

ИКИ РАН — Вчера, сегодня, завтра

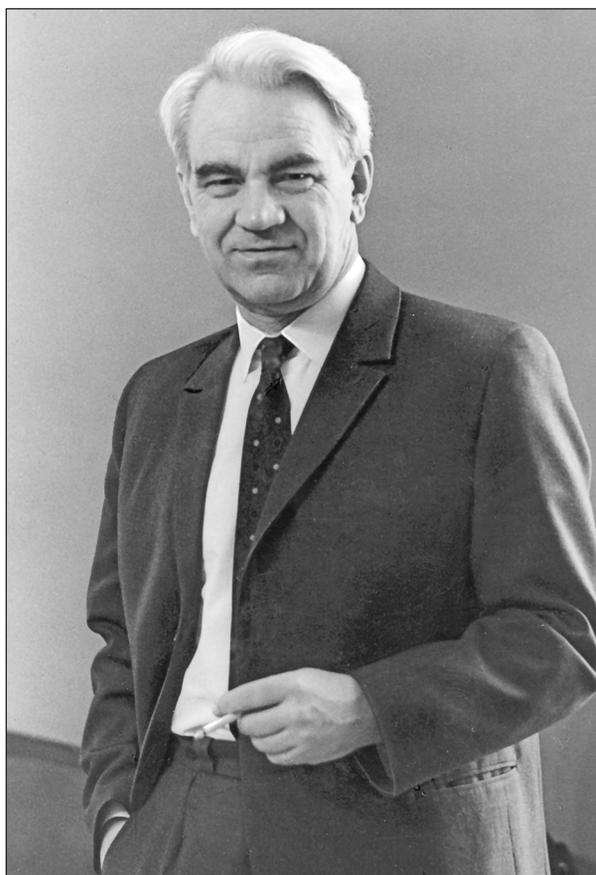
Ю.И.Зайцев

руководитель пресс-службы ИКИ РАН

В июле 1963 г. президент Академии наук СССР академик М.В.Келдыш обратился с письмом в директивные органы страны с предложением создать в системе АН СССР Объединенный институт космических исследований. Основной его задачей стали бы систематические исследования космического пространства с помощью унифицированных малых, а в дальнейшем и тяжелых искусственных спутников Земли, создаваемых отечественной промышленностью. При этом институт должен разрабатывать и изготавливать научную аппаратуру, монтировать ее на серийные космические аппараты, проводить их испытания, выполнять предстартовую подготовку и участвовать в запусках [1].

К этому времени Советский Союз не только запустил первые искусственные спутники Земли, но и приступил к исследованиям Луны и планет Солнечной системы. Был получен целый ряд выдающихся результатов, определивших ведущее положение нашей страны в этой новой отрасли науки и техники. Подтвердилась и правильность основных направлений космических исследований, начатых в стране. Но это были только первые шаги на пути познания Вселенной. Исследования проводились отдельными институтами АН СССР, конструкторскими и промышленными организациями разных министерств и ведомств. На первых этапах такая форма проведения космических экспериментов вполне оправдывала себя, поскольку они выполнялись на базе единичных, по сути уникальных запусков спутников. Проведение дальнейших работ, направленных на углубленное изучение космического пространства, необходимость специализированных экспериментов, ориентированных на решение более сложных проблем проникновения человека в космос, требовало не просто расширения фронта исследований, привлечения к ним новых научных и конструкторских организаций, но и обеспечения их эффективного взаимодействия.

По мнению Келдыша, эта задача могла быть решена путем создания некоего научно-методи-



Президент АН СССР академик М.В.Келдыш.

Фото из архива «Природы»

ческого центра (института), что позволило бы упорядочить ведущиеся работы, исключило параллелизм, сделало бы их более целеустремленными и планомерными, обеспечило необходимое развитие всех направлений научных знаний о космосе, наконец, дало бы возможность получать наибольшее количество новых данных при наименьших затратах [1]. Самое же главное, институт следовало наделить функциями заказчика по всем научным космическим аппаратам, что



Главный корпус ИКИ.

Здесь и далее фото предоставлены Институтом космических исследований РАН

исключило бы диктат производителя, который можно выразить словами: «Вот вам космический аппарат, не нравится — не берите, только другого не будет».

Для выполнения задач, которые предлагалось поставить перед Объединенным институтом, он должен был иметь постоянный состав высококвалифицированных научных сотрудников с опытом космических исследований, серьезную опытно-конструкторскую и производственную базу, центр сбора и обработки научной информации, чтобы оперативно использовать результаты исследований, а также испытательный комплекс для полного объема проверок при подготовке спутников к запуску. Предполагалось, что институт станет головной организацией по исследованию и использованию космического пространства в интересах фундаментальной науки.

Предложение Келдыша о создании института было принято, хотя и с существенно меньшими, чем первоначально планировалось, полномочиями. Постановление Совета министров СССР №392-147 от 15 мая 1965 г. было подписано его председателем А.Н.Косыгиными. В этот же день оно было предварительно утверждено постановлением Президиума ЦК КПСС №П202/16. Совет министров дал два месяца Академии наук, Министерству общего машиностроения и Министерству обороны СССР совместно выработать «Положение об Институте космических исследований Академии наук», а Комиссии по военно-промышленным вопросам одобрить это положение. Постановление констатировало незамедлительное начало строительства института.

<...> 5. Разрешить Академии наук СССР построить в 1965—1967 годах, в виде исключения, в г.Москве для размещения Института космических исследований лабораторные корпуса общей

рабочей площадью основного назначения до 30 тыс. кв. метров.

Мосгорисполкому отвести Академии наук СССР для строительства указанных корпусов земельный участок.

Строительство корпусов Института космических исследований возложить на Главспецстрой при Государственном производственном комитете по монтажным и специальным строительным работам СССР.

б. Разрешить Академии наук СССР и Госплану СССР, в виде исключения, включить в план капитальных работ на 1965—1966 годы строительство лабораторно-производственных корпусов Института космических исследований без наличия утвержденной в установленном порядке проектно-сметной документации.

<...> Госбанку СССР впредь до утверждения проектно-сметной документации финансировать строительство указанных объектов по проектам и сметно-финансовым расчетам, составленным по рабочим чертежам.

Но права заказчика на научные космические аппараты Институту космических исследований так и не были даны. Министерство общего машиностроения — производитель и одновременно заказчик космической техники — здесь стояло на смерть. Возможно, это и стало одной из причин сегодняшнего ослабления научных космических позиций России.

Исчезло из предлагаемого Келдышем названия института слово «Объединенный», хотя формировался он, как и планировалось, на базе многих отделов и лабораторий, работавших ранее по космической тематике в различных институтах АН СССР и других ведомств, а также в конструкторских и промышленных организациях, в том числе королёвском ОКБ-1.

Институту вменялось выполнение экспериментальных работ по таким направлениям космической физики, как астрофизика и физика планет и малых тел Солнечной системы, физика Солнца и солнечно-земных связей, космическая плазма и исследования в области нелинейной геофизики. Ему также поручалась подготовка программ научных космических исследований, разработка и испытания комплексов научной аппаратуры по проектам, включенным в отечественную космическую программу [2].

Келдыш не только непосредственно участвовал в организации института, но и был, по сути, основной движущей силой этого процесса, особенно в первые, самые трудные годы его становления. Символично, что здание института находится на площади, носящей имя Келдыша. Когда-то здесь планировалось соорудить памятник прославленному академику, но эти планы до сих пор не реализованы.

Структура института

В разные годы Институт космических исследований возглавляли академики Г.И.Петров (1965—1973), Р.З.Сагдеев (1973—1988), А.А.Галеев (1988—2001); в 2002 г. директором института был избран академик Л.М.Зелёный.

За прошедшие со дня образования института 50 лет менялись возлагаемые на него задачи, а в соответствии с ними — и его структура. При этом реорганизации зачастую носили радикальный характер.

Одним из первых научных подразделений, сформированных в институте, стал отдел геофизики — физики космической плазмы. В него вошли группы теоретиков во главе с Г.А.Скуридиным, ра-

нее работавших в Отделении прикладной математики Математического института им.В.А.Стеклова АН СССР, и лаборатория полярных сияний из Института физики атмосферы АН СССР во главе с Ю.И.Гальпериным. В отделе был также образован сектор космической плазмы, который возглавил О.Л.Вайсберг.

Практически одновременно организуется отдел космических лучей, который по своей тематике был наиболее близок к отделу геофизики. Еще один отдел, в котором велись исследования космической плазмы и космической газовой динамики, возглавил академик Петров. В него входили теоретическая (заведующий В.Б.Леонас) и экспериментальная (В.Б.Баранов) лаборатории. Позднее в состав отдела на правах лаборатории вошла группа сотрудников во главе с И.М.Подгорным, переведенная из Института атомной энергии им.И.В.Курчатова АН СССР. Они занимались лабораторным моделированием взаимодействия солнечного ветра с магнитным полем Земли и атмосферами планет [3].

В 1971 г. в институт переводится из Радиотехнического института АН СССР большая группа ученых, возглавляемая К.И.Грингаузом, которая на правах самостоятельного отдела также занимается экспериментальными исследованиями солнечной плазмы.

Отдел геофизики вскоре был расформирован, на его базе создали отдел физики космической плазмы во главе с Л.Л.Ваньяном, ранее работавшим в Институте физики Земли АН СССР.

В результате очередной реорганизации в 1972 г. возникло нештатное плазменное отделение. Его руководителем на общественных началах стал Сагдеев, незадолго до этого пришедший в институт. После того, как его назначили директором, он пригласил своего ученика Галеева, кото-



«Первопроходцы» института: Г.А.Скуридин (слева), Ю.И.Гальперин (в центре) и О.Л.Вайсберг.



Георгий Иванович Петров (1913—1987) — первый директор института. Доктор технических наук, член-корреспондент (1953), академик АН СССР (1958). Ученый-механик, с его именем связаны многие выдающиеся достижения отечественной ракетно-космической техники второй половины 20-го столетия.

Петров был неординарной личностью, совмещающей в себе широкий и одновременно глубокий взгляд на рассматриваемые процессы и явления, что позволяло ему ухватить их суть и создать математическую модель для качественного описания. В равной степени ему были присущи черты как теоретика, так и экспериментатора. Он одним из первых оценил перспективы быстродействующих ЭВМ для решения задач механики, внес огромный вклад в развитие аэромеханики больших скоростей, а также в решение проблемы теплозащиты космических аппаратов, входящих в атмосферу со сверхзвуковыми скоростями, близкими к первой космической.

рый возглавил плазменное отделение. В 1973 г. оно было преобразовано в отдел физики плазмы. Помимо теоретической лаборатории А.А.Галеева в состав отдела вошли: лаборатория полярных сияний (затем физики магнитосферных процессов) Ю.И.Гальперина, лаборатория околопланетной плазмы (образованная на базе отдела экспериментальных исследований солнечной плазмы) К.И.Грингауза и лаборатория моделирования И.М.Подгорного, а также группы космической плазмы О.Л.Вайсберга и солнечных космических лучей Н.Ф.Писаренко, ставшие позднее самостоятельными лабораториями.

Плазменное направление исследований продолжало и в дальнейшем, по выражению Сагдеева, *совершенствоваться*. В 1967 г. был создан теоретический отдел во главе с А.А.Галеевым и отдел солнечно-земных связей во главе со Г.А.Скуридиным. После избрания Галеева директором института отдел физики космической плазмы возглавил Зелёный.

Главнейшим научным направлением в институте всегда считались исследования планет и малых тел Солнечной системы. Однако в первые го-

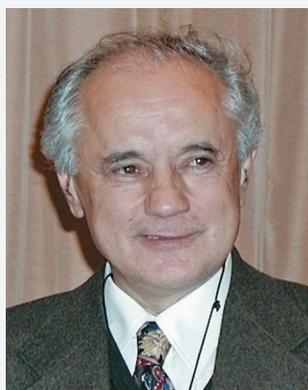
ды работы по этой тематике были рассредоточены по разным подразделениям. На последнем этапе своей деятельности на посту директора Петров принял решение о реорганизации планетной тематики, объединив несколько научных групп в ранге лабораторий в единый лунно-планетный отдел под своим личным руководством. Однако это не нашло понимания у нового директора Сагдеева. Ряд лабораторий лунно-планетного профиля вскоре были ликвидированы, а отдел Луны и планет, первоначально переименованный в лабораторию сравнительной планетологии, со всей тематикой и оборудованием переведен в Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского АН СССР. Вскоре в стране произошло резкое сворачивание лунных программ как пилотируемых, так и с помощью автоматических средств, и к началу 1980-х годов эта тематика в институте оказалась практически ликвидирована.

Единый отдел планетных исследований был воссоздан в 1974 г. Его возглавил В.И.Мороз. В отдел вошли четыре лаборатории: спектроскопии (заведующий В.И.Мороз), фотометрии и ИК-ра-



Роальд Зиннурович Сагдеев — директор института с 1973 по 1988 г. Доктор физико-математических наук, член-корреспондент (1964), академик АН СССР (1968) — РАН. До прихода в ИКИ РАН работал в Институте атомной энергии им.И.В.Курчатова и в Институте ядерной физики Сибирского отделения АН СССР, где стал одним из создателей современной физики плазмы. После ухода с поста директора и до 1990 г. руководил научно-методическим центром аналитических исследований института.

Сагдееву принадлежат многочисленные труды по физике плазмы и космической физике. Широко известна его теория бесстолкновительных ударных волн, без которой немыслима ни современная космическая физика, ни решение проблемы термоядерного синтеза, ни многое другое. За создание неоклассической теории процессов переноса в тороидальной плазме Сагдеев удостоен Ленинской премии (1984). Роальд Зиннурович основал физическую школу, которая насчитывает десятки докторов наук и пользуется международным признанием.



Альберт Абубакирович Галеев — директор института с 1988 по 2001 г. Доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент АН СССР (1987), академик РАН (1992). Специалист в области физики плазмы. Окончил Новосибирский государственный университет, параллельно с учебой работал в Институте ядерной физики СО АН СССР. В 1973 г. перешел на работу в ИКИ РАН и возглавил отдел космической плазмы. В настоящее время почетный директор института.

Яркий талант и творческая энергия позволили Галееву добиться уникальных результатов в области космической физики. Он разработал теорию взрывного пересоединения силовых линий в магнитосферном хвосте и теорию слабого взаимодействия волн в плазме, а совместно с Сагдеевым — неклассическую теорию переноса в «Токамаках». Альберт Абубакирович также предложил теорию, объясняющую ускорение солнечного ветра из корональных дыр с помощью альфеновских волн.

диометрии (Л.В.Ксанфомалити), масс-спектрометрии (В.Г.Истомин), физико-химических исследований планет (Л.М.Мухин).

Тематика работ отдела первоначально была ограничена лишь физическими исследованиями атмосфер и поверхностей планетных тел. Предполагалось, что геологи и специалисты по телевизионной съемке будут выделены в самостоятельные структурные подразделения, одним из которых, в частности, стал отдел оптико-физических измерений. Костяк этого отдела составил возглавляемый Б.Н.Родионовым коллектив ученых и инженеров, перешедший в 1967 г. из Московского института геофизики, аэрофотосъемки и картографии. К первым работам, проведенным отделом, можно отнести изучение топографии участков лунной поверхности по их изображениям, переданным на Землю с первого и второго луноходов. В основном же работы отдела были сосредоточены на съемках со спутников земной поверхности с целью, с одной стороны, отработать фотографические методы и средства дистанционного зондирования, а с другой — выявить круг задач, которые можно решать по материалам космиче-

ской съемки. После ряда реорганизаций, тематического перенацеливания, изменений названия отдел в итоге сохранил свой профиль оптико-физических измерений.

В 1967 г. на базе части сотрудников, работавших ранее в проблемной радиофизической лаборатории Московского государственного педагогического института им.В.И.Ленина, в институте формируется научное подразделение радиофизических приборов. По мере совершенствования созданных в отделе микроволновых приемников их начали использовать для исследования поверхности суши и океана из космоса, и в 1974 г. было принято решение о создании самостоятельного отдела прикладной космической физики под руководством В.С.Эткина. Приоритетной задачей отдела стало выявление внутриокеанических глубинных процессов по их поверхностным «отголоскам». Однако к началу 1990-х годов в связи с сокращением финансирования «океанического» направления центр тяжести переместился на исследования окружающей среды, а отдел стал называться «Космические исследования Земли как экологической системы».



Лев Матвеевич Зелёный — директор института с 2002 г. Доктор физико-математических наук, профессор Московского физико-технического института. Поступил в институт на должность инженера в 1972 г. после окончания факультета аэрофизики и космических исследований МФТИ. Член-корреспондент (2003), академик (2008), вице-президент РАН (2013), председатель Совета по космосу РАН.

Основное направление научной деятельности Зелёного — физика космической плазмы. Известный специалист в области теории бесстолкновительной плазмы, пересоединения магнитных полей, динамики заряженных частиц, физики магнитосферы. Был научным руководителем одного из самых успешных международных космических проектов — ИНТЕРБОЛ. Научный руководитель с российской стороны международного проекта «ЕхоMars» и отечественной лунной программы, одна из задач которой — использование Луны в качестве естественного исследовательского полигона. Лауреат премии Президента РФ (2005).



Коллектив отдела космической газовой динамики. В центре за столиком руководитель отдела академик Г.И.Петров.

В 1983 г. лаборатория космофизики выделена из отдела Эткина и стала самостоятельным подразделением. На ее базе создан отдел прикладных космических исследований, переименованный в 1995 г. в отдел космогеофизики. Первоначально отдел возглавлял С.С.Моисеев, а после его смерти в 1995 г.— А.С.Ерохин.



Я.Б.Зельдович и И.С.Шкловский.

Кроме отдела Луны и планет самую серьезную реорганизацию претерпел отдел астрофизики (руководитель И.С.Шкловский), созданный в 1967 г. на базе отдела радиоастрономии Государственного астрономического института им.П.К.Штернберга МГУ. Шкловский стремился сосредоточить усилия на «большой» астрономии, т.е. исследованиях Галактики, ее населения и внегалактических объектов, на вопросах космологии. Но реализации этих планов помешала смерть Шкловского в 1985 г.

К тому времени в институте уже более 10 лет существовал отдел теоретической астрофизики, руководство которым принял на себя академик Я.Б.Зельдович. Он проводил теоретические исследования в области космологии. После разграничения тематики

работ этих двух отделов, перевода к Зельдовичу лаборатории рентгеновской астрономии и ряда сотрудников из бывшего отдела Шкловского, отдел теоретической астрофизики был преобразован в отдел высоких энергий под руководством Р.А.Сюняева. Отдел астрофизики во главе с новым руководителем Н.С.Кардашевым и с оставшимися в его составе лабораториями в 1990—1991 гг. перешел в Физический институт АН СССР [4].

Как самостоятельные научные подразделения уже в первые годы существования института были также созданы: лаборатория (затем преобразованная в отдел) прикладной астрофизики и миллиметровой, субмиллиметровой и инфракрасной техники, а также специальные лаборатории для развития дистанционных методов зондирования Земли из космоса, спектрометрии космического гамма-излучения, активной диагностики, сверхдальней радиоинтерферометрии, спектрометрии космического гамма-излучения.

При запусках первых высотных ракет, искусственных спутников Земли, лунных и межпланетных станций получаемая с них телеметрическая информация обрабатывалась в Отделении прикладной математики Математического института им.В.А.Стеклова АН СССР в рамках информационно-расчетного бюро. В 1966 г. коллектив бюро практически в полном составе переводится в институт на правах отдела автоматизированной обработки телеметрической информации. В 1988 г. он был объединен с отделом баллистики. С этого времени все работы по обработке телеметрии с борта космического аппарата проводятся в рамках единого подразделения, одной из главных задач которого стало полное информационное обеспечение научных экспериментов в космосе.

Отдел программно-управляемых систем под руководством Б.Н.Новикова был создан в 1981 г. для решения задач проектирования и реализации научных комплексов межпланетных аппаратов, следящих платформ, бортовых систем, логики управления, сбора и передачи информации и аналогичных работ.

Для проведения испытаний научных приборов, предназначенных для установки на борт космических аппаратов, и исследования их работоспособности в составе бортового комплекса и в условиях космического пространства институт располагает Контрольно-испытательной (КИС) и Лабораторно-испытательной (ЛИС) станциями. Техническое задание на строительство испытательного комплекса, структуру и состав оборудования было разработано под руководством В.М.Ратнера. В мае 1972 г. оно было утверждено М.В.Келдышем. Строительство комплекса завершено в 1976 г. В том же году его возглавил А.Л.Родин. Во многом благодаря его усилиям в институте была создана современная испытательная база космической научной аппаратуры, что дало возможность выполнять все основные виды испытаний. Она оснащена оборудованием, позволяющим проводить испытания на механические (вибрацию, удар, линейные перегрузки), термовакуумные и климатические воздействия, а также на электрическую совместимость, электрические испытания с помощью радиотелеметрических средств и испытания на электрическую прочность изоляции. В ходе таких работ научная аппаратура доводится до заданных технической документацией характеристик.

Наземный испытательный комплекс института аккредитован в качестве испытательного центра Академии наук и входит в федеральную систему сертификации космической техники с правами проведения испытаний научной целевой аппаратуры космических аппаратов.

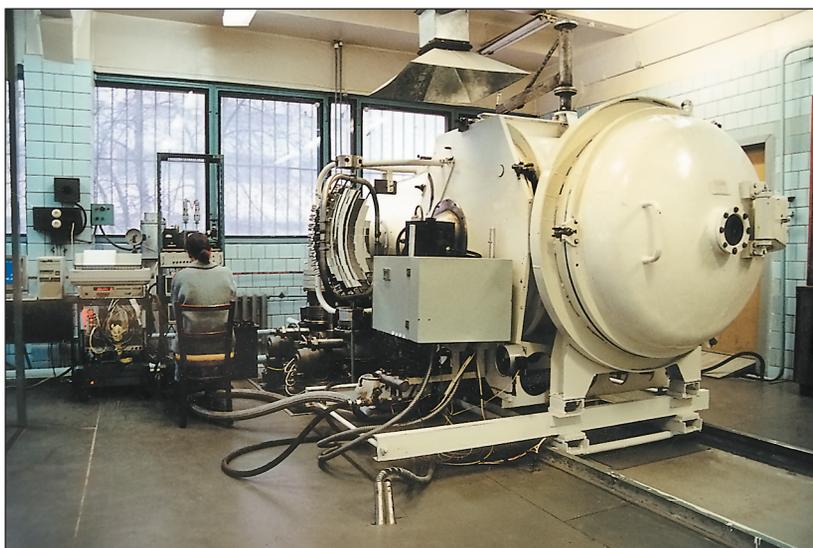
Институту одно время было подчинено Особое конструкторское бюро в г.Фрунзе (ныне Бишкек) — конструкторская организация со своим опытным производством. После распада СССР бюро оказалось за грани-



Коллектив отдела космических исследований Земли как экологической системы. 1991 г.

цей и взаимодействие с ним стало осуществляться на договорной основе.

При Центре дальней космической связи в Евпатории (Крым) создается терминальная станция с автоматизированным комплексом обработки и передачи научной информации. В Тарусе (Калужская обл.) было организовано опытное производство по созданию научной аппаратуры (СКБ КП ИКИ). Основано оно было по распоряжению Президиума АН СССР от 30 июня 1978 г. о создании опытного производства приборостроительного профиля для научных космических исследований. Последние годы это производство функционирует на правах приборостроительного отделения института [5].



Вакуумная камера с солнечным имитатором.

Сегодняшняя структура института представлена пятнадцатью основными научными, шестнадцатью обслуживающими и двумя производственными подразделениями. К числу научных подразделений относятся отделы: космогеофизики (руководитель Н.С.Ерохин), астрофизики высоких энергий (М.Н.Павлинский), физики планет (О.И.Кораблев), физики космической плазмы (А.А.Петрукович), исследования Земли из космоса (Е.А.Шарков), технологий спутникового мониторинга (Е.А.Лупян), оптико-физических исследований (Р.В.Бессонов), космической динамики и математической обработки информации (Р.Р.Назирова), ядерной планетологии (И.Г.Митрофанов), наблюдательной и теоретической астрономии и радиоинтерферометрии (С.С.Моисеенко), проектирования и экспериментальной отработки бортовой и специализированной аппаратуры и комплексов (И.В.Чулков). К основным отделам относятся также комплексные подразделения патентования и инновационной деятельности, обработки информации, наземных научных комплексов, телекоммуникационных сетей и высокопроизводительных вычислительных комплексов.

В настоящее время в институте работают свыше 1000 человек, в том числе 250 научных сотрудников. В их числе три действительных члена и два члена-корреспондента Российской Академии наук.

В 1986 г. институт за значительный вклад в развитие отечественной науки и техники награжден орденом Ленина. Директору института Сагдееву присвоено звание Героя Социалистического Труда. Многие сотрудники были награждены орденами и медалями.

Достижения и планы

Далеко не все работы ИКИ связаны с космическими экспериментами и проектами, но именно в них концентрируется труд сотен людей и зримо воплощается суть космических исследований. Сотрудники института принимали непосредственное участие в подготовке и проведении научных исследований и экспериментов, в получении и обработке информации с космических аппаратов, запускаемых по национальной космической программе, а также в проектах, осуществляемых в рамках международного сотрудничества, в том числе (особенно активно в последние годы) как соисполнители в зарубежных космических проектах. В общей сложности они участвовали в более чем 100 космических запусках.

В одних зарубежных проектах ученые и специалисты института разрабатывали и испытывали бортовые комплексы научной аппаратуры, а затем проводили исследования с их помощью («Mars Global Surveyor», «Venus Express», «Mars Odyssey») в других — занимались получением и обработкой

научной информации с космических аппаратов, ее анализом и интерпретацией (ИНТЕГРАЛ).

Несомненно, одним из самых замечательных и результативных был международный проект ВЕГА — пролет вблизи кометы Галлея космических аппаратов «Вега-1 и 2», созданных в Научно-производственном объединении им.С.А.Лавочкина. Впервые с их помощью проведены непосредственные измерения и получены данные о составе кометы и ее взаимодействии с магнитным полем и солнечным ветром. Сами межпланетные станции были советскими, но их научное оборудование — международным, изготовленным в девяти странах. Полет станций к комете был совмещен с исследованиями Венеры, последние проводились не только на этапе спуска посадочного аппарата на поверхность планеты, но и в ее атмосфере с помощью дрейфующих аэростатов.

Институт космических исследований РАН выступает как головной институт в области научных космических исследований в нашей стране, составляя, вместе с другими организациями науки и промышленности, предложения к Федеральной космической программе, которая формируется Советом РАН по космосу и его соответствующими секциями совместно с Федеральным космическим агентством (Роскосмос).

Институт участвует в выполнении Федеральной космической программы России, координируя создание научной аппаратуры, совместную работу всех членов кооперации, включая ее международную составляющую. В ряде других проектов, российских и зарубежных, институт выступает как участник научной программы, поставляя часть научной аппаратуры, обрабатывая научную информацию, участвуя в баллистико-навигационной подготовке проекта.

В 2003 г. в институте был создан Научно-образовательный центр, в задачу которого входит сотрудничество с различными вузами, работа с молодыми учеными и школьниками, организация участия сотрудников в выставках и фестивалях науки, пропаганда достижений отечественной космонавтики. Центр проводит экскурсии по выставочному залу, где рассказывается о направлениях деятельности института, демонстрируются приборы и макеты космических аппаратов, а также организует дни открытых дверей, во время которых школьники могут познакомиться с институтом и его работами.

Проводимые сегодня в институте научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы отражают широкий спектр изучения астрофизики и космологии. Отметим такие направления, как происхождение, строение и эволюция Вселенной, природа темной материи и темной энергии, исследование Луны и планет, Солнца и солнечно-земных связей, развитие методов и аппаратуры для внеатмосферной астрономии и изучения космоса, координатно-временное обеспечение фундаментальных исследований и практических задач.

Важным направлением исследований остается изучение пространственного и временного распределения потоков и спектров нейтронов в околоземном космическом пространстве, в том числе во время солнечных вспышек. Начатые еще в феврале 2007 г. на российском сегменте МКС в рамках программы «Наука на МКС» совместные измерения с использованием разработанных в институте приборов БТН-М1 с борта МКС и HEND, установленного на марсианском искусственном спутнике, позволили экспериментально оценить нейтронную компоненту радиационного фона на всех участках межпланетного перелета Земля — Марс и получить синхронные данные о потоках нейтронов на околоземной и околомарсианской орбитах, а также провести мониторинг космических гамма-всплесков для определения координат их источников на небесной сфере. Эти исследования продолжают.

Работы в институте ведутся и по другим важным направлениям фундаментальных исследований. Это научные основы разработки методов, технологий и средств изучения поверхности и недр Земли, атмосферы (включая ионосферу и магнитосферу), гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика; инфраструктура пространственных данных и ГИС-технологии; эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов; научные основы рационального природопользования и устойчивого развития; территориальная организация хозяйства и общества.

И наконец, еще одна группа направлений сегодняшних фундаментальных исследований — общая механика; навигационные системы; динамика космических тел, транспортных средств и управляемых аппаратов; механика живых систем [6].

Запуски спутников серии «Прогноз», реализация проектов ИНТЕРБОЛ и ПЛАЗМА не только сделали доступным изучение природных процессов, происходящих на Солнце, действия механизмов солнечно-земных связей. Они еще более



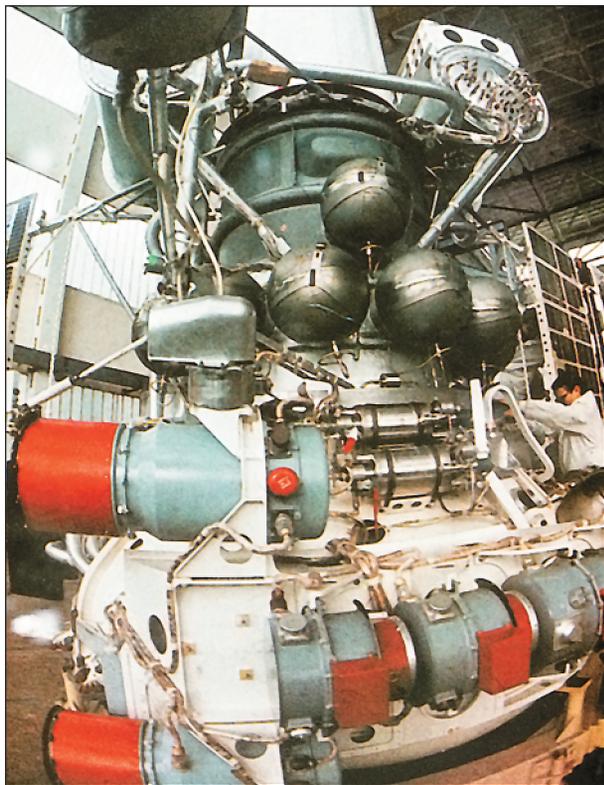
Специалисты института вместе с американскими инженерами на сборке посадочного аппарата «Mars Global Surveyor».

приблизили фундаментальную науку к решению проблематики повседневной жизни людей — появилась возможность сопоставлять и достоверно прогнозировать изменение биологических и технологических процессов на Земле под влиянием циклов солнечной активности.

Тем не менее нерешенных вопросов остается все еще достаточно много. Среди них наибольший интерес представляет процесс образования солнечного ветра и загадка — что нагревает солнечную корону до 2 млн градусов, если температура поверхности светила во много раз ниже. Получить ответы на эти вопросы хотя бы частично ученые надеются с запуском космического аппарата

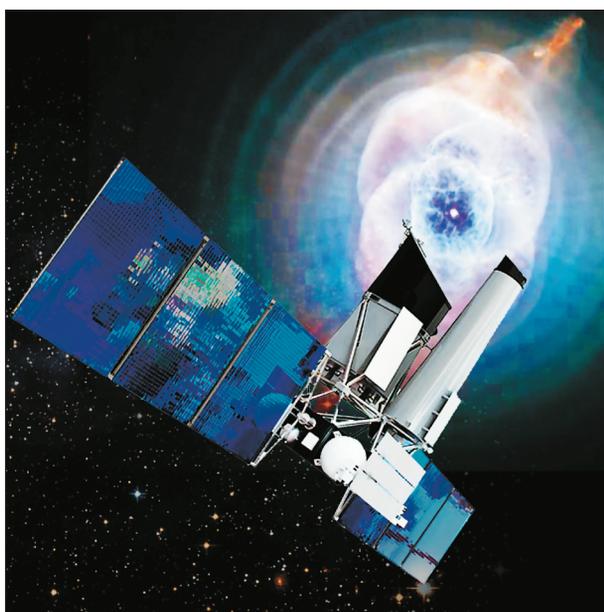


Пресс-центр ИКИ по проекту ВЕГА, на экранах мониторов появились первые изображения кометы Галлея.



Космическая обсерватория «Астрон».

рата «Интергелиозонд», который будет изучать наше светило с минимально безопасного для аппарата расстояния — менее 40 солнечных радиусов. Российский проект заполнит нишу, образовавшуюся в изучении Солнца. Сейчас его исследуют полдесятка космических аппаратов разных



Космическая обсерватория «Спектр-Рентген-Гамма».

стран, но все они работают на околоземных орбитах. Вблизи же Солнца ни одного спутника нет. А с учетом того что орбита «Интергелиозонда» будет немного наклонена к плоскости эклиптики, он сможет «увидеть» и солнечные полюса, качественно рассмотреть которые с Земли и околоземных орбит невозможно.

Работа этого космического аппарата будет интересна и в связи со следующим. Известно, что у поверхности Солнца нет никакого коллективного движения плазмы, которое можно было бы назвать «ветром». Оно проявляется только на расстоянии нескольких солнечных радиусов от светила. Очень важно попасть в эту область и организовать там наблюдение над теми процессами, которые приводят к ускорению солнечного ветра. Также неясно, почему достигающий Земли поток нейтрино вдвое слабее, чем предсказывает теория. В последнее время появилась гипотеза, что часть нейтрино перехватывается скопившимися в недрах Солнца гипотетическими частицами темной материи.

На 2017 и 2018 гг. запланирован запуск четырех спутников «Резонанс» для исследования внешней зоны радиационного пояса Земли, где, в частности, работают геостационарные спутники. Речь идет о так называемых релятивистских электронах — основной составляющей радиационного пояса, которые представляют собой главную угрозу для работы спутников связи на геостационарной орбите. Исследования на спутниках «Резонанс» позволят изучить процессы ускорения этих спутников при взаимодействии с электромагнитными волнами, имеющими высокое временное разрешение.

Первый отечественный специализированный спутник для астрофизических исследований — космическая обсерватория «Астрон» — был запущен в 1983 г. Он успешно функционировал на орбите в течение семи лет, установив в то время рекорд длительности работы в космосе. Еще более совершенная рентгеновская обсерватория «Гранат», выведенная на орбиту в 1989 г., проработала почти 10 лет. Дальнейшее развитие отечественных астрофизических исследований связано с использованием модуля «Навигатор», разработанного в НПО им.С.А.Лавочкина. Он позиционируется как универсальный для космических аппаратов различного назначения. В зависимости от задач базирующихся на нем космических аппаратов они могут функционировать на низких круговых, эллиптических, высоких эллиптических и геостационарных орбитах и в точках либрации. В частности, на его базе была создана космическая обсерватория «Спектр-Радиоастрон» и разрабатывается обсерватория «Спектр-Рентген-Гамма», которую планируется вывести в точку Лагранжа L2. Это совместный проект России и Германии. Основой обсерватории станут два рентгеновских телескопа косоугольного падения — eROSITA (Германия) и ART-XC (Россия),

совместно перекрывающие область энергий 0.2–30 кэВ. Задача обсерватории «Спектр-Рентген-Гамма» — получение рентгеновского обзора всего неба с чувствительностью, практически в 100 раз превышающей чувствительность существующих обзоров неба, и продление такого обзора в области более жесткого рентгеновского диапазона.

Перспективы ультрафиолетовой астрономии на ближайшее десятилетие связаны с запуском космической обсерватории «Спектр-УФ», также создаваемой НПО им.С.А.Лавочкина на базе «Навигатора» и предназначенной для спектроскопии слабых источников в данном диапазоне.

Вселенная в ультрафиолетовом диапазоне изучена очень слабо, и на ближайшие десятилетия актуальность подобных исследований спектра будет только увеличиваться. Выбранные для обсерватории направления исследований и ее параметры позволят сохранить высокую научную значимость проекта и обеспечить выполнение задач на высочайшем уровне технического решения в течение следующих не менее 10–15 лет [7].

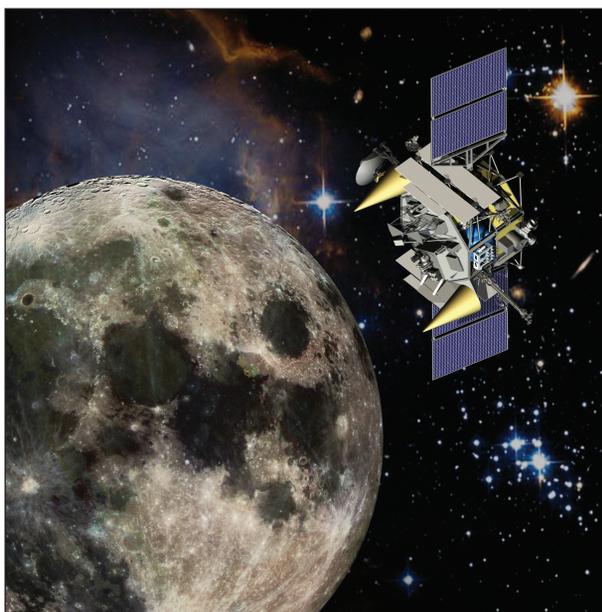
Глобальная цель мировой космонавтики в текущем столетии, как представляется, — это освоение Солнечной системы, достижение более высокого уровня развития земной цивилизации при



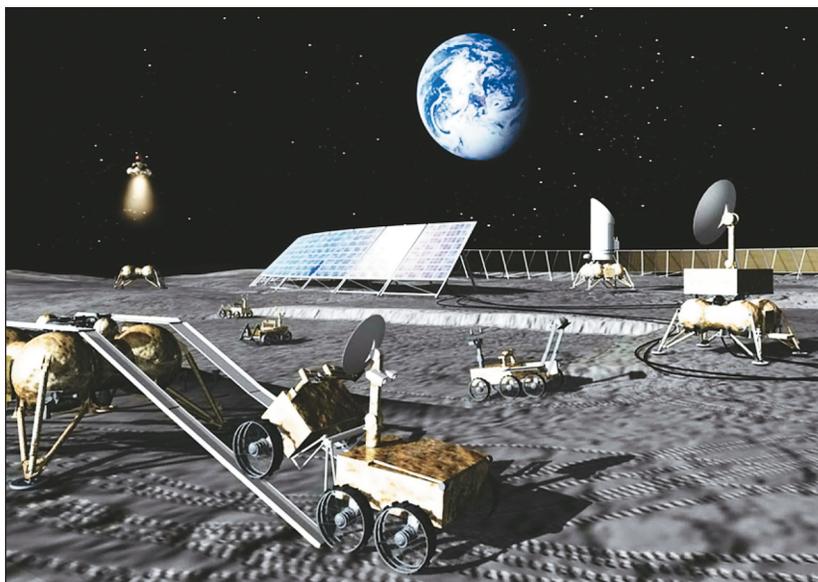
Космическая обсерватория «Спектр-УФ».

безусловном обеспечении ее безопасности и выживаемости в условиях возможных природных и техногенных катастроф как наземного, так и космического происхождения.

Собственно, сейчас только два небесных тела претендуют на то, чтобы войти в сферу интересов человечества по освоению. Это Луна и Марс. Если говорить о создании лунной базы с экспедициями посещения и тем более постоянным пребыванием человека, то ему должны предшествовать тщательная разведка Луны, определение наиболее инте-



Лунная орбитальная станция «Луна-26» (слева) и автоматическая станция «Луна-28».



Будущий научный лунный исследовательский полигон.

ресных регионов, выработка задач освоения. Для решения этих предварительных задач необходим запуск серии автоматических станций. Именно это запланировано на 2018–2020-е годы. Кроме изучения самой Луны в ходе реализации программы предстоит отработать ключевые техноло-

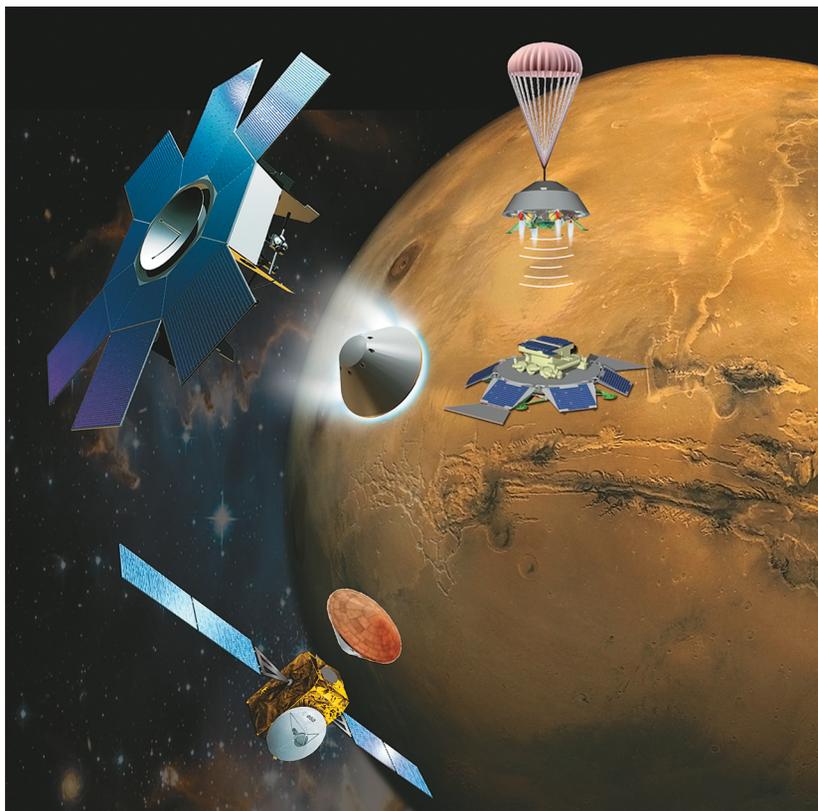
гические моменты и будущих планетных экспедиций, прежде всего — марсианских: посадку, забор грунта, управление самоходным аппаратом на поверхности другой планеты, наконец, автоматическую доставку грунта других небесных тел на Землю.

Чтобы подчеркнуть преемственность российской и советской лунных программ, в названиях новых миссий будет продолжена нумерация, начатая советскими «Лунами». Первый аппарат серии — «Луна-25» — планируется посадить в полярной области. Затем к нашему спутнику отправятся лунная орбитальная станция «Луна-26» и еще через год — второй посадочный аппарат «Луна-27» с бурильной установкой (посадка на другой полюс Луны). Вторым шагом лунной программы станет возврат грунта из полярной области («Луна-28») и доставка туда лунохода на аппарате «Луна-29» (планируются на 2020-е годы).

Ожидается, что срок жизни аппаратов составит около года. Посадочные аппараты будут выполнять исследования в районе лунных полюсов. Основная работа орбитального аппарата по изучению Луны и окололунного пространства пройдет на низкой окололунной орбите высотой порядка 200 км, после чего он будет уведен на более высокую (500–700 км) орбиту, где начнутся эксперименты по изучению космических лучей.

Следует отметить, что исследования, которые будут проводиться в рамках этой программы, — не повторение советских. Современные планы лунных экспедиций [8] нацелены в первую очередь на полярные области Луны, мало похожие на экваториальные районы, которые исследовались в 1969–1970 гг.

Технологии, которые станут отрабатываться в ходе лунных миссий, будут также использоваться в последующих марсианских проектах. Марсианская программа России включает в первую очередь полномасштабное участие в европейском проекте «ExoMars», который содержит не только совместное



Межпланетные станции проекта «ExoMars».

проведение научных экспериментов, но и создание инфраструктуры, в частности объединенного наземного комплекса приема данных и управления межпланетными миссиями. Проект предполагает запуск с помощью российских носителей «Протон» двух космических аппаратов в 2016 и 2018 гг. На втором аппарате, с помощью разрабатываемого в НПО им.С.А.Лавочкина десантного модуля, будет доставлен на поверхность Марса марсоход Европейского космического агентства. Задача марсохода — геологические исследования и поиск следов жизни в подповерхностном слое грунта около места посадки.

Затем, в 2022 г., планируется вернуться к задаче исследования спутника Марса — Фобоса, которая стояла перед проектом ФОБОС-ГРУНТ. Этот возврат символизирует даже само название нового проекта — БУМЕРАНГ. Доставка грунта с Фобоса остается интересной научной задачей, которую пока не предполагается решать в космических программах других стран. Кроме того, операции по забору вещества с Фобоса и его транспортировке на Землю позволят отработать технологии доставки грунта уже непосредственно с Марса. Такая миссия запланирована на 2020-е годы.

Что касается Марса, то он пока так и останется предметом изучения, а не освоения: планета находится от нас слишком далеко, чтобы сегодня можно было говорить о ее реальной пользе для человечества. Да и сами возможности полета туда человека пока под большим вопросом. Проблемы связаны, прежде всего, с обеспечением радиационной безопасности экипажа миссии.

Луна — иное дело. Кроме научного она представляет и практический интерес. В частности, на Луне можно расположить астрономические обсерватории, наблюдениям которых не будут мешать атмосфера и радиоизлучения, как это имеет место на Земле и околоземных орбитах. И безусловно Луна, как наш естественный спутник, может стать источником ресурсов — прежде всего, редких элементов, запасы которых на Земле ограничены. Луна, очевидно, будет и первым этапом подготовки пилотируемой экспедиции на Марс, если трудности ее реализации все-таки удастся преодолеть.

Литература

1. Институт космических исследований РАН: 35 лет / Под ред. А.А.Галеева, Г.М.Тамковича. М., 1999.
2. Зеленый Л.М., Зайцев Ю.И. Ради познания Вселенной // Наука в России. 2005. №5. С.24—32.
3. Георгий Иванович Петров: 100 лет со дня рождения первого директора Института космических исследований. М., 2012.
4. Зайцев Ю.И. Центр российской космической науки // Земля и Вселенная. 2005. №4. С.3—17.
5. Добриян М.Б. Дорога к звездам начинается в Тарусе // Русский инженер. 2011. №1. С.27.
6. Зеленый Л.М., Зайцев Ю.И. Автоматы могут всё! // Вестник НПО им.С.А.Лавочкина. 2014. №4. С.16—22.
7. Зеленый Л.М. 50 лет космической эры: некоторые итоги и перспективы исследований // Полет. 2008. №1. С.3—11.
8. Зеленый Л.М. О машинах и людях // Русский инженер. 2011. №1. С.24—26.



Доставка лунохода на лунную поверхность автоматической станцией «Луна-29».

Большой интерес представляет и изучение дальних рубежей Солнечной системы, что важно для понимания ее происхождения и эволюции. После 2020 г. Россия планирует запустить к Юпитеру (точнее к его спутнику Ганимеду) свою первую миссию с посадкой аппарата на его поверхность.

Полет в систему Юпитера займет около восьми лет и будет проходить по комбинированной баллистической схеме, включающей четыре гравитационных маневра у Венеры и Земли на гелиоцентрическом этапе миссии и завершающейся целым каскадом таких маневров около юпитерианских лун. Отдельную сложную задачу представляет и посадка на Ганимед. В целом, как по научным задачам, так и по технической сложности такая миссия может стать лидерским проектом отечественной космонавтики. ■