



# Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издается с 1961 года • 22 апреля 2021 года • № 15 (3276) • 12+

## Сибирские археологи изучили швейные технологии древних жителей Сибири



Читайте на стр. 4

Новость

### Соглашение о сотрудничестве: наука, финансы и производство

Подписаны два соглашения о взаимодействии Сибирского отделения РАН с АНО «Кластер искусственного интеллекта» и с Государственным фондом развития промышленности Новосибирской области.

Главная цель сотрудничества — реализовать эффективный, быстрый и взаимовыгодный путь внедрения передовых научных разработок в сфере искусственного интеллекта в производство.

СО РАН берет на себя функцию интегратора и координатора в проведении комплексных научных исследований, Государственный фонд развития промышленности Новосибирской области готов обеспечить финансовую поддержку, а АНО «Кластер искусственного интеллекта» планирует усилить результативность своих технологий искусственного интеллекта за счет глубокого научного обоснования.

Председатель СО РАН академик **Валентин Николаевич Пармон** обозначил круг задач и тем, приоритетных для совместной разработки, и пояснил, как Сибирское отделение видит свою роль во взаимодействии с партнерами: «Мы готовы выступать интегратором для постановки и решения крупных мультидисциплинарных задач и видим

большую перспективу в развитии стратегически важных проектов, особенно при поддержке Фонда развития промышленности. ИИ очень важен для диагностики изменений атмосферы: без моделей, которые учитывают все определяющие факторы, в этих исследованиях не продвинуться. Например, одна из важнейших задач, стоящих сегодня перед Сибирским отделением — мониторинг территорий вокруг Байкала. Далее, на встрече с делегацией Якутии выяснилось, что в России пока не существует модели по созданию энергообеспечения Арктики — масштабная задача, в решении которой также необходимо использовать искусственный интеллект. Среди других наиболее важных функций ИИ сегодня — замена человека нейроморфными компьютерами там, где необходима безошибочность и высокая скорость; распознавание образов, что очень важно прежде всего для военных; проблема управления техникой без участия человека, что, например, заведомо будет реализовано в Кемерово, на угольных карьерах».

Директор АНО «Кластер ИИ» **Игорь Анатольевич Болдырев** отметил: «Кластер» объединяет технологические компании, которые предлагают предприятиям комплексные решения по автоматизации и оптимизации производства — то,

что и должен выполнять искусственный интеллект. Мы точно понимаем, что технологии, которые мы предлагаем к внедрению, должны быть глубоко научными, иначе уже завтра их повторят конкуренты. Поэтому мы очень рассчитываем на еще более плотное взаимодействие с СО РАН и готовы активно участвовать в обсуждении и решении всех возникающих задач».

«Мы как инструмент государственного финансирования оцениваем результат своей работы в повышении бюджетной эффективности работы предприятий, — сообщил генеральный директор Государственного фонда развития промышленности Новосибирской области **Виктор Олегович Карбовский**. — Мы предполагаем установить серьезную коммуникацию между наукой и производственными субъектами Новосибирской области для внедрения новейших доступных технологий в производство и видим огромную перспективу в совместной работе над программой цифровизации промышленности, потому что прекрасно понимаем — внедрение цифры на предприятиях приведет к максимальному повышению эффективности работы».

**Мария Евдокимова,**  
пресс-секретарь председателя СО РАН

Награды

Присвоено почетное звание

Указом президента РФ за заслуги в области здравоохранения и многолетнюю добросовестную работу почетное звание «Заслуженный врач Российской Федерации» присвоено **Ирине Георгиевне Фроловой** — заведующей отделением Научно-исследовательского института онкологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН.

NBC

Археолог из Новосибирска стала лауреатом престижной премии

Состоялась церемония вручения премии Research Excellence Award Russia 2021 для выдающихся исследователей. Премия проводилась при поддержке Российского научного фонда, Российской академии наук, Российского союза ректоров, Российского фонда фундаментальных исследований, Российского научно-исследовательского института экономики, политики и права в научно-технической сфере и Международного информационного агентства «Россия сегодня». Среди победителей — сибирская исследовательница.

Старший научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН, старший научный сотрудник Новосибирского государственного университета кандидат исторических наук **Светлана Владимировна Шнайдер** удостоилась премии, которая вручается самым публикуемым и цитируемым авторам.

Вклад исследователя или организации в развитие науки на национальном и международном уровне учитывает количество опубликованных научных статей, их цитируемость в журналах международного уровня и экспертную оценку.

Премия продолжает десятилетнюю традицию награждения выдающихся исследователей. Впервые она была вручена в Китае в 2004 году. Это часть глобальной инициативы компании Elsevier по поддержке ученых. Одним из партнеров премии выступил Российский научный фонд.

По материалам  
пресс-службы РНФ

## Члену-корреспонденту РАН Вячеславу Петровичу Седельникову — 80 лет

Дорогой Вячеслав Петрович!

Президиум Сибирского отделения Российской академии наук и Объединенный ученый совет по биологическим наукам СО РАН сердечно поздравляют Вас с 80-летием!

Вы — ведущий специалист по комплексному изучению растительного покрова Азиатской России. Ваши исследования направлены на изучение фитоценоотического разнообразия и построения картографических моделей высокогорной растительности Южной Сибири, разработку принципов и методов выделения и анализа ценофлор, методик флористического анализа при проведении геоботанических исследований и количественную оценку трансформации наземных экосистем Сибири. Результаты Ваших исследований находят практическое применение при реализации программ сохранения биологического разнообразия.

В течение 15 лет Вы возглавляли Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, который под Вашим руководством достиг больших успехов в изучении растительного мира Сибири, интродукции и акклиматизации растений.

Свой богатый научный потенциал Вы щедро отдаете подготовке высококвалифицированных кадров молодых ученых. Вами создана сибирская школа геоботаников.

Заслуживает уважения Ваша научно-организационная деятельность в качестве председателя диссертационного совета по защите докторских диссертаций при ЦСБС СО РАН, главного редактора научного журнала «Растительный мир Азиатской России».

Ваша плодотворная научная и общественная деятельность отмечена почетными званиями и юбилейными наградами.

Друзья и коллеги знают Вас как человека широких интересов, доброжелательного и отзывчивого к людям.

В день Вашего юбилея желаем Вам, Вячеслав Петрович, крепкого здоровья, благополучия Вашим родным и близким, творческого научного долголетия!

Председатель СО РАН  
академик РАН  
В. Н. Пармон

Председатель ОУС  
по биологическим наукам СО РАН  
академик РАН В. В. Власов

Главный ученый  
секретарь СО РАН  
академик РАН Д. М. Маркович

## СО РАН — Якутия: новые перспективы сотрудничества



Делегация Республики Саха (Якутия) в Президиуме СО РАН

В новосибирском Академгородке представители региональных властей Республики Саха (Якутия) и Сибирского отделения Российской академии наук обсудили задачи и перспективы развития северных территорий Российской Федерации и наметили ряд актуальных направлений совместной работы.

Первая проблема, которую обсудили представители Сибирского отделения РАН и Республики Саха (Якутия), касалась использования местных видов топлива для генерации электрической и тепловой энергии.

«Мы рассматриваем самые разные источники генерации», — акцентировал постоянный представитель РС (Я) при президенте РФ Андрей Сандаминович Федотов, отметив, что, несмотря на сложные природные условия региона, особое внимание нужно уделять возобновляемым источникам энергии — в частности, солнечной и ветряной.

«Основная проблема на территории Якутии — обеспечение тепло- и энергообеспечения при практическом отсутствии средств коммуникации», — подчеркнул председатель СО РАН академик Валентин Николаевич Пармон. — Какими путями можно пойти? Есть возможность создания маленьких атомных электростанций, в данный момент в Певеке уже стоит плавучая АЭС, но их тоже можно поставить далеко не везде. Далее, энергия ветра — в Тикси работают три ветряка с большими аккумуляторными батареями, совмещенные с дизельными генераторами. Сейчас идут их испытания, но пока нет заключительных результатов».

Что касается невозобновляемых источников энергии, то научный руководитель Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН академик Николай Петрович Похиленко напомнил, что в Якутии есть месторождения углей, а также небольшие месторождения углеводородов.

«Во время войны в Тикси был построен завод по производству жидкого топлива из местных молодых углей специального типа, они называются богхед», — рассказал Валентин Пармон. — Из них путем нагревания можно получать смолу, которая при разгонке дает до 60 % дизельной фракции. По сведениям геологов, на расположенном неподалеку Таймыльском месторождении запасы богхеда составляют один миллион тонн. Тот завод был ориентирован на выработку порядка десяти тысяч тонн топлива, но уже, к сожалению, перестал действовать по экономическим причинам». По словам

председателя СО РАН, технология переработки богхеда может быть восстановлена в ФИЦ угля и углехимии СО РАН в Кемерове, однако нужны финансовые расчеты рентабельности.

«У нас есть много направлений переработки углей для того, чтобы обеспечить их экологичное сжигание, и обсуждаемое сейчас сырье может дать до 50–60 % нужного продукта, причем при использовании достаточно простых технологий», — прокомментировал научный руководитель ФИЦ УУХ СО РАН академик Зинфер Ришатович Исмаилов. — Вопрос упирается в экономику: какие инвестиции кто готов вложить в строительство завода». Ученый добавил, что уже есть договоренность на получение для банка углей ФИЦ УУХ образцов из Якутии для полного физико-технического анализа сырья.

Андрей Федотов предложил разработать общую методику с учетом геологической, экологической, экономической информации, которая могла бы потом применяться к каждой конкретной территории или к конкретным населенным пунктам. Анализ всего комплекса данных позволил бы понять, по какому пути будет оптимально развивать обеспечение энергией в каждом случае. «Результатом должна стать возможность выдавать рекомендации муниципалитетам», — сказал Андрей Федотов и подчеркнул, что такой методики на сегодняшний день в Арктике не существует.

«Да, нужна отработка конкретных решений», — согласился Валентин Пармон. — Основными игроками с нашей стороны могли бы стать Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН, Институт теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН, ФИЦ УУХ СО РАН, ФИЦ «Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН». Проблема энергообеспечения на основе местных топлив — высококачественных и низкокачественных углей и нефтей — технологически решается с помощью сибирских научных институтов, причем это будут технологии, которые отвечают всем требованиям экологичности».

В Институте теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН участники встречи обсудили проект создания единой системы производства, транспортировки и долгосрочного хранения гелия.

Советник постоянного представителя Президента Республики Саха (Якутия) при президенте РФ Александр Юрьевич Климентьев рассказал о проблемах, связанных с добычей и хранением гелия и возможных вариантах их решения. «На

сегодняшний день можно с уверенностью сказать, что запасы гелия в природном газе на месторождениях Восточной Сибири имеют значительные объемы. Однако обычно гелий при сжигании природного газа просто выбрасывается вместе с продуктами сгорания в атмосферу и в итоге безвозвратно утрачивается, а так как этот ресурс является невозобновляемым, такое нерациональное уничтожение недопустимо. В связи с этим правительство нашей страны поставило цель — до 2035 года создать комплекс инженерно-технических сооружений, предназначенных для долгосрочного хранения и последующего отбора гелия. Мы выступили инициаторами формирования в рамках проекта Научно-образовательного центра развития Арктики и Субарктики «Север» единой системы производства, транспортировки и долгосрочного хранения гелия. Созданный в Якутии проектный офис в формате лаборатории обрабатывает различные варианты реализации проекта», — прокомментировал Александр Климентьев.

Старший научный сотрудник лаборатории гиперзвуковых технологий ИТПМ СО РАН кандидат физико-математических наук Виталий Николаевич Зиновьев рассказал о разрабатываемой в ИТПМ СО РАН альтернативной технологии извлечения гелия из природного газа — мембранно-сорбционным методе. «В качестве основного элемента мы используем полые микрочастицы: синтетические микросферы и ценосферы. На основе экспериментальных данных мы разработали бифункциональный композитный сорбент. Он содержит полые сферические частицы в качестве проникаемого для гелия наполнителя и псевдобемит — связующий материал, который является прочным пористым каркасом и обладает при этом дополнительным функционалом: гигроскопичностью, что позволяет выполнять осушку проходящего природного газа», — уточнил Виталий Зиновьев.

Совместно с Институтом проблем переработки углеводородов (ныне Центр новых химических технологий ИК СО РАН, Омск) исследователи из ИТПМ изготовили и успешно испытали лабораторные образцы композитных сорбентов, на основе которых вместе с АО «СКТБ «Катализатор»» была начата разработка технологии изготовления сорбента в промышленных условиях. В настоящее время в ИТПМ СО РАН также создана и испытывается опытно-промышленная установка, на основе которой будет проводиться масштабирование мембранно-сорбцион-



В Институте теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН

ного способа извлечения гелия из природного газа.

Итоги встречи подвел Андрей Федотов: «Освоение технологии выделения, транспортировки и хранения гелия может дать возможность нашей стране оказывать определенное влияние на мировой рынок гелия. Я считаю, что нам стоит совместно с ИТПМ СО РАН начать работу по реализации проекта в рамках НОЦ «Север». У нас уже есть заинтересованные индустриальные партнеры, есть газовые месторождения, содержащие исходное сырье для производства гелия в промышленных масштабах, и, следовательно, нет никаких сомнений, что при помощи научных разработок нам однозначно удастся решить поставленную задачу».

В Институте катализа СО РАН состоялась встреча, в ходе которой гостей познакомили с направлениями по водородной тематике, разрабатываемыми в институте, а также с технологиями переработки природного и попутного нефтяного газов в местах добычи полезных ископаемых, в том числе для получения водорода. В частности, обсуждался проект синтеза аммиака из природного газа в местах добычи и использование его в качестве носителя водорода, который можно достаточно просто транспортировать по специальным аммиакопроводам, решая при этом серьезную задачу транспортировки водорода.

Заместитель губернатора Новосибирской области Ирина Викторовна Мануйлова ознакомила гостей с проектами в области науки и образования, которые сейчас выполняются в НСО, после чего участники встречи обсудили перспективы совместных образовательных программ между Республикой Саха (Якутия) и Новосибирской областью.

Еще одним проектом Научно-образовательного центра «Север» обозначено создание климатического испытательного полигона в арктическом порту Тикси. «Он интересен природными условиями: океан, река, сильные ветра и инфраструктурой — порт, аэродром, городское хозяйство», — констатировал Андрей Федотов. Обсуждались и другие точки: Мирный, где наблюдается плавный переход от алмазодобычи к другим технологиям, а также окрестности Якутска с готовой площадкой Института физико-технических проблем Севера им. В. П. Ларионова ЯНЦ СО РАН. «Если мы говорим о мировом уровне НОЦ «Север», то нужно привлекать к проектам иностранных партнеров, — подчеркнул заместитель председателя СО РАН доктор физико-матема-

тических наук Сергей Валерьевич Головин. — Нашим конкурентным преимуществом является натуральный холод, предельно низкие природные температуры должны быть интересны для ученых разных стран. С этой точки зрения часть международного полигона следовало бы расположить на полюсе холода в Оймяконе».

«Тикси как стартовая площадка приоритетен, — считает А. С. Федотов. — К этой точке есть сильный интерес у «Росатома», у ведущих российских университетов». Аргументами в пользу Тикси также стало намерение Росгидромета восстановить там в ближайшие полгода запуски исследовательских ракет и запланированная реконструкция аэропорта, который будет способен принимать прямые рейсы из Москвы и других крупных городов. При этом ученые обсудили возможность создания климатического полигона в распределенном формате с использованием преимуществ и возможностей нескольких площадок.

«Надо готовить перечень конкретных научных задач, решаемых с использованием климатического полигона», — предложил председатель СО РАН академик Валентин Пармон.

Комплексное освоение арктических территорий Якутии и Красноярского края рассматривалось на отдельном совещании и связывалось прежде всего с добычей твердых полезных ископаемых: угля, классических и импактных алмазов, благородных, редких и редкоземельных металлов. Академик Николай Похиленко обозначил, что ресурсы, наиболее интересные с экономических и технологических позиций, находятся на Крайнем Севере, прежде всего в районах Томторского и Попигайского массивов. «Только нитобий дает доходность в 3700 долларов на тонну руды, — отметил геолог, — тогда как сегодня мы вынуждены покупать его в Бразилии». Андрей Федотов напомнил, что в рамках НОЦ «Север» предусмотрен кластер по высокотехнологичному недропользованию в Арктике.

Николай Похиленко заострил две проблемы, стоящие на пути к освоению уникальных ресурсов. Первая — недостаточная геологическая разведанность арктических территорий. «Мы оцениваем запасы только месторождения Буранное на Томторе, — пояснил ученый, — тогда как этот огромный массив требует углубленного исследования по всей площади. На ее окраинах, в частности, встречаются золото и платина в достаточных концентрациях. Но в той же части Арктики мы видим еще три массива со схожи-

ми общими характеристиками». Академик Похиленко видит необходимым инициировать специальное постановление федерального правительства о создании надведомственной программы геологической доразведки севера Красноярского края и арктических районов Республики Саха (Якутии).

Второй проблемой была названа недостаточность и разобщенность информации по обследованным геологами местностям. «Необходимо составить единый кадастр уже подготовленных к добыче участков с учетом возможностей энергетического обеспечения, — считает Николай Похиленко. — После того как он будет готов, следует переходить к поисковым работам по категориям и привлечению инвесторов». По мнению главного научного сотрудника ИГМ СО РАН доктора геолого-минералогических наук Валентина Петровича Афанасьева, на создание такого документа потребуется не менее трех лет при условии устойчивого финансирования и формирования активных команд по видам полезных ископаемых. «Курировать такую программу должна Академия наук, наш институт может взяться за составление плана кадастровых работ и за формирование некоторых коллективов», — предположил Валентин Афанасьев. Важность кадастра подчеркнул Андрей Федотов, назвав его «основой пространственного и социально-экономического развития арктической зоны».

Особое внимание экспертов СО РАН привлек проект НОЦ «Север» по созданию большого криохранилища семян — идея родилась во время посещения президентом РАН академиком Александром Михайловичем Сергеевым действующего компактного объекта Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН в Якутске на 16000 образцов. Теперь за счет строительства нового хранилища их количество предполагается нарастить до одного миллиона. Проект рассматривается в тесной коллаборации с биологическими и аграрными институтами Сибирского отделения РАН и с привлечением в качестве головной организации Всероссийского института растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР), который содержит единственную в стране коллекцию семян в криохранилище на Кубани.

Принципиальное отличие нового объекта — применение уже проверенного метода использования природных возможностей поддержания стабильно низкой температуры без зависимости от криогенной техники. «Наше хранили-

ще с 2013 года без единого сбоя выдерживает диапазон минус восемь — минус десять градусов, — сообщил директор ИМЗ СО РАН доктор геолого-минералогических наук Михаил Николаевич Железняк. — Запатентована оригинальная система подземных охладителей, аналог которой предполагается установить на новом объекте». Вторую, в сравнении с ВИР, особенность новой коллекции обозначила заместитель директора ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» доктор биологических наук Оксана Борисовна Добровольская: если собрание Вавиловского института содержит семена только культурных растений и их природных сородичей, то в якутскую мерзлоту предполагается также заложить редкие и исчезающие виды дикой флоры. «По сути дела, мы создаем генетический банк, — заметила О. Добровольская. — Есть стандарты хранения материала, по которым работает ВИР, есть предварительная обработка, которая невероятно важна». Директор Центрального сибирского ботанического сада СО РАН доктор биологических наук Виктор Владимирович Чепинога сообщил, что ЦСБС с его примерно миллионом образцов растений готов включиться в проект, как только будет готов протокол подготовки семян, представители Сибирского федерального центра агроботехнологий РАН — о возможности подбора оптимальных систем климат-контроля и автоматизации из применяемых на сити-фермах.

Научный руководитель ФИЦ ИЦИГ СО РАН академик Николай Александрович Колчанов предложил определиться с научной концепцией проекта: будет ли это постоянно работающая коллекция либо «резерв Судного дня», создаваемый прежде всего на случай глобальных катастроф (каковой построен под эгидой ООН и Евросоюза на норвежском острове Шпицберген). «Такое хранилище должно быть и в России, — считает ученый, — но хранение не самоцель. Речь идет о создании в Якутии нового научного уклада, ориентированного на растениеводство, генетику и биоинформатику».

«Якутия в одиночку не справится с этой задачей, — считает врио заместителя директора СФНЦА РАН доктор биологических наук Юрий Александрович Манаков. — Нужна мощнейшая коллаборация не только с ВИР, но и с университетами Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, Институтом цитологии и генетики, другими академическими институтами». «Коллекция ВИР является подведомственной Минобрнауки России, — напомнил академик Николай Колчанов. — В нашей же ситуации речь идет о собрании национального масштаба, которое должно относиться к компетенции непосредственно правительства». «Нужно ставить вопрос на уровне кабинета министров о формировании отдельной федеральной программы, — согласился с академиком представитель РС (Я) при президенте РФ Андрей Федотов. — В рамках НОЦ этот проект может стать центральным».

В целом для составления заявки на создание НОЦ «Север: территория устойчивого развития» представители Республики Саха (Якутия) и Сибирского отделения РАН формируют рабочую группу, соруководителями которой определены, соответственно, заместитель главы правительства РС (Я) Сергей Васильевич Местников и заместитель председателя СО РАН Сергей Валерьевич Головин.

# Сибирские археологи изучили швейные технологии древних жителей Сибири

Сотрудники Института археологии и этнографии СО РАН изучили иглы верхнего палеолита, найденные на территории Сибири, от Алтая и Енисея до Забайкалья и Якутии, и выяснили, что швейные технологии могут рассказать о контактах и миграциях древних людей. Результаты работы опубликованы в *Stratum Plus*.

«Люди палеолита постоянно находились в движении. Они перемещались за стадами различных животных, на которых охотились: бизонов, оленей, лошадей, обитающих на территории Сибири в эпоху позднего плейстоцена. Непрерывно адаптировались к новым условиям, совершенствовали способы охоты, технологии обработки камня и кости, выделки шкур, — рассказывает младший научный сотрудник ИАЭТ СО РАН Александр Юрьевич Федорченко. — Человек освоил Сибирь во многом потому, что научился шить. И не просто шить, а делать это качественно. Создавать одежду, обувь, головные уборы, специальные покрытия для жилищ». Швейные технологии помогали занимать новые территории и элементарно выживать, так как в некоторые эпохи (например, 20 тысяч лет назад) климат в Сибири был гораздо более суровым, чем сейчас.

Навык делать дырки в шкурах и накрывать себя накидками был известен человеку с самых давних времен. Уже доказано, что западноевропейские неандертальцы умели обрабатывать шкуры и определенным образом их скреплять. Древнейшие из обнаруженных на Алтае шильев датируются эпохой среднего палеолита. В материалах Денисовой и Чагырской пещер найдены остроконечные орудия с округленным кончиком, которым, вероятнее всего, прокалывали шкуру. Возможно, неандертальцы создавали шнурки из сплетенных вместе растительных волокон (фрагмент такого шнурка был найден во Франции и также датирован эпохой среднего палеолита) или использовали для закрепления одежды полоски шкур животных. Но для перемещений на большие расстояния нужны были технологии совсем другого масштаба.

«Появление иголок с миниатюрными ушками, оснащенными нитью диаметром один-два миллиметра, позволило создавать качественную одежду с очень мелким швом, легкую, тонкую, теплую и долговечную», — отмечает младший научный сотрудник ИАЭТ СО РАН Наталья Евгеньевна Белоусова.

Технология создания игл помогала в том числе делать одежду для детей, которые в палеолите были одной из самых уязвимых категорий. В некачественной и не подогнанной по размеру одежде ребенок мог замерзнуть и умереть. Особенно холодные зимы могли выкосить практически всё детское население популяции.

В своей обзорной статье ученые Института археологии и этнографии СО РАН решили рассмотреть, когда и где в Сибири появляются костяные иглы, как развивались технологии шитья, как быстро и в каких направлениях они распространялись.

Исследователи выделили несколько категорий швейных изделий. К первой относятся шилья. Это крупные заостренные предметы, главное их предназначение — сделать отверстие в шкуре, которое потом можно было бы сшить. Считается, что раньше сначала делали в шкуре дырку, а уже потом вдевали туда иглу с ниткой. Ученые отмечают, что этот процесс можно сравнить с современными технологиями изготовления обуви.

Проколки представляли собой более миниатюрные изделия для создания мелких дырок. Если шилья изготавливали строганием, то проколки, как правило, шлифовали. Эти орудия также использовались для прокалывания. Возможно, для удобства они вставлялись в специальные рукояти.

Игловидные изделия — это иглы без ушка. Они применялись, когда люди еще не знали технологии классических игл, но уже догадывались, что, создавая маленькие проколы и швы, можно делать одежду более качественной. Также их могли использовать в качестве заколок для одежды или булавок — например, чтобы закрепить накидку. Не исключено, что они применялись и для создания татуировок.

Четвертый тип изделий — собственно иглы. Они почти не изменились с периода палеолита. По своим размерам и форме сегодня они практически такие же, как 40–20 тысяч лет назад.

Еще одна категория швейных изделий — игольники. Эти кейсы для хранения игл создавались из трубчатых костей животных и птиц. Иногда иглу помещали в такой игольник непосредственно, а порой сначала вдевали в кусок замши и уже затем эту конструкцию продевали в трубочку.

Иглы и другие швейные изделия изготавливали преимущественно из кости, реже — из бивня мамонта. Для их производства использовались кости конечностей крупных животных: бизона, лошади, волка, оленя. Например, трубчатые кости голени, у которых очень толстая стенка. Для создания шильев брали, как правило, локтевые кости животных.

«С появлением костяной иглы люди верхнего палеолита получили в свои руки эффективный инструмент, позволивший им продвигаться далеко на север и восток Евразии, — отмечает Александр Федорченко. — Так, в Сибири достаточно ранние иглы обнаружены на верхнепалеолитических стоянках Забайкалья и Якутии, древние находки этого типа известны и в Китае».

К древнейшим иглам Сибири относятся иглы с Алтая, в частности те, которые найдены в Денисовой пещере. Поскольку прямое датирование влечет за собой разрушение органических артефактов, информация о возрасте игл была получена косвенно, на основе датирования вмещающих отложений

и сравнения с другими сибирскими памятниками. Таким образом, ученые установили, что иглы с ушками появились на Алтае на несколько тысячелетий позднее, чем первые верхнепалеолитические сообщества, около 40–38 тысяч лет назад.

«Интерпретация материалов Денисовой пещеры ставит два основных вопроса: о хронологии швейных инструментов и их принадлежности к той или иной культуре», — рассказывает Наталья Белоусова. Анализ материалов и каменных индустрий Денисовой пещеры показал, что в ней находятся предметы, относящиеся к кара-бумовской и усть-каракольской культурным традициям. В разное время в Денисовой пещере жили представители разных культур. Вопрос, кому из них принадлежали иглы, пока требует прояснения.

«Здесь помогает то, что на Алтае культуры сменялись поэтапно. По тому, как иглы залегают в слое, мы можем говорить, что они, скорее всего, появлялись в раннем верхнем палеолите и могут быть связаны с усть-каракольской традицией. А древнейшие шилья присутствовали и ранее, в материалах начального верхнего палеолита (кара-бумовской культуре). Это четко показывают материалы не только Денисовой пещеры, но и стоянок Забайкалья», — отмечает исследовательница.

Одна из причин перехода к более совершенным технологиям — изменение характера обрабатываемого материала. Если на самых ранних этапах палеолита одежда создавалась из шкур крупных животных с достаточно толстой кожей, то в более поздние периоды, начиная с 30 тысяч лет назад, люди начинают активно охотиться на более мелких зверей: зайцев, песцов, лис. Их шкурка тоньше и теплее, она позволяет создавать качественную одежду и использовать для этого миниатюрные иглы.

«Появившись на ранней стадии верхнего палеолита, иглы быстро и резко распространяются по Сибири, став одним из маркирующих признаков невиданной ранее экспансии человека, — говорит Александр Федорченко. — Сейчас мы не можем точно сказать, где же именно располагался этот очаг, из которого в Евразии распространялись швейные технологии. Если сопоставить древнейшие иглы Сибири, Кавказа, Восточной и Западной Европы, разница между ними будет не настолько критичная, чтобы предположить, что именно из Сибири швейные технологии пошли на Запад или наоборот. Создается впечатление, что они возникают в разных местах примерно в одно и то же время. Однако мне все-таки кажется, что распространение качественно новых швейных технологий происходит из одного очага. Ведь они появляются везде практически в одинаковом виде — с шильями для создания отверстий, иглами для сшивания, игольниками для

хранения швейных инструментов. Предположить, что люди в различных частях континента пришли к этой идее независимо, очень сложно».

Исследователи из ИАЭТ СО РАН выделили несколько векторов распространения швейных технологий. Прослеживается направление от Алтая на северо-восток, в сторону Енисея и смежных с ним областей (Чулымско-Енисейского междуречья). Если же двигаться по горному поясу от Алтая на восток, то можно дойти до Забайкалья. Иглы восточных памятников моложе алтайских, самые древние находки этого рода в Забайкалье датируются возрастом около 30 тысяч лет. Примерно в это же время иглы распространились и в Якутии. Сам по себе факт наличия богатейшей коллекции палеолитического искусства и украшений, швейных инструментов на Янской стоянке далеко на севере, на 71 градус северной широты, говорит нам о том, что люди там жили долго и достаточно комфортно, не испытывая проблем с холодом или питанием.

Возникают и удивительные параллели. Так, на Янской стоянке была найдена игла из бивня мамонта с точно такими же декоративными ямочками, как и у иглы из Денисовой пещеры. Они практически одинаковые, имеют схожий возраст, но расстояние между ними — свыше трех тысяч километров по прямой.

«Набирается большое количество сходств, которые заставляют задуматься, насколько далеко люди перемещались по Сибири и какие у них могли быть контакты. Это не однонаправленный вектор, а множество пересечений, возможно, единое культурное пространство в рамках всей Сибири, — отмечает Александр Федорченко. — В отличие от характеристик сырья для изготовления каменных орудий, свойства кости как материала ничем не отличались в разных регионах. Традиции производства костяных артефактов могли довольно долго консервироваться в культуре верхнепалеолитических сообществ, поэтому швейные технологии практически одинаковые на огромных территориях».

Ученые ИАЭТ СО РАН планируют продолжить исследование швейных индустрий палеолита. Одно из направлений работ — эксперименты по воссозданию древних технологий шитья. «Мы сделаем копии древних игл, используя для их изготовления те же инструменты и методы — шлифовку камнем, вырезание и выстругивание каменными орудиями. Попробуем сшивать ими шкуры. Посмотрим, как эти иглы ломались при пошиве, как заполировывались о кожу. Для корректной реконструкции верхнепалеолитических технологий пошива одежды мы планируем учитывать и этнографический опыт», — говорит Александр Федорченко.

Диана Хомякова

Фото предоставлено исследователями

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

«Служить космосу непросто — нужны самоотверженность, творчество, упорство, любовь к своему делу и вера в мечту»  
Академик М. Ф. Решетнёв

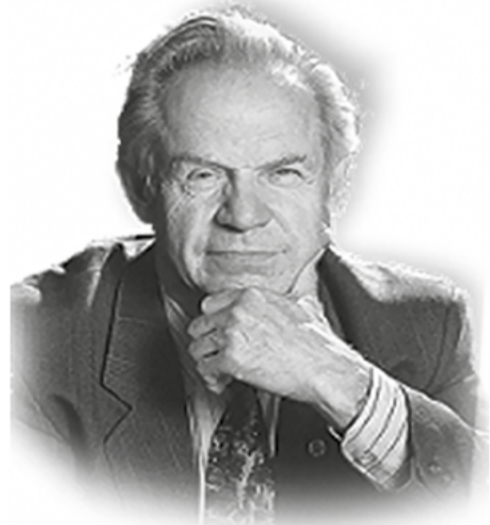
12 апреля в России отмечают День космонавтики, а весь мир — Международный день авиации и космонавтики. В этом году прошло уже шестьдесят лет с тех пор, как 12 апреля 1961 года старший лейтенант Юрий Гагарин на космическом корабле «Восток-1» впервые в мировой истории облетел Землю по орбите. Именно так 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.



Н. А. Тестоведов

Сейчас космическая деятельность России представляет собой одну из самых приоритетных и наукоемких областей человеческой 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.

Рождение АО «ИСС» — будущего лидера российского прикладного космоса



М. Ф. Решетнёв, генеральный конструктор и генеральный директор (1959–1996), академик РАН

Развитие космической деятельности в Научно-производственном объединении прикладной механики (НПО ПМ) в Сибири в Красноярске-26 началось с 1959 года, получило впервые практическую реализацию в 1964 году и успешно продолжается по настоящее время. За это время АО «Информационные спутниковые системы» им. ак. М. Ф. Решетнёва» прошло путь становления от филиала ОКБ-1 С. П. Королёва до лидера спутниковых систем связи и ретрансляции информации, телевидения, навигации и геодезии. Все эти годы предприятие шло по пути наращивания спутниковой группировки в околоземном пространстве, по пути извлечения максимального прикладного

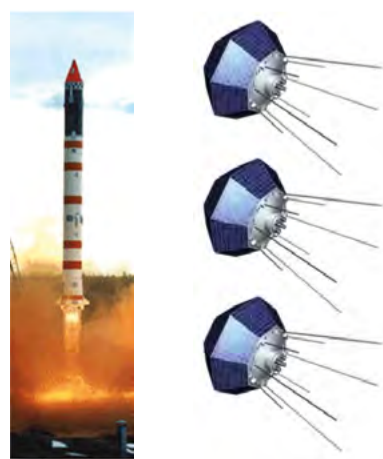
полезного эффекта от эксплуатации спутников, используемых для науки, обороны и народного хозяйства на всех типах орбит.

Во исполнение постановления ЦК КПСС и СМ СССР № 238-117 от 27.02.1958 г. приказом Государственного комитета по оборонной технике (ГКОТ) от 04.06.1959 г. в Красноярске-26 был создан сибирский филиал ОКБ-1 С. П. Королёва. Начальником и главным конструктором этого нового предприятия (ОКБ-10) был назначен 35-летний Михаил Фёдорович Решетнёв. Становление новых филиалов ОКБ-1 шло по-разному, под влиянием различных условий и обстоятельств. В 1960-е годы создавать филиал королёвской фирмы на красноярской земле было труднее, чем в Куйбышеве или в Миассе, тем более что только два человека здесь имели административный опыт — это сам М. Ф. Решетнёв и Г. М. Чернявский (он до приезда в Красноярск-26 работал начальником сборочного цеха на оренбургском авиазаводе). Остальные — это недавние выпускники разных вузов, не имевшие ни профессионального, ни жизненного опыта.



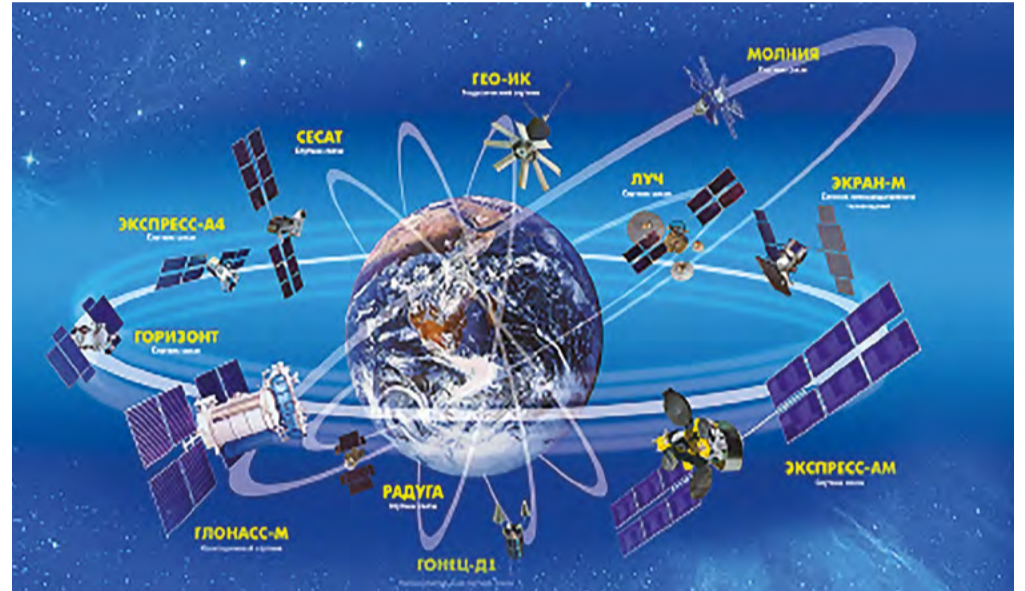
М. Ф. Решетнёв (слева) и С. П. Королёв

Первое изделие ОКБ 10 — ракета-носитель «Космос» (11К65) среднего класса, предназначена для выведения на средние эллиптические и круговые орбиты (до 1 500–2 000 км) спутников весом до 500 кг. Первым запуском ракеты-носителя «Космос» 18 августа 1964 года были выведены на орбиту спутники связи массой до 80 кг по групповой схеме: три КА «Космос-38», «Космос-39» и «Космос-40» — также разработки ОКБ-10.



Ракета-носитель «Космос» и три спутника связи

Следующим шагом было определение тематики космической деятельности ОКБ-10 (затем НПО ПМ): связь; ретрансляция информации; телерадиовещание;



Орбитальная группировка спутников АО «ИСС»

навигация; геодезия; научные спутники. Для решения задач спутниковой связи, навигации и геодезии в глобальной зоне обслуживания были использованы различные типы околоземных орбит в диапазоне высот 700 ... 42 000 км, разработано множество типоразмеров космических аппаратов (КА), функционирующих на различных орбитах и выводимых с помощью различных типов средств выведения. За 60 лет предприятием (НПО ПМ, АО «ИСС») создано более 1 260 спутников для всех типов орбит, разработано и введено в эксплуатацию свыше 40 космических систем и комплексов, создана наземная инфраструктура, обеспечивающая полный цикл создания КА: разработка, производство, испытания, поддержание в эксплуатации КА и космических систем на их основе.

В последнее десятилетие космической деятельности предприятие 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 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 организациями-участниками платформы в рамках стратегической программы исследований, составляет более 6 млрд рублей. Основной перспективой дальнейшего развития платформы является Комплексная научно-техническая программа полного инновационного цикла «Глобальные ин-

формационные спутниковые системы», разработка которой завершена в 2020 году. АО «ИСС» — инициатор и основной индустриальный 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.

Спутниковая связь, вещание и ретрансляция данных

Групповым запуском в августе 1964 года пяти первых экспериментальных, реально действующих КА персональной (ведомственной) связи «Стрела-1», было положено начало развитию малых (массой около 80 кг) КА и многоспутниковых орбитальных группировок. Такие группировки становятся всё более популярными в последнее время и способствуют реализации, например, такой прогрессивной технологии, как интернет вещей. С тех пор были созданы четыре поколения сибирских низкоорбитальных спутниковых созвездий («Стрела-1», «Стрела-1М», «Стрела-3» и «Гонец»), отличающиеся друг от друга пропускной способностью, функциональными возможностями и надежностью.

Одновременно на предприятии началось освоение производства более тяжелых спутников «Молния-1», выводимых на полусуточную высокоэллиптическую орбиту с апогеем в Северном полушарии. С запуском в 1967 году трех КА «Молния-1» в стране была введена в эксплуатацию система «Орбита», обеспечившая возможность двусторонней связи и приема передачи Центрального телевидения от Москвы до Владивостока. Впослед-

Окончание. Начало на стр. 5

ствии было создано целое семейство модификаций КА типа «Молния»: «Молния-1С», «Молния-1Т», «Молния-2», «Молния-3» и «Молния-3К», прослуживших до 2013 года. В настоящее время на смену КА этого типа приходят усовершенствованные КА типа «Меридиан» (2006 год).

За рубежом в указанный период шло освоение важной для любой космической державы геостационарной орбиты (ГСО), главное преимущество которой заключается в неподвижности находящегося на ней КА относительно земной поверхности. В рамках освоения ГСО, для проведения экспериментов в области связи с КА на ней, в 1974 году был выведен экспериментальный КА «Молния-1С», проработавший на этой орбите три года.

Вслед за ним в конце 1975 года на ГСО был выведен новый сибирский специализированный, полностью оригинальный по конструкционным и технологическим решениям, функционально более мощный многоствольный КА связи «Радуга».

Успешное освоение ГСО позволило в 1976 году создать первую в мире спутниковую систему непосредственного телетелевещания на базе КА «Экран», а с 1987 года — на базе КА «Экран-М», с помощью которой достигалась возможность получения телевизионной программы непосредственно с КА на относительно недорогую приемную установку.

Для обеспечения телевизионных трансляций и связи на всю планету в период проведения Московской олимпиады в 1978 году началось формирование на ГСО группировки из спутников связи «Горизонт», составивших до начала XXI века основу отечественной гражданской телекоммуникационной спутниковой группировки. В 1994 году взамен КА «Экран-М» и «Горизонт» были выведены на ГСО спутники следующего поколения «Галс» и «Экспресс».

Одним из наиболее значимых достижений в 1980-х годах стало создание Глобальной космической командно-ретрансляционной системы на базе КА «Поток», «Луч» и «Луч-2», предназначенной для решения нового класса информационных задач — контроля, управления и связи с различными объектами низкоорбитальной инфраструктуры. Для этой цели КА данной системы впервые были оснащены бортовой электронно-вычислительной машиной, обеспечивающей высокоточное наведение узких антенных лучей бортовых ретрансляторов на обслуживаемые космические объекты. Первый КА «Поток» был запущен в 1982 году, отличительная особенность которого заключалась в использовании на нем антенн с электронным управлением лучами. КА этого типа обеспечивали ретрансляцию широкополосной информации с низкоорбитальных КА. В отличие от «Потока», запущенный в 1985 году КА «Луч» был оснащен крупногабаритными ажурными сетчатыми антеннами с механическим управлением их лучами, с помощью которых он обеспечивал связь с орбитальной станцией «Мир», а также с многоорбитальным кораблем «Буран».

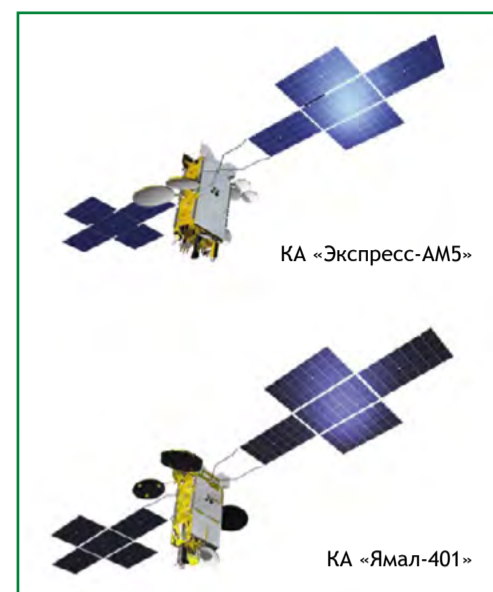
С 2011 году связь с КА пилотируемой программы и съем информации наблюдения с КА дистанционного зондирования Земли обеспечивает Многофункциональная космическая система ретрансляции «Луч» на базе трех КА типа «Луч-5», унаследовавших облик КА «Луч». В 1995 году НПО ПМ впервые в отечественной космической промышленности получило заказ известного международного оператора Eutelsat на создание в содружестве с фирмой Alcatel Space и рядом других зарубежных партнеров тя-



Спутники связи и ретрансляции информации. Поколение I



Спутники связи и ретрансляции информации. Поколение II



Спутники связи и ретрансляции информации. Поколение III

желого и самого мощного по тем временам геостационарного КА связи под названием «Сибирско-европейский спутник» — SESAT. В проекте SESAT впервые удалось совместить новую спутниковую платформу НПО ПМ с существенно улучшенными техническими характеристиками (прежде всего — впервые гарантируемым 10-летним сроком службы) и модуль полезной нагрузки от фирмы Alcatel Space. В результате введенный в 2000 году в эксплуатацию КА SESAT проработал более 17 лет.

Опыт, полученный в ходе работ по проекту SESAT, позволил в 2000-х годах перейти к устойчивому производству самых современных КА нового поколения для обновления и создания значительно более мощных информационных спутниковых систем всех типов и на всех типах орбит в интересах как отечественных, так и зарубежных потребителей. Так, на рубеже 2000-х годов для восполнения национальной геостационарной группировки КА перед предприятием была поставлена задача создать космические аппараты «Экспресс-А» с повышенными выходными характеристиками за счет использования более мощной зарубежной полезной нагрузки. Эти КА были запущены в период с 2000-го по 2002 год.

В интересах дальнейшего наращивания пропускной способности национальной гражданской спутниковой группировки был создан и выведен на ГСО первый КА новой серии тяжелых многодиапазонных спутников связи «Экспресс-AM», запущенных с 2003-го по 2009 год.

На смену КА этого поколения пришли еще более мощные КА типа «Экспресс-AM5, -AM6» класса HTS (в том числе с многолучевыми полезными нагрузками нового Ка-диапазона) на базе платформы «Экспресс-2000» и менее мощные типа «Экспресс-AM8» на базе платформы «Экспресс-1000». Запуски их выполнены в 2013–2015 годах. Кроме того, в 2020 году отечественная телекоммуникационная орбитальная группировка пополнилась КА среднего класса «Экспресс-80, -103» также на базе платформы «Экспресс-1000». На базе той же современной платформы «Экспресс-1000» для зарубежных заказчиков были изготовлены геостационарные КА среднего класса AMOS-5, Telkom-3, Kazsat-3, Lybid-1, а для России — КА непосредственного телетелевещания нового поколения «Экспресс-AT1, -AT-2».

Для восполнения и расширения геостационарной группировки коммерческой системы связи и вещания «Ямал», в которой вначале использовались спутники «Горизонт», в АО «ИСС» были созданы и запущены в 2012–2014 годах КА более тяжелого класса: «Ямал-300К» (платформа «Экспресс-1000») и «Ямал-401» (платформа «Экспресс-2000»).

В плане обновления геостационарной группировки спутниковой связи и ретрансляции в интересах Минобороны АО «ИСС» созданы спутники нового поколения «Радуга-1М» (запуски 2007–2013 гг.), а также «Поток-М» (запуски 2011–2015 гг.).

#### Спутниковая навигация

Начало работ по практической реализации спутниковой навигации в интересах морских потребителей положили методы навигационных определений подвижных потребителей с использованием эффекта Доплера. Запуск первого навигационного космического аппарата «Циклон» был осуществлен в ноябре 1967 года. На базе этого КА была развернута космическая навигационная система (КНС) первого поколения «Парус», обеспечивающая координатную привязку подвижных морских потребителей по широте и долготе с погрешностью до 100 метров. В дальнейшем на базе этого типа КА был создан КА «Надежда», который входил в систему «Цикада», и функционально они использовались для создания орбитальной группировки единой международной службы поиска и спасения КОСПАС-САРСАТ (первый запуск — июнь 1982 года).

Успешная эксплуатация низкоорбитальных спутниковых навигационных систем морскими потребителями привлекла широкое внимание к спутниковой навигации со стороны других потребителей. Возникла необходимость создания универсальной навигационной системы, удовлетворяющей требованиям всех потенциальных потребителей: авиации, морского флота, наземных транспортных средств и космических кораблей.

Выполнить требования всех указанных классов потребителей низкоорбитальные навигационные системы в силу принципов, заложенных в основу их построения, уже не могли. Поэтому началась разработка спутниковых навигационных систем второго поколения, использующих дальномерные методы навигационных определений (система ГЛОНАСС). Исходя из принципа навигационных определений была выбрана структура спутниковой системы, которая обеспечивает одновременную в любой момент времени радиовидимость потребителем, находящимся в любой точке Земли, не менее четырех спутников. Необходимо было создать уникальную по функционалам и самую сложную на тот момент спутниковую систему из двадцати четырех КА на круговых орбитах высотой около 20000 км, синхронно, подобно гигантскому надпланетному часовому механизму, работающему в точно заданных позициях по восемь КА в трех орбитальных плоскостях и оснащенных прецизионными атомными стандартами частоты для формирования бортовой шкалы времени с наносекундной

точностью и высокостабильного навигационного сигнала. Погрешность навигационных определений пространственных координат такой системы на начальном этапе ее реализации не превышала 80 метров.

Летные испытания КА для системы ГЛОНАСС были начаты в 1972 году (КА «Глонасс»), срок активного существования — три года), а полномасштабное развертывание орбитальной группировки до двадцати четырех КА завершено в 1995 году. Спутники «Глонасс» могли запускаться сразу по три КА в блоке на одной РН «Протон», что снижало стоимость выведения одного КА на орбиту и уменьшало количество запусков. Однако затем система ГЛОНАСС пережила трудный период утраты большей части своей орбитальной группировки, но была возрождена и обновлена на базе КА «Глонасс-М» (разработка и изготовление в НПО ПМ), следующей модификации КА системы ГЛОНАСС. Это стало возможным благодаря настойчивым усилиям НПО ПМ с операцией по восстановлению и развитию КНС ГЛОНАСС, результатом которой стала разработка и утверждение первой Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система» (утверждена постановлением правительства РФ от 20.08.2001 г. № 587). Основной целью федеральной целевой программы было дальнейшее развитие и эффективное использование глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах социально-экономического развития страны и обеспечения национальной безопасности, а также сохранение Россией лидирующих позиций в области спутниковой навигации за счет гарантированного предоставления навигационных сигналов отечественным и зарубежным потребителям.

В процессе реализации программы (2002–2011 годы) разработан и испытан КА «Глонасс-М» с увеличенным ресурсом (семь лет) и улучшенными целевыми характеристиками (первый запуск в 2003 году), развернута орбитальная группировка штатного состава (24 КА), создан модернизированный наземный сегмент по управлению, контролю, баллистическому обеспечению и синхронизации шкал времени большого числа КА «Глонасс-М». За счет модернизации повысилась точность навигационных определений до пяти-десяти метров.

Развертывание орбитальной группировки проводилось с темпом запусков четыре-шесть КА «Глонасс-М» в год и обеспечивалось созданием вторых рабочих мест как на заводе изготовителе КА, так и на смежных предприятиях для изготовления и наземных испытаний составных частей и КА в целом.

Одновременно был разработан и испытан маломасштабный КА «Гло-



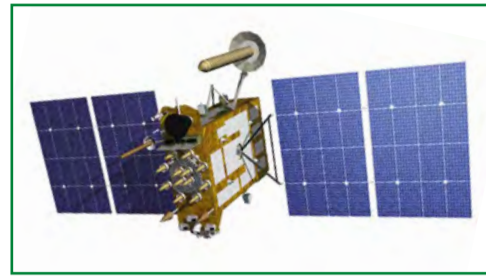
КА «Циклон-Б»

КА «Надежда»

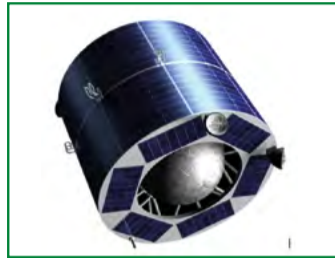
Спутники навигации. Поколение I



Спутник навигации «Глонасс». Поколение II



Навигационный космический аппарат «Глонасс-К». Поколение III



Геодезический космический аппарат «Сфера». Поколение I



Космический аппарат «Гео-ИК». Поколение II



Геодезический космический аппарат «Гео-ИК-2». Поколение III

насс-К» негерметичного конструктивно-го исполнения с увеличенным ресурсом (10 лет) и улучшенными характеристиками (первый запуск в 2011 году). Этот КА предназначен для последовательной замены КА «Глонасс-М» по мере прекращения их функционирования после разработки гарантированного ресурса. КА «Глонасс-К» — это уже следующее поколение навигационных космических аппаратов негерметичного конструктивно-го исполнения. На нем расширены возможности навигационного сигнала для повышения точности местопределения пользователей. За счет снижения массы космической платформы КА созданы резервы для решения дополнительных задач: реализована функция поиска и спасения терпящих бедствие судов и самолетов системы КОСПАС-САРСАТ.

Поэтому последующее развитие системы ГЛОНАСС, осуществляемое в рамках новой федеральной целевой программы (постановление правительства РФ от 03.03.2012 г. № 189), решало задачу поддержания, развития и использования системы ГЛОНАСС на период 2012–2020 годов. В связи с внешнеполитической обстановкой и введением санкций США и Евросоюза было проведено уточнение стратегии модернизации КА, обусловленной необходимостью реализацией мероприятий по импортозамещению, как на КА «Глонасс-К», так и на последующих перспективных КА. В результате на период 2012–2020 годов штатное количество КА в системе (24) поддерживалось изготовлением и запуском КА «Глонасс-М», фактический ресурс которых превысил гарантийный, что снизило затраты на поддержание.

Одновременно в рамках этой программы было развернуто изготовление девяти модернизированных КА «Глонасс-К» на отечественной электронно-компонентной базе для восполнения орбитальной группировки после 2020 года, а также был разработан полномасштабный навигационный космический аппарат будущего поколения КА «Глонасс-К2» с улучшенными характеристиками, расширенными функциональными возможностями и также на отечественной электронно-компонентной базе. Это перспектива развития системы ГЛОНАСС по повышению конкурентоспособности на международном рынке навигационных услуг в будущем десятилетии с характеристиками по точности прямых навигационных определений на уровне около одного метра в глобальном масштабе. А в комбинации с наземными дифференциальными станциями — до долей метра вблизи них, что позволит решать задачи автопилотного вождения транспорта, оперативного проведения кадастровых работ, контроля качества строительства зданий и сооружений, полевой координатной привязки агрегатов аграрного комплекса и так далее.

### Спутниковая геодезия

Задачи космической геодезии совпадают с задачами геодезии в целом, но космическая геодезия дает возможность получать решения в более сжатые сроки и с большей точностью, чем традиционные методы. Кроме того, существует ряд задач, решение которых вообще невозможно без использования искусственных спутников Земли или требует столько времени и средств, что делает их практически невыполнимыми.

Первой и основной задачей космической геодезии является определение фундаментальных постоянных, характеризующих форму и размеры Земли, а также изменений этих фундаментальных постоянных во времени.

Второй, тесно связанной с первой, является задача создания геоцентрических (планетоцентрических) систем координат, решение которой сводится к построению сетей опорных точек в единой для Земли системе координат, имеющей начало в центре масс, а направление осей определенным образом зафиксировано для различных эпох. Решение этих двух задач невозможно, если неизвестно внешнее гравитационное поле Земли (ГПЗ). Определение параметров, характеризующих гравитационное поле, также проводится методами космической геодезии.

Космическая геодезия, кроме того, решает целый ряд прикладных задач. К числу таких задач относится, прежде всего, координатно-временная привязка результатов космических съемок Земли, выполняемых в интересах исследования природных ресурсов и космического картографирования. Важны также результаты, полученные методами космической геодезии, для решения задач геофизики и геодинамики. Повышение точности измерений в космической геодезии позволило получить количественные данные об эволюции фигуры и гравитационного поля Земли во времени и тем самым установить характер и особенности движения материков, закономерности протекания тектонических процессов, получить данные для прогноза поиска полезных ископаемых и эффективного предсказания сейсмических процессов, в том числе сильных землетрясений. Высокоточное геодезическое обеспечение необходимо также в интересах навигационной системы ГЛОНАСС и практически всех новых космических технологий. В этом смысле космическая геодезия является как бы базисом, фундаментом для координатно-метрических систем, картографии, дистанционного зондирования Земли, составления и мониторинга кадастра, высокоточного мониторинга транспортных средств самого широкого профиля и прочего.

История отечественной космической геодезии началась с эксплуатации

КА «Сфера» с 1972-го по 1980 год (головной разработчик — НПО прикладной механики). Космический аппарат «Сфера» был запущен на круговую орбиту высотой около 1200 км с наклоном 74° и 83° и представлял собой цилиндр диаметром два метра и высотой около двух метров, покрытый солнечными фотоэлементами. Космический аппарат оснащался системой импульсной световой сигнализации и радиотехнической доплеровской системой.

Запуски КА «Сфера» и их эксплуатация в составе космического геодезического комплекса (КГК) дали возможность за короткие сроки создать единую систему координат на всю поверхность земного шара с центром в центре масс Земли, уточнить элементы ориентирования с системой координат 1942 года (СК-42) и геофизические параметры Земли. По результатам обработки геодезической информации была создана модель поля Земли (модель Земли 1977 года) и построена общеземная геодезическая сеть со средней квадратической погрешностью определения астрономических геодезических пунктов несколько десятков метров.

Второй этап развития космической геодезии в России ознаменовался созданием и запуском 22 января 1981 года геодезического КА «Гео-ИК» второго поколения. Космические аппараты выводились на околокруговые орбиты высотой около 1500 км и наклоном 74° и 83°. Для решения целевых задач КА «Гео-ИК» был оснащен радиовысотометром, радиотехнической доплеровской и дальномерной запросной системами, системой световой сигнализации, уголковыми отражателями, системой синхронизации и хранения времени. КА «Гео-ИК» в отличие от КА «Сфера» был оснащен дополнительными раскрывающимися в виде ромашки восемью панелями солнечной батареи, магнито-гравитационной системой ориентации и автономной системой ориентации антенны радиовысотомера.

Наряду с уже традиционными триангуляционным и орбитальным методами при решении геодезических задач использовался метод альтиметрии — метод прямого измерения радиовысотометром высоты орбиты до морской поверхности. В результате обработки геодезической информации были созданы две модели поля Земли (ПЗ-85 и ПЗ-90), построена мировая астрономо-геодезическая сеть со средней квадратической погрешностью определения пунктов в несколько метров и определена форма Земли, характеризующая превышением высоты геоида над квазигеоидом в несколько метров.

В период с 2001-го по 2011 год наземной специальной аппаратурой был набран большой объем измерений (кодовые псевдодальности и измерения фазы

несущей) по КА ГЛОНАСС и GPS. Обработка этих измерений позволила в конце 2011 года разработать новую версию общеземной геодезической системы координат (ПЗ-90.11). При выводе этой версии другие параметры системы ПЗ-90 не уточнялись. Система координат ПЗ-90.11 была установлена правительством Российской Федерации на федеральном уровне для использования в целях геодезического обеспечения орбитальных полетов и решения навигационных задач. Одновременно этим же постановлением была установлена национальная геодезическая система координат 2011 года (ГСК-2011) — для использования при осуществлении геодезических и картографических работ на территории Российской Федерации.

Для совершенствования геодезического обеспечения потребителей создана и развернута космическая геодезическая система (КГС) на базе спутников второго поколения — КА «Гео-ИК-2», дополнительно оснащенных аппаратурой радионавигации, которая предназначена для определения параметров собственной орбиты по сигналам КА орбитальных группировок систем ГЛОНАСС и GPS. Облик КА «Гео-ИК-2» был разработан специально под целевую орбиту — гелиосинхронная круговая орбита (высота около 1000 км, наклонение около 99°). Летные испытания КГС «Гео-ИК-2» начались в 2011 году (всего запущено три КА: в 2011-м, 2016-м и 2019 году).

В настоящее время летные испытания КГС «Гео-ИК-2» на стадии завершения и осуществляется обработка измерительной информации для решения целевых геодезических задач, реализующих государственную систему координат с относительной погрешностью определения расстояния между пунктами сети на уровне дециметров.

Для выполнения перспективных требований к геодезическому обеспечению в настоящее время формируется облик нового поколения космической системы «Гео-ИК-3» с задействованием новых космических технологий, новой прецизионной спутниковой аппаратуры и новых подходов в построении проектного облика системы. Систему третьего поколения предполагается создавать на базе многоярусной орбитальной группировки, с использованием всех средств и методов космической геодезии, включая классический динамический метод, совместно с гравиметрическим и альтиметрическими методами, а также применение спутникового гравитационного градиентометра и метода прецизионных межспутниковых измерений относительного положения двух низкоорбитальных КА для прямых измерений ГПЗ.

Орбитальная группировка КГС «Гео-ИК-3» будет включать в себя: орбитальную группировку, состоящую из одного-двух среднеорбитальных КА, оснащенных высокоточным радиовысотометром и обращающихся на солнечно-синхронной орбите; орбитальную группировку, состоящую из одного низкоорбитального КА, оснащенного спутниковым гравитационным градиентометром; орбитальную группировку, состоящую из двух низкоорбитальных КА, оснащенных высокоточной аппаратурой межспутниковых измерений; орбитальную группировку из КА систем ГЛОНАСС, GPS, GALILEO (входят функционально).

Н. А. Тестоедов,  
член-корреспондент РАН,  
генеральный директор  
АО «Информационные спутниковые  
системы» им. ак. М. Ф. Решетнёва»  
Фото предоставлены АО «ИСС»

Внимание 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 «КапиталЪ» (ул. Максима Горького, 78) и Выставочном центре СО РАН (ул. Золотогоринская, 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: 20.04.2021 г.  
Объем: 2 п. л. Тираж: 1700 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

Факультет естественных наук Новосибирского государственного университета объявляет выборы на замещение вакантной должности заведующего кафедрой общей биологии и экологии.  
**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 публикации объявления.  
**Документы подавать по адресу:** 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, д. 2, к. 202 лабораторного корпуса, факультет естественных наук, конкурсная комиссия; тел. 363-40-21, 363-43-46.

Институт философии и права Новосибирского государственного университета объявляет выборы на замещение вакантных должностей: заведующего кафедрой административного и финансового права; заведующего кафедрой международного права.  
**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** — месяц со дня публикации объявления.  
**Документы подавать по адресу:** 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1, к. 5266, Институт философии и права НГУ, конкурсная комиссия; тел. 363-42-38.

ФГАОУВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», физический факультет, объявляет выборы на замещение вакантной должности заведующего кафедрой физики ускорителей — одна вакансия.  
**Требования к претендентам:** высшее профессиональное образование; ученая степень и ученое звание; 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 (до 22 мая 2021 г.). Соискатели могут ознакомиться с положениями и представить документы для участия в конкурсе по адресу: 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, ком. 239; тел. 363-43-20.

# Поехали!

Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича СО РАН в честь 60-летия полета Юрия Алексеевича Гагарина провел традиционный ракетный фестиваль Академгородка.



В этот раз фестиваль привлек рекордное количество участников — в общей сложности не менее 150 команд. На торжественном открытии мероприятия перед собравшимися выступил заместитель председателя СО РАН академик **Василий Михайлович Фомин**: «Сегодня мы отмечаем юбилей очень важного события — первого выхода человека в земное пространство. В этот день Юрий Гагарин на космическом корабле сделал один виток вокруг нашей планеты, чем навсегда сохранил память об этом достижении в сознании людей всего мира. Техническая составляющая полета далась нашей стране непросто, но все-таки мы смогли осуществить его. Спустя столько лет мы проводим ракетный фестиваль, чтобы вы примерили на себя звание инженера-конструктора, с ранних лет получили доступ к такой важной сфере науки — проектированию летательных аппаратов. Не у всех всё получится с первого раза, но вы можете увидеть свои ошибки, исправить их и в следующем году прийти, чтобы победить в борьбе за освоение небесного пространства над нашим институтом. Успехов вам в вашем интересном деле!»

По уже отработанным правилам все подавшие заявку на участие после прохождения регистрации попали под внимание технического контроля. Подходящие прототипы отмечаются зелеными наклейками, в случае же несоответствия регламенту проектирования ракеты можно было доработать в специальной палатке поблизости. После устранения недочетов летательный аппарат допускался к запуску, если же у команды не получалось сделать ракету безопасной, ее отмечали красной

наклейкой (такие устройства запускаются в конце фестиваля, когда количество зрителей становится меньше). «Как известно, у нас есть определенный технический регламент — летательный аппарат не должен более чем в три раза превышать массу пустой полуторалитровой бутылки. Также ракета не должна содержать опасных материалов, например металла, чтобы при приземлении не травмировать собравшихся людей. Есть определенные требования к форме устройства, иногда габариты не позволяют установить ракету на стартовый стол, поэтому участникам приходится подрезать или закреплять некоторые составные части», — прокомментировал один из организаторов мероприятия студент Новосибирского государственного технического университета **Александр Андреевич Мешков**.

Перед запуском ракеты в небо ее необходимо заправить, участникам предлагается на выбор четыре вида жидкого топлива: «Ковидла», «Черная материя», «Топливо марсианское» и «Топливо солнечное». После чего организаторы фестиваля закрепляют летательное устройство на стартовом столе, по команде ответственного за запуск участник нагнетает давление внутри аппарата, сжатый воздух начинает расширяться и выдавливать воду, реактивная тяга создана — и начинается полет. Гидроксид водорода с азотно-кислородной смесью сделали свое дело — ракета в небе!

«Изначально мы в узком кругу коллег собрали прототип ракетной установки и тестировали его из интереса, после чего к нам присоединились другие сотрудники института, каждый со своими макетами летательных аппаратов. Спу-

стя какое-то время о нас писали некоторые СМИ, и вот теперь ракетный фестиваль стал больше, чем наше неформальное воплощение научно-практического интереса. Сегодня у нас уже три пусковые установки, мы начали печатать на 3D-принтере специальные сопла (в прошлый раз, например, они были демонтируемыми, после запуска их скручивали и передавали следующему участнику). Дальше хотелось бы доработать технологию изготовления реактивного сопла, но для этого нужно произвести дорогостоящую матрицу, необходимую для отливки устройства, — рассказал научный сотрудник лаборатории аэрофизических исследований дозвуковых течений ИТПМ СО РАН кандидат технических наук **Алексей Владимирович Крюков**. — Мы хотим привлечь внимание детей к науке, и у нас это неплохо получается. Сегодня новое поколение очень много времени проводит в гаджетах, интернете, но нашими стараниями они видят реальный мир. У участников появляется интерес, они пытаются понять, как внешний вид и форма их ракеты будут влиять на полет. Мы им даем возможность с ранних лет попробовать себя в роли инженера-конструктора, стимулируем зарождение технического мыслительного процесса. Ребенок начинает сравнивать свой летательный аппарат и другой, более или менее успешный, делать какие-то выводы и в следующем году меняет подход к проектированию ракеты. Наш фестиваль — это не просто развлечение, это привлечение детей к науке, наша миссия — заинтересовать».

Андрей Фурцев  
Фото Дианы Хомяковой