

НАУКА КОСМИЧЕСКИХ ВЫСОТ

ИТОГИ, ПЛАНЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



ПЕРВЫЕ ИТОГИ РАБОТЫ ОБСЕРВАТОРИИ «СПЕКТР-РГ» ВОШЛИ В ЧИСЛО ЗНАКОВЫХ МИРОВЫХ ДОСТИЖЕНИЙ В КОСМОСЕ В ПРОШЛОМ ГОДУ. О ТОМ, КАКИЕ СОБЫТИЯ БУДУТ ОПРЕДЕЛЯТЬ ЛИЦО РОССИЙСКОЙ НАУКИ В НАСТУПИВШЕМ ГОДУ, О РАЗВИТИИ ПРОЕКТА «ВЕНЕРА-Д», О НЕДОСТАЮЩИХ СЕГОДНЯ ИССЛЕДОВАНИЯХ, ЗАВИСИМОСТИ ОТ БЮДЖЕТНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ, О ВОЗМОЖНОМ СОЗДАНИИ РОССИЙСКОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ И О МНОГОМ ДРУГОМ ЗАМЕСТИТЕЛЮ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА ЖУРНАЛА «РУССКИЙ КОСМОС» ИГОРЮ МАРИНИНУ РАССКАЗАЛ ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАН АНАТОЛИЙ ПЕТРУКОВИЧ.



Анатолий Петрукович родился 29 августа 1967 г. в Москве. С детства интересовался естествознанием, космонавтикой. В старших классах увлекся физикой и по окончании школы поступил в МФТИ. Выбрал космос в том числе и потому, что работа родителей была связана с космонавтикой. В ИКИ Анатолий Петрукович занялся изучением плазмы, солнечно-земных связей.

Доктор физико-математических наук, член-корреспондент Российской академии наук. Директором ИКИ избран в мае 2018 г.

– Анатолий Алексеевич, какие мировые события 2020 г. вы считаете особо значимыми для космических исследований?

– Я бы в первую очередь отметил обнаружение фосфина на Венере; получение Китаем лунного грунта, а Японией – грунта с астероида Рюгу; сбор американским аппаратом OSIRIS-REx грунта с астероида Бенну.

Еще одно интересное событие в космической науке, не связанное со спутниками: открытие средних по массе черных дыр с помощью недавно изобретенного метода наблюдений гравитационных волн. Все ранее обнаруженные черные дыры имели массы, равные либо нескольким солнечным, либо миллионам и миллиардам солнечных масс. Первые образуются в ходе эволюции отдельных звезд, вторые – в центрах галактик. А сейчас обнаружены черные дыры с массой в несколько десятков солнечных, и мы пока точно не знаем, как они могли появиться.

Российские достижения наряду с другими имели резонанс в мировой науке. Уникальный космический аппарат «Спектр-РГ» позволил нанести на карту неба на порядок больше источников рентгеновского излучения, чем было известно раньше. Как правило, это самые активные космические объекты.

– Обнаружение фосфина на Венере – это, на ваш взгляд, действительно событие большого масштаба?

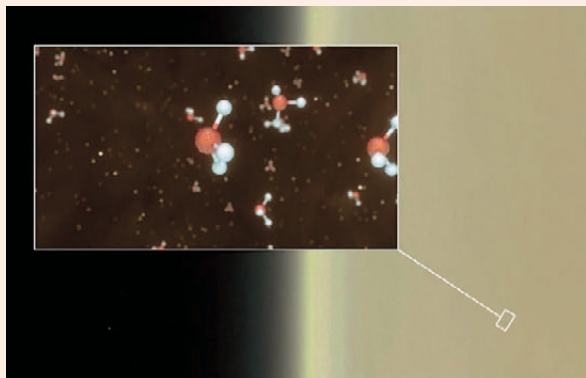
– Это открытие прозвучало очень громко, но потом постепенно ушло в тень, потому что не было подтверждено другими наблюдениями. Даже сами авторы «поставили на паузу», признав, что требуются более глубокие исследования. На самом деле доказать на фоне других химических соединений, что это именно фосфин, очень трудно, так как его в любом случае очень мало. Тем не менее это заявление возбудило интерес к еще одной возможности обнаружения жизни вне Земли, а конкретно на Венере. И наше предложение об исследовании этой планеты с помощью станции «Венера-Д» стало в общественном сознании приоритетным проектом.

На поверхности Венеры, конечно, совершенно некомфортные для жизни условия по давлению, температуре и химическому составу атмосферы. Однако на высоте в десятки километров температура для жизни, по земным меркам,



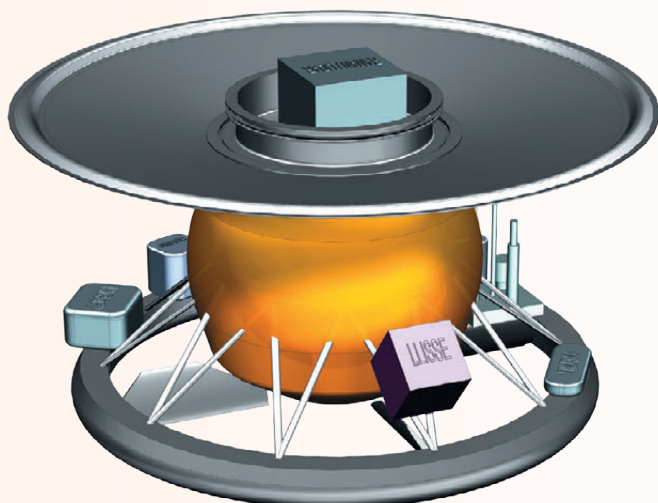
«Тренд 2020 г. – получение и исследование космического вещества в поисках новой информации о происхождении Земли, Солнечной системы и, конечно, с целью обнаружения органических веществ».

приемлемая, есть энергия от Солнца и от химически активной среды. На межпланетной станции «Венера-Д» мы планируем доставить к Венере аэростат, который будет летать примерно на этих высотах и сможет произвести более детальный анализ.



Фосфин (фосфид водорода (PH₃)) – бесцветный газ. Есть предположение (но уверенных доказательств этому пока нет), что наиболее вероятный его источник – жизнедеятельность каких-то примитивных организмов и потому он может служить признаком существующей в настоящее время жизни.

14 сентября 2020 г. международная группа ученых под руководством профессора Джейн Гривз объявила на специально созванной для этого пресс-конференции об открытии в атмосфере Венеры следов фосфина путем анализа спектров с наземных обсерваторий ALMA и JCMT.



Проект посадочного аппарата миссии «Венера-Д»

– Американцы должны были делать долгоживущие станции для «Венеры-Д». Они ушли из проекта?

– Нет, не ушли. Работает совместная российско-американская рабочая группа по данному направлению. В 2019 г. прошла конференция по выбору места посадки на Венере. Осенью 2020 г. Роскосмос заявил, что этот проект будет реализован в любом случае – с участием или без участия партнеров. Поэтому и сложилось впечатление, что состав участников изменился. Но это не так, наши научные партнеры заинтересованы в этой программе. Сейчас идет согласование документов, и в 2021 г. начнется первый этап работы по определению общей конфигурации проекта.

– В 2019 г. ученые вашего института объявили об обнаружении на снимках, ранее полученных с поверхности Венеры советскими автоматическими станциями, движущихся объектов и предположили, что это может быть жизнь, но другой, неземной формы. Как вы к этому относитесь?

– С этим заявлением примерно то же, что и с фосфинном. Явление обнаружено, факты предьявлены, версии высказаны. Но других доказательств пока нет, так что эта гипотеза ждет дальнейшего изучения.

– Какие направления космических исследований, по вашему мнению, сегодня наиболее актуальны? В каком направлении должна двигаться наука?

– К сожалению, деятельность космических ученых, не только наших, а всего мира, ограни-

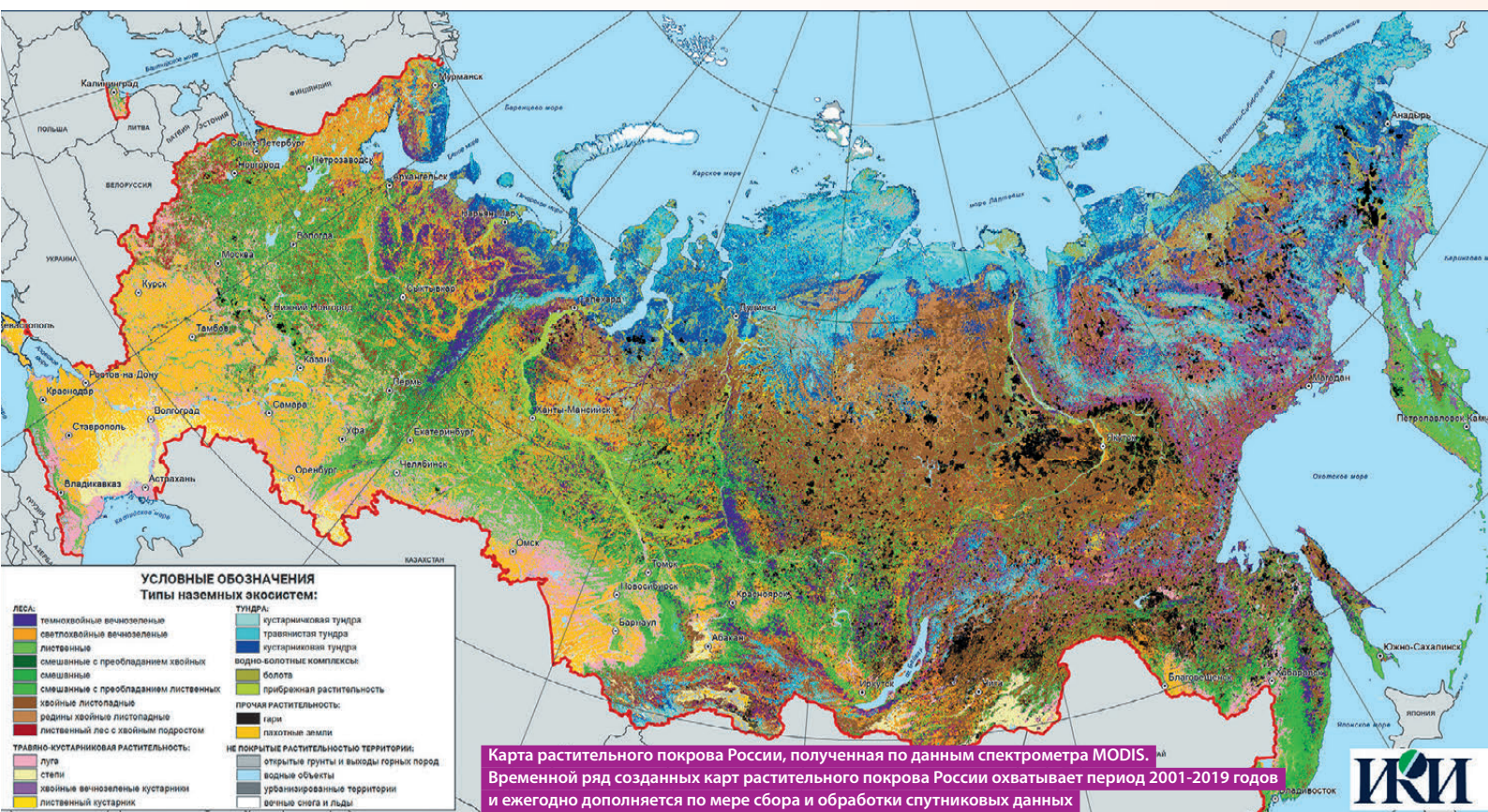
чивается не желаниями или идеями, а финансовыми возможностями. Слишком велико расхождение между количеством очень интересных, обоснованных проектов и возможностями их реализации. Например, Европейское космическое агентство сейчас отбирает один-два проекта для запуска после 2030 г., а подано несколько десятков предложений.

Практически все направления имеют свою актуальность, высоко востребованы. Традиционно выделяют астрономические программы, которые дополняют работу наземных обсерваторий и нацелены на получение фундаментальных знаний об устройстве мира. Исследования Солнечной системы сейчас все больше ориентируются на поиск следов жизни и понимание эволюции планет, их климата. Изучение Земли и околоземной плазмы, солнечно-земных связей направлено на приобретение знаний для устойчивого развития человечества. Практически все агентства развертывают новые программы освоения дальнего космоса, прежде всего Луны.



Если говорить о наших пожеланиях именно по российской программе, мы хотели бы возобновить практически ликвидированное в России направление – исследование Земли из космоса. Не мониторинг, а именно исследования, например, парниковых газов. Желательно также активизировать изучение солнечно-земных связей.

Исследованиям околоземной плазмы и Солнца раньше были посвящены проекты ИНТЕРБОЛ, КОРОНАС, затем был микроспутник «Чибис-М», отчасти проект «Спектр-Р». Но сейчас



это направление подверглось наибольшему секвестированию. Ближайший запуск должен быть в 2021 г. – совместный проект с Росгидрометом «Ионосфера». Очень не хватает проектов для наблюдения активности Солнца, солнечного ветра, магнитосферы.

– Проблема изменения климата – одна из самых обсуждаемых в общественной и научной средах. В рамках каких исследований к этой теме обращаются в ИКИ?

– Конечно, наш институт изучает и изменение климата. В ИКИ создан огромный архив космических наблюдений Земли – более 4 петабайт. К сожалению, 95% этой информации получено с зарубежных спутников. Есть, например, данные по состоянию океана, растительного покрова Земли, ледового покрова. Это позволяет отслеживать долговременные изменения климата по всей совокупности параметров.

Приведу пример. Согласно Киотскому и Парижскому соглашениям по климату, все страны должны существенно ограничить выбросы CO₂ в атмосферу. Но в России есть обширные леса, которые поглощают значительный объем этого

«Зафиксировано постепенное движение границы тайги и тундры на север. Это свидетельствует не о разовом повышении температуры, а о накоплении изменений. И такого рода наблюдения имеют не только экологическое, но и политическое значение».



Киотский протокол – международное соглашение, заключенное с целью сокращения выбросов парниковых газов (углекислого газа, метана, закиси азота, гидрофторуглеродов, перфторуглеродов и гексафторида серы) в атмосферу Земли для противодействия глобальному потеплению. Протокол принят в японском городе Киото и вступил в силу 16 февраля 2005 г. Главная задача соглашения – стабилизировать уровень концентрации парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного воздействия на климатическую систему планеты.



Стенд контроля фокусировки для проведения контроля оптических параметров приборов, изготавливаемых ИКИ РАН

газа. И предоставить международному сообществу объективные данные о балансе углерода в России – важнейшая задача. В кооперации со многими организациями мы реализуем проект, в рамках которого уже разработаны методы оценки углеродного баланса. Это становится серьезным элементом государственной политики.

– В декабре начался очередной цикл солнечной активности, и сейчас мы находимся на стадии ее роста. Можем ли мы предсказать ее влияние на Землю?

– В космосе есть ряд российских приборов, измеряющих параметры «космической погоды», но среди них, к сожалению, нет таких, которые бы отслеживали происходящее на самом диске Солнца. Мы не можем сделать своевременный прогноз, например, солнечной вспышки, которая наверняка отрицательно повлияет на технические системы на Земле и т.д.

А вот спутник, стоящий в точке либрации L1 «Земля–Солнце», мог бы за несколько часов предсказывать приближение к Земле выброса

плазмы, летящего к нам вместе с солнечным ветром. А это дало бы информацию о силе магнитной бури, месте и времени наибольшей активности на Земле, позволило бы учесть ее в работе систем спутниковой и дальней связи, радиолокации, навигации. Особенно это актуально для полярных широт.

Для спутников такой прогноз тоже важен. Многие из них летают в так называемом внешнем радиационном поясе, например спутники системы ГЛОНАСС. Радиация в этой зоне очень зависима от солнечной активности. Мы совместно с Росгидрометом неоднократно предлагали сделать такой спутник в точке либрации.

– Вы отметили работу «Спектра-РГ» среди прорывных мировых достижений. Как, на ваш взгляд, развивается проект?

– «Спектр-РГ» работает отлично уже второй год. «Детские» болезни преодолены. Напомню, его запуск был очень нервным и три раза переносился. Надо сказать огромное спасибо промышленности: НПО Лавочкина, ЦЭНКИ, создателям ракеты и разгонного блока. Они все преодолели, и пуск прошел успешно.

По нашим планам, первые четыре года «Спектр-РГ» будет делать обзоры неба. Далее он будет работать в режиме точечных наблюдений каких-то особенно интересных объектов по заказам астрономов.

«Даже если мы видим вспышку на Солнце и предполагаем, что это событие повлияет на Землю, зафиксировать приближение этого воздействия, достоверно предупредить о последствиях мы не можем».

За последний год мы сэкономили достаточно топлива: для поддержания нужной ориентации и корректировки орбиты его хватит надолго.

Сейчас начался третий обзор неба телескопами обсерватории. Она должна работать не менее шести лет – это гарантийный срок. Наша задача – чтобы каждый новый обнаруженный рентгеновский источник был отфильтрован от шумов и помех, привязан к координатам, ко времени и попал в международную базу данных. Такой каталог с миллионами объектов даст работу астрономам на несколько десятков лет – до запуска следующего, более совершенного аппарата.

– О каких достижения мирового значения можно говорить относительно «Спектра-РГ»?

– Космические телескопы могут быть предназначены для обзорных или детальны наблюдений. Задача обзорных – охватить как можно большие участки неба. Детальные позволяют очень подробно исследовать какие-то объекты на небе. Как, например, орбитальный телескоп «Хаббл».

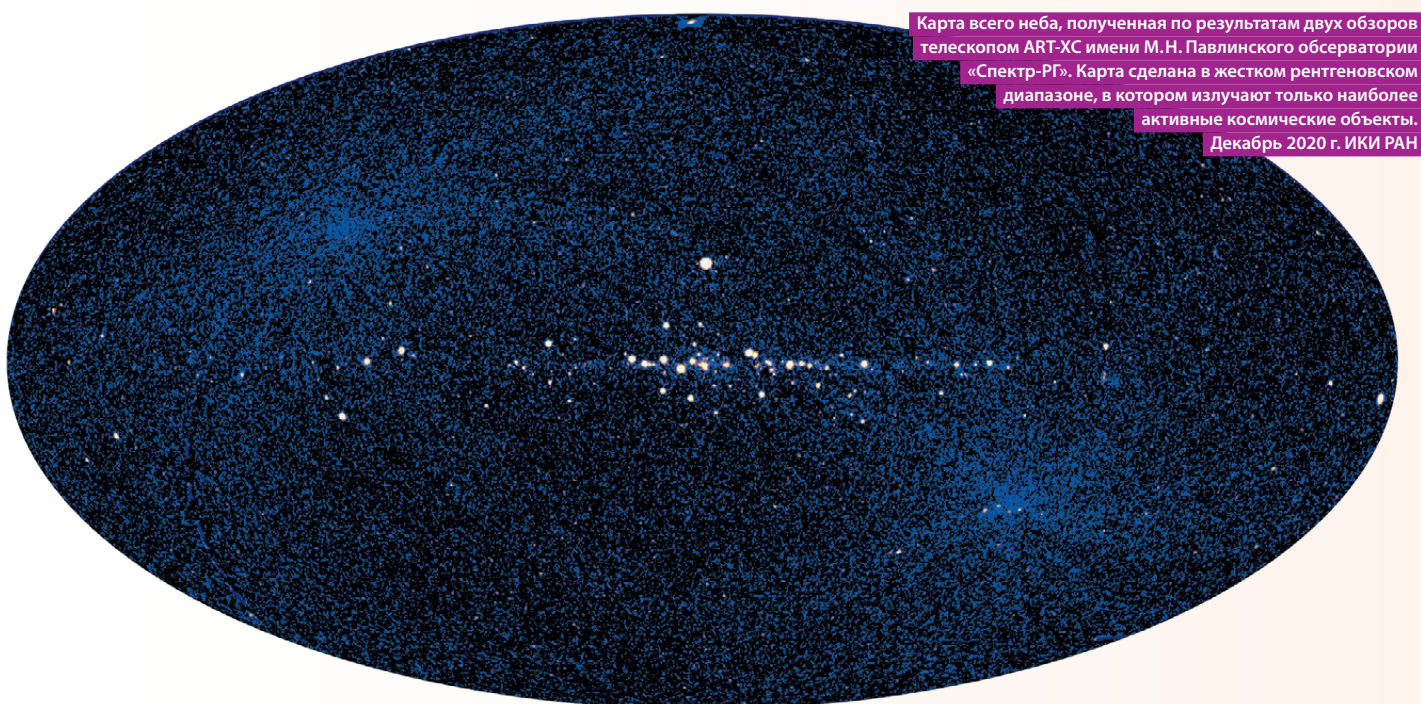
На «Спектре-РГ» – обзорные телескопы. Их основная задача – осмотреть все небо восемь раз и составить наиподробнеею карту расположения рентгеновских источников: квазаров, ядер далеких галактик, черных дыр, нейтронных звезд.

«Последняя подробная карта рентгеновских источников сделана более 20 лет назад и содержит на порядок меньше рентгеновских объектов, чем та, которую мы создаем сегодня. Наша карта будет давать информацию ученым всего мира, в том числе позволит уточнить модель происхождения и развития Вселенной».

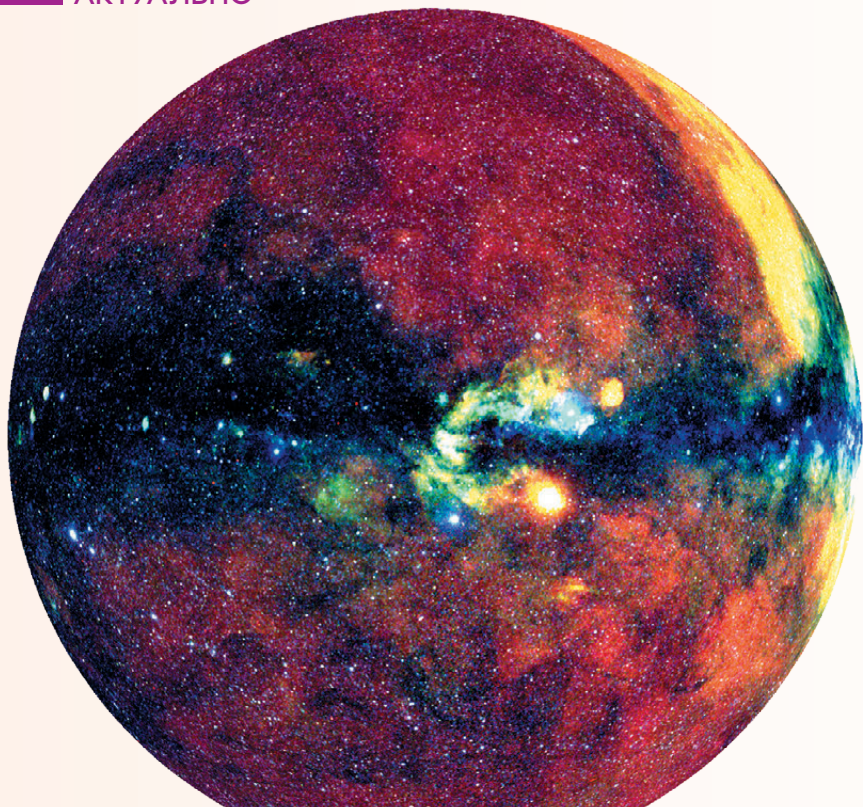
Современная астрономия стала «многоволновой»: наилучшие, прорывные результаты получают при сравнении наблюдений в различных диапазонах спектра, разными методами. Например, орбитальный телескоп «Гайя» создает карту объектов на небе в видимом диапазоне. Есть наземные телескопы, создающие карты небесной сферы в микроволновом диапазоне. Есть приборы – и наземные, и космические, которые следят за какими-то вспышками на небе: гравитационными, гамма или радиовсплесками. Совмещение их данных с нашей картой рентгеновских объектов и анализ информации даст возможность астрономам сделать открытия мирового уровня.

– А может ли «Спектр-РГ» помочь в решении каких-то прикладных задач?

– Конечно, может. Астрономия вообще по происхождению – прикладная наука. Просто сейчас достижения фундаментальной науки сильно опережают возможности человечества по их использованию. Но рано или поздно это случится.



Карта всего неба, полученная по результатам двух обзоров телескопом ART-XC имени М.Н. Павлинского обсерватории «Спектр-РГ». Карта сделана в жестком рентгеновском диапазоне, в котором излучают только наиболее активные космические объекты. Декабрь 2020 г. ИКИ РАН



RGB-карта половины неба, за обработку данных о которой отвечает российская сторона, построенная германским телескопом обсерватории «Спектр-РГ» eРОЗИТА по сумме двух первых обзоров неба. Карта сделана в мягком рентгеновском диапазоне. Авторы: М. Гильфанов, П. Медведев, Р. Сюняев и российский консорциум SRG/eРОЗИТА. 2021

Например, почти все спутники (кроме низкоорбитальных, использующих навигационные системы ГЛОНАСС, GPS и др. – *Ред.*) не могут сами определять свое местоположение на орбите или в межпланетном пространстве. Все делают специалисты на Земле, анализируя время распространения радиосигнала от спутника. Но можно сделать автономную навигационную систему для высокоорбитальных спутников и межпланетных станций на основе рентгеновских пульсаров, излучение которых имеет очень стабильный период. Таких пульсаров несколько десятков. Измеряя их сигналы, можно определять

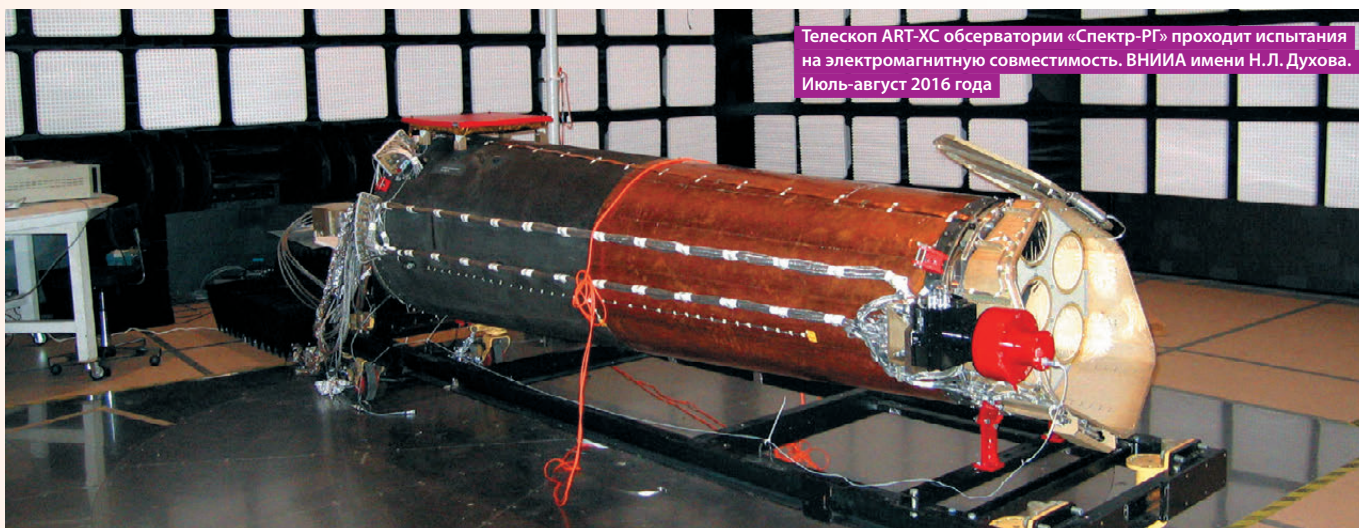
свое местоположение с достаточной точностью. Это, так скажем, польза для космической техники завтрашнего дня.

Кроме того, исследования самых экстремальных объектов: Вселенной сразу после Большого взрыва, черных дыр, нейтронных звезд – рано или поздно выведут нас, как мы говорим, на «новую физику» – принципиально новые, неизвестные сейчас физические законы, виды энергии, которые точно нам понадобятся уже в следующем столетии.

Так что астрономия – это наука о будущем. Так же как, кстати, и обнаружение внеземной жизни. Даже если мы найдем ее признаки на Венере или на условной Альфе Центавра, то вряд ли это сразу изменит жизнь на Земле, но даст очень сильный импульс в развитии нашей цивилизации.

– Сейчас активно идет дискуссия: что будет на орбите после МКС? Каково ваше мнение о возможности создания российской орбитальной станции?

– Я считаю, что российская орбитальная станция технически возможна. Весь вопрос в целесообразности. Каждый шаг влечет огромные финансовые затраты, и следует все просчитать, прежде чем принимать решение. Надо рассмотреть много технических аспектов: чем должны заниматься на ней космонавты, на чем туда летать, куда будут приземляться, в том числе и при нештатной ситуации. Решить: надо ли увеличивать наклонение орбиты? Ведь если его сделать больше, то мы теряем в грузоподъемности ракет, а близость радиационных поясов сокращает длительность работы техники и космонавтов.



Телескоп ART-XC обсерватории «Спектр-РГ» проходит испытания на электромагнитную совместимость. ВНИИА имени Н.Л. Духова. Июль-август 2016 года

Надо определить, будет ли новая станция международной. Очень важно понять, как она будет способствовать дальнейшему освоению космоса, дальнего космоса.

Комплекс «Мир» можно сравнить с хутором, проблемы которого решал один хозяин, в данном случае Россия. А МКС – это уже многонациональный город, в котором есть все, благодаря участию многих стран. И, как представляется, нельзя этот многолетний опыт сотрудничества потерять. Так что на нас сейчас большая ответственность: определить, что будет с мировой космонавтикой в ближайшие 20–30 лет.

– Вы являетесь членом Совета РАН по космосу. Насколько эффективна эта площадка с точки зрения продвижения идей и утверждения планов на будущее?

– Тематическим заказчиком всех научных космических проектов Федеральной космической программы является Академия наук, и без подписи президента РАН или его заместителя не начинается ни одна работа, не вносится ни одно изменение в техническое задание ни по одному проекту.

Совет РАН по космосу выполняет эти функции тематического заказчика, а также экспертного органа. Это один из немногих советов РАН, имеющих прямые связи с отраслью экономики. Помимо ученых, в Совет входят директора предприятий, многие генеральные и главные конструкторы.

Совет работает активно, и его деятельность гораздо шире, чем утверждение какой-либо научной программы. Например, недавно Совет принципиально поддержал создание сверхтяжелой ракеты-носителя, рассматривал варианты лунной программы. Но важно понимать, что Совет – это, прежде всего, экспертный орган, площадка для дискуссий, где могут высказываться самые разные мнения.

– В недавно опубликованном решении Совета РАН по космосу было рекомендовано перенести создание космического ракетного комплекса сверхтяжелого класса на более поздний срок. С чем связано такое решение?

– Оно имеет свои рациональные обоснования. В разработке таких мегапроектов очень



«Не секрет, что, если бы не международная кооперация, МКС сейчас бы не существовала. В конце 1990-х у России не хватало средств ни на поддержание станции «Мир», ни на создание своей новой станции. США профинансировали создание Россией модуля «Звезда» – и МКС стала реальностью. А после катастрофы шаттла «Колумбия» NASA девять лет не имело средств доставки на нее экипажей, и, если бы не российское участие в проекте, МКС сошла бы с орбиты».

важен точный баланс целей и ресурсов, которые потребуются для реализации.

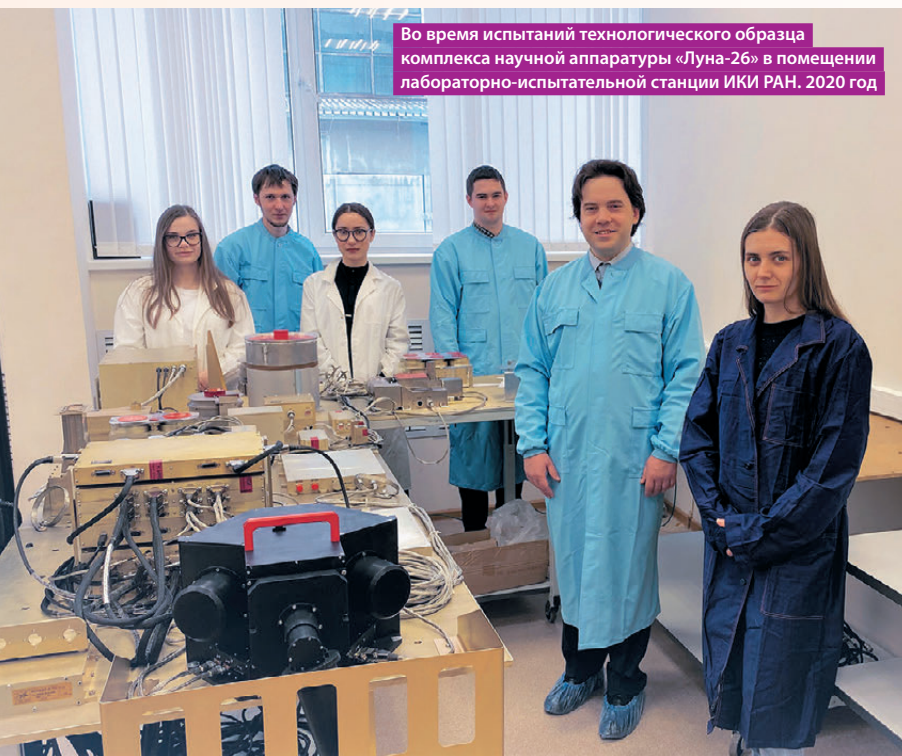
Совет РАН по космосу в целом поддержал данный подход – несколько отложить срок готовности «сверхтяжа», а за это время разработать его более совершенную конструкцию, что позволит ракете быть конкурентоспособной много десятков лет.

Кроме того, Совет большое внимание уделил деталям реализации и научного наполнения лунной программы, для выполнения которой в первую очередь и предназначается новая ракета.

– Президент РАН в конце прошлого года заявил, что российская космическая наука финансируется в 70 раз меньше, чем в США. Как бы вы прокомментировали это заявление?

– Я бы уточнил: речь идет о финансировании не всей космической науки, а научных проектов космических программ Роскосмоса и NASA. Бюджеты Роскосмоса и NASA на научные программы известны. Последние пару лет мы на

Во время испытаний технологического образца комплекса научной аппаратуры «Луна-26» в помещении лабораторно-испытательной станции ИКИ РАН. 2020 год



«Институт не только изготавливает аппаратуру по техническому заданию, но и часто сам определяет эти требования. Наши люди работают не за страх, а за совесть, потому что эту аппаратуру мы делаем для себя, для реализации наших научных исследований».

космическую науку тратим примерно одинаковую сумму, только для NASA это доллары, а для нас рубли. Курс доллара к рублю наглядно все показывает. При этом объем ВВП России и США отличается не в 70–75 раз, как финансирование научного космоса, а в 15 раз.

Таким образом, видно, что научный космос в России недофинансируется. В последние десять-двадцать лет получается, что «по науке» мы летаем раз в пять лет. Выстроилась большая очередь на реализацию научных проектов. Например, «Спектр-Р» и «Спектр-РГ» делали почти по 30 лет. Очень сложно при таких сроках сохранить сформированный коллектив, технический задел до следующего проекта по схожей тематике. Недавно эта проблема была доложена на высшем уровне и встретила понимание. Было принято решение о выделении дополнительных средств, но они в основном пойдут на уже реализуемые проекты, секвестированные ранее, а не на что-то новое.

Мы, конечно, понимаем, что возможности государства не безграничны, особенно в сложный период, и все запросы ученых никогда не будут исполнены. Но мы активно работаем над оптимизацией наших проектов. Проблему можно частично решить, используя более дешевые малые спутники. Правда, это направление пока не находит активной поддержки в Роскосмосе.

– Как складываются взаимоотношения с ведомством? Есть ли общее понимание целей и проблем?

– Да, взаимопонимание есть. С одной стороны, мы по «своим» проектам являемся представителем тематического заказчика научных аппаратов – Академии наук. С другой стороны, Роскосмос дает нашему институту заказы на разработку, изготовление и испытания служебной и научной аппаратуры. В этом случае мы являемся просто исполнителями. Такой дуализм помогает делу.

Более того, в последние годы мы активнее стали участвовать и в долгосрочном космическом планировании.

Но есть и большой минус: количество бумаг и согласований зашкаливает. Число бланков, отчетов, заключений за последние годы выросло раза в два. Вплоть до того, что я должен подписывать бумажную справку с печатью предприятия о том, что я сдал отчет в электронном документообороте. К сожалению, оформление бумаг сейчас часто занимает больше времени, чем решение технических вопросов. Какие-то люди пишут инструкции, какие-то заполняют отчетность, какие-то принимают меры к тем, кто не выполняет требования. Все эти силы могли бы быть задействованы для решения более важных технических проблем.

– Вы сказали, что ИКИ не только научный институт и участник Совета РАН по космосу, но и изготовитель аппаратуры. Расскажите об этой стороне деятельности.

– Формально мы научный институт, подчиняющийся Министерству науки и высшего образования. Мы получаем гранты на научные работы, пишем научные статьи. Тем не менее у нас есть довольно большое опытное производство, которое находится в Москве в нашем же здании, и филиал в Тарусе. Мы создаем научные приборы и, по

заданию Роскосмоса и других заказчиков, большое количество иной, в том числе совершенно уникальной, бортовой аппаратуры. Очень важны и системы наземной информационной поддержки. Без умения работать с «большими данными» мы просто не сумеем адекватно воспринять все проводимые наблюдения. Бюджет направления разработок сравним с бюджетом по научным программам. У нас есть свои разработчики, производственники, электронщики, испытатели, все необходимые службы.

– Но для такой широкой деятельности нужно много ученых и инженеров. Часто приходится слышать, что фундаментальная наука постепенно «стареет», а замещение молодыми людьми не происходит. Как с этим обстоит дело в вашем институте?

– Активная деятельность ИКИ и как научно-го учреждения, и как космического предприятия притягивает молодежь.

У нас три базовые кафедры – в МГУ, Физтехе и в Высшей школе экономики. Работаем и с техническими вузами. Студенты приходят к нам на практику, и многие остаются работать. По некоторым подразделениям у нас средний возраст меньше 40 лет. Так что особого беспокойства кадровый вопрос не вызывает, хотя, конечно, мы находимся в постоянном активном поиске новых талантов.

– Какими будут научные приоритеты ИКИ РАН в наступившем году?

– 2021 год для ИКИ – это продолжение работы со «Спектром-РГ». Данные идут большим потоком, сформирована кооперация практически

«У института есть свои преимущества.

Это «академические свободы»: относительная интеллектуальная независимость, опека со стороны старших коллег, минимальная иерархия – у каждого есть совершенно четкая зона ответственности. Это в сочетании с популярной космической тематикой и востребованностью работ стимулирует молодежь приходить к нам».

всех астрономических сил России по их анализу, в том числе с использованием российских наземных телескопов.

Кроме того, мы ожидаем два запуска. «Луна-25» должна выполнить первую за почти 50 лет российскую посадку на Луну, причем впервые в мире в приполярном районе. Предусмотрены исследования лунного грунта и экзосферы – разреженной приповерхностной среды. Это должно стать началом новой российской лунной программы.

Ждем запуска пары спутников по программе изучения космической погоды «Ионосфера» в интересах науки и Росгидромета. Благодаря им спустя много лет мы возвращаемся к мониторингу этой важной зоны околоземного космоса, влияющей на многие технические системы.

Продолжаем работать по «ЭкзоМарсу», который ждет «окна запуска» в 2022 г. В этом году мы проведем регламентные работы по поддержанию готовности научной аппаратуры.

Перечислять можно бесконечно: работают десятки приборов ИКИ в космосе – от Земли до Марса и Меркурия, сотни сотрудников на Земле. Ну и, конечно, работа по научным аспектам стратегического планирования российской космической программы: по будущему МКС, лунной программе, сверхтяжелой ракете и задачам для нее.

Здание, в котором располагается Институт космических исследований, у площади Академика Келдыша в Москве

