе  
в «Инстаграм»

Сайт «Науки в Сибири»  
[www.sbras.info](http://www.sbras.info)

# Сибирские ученые исследуют сверхзвуковые струйные течения

Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН уже многие годы ведет исследования в области аэродинамики сверхзвуковых скоростей. Их результаты будут использованы конструкторами при создании ряда перспективных космических аппаратов.



Сверхзвуковая струя во внешней среде

4 октября 2020 года исполнилось 63 года с момента запуска СССР первого в мире искусственного спутника Земли ПС-1, появление которого ознаменовало начало космической эры человечества. Это событие было бы невозможным без деятельности академика **Сергея Павловича Королёва**. Именно он спроектировал межконтинентальную баллистическую ракету Р-7, чтобы вывести первые спутники на орбиту. Значительный вклад в развитие ракетно-космической техники в нашей стране внесли и ученые новосибирского Академгородка. Одним из них был сотрудник Института теоретической и прикладной механики СО АН лауреат Ленинской премии, член-корреспондент РАН **Николай Алексеевич Желтухин**, более 16 лет работавший в ОКБ-456 под руководством **Валентина Петровича Глушко**. В начальный период работы в ИТПМ он участвовал в разработке научных основ парогазовых установок и создании аэродинамических труб, а несколько позже под его руководством были проведены исследования по изучению структуры течения и причин возникновения сильных пульсаций давления, выявленных при летных испытаниях сверхмощной лунной ракеты Н-1.

Научные изыскания в области аэрогазодинамики, связанные в том числе со струйными и нестационарными течениями, стали активно проводиться в ИТПМ после назначения в 1966 году академика **Владимира Васильевича Струминского** на должность директора института. Работы были направлены на изучение процесса возникновения интенсивных пульсаций течения при взаимодействии сверхзвуковых струйных потоков с преградами и отвечали потребностям ракетостроителей, а также вопросам развития космической техники.

Сложность исследований в этой сфере заключается в многообразии фундаментальных проблем, которые необходимо решить. Сюда относятся вопросы гидродинамической неустойчивости сверхзвуковых течений, ударно-волновой структуры неизобарических струй, возникновения автоколебаний и многое другое.

Как отмечает главный научный сотрудник лаборатории экспериментальной аэрогазодинамики ИТПМ СО РАН профессор, доктор технических наук **Валерий Иванович Запругаев**, работы

ведутся прежде всего с целью получения информации о силовых и тепловых аэродинамических нагрузках на элементы конструкции ракетно-космического аппарата. Еще одной задачей является определение уровня и спектрального состава пульсаций давления для обеспечения безопасности полета. Несмотря на то, что процесс старта длится всего несколько секунд, на начальном этапе развития техники он нередко сопровождался серьезными повреждениями как пускового сооружения, так и самих летательных аппаратов.

Сверхзвуковые струйные течения изучаются в ИТПМ СО РАН в рамках программы создания возвращаемых космических аппаратов с применением тормозных двигательных установок, обеспечивающих их мягкую посадку. Задача ученых состоит в исследовании структуры течения между посадочной поверхностью и днищем аппарата, а также оценке воздействующих на него сил и уровней пульсации давления. Одной из современных отечественных разработок в этой области является перспективный транспортный корабль нового поколения (ППТК НР). Он проектируется для замены знаменитого «Союза» и обладает по сравнению с ним рядом преимуществ: большими размерами, способностью доставлять экипаж до четырех человек, а также возможностью более точного определения места приземления.

Для проведения экспериментов в институте созданы специальные струйные стенды. Они оборудованы системами визуализации и автоматизированного сбора данных, координатными устройствами. «Из баллонов газ поступает по трубам в форкамеру, проходит через сопло Лавала и ускоряется до сверхзвуковой скорости», — рассказывает В. И. Запругаев. Структура течения сверхзвуковых струй определяется большим количеством геометрических и газодинамических параметров. Проводится измерение газодинамических параметров потока с помощью системы автоматизированного сбора данных, затем результаты сравниваются с показателями расчетов и после анализа передаются конструкторам. Следует отметить особую актуальность получения достоверных экспериментальных данных (тестовых случаев), необходимость в которых появилась с развитием

численных методов исследования высокоскоростных течений сложных конфигураций.

Важное направление, «Вычислительная высотная аэродинамика», развивается в лаборатории ИТПМ СО РАН под руководством кандидата физико-математических наук **Евгения Александровича Бондаря**. Оно направлено на разработку и усовершенствование физико-химических моделей горячего излучающего разреженного газа, а также на изучение его взаимодействия с поверхностью космического аппарата. Эти модели должны существенно улучшить расчеты и обеспечить надежные данные для условий входа летательных средств в атмосферу на очень больших скоростях при возвращении с Луны и планет Солнечной системы. В настоящий момент на их основе разрабатываются программные пакеты нового поколения. Они предназначены для массивных параллельных вычислений на современных суперкомпьютерах с гибридной архитектурой, например основанных одновременно на центральных и графических процессорах. Научные сотрудники института поддерживают связь с рядом других научных и промышленных организаций в рамках крупного проекта Фонда перспективных исследований, учрежденного правительством Российской Федерации.

Благодаря работе, проведенной институтом, удалось получить данные о газодинамической структуре свободных сверхзвуковых неизобарических струй и струй, взаимодействующих с посадочной поверхностью. Результаты деятельности ученых используются конструкторами при создании ряда перспективных возвращаемых пилотируемых космических аппаратов, одним из которых является «Орёл».

В заключение можно сказать, что аэрогазодинамика — это важное направление научной деятельности, напрямую связанное с изучением ударно-волновой структуры сверхзвуковых течений, а также с проектированием, изготовлением и эксплуатацией высокоскоростных летательных аппаратов.

**Дмитрий Медведев,**  
студент отделения  
журналистики ГИ НГУ  
Фото предоставлено  
Валерием Запругаевым