

В. В. ТЕМНЫЙ

40 ЛЕТ НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА С ФРАНЦИЕЙ В ИССЛЕДОВАНИИ КОСМОСА

Успехи отечественных исследователей космического пространства первого десятилетия космической эры в разработке и запуске искусственных спутников Земли (ИСЗ) и автоматических станций, посылаемых к Луне, стимулировали научное сотрудничество с французскими физиками, не обладавшими в то время подобным опытом. Первая попытка – запуск французского ИСЗ советской ракетой-носителем – не удалась из-за финансовых затруднений французской стороны. Следующей удачной попыткой стал советско-французский научный проект АРКАД по исследованию с помощью ИСЗ «Ореол» ближней магнитосферы Земли в зонах полярных сияний. Спустя несколько месяцев советско-французские эксперименты на ИСЗ «Прогноз-1» и «Прогноз-2» дали возможность определять количественные характеристики солнечного ветра вне земной магнитосферы непрерывно, в том числе и во время гигантских солнечных вспышек в августе 1972 г. Эти осуществленные проекты положили начало последующему сотрудничеству с Францией по исследованию космоса на протяжении нескольких десятилетий.

Ключевые слова: искусственный спутник Земли (ИСЗ), Совет «Интеркосмос», проект АРКАД, ИСЗ «Ореол», ИСЗ «Прогноз», полярные сияния, солнечный ветер.

27 декабря 2011 г. исполняется 40 лет с начала первого советско-французского научного эксперимента в области исследования космического пространства. Точкой отсчета можно считать запуск 27 декабря 1971 г. советского искусственного спутника Земли (ИСЗ) «Ореол» с комплексом советской и французской научной аппаратуры. Целью этого эксперимента, получившего название АРКАД (*ARCADE*: *ARC* – дуга полярного сияния – авроры А, *DE* – плотность атмосферы), было исследование потоков заряженных частиц, вызывающих полярные сияния на высоте полета спутника и геомагнитные возмущения на Земле.

Это сотрудничество началось с визита в СССР в 1966 г. президента Франции Ш. де Голля. Он посетил полигон Байконур, ознакомился с работой его служб, после чего было подписано приложение к межправительственному соглашению о начале сотрудничества в космосе. В следующем 1967 г. во время визита во Францию президента Академии наук СССР М. В. Келдыша было достигнуто соглашение о совместном исследовании космического пространства. Французские исследователи предложили подготовить собственный спутник и оснастить его научной аппаратурой для исследования физических процессов в магнитосфере Земли. Этот проект получил название РОЗО

(ROSEAU). Французская сторона бралась за изготовление ИСЗ и разработку бортовой научной аппаратуры. Советские специалисты обязывалась выполнить ее предполетные испытания и вывод ИСЗ на орбиту с высоким апогеем советской ракетой-носителем. Обработку получаемых со спутника научных результатов и их анализ предлагалось вести совместно силами советских и французских ученых. Проект предлагалось выполнять на некоммерческой основе. До этого французские исследователи рассматривали планы запусков своих приборов на коммерческой основе на американских ИСЗ.

В предлагаемом варианте выполнения первого советско-французского космического эксперимента РОЗО были заинтересованы обе стороны. Советские исследователи могли получить новые научные результаты с помощью бортовых приборов, разработка и изготовление которых в СССР требовали многолетних усилий и значительных финансовых затрат. Кроме того, обработку на ЭВМ огромных массивов ожидаемой со спутника информации целесообразно было вести во французских вычислительных центрах, располагавших более мощным парком современных ЭВМ, чем в созданном в 1966 г. Институте космических исследований (ИКИ) АН СССР – головной советской организации для выполнения проекта РОЗО. Французская сторона была заинтересована в выведении на орбиту первого национального ИСЗ, полностью оснащенного собственными опытными научными бортовыми приборами. Космофизики Центра изучения космических излучений (*Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements, CESR*) в Тулузе могли пользоваться опытом советских исследователей, полученным ими за первые годы исследования космоса на третьем советском ИСЗ¹, «Космос-3,-5»², «Электрон-1,-3»³ и автоматических межпланетных станциях (АМС) «Луна-1,-2,-3»⁴.

В процессе подготовки проекта РОЗО выяснилось, что французская сторона не имеет возможности для его финансирования. В этой связи советская сторона предложила заменить этот проект менее затратным для CESR совместным экспериментом на малом ИСЗ «Космос». Кроме французской, на нем была запланирована установка и советской научной аппаратуры.

¹ Красовский В. И., Кушнир Ю. М., Бордовский Г. А., Захаров Г. Ф., Светлицкий Е. М. Обнаружение корпускул при помощи третьего искусственного спутника Земли // Искусственные спутники Земли. 1958. № 2. С. 59–60.

² Красовский В. И., Гальперин Ю. И., Темный В. В., Мулярчик Т. М., Джорджио Н. В., Маров М. Я., Болюнова А. Д. Некоторые новые результаты геофизических исследований при помощи спутников «Космос-3» и «Космос-5» // Геомагнетизм и аэронавигация. 1963. Т. 3. № 3. С. 408–416; Temny V. V. Atlas of Intensity Distributions of Trapped Corpuscles Measured by the COSMOS-3 and COSMOS-5 Satellites // Space Research. 1964. Vol. 4. P. 489–497; Temny V. V. High Energy Particles // Space Research. 1965. Vol. 5. P. 582–587; Темный В. В. История экспериментальных исследований космического пространства. Часть 1. Первое десятилетие космической эры: геокосмос // Историко-астрономические исследования. 2002. Вып. 27. С. 157–200.

³ Bolunova, A. D., Vaisberg, O. L., Galperin, Y. I., Potapov, B. P., Temny, V. V., Shuiskaya, F. K. Investigation of Corpuscles on the “Electron-1” and “Electron-3” Satellite // Space Research. 1966. Vol. 6. P. 649–661.

⁴ Грингауз К. И., Курт В. Г., Мороз В. И., Шкловский И. С. Ионизованный газ и энергичные электроны в окрестности Земли и в межпланетном пространстве // Искусственные спутники Земли. 1961. Вып. 5. С. 24–29; Долгинов Ш. Ш., Пушкин Н. В. Исследования магнитных полей Земли и планет // Успехи СССР в исследовании космического пространства. Первое космическое десятилетие: 1957–1967 гг. / Ред. З. К. Соколовская. М., 1968. С. 173.

С 1962 г. спутники этой серии выводились на орбиты с высотой апогея до 1600 км и углом наклона плоскости орбиты к экватору 49° с полигона Капустин Яр ракетами-носителями производства Южного машиностроительного завода в Днепропетровске.

С 1968 г. ИСЗ этой серии стали выводиться с полигона Плесецк на приполярные орбиты с углом наклона их плоскости к экватору 71° . На них появилась возможность исследовать саму зону полярных сияний, центрированную на геомагнитную широту $\sim 67^\circ$. Прежние орбиты с углом наклона 49° лишь приближались к этой зоне, достигая геомагнитной широты $60,5^\circ$ из-за угла наклона геомагнитного диполя относительно географической оси Земли, равного $11,5^\circ$. Первым научным ИСЗ, выведенным на такую приполярную орбиту 20 декабря 1968 г., стал «Космос-261». Это был первый научный проект на ИСЗ, подготовленный за первые три года существования ИКИ АН СССР. Спутник был полностью оснащен отечественной научной аппаратурой, предназначенной для исследования полярных сияний. Руководил экспериментом заведующий лабораторией полярных сияний ИКИ Ю. И. Гальперин. По заданию этой лаборатории весь комплект научных бортовых приборов был разработан и изготовлен в Союзном научно-исследовательском институте приборостроения (СНИИП) Министерства среднего машиностроения. Эта организация оказалась единственной, которая взялась за разработку и изготовление на своем производстве новых опытных бортовых спектрометров для ИСЗ. Работа под названием «Вальдшнеп» велась в отделе, которым заведовал И. П. Карпинский. Разработка электронных частей приборов проводилась в лабораториях отдела, которыми руководили Б. И. Хазанов и Л. С. Горн. В лаборатории О. В. Козлова, которого позже сменил Б. В. Поленов, создавались детекторные блоки спектрометров. Конструирование бортовых приборов проводилось в отделе, которым руководил А. В. Шифрин.

Научные результаты этого проекта были первыми включены в программу созданного по инициативе Келдыша Совета «Интеркосмос» АН СССР. Его председатель академик Б. Н. Петров привлек к участию в проекте «Интеркосмос» геофизиков социалистических стран. На рабочих встречах в Берлине и Ростове в марте 1969 г. были подготовлены материалы для докладов на XIII Ассамблее КОСПАР – единственной проведенной в нашей стране в Ленинграде в июне 1970 г. под председательством Келдыша. Только после успешного выполнения эксперимента на «Космосе-261» и повторного эксперимента на «Космосе-348» 13 июня 1970 г. Совет «Интеркосмос» предложил французским космофизикам осуществить подобный научный проект на низкоорбитальном ИСЗ этой серии. Этот совместный проект (АРКАД) был подготовлен Гальпериным и профессором *CESR* Ф. Камбу (*F. Cambou*). Измерениями плотности ионосферы в эксперименте руководил заведующий лабораторией ИКИ В. Г. Истомин.

В ноябре 1969 г. под руководством председателя «Интеркосмоса» Петрова в Париж была направлена делегация советских специалистов для подготовки протоколов и планов-графиков совместных научных экспериментов АРКАД, КАЛИПСО, СНЕГ («солнечные нейтроны и гамма-излучение», французский вариант названия *SIGNE*). АРКАД был запланирован на ИСЗ «Космос-ДС» производства днепропетровского Южного машиностроительного



*Академик Борис Николаевич Петров –
председатель Совета «Интеркосмос» с
1966 по 1980 год.*

завода (Южмаш, директор – академик М. К. Янгель). Он готовился к запуску конструкторским бюро «Южное» (КБЮ, руководитель – член-корреспондент АН СССР В. М. Ковтуненко) при Южмаше. Заместитель директора ИКИ Ю. К. Ходарев руководил специалистами института. Их было четверо: начальник комплексного отдела Е. М. Васильев, старший научный сотрудник В. В. Темный (по проекту АРКАД), заведующий сектором О. Л. Вайсберг (по эксперименту КАЛИПСО) и заведующий сектором Н. Ф. Писаренко (по эксперименту СНЕГ). Инженерную часть французского эксперимента АРКАД вел Ж.-М. Гиядер (*J.-M. Guiyader*). Ведущими исследователями от *CESR* были назначены: по эксперименту КАЛИПСО Г. Рэм (*H. Reme*), по эксперименту СНЕГ – Ф. Камбу. Два последних эксперимента планировалось провести на высокоапогейном ИСЗ «Прогноз», запуск которого откладывался еще с 1966 г. Делегацией Конст-

рукторского бюро «Южное» из двух ведущих сотрудников – В. М. Лысенко и И. А. Вовк руководил В. М. Ковтуненко. Он был представлен как профессор Днепропетровского университета. Секретность работ того времени Южмаша и КБЮ по ракетно-космической тематике не позволяла открыть истинные должности сотрудников этих организаций. И поскольку Днепропетровск был закрыт для иностранцев, то и проведение всех подготовительных работ по испытаниям советско-французского комплекса приборов проекта АРКАД в КБЮ и на Южмаше обязывались выполнить отечественные специалисты. Работы на полигоне при запуске спутника тоже ложились на них. Это же планировалось и при выполнении экспериментов КАЛИПСО и СНЕГ, но уже в Москве.

Во время четырехдневной работы в Париже по подготовке планов-графиков предстоящих работ параллельно автору статьи удалось провести обсуждения научных проблем с коллективом лаборатории космических лучей, выступить с докладом во французском ядерном центре Сакле об оригинальной методике регистрации низкоэнергичных электронов на ИСЗ «Космос-261,-348», посетить Парижский университет. На два последних дня французская сторона организовала поездку советской делегации в Тулузу в *CESR*. Там она была ознакомлена с прототипами научных бортовых приборов, которые брались разработать и изготовить французские специалисты. На стендах демонстрировалось оборудование, уже использовавшееся на высотных аэростатах.



В перерыве между заседаниями рабочей группы в Ростке по обсуждению результатов ИСЗ КОСМОС-261. Март 1969 г. Справа налево: д-р Вагнер – директор Геофизического института в Потсдаме, В. В. Темный – сотрудник ИКИ АН СССР

Деловое общение с французскими космофизиками проходило легко и непринужденно. В рамках проекта АРКАД удалось убедить Камбу в необходимости синхронизовать циклы переключения на борту спутника советских и французских спектрометров с тем, чтобы одновременные измерения спектров заряженных частиц давали возможность получать их взаимодополняющие спектры. Хотя это и влекло за собой дополнительные финансовые затраты французской стороны, для внесения соответствующих изменений в оборудование оказалось достаточным лишь факсимильного сообщения на фирму-производитель, располагавшуюся в Бельгии. В нашей стране принятие такого изменения потребовало бы месячных согласований и множества подписей.

К середине 1970 г. французские специалисты поставили в ИКИ комплект своей аппаратуры для ее тестирования с участием советских специалистов. Вместе с ней была доставлена и французская вакуумная камера для проверки работы приборов под такими пучками ионов, которые должны были измеряться на орбите. Испытания проводились в недавно построенном, но еще не оборудованном здании ИКИ, где для них было срочно подготовлено одно из помещений. Проверка аппаратуры была выполнена в течение недели. Вся дальнейшая работа с ней на заводе и полигоне ложилась на плечи сотрудников ИКИ. Оказалось, что французские участники эксперимента не оставляют рабочей документации для ремонта своей аппаратуры. Предполагалось, что при возникновении неполадок во время испытаний в днепропетровском КБ и на заводе бортовые приборы будут доставляться в ИКИ для ремонта вызываемыми из Тулузы специалистами. Такой порядок взаимодействия был обусловлен закрытостью для иностранцев и самого города Днепропетровска, и тем более его ракетных предприятий. Возникло логичное предложение

включить в состав рабочей группы, по крайней мере для подготовки проекта АРКАД, инженеров СНИИП, где разрабатывались бортовые приборы нашей части научного комплекса. На такую работу с иностранцами требовалось согласие министра среднего машиностроения Е. П. Славского. Председатель «Интеркосмоса» Петров направил ему письмо с просьбой дать согласие на проведение такой работы сотрудниками его закрытого ведомства. Реакция Славского – бывшего буденовского конника, награжденного во время Гражданской войны красными шароварами и руководившего созданием советской атомной бомбы, – была своеобразной. Двумя карандашами – синим и красным – он начертил на письме две резолюции: синим – «МОИХ ЛЮДЕЙ В ПАРИЖ?» и красным – «НИКОГДА!». Знал ли он, что начальник того отдела СНИИП, который руководил разработкой наших приборов, окончил перед войной Сорбонну? Министру это было не важно. Физикам пришлось взять на себя эту несвойственную им работу. Группа проекта АРКАД была усилена физиком Р. А. Ковражкиным, инженерами И. В. Зуевым и Ю. В. Лисаковым. В результате в условиях режимных предприятий Южмаша, КБЮ, куда впервые попали на испытания бортовые иностранные приборы без общепринятой на этих предприятиях документации, работу удалось выполнить без отъезда в Москву французских приборов. Трудности испытаний всего советско-французского комплекса удалось преодолеть.

Подготовка к запуску спутника с научной аппаратурой по проекту АРКАД на полигоне Плесецк прошла намного легче. Спутник назвали почему-то «Ореол». Его запуск состоялся 27 декабря 1971 г. Из-за закрытости этого полигона французской стороне сообщили, что космический аппарат был выведен на приполярную орбиту с полигона Капустин Яр (в низовьях притока Волги – Ахтубы). Началась совместная обработка показаний приборов. Научные результаты публиковались в отечественных и зарубежных научных изданиях и докладывались на международных конференциях в соавторстве советских и французских геофизиков. В развитие этого научного проекта в 1970–1980-е гг. на приполярные орбиты были запущены еще два спутника – «Ореол-2» в 1974-м и «Ореол-3» в 1981 г. Руководили этими проектами также Гальперин и Камбу.

Через полгода – летом 1972 г. – начался эксперимент по измерению потоков солнечного ветра отечественными спектрометрами на ИСЗ «Прогноз-1» и «Прогноз-2». Впервые отечественные исследователи получили возможность определять количественные параметры солнечного ветра. Французский спектрометр проекта КАЛИПСО на «Прогнозе-1» удачно расширил возможности этого эксперимента. Первые два месяца бортовых измерений дали возможность экспериментаторам отработать методику определения параметров невозмущенного солнечного ветра, совмещая показания французского и отечественных спектрометров, установленных на «Прогнозе-1» и «Прогнозе-2».

В августе 1972 г. произошло уникальное природное событие. На Солнце произошли три гигантские вспышки. От них к орбите Земли пришли три межпланетных ударные волны, за которыми следовала плотная горячая плазма. Изучение этих событий потребовало объединения усилий семи научных групп, участвовавших в экспериментах на спутниках «Прогноз-1» и «Прогноз-2» – двух групп проекта КАЛИПСО – отечественной Вайсберга из ИКИ

и французской Рэма из *CESR*, группы плазменного эксперимента К. И. Грингауза (ИКИ), группы радиофизического эксперимента В. П. Григорьевой (Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга МГУ (ГАИШ МГУ), группы магнитометрического Е. Г. Ерошенко (Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова АН СССР (ИЗМИРАН), двух ядерно-космических групп: А. И. Сладковой (Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д. В. Скобельцына МГУ (НИИЯФ МГУ) и Н. Ф. Писаренко и В. Г. Истомина (ИКИ).

Совместная работа этих научных коллективов дала возможность получить более полную картину движения трех межпланетных ударных волн и следующей за ними горячей плазмы, чем это удалось американским и немецким исследователям по наблюдениям на космических аппаратах «Пионер-9», «Пионер-10» и «Гелиос». Итоговые результаты изучения этих событий были опубликованы в отечественных, французских, американских и английских научных журналах и цитировались многими зарубежными авторами⁵. Обзор исследования этих событий вошел в сборник статей⁶.

Совместные эксперименты с коллегами из *CESR* по изучению солнечного ветра продолжились еще на двух спутниках серии «Прогноз». В 1995 г. французские приборы были включены в состав комплекса научной аппаратуры международного проекта «Интербол» на третьем аппарате этой серии. Основной задачей этого эксперимента было исследование микроструктуры плазмы солнечного ветра в межпланетной среде и в переходной области между головной ударной волной Земли и магнитопаузой. Проблема проникновения плазмы солнечного ветра внутрь земной магнитосферы и ее взаимодействия с верхней атмосферой Земли и с геомагнитным полем не решена до сих пор.

Все начальные исследования – совместные с французскими космофизиками на спутниках серий «Ореол» и «Прогноз» держались на энтузиазме самих участников этих экспериментов. Такими же энтузиастами оказались и заместители директора ИКИ Г. А. Скуридин и Г. С. Нариманов. Научная группа Скуридина (В. Д. Плетнев, В. П. Шалимов, И. Н. Швачунов, Л. С. Чесалин) еще в 1966 г. обосновала научные задачи для трех ИСЗ, запускаемых одновременно на орбиты с высотами апогеев в 200 тыс. км. Эта группа подготовила научный проект под названием «Русская тройка». Линии апсид этих трех ИСЗ должны были вначале быть направлены:

- 1) вдоль линии Солнце-Земля,
- 2) в направлении от Солнца,
- 3) под углом 90° к этой линии.

⁵ d'Uston, C., Temny, V. V., Zastenker, G. N., Eroshenko, E. G., Bosqued, J.-M., Vaisberg, O. L., Cambou, F. Energetic Properties of Interplanetary Plasma at the Earth Following the August 4, 1972 Solar Flare // *Solar Physics*. 1977. Vol. 51. P. 217–225; Zastenker, G. N., Temny, V. V., d'Uston, C., Bosqued, J.-M. The Form and Energy of the Shock Waves from Solar Flares of August 2, 4 and 7 1972 // *Journal of Geophysical Research*. 1978. Vol. 83. No. A3. P. 1055–1041; Grigorieva, V. P., Zastenker, G. N., Temny, V. V. The Motion of Interplanetary Shock Wave Generated by Solar Flare on 4th August 1972 by Solar Wind and Type II Radioburst Observations // *Space Research*. 1976. Vol. 16. P. 693–698.

⁶ Застенкер Г. Н., Темный В. В. Ударные волны в околоземном пространстве и межпланетной среде // *Успехи Советского Союза в исследовании космического пространства. Второе космическое десятилетие. 1967–1977 гг.* / Ред. З. К. Соколова. М., 1978. С. 178–208.



Доктор Г. Рэм дает пояснения к стенду с иллюстрациями баллонных запусков аппаратуры для измерения рентгеновского излучения. Справа налево: Г. Рэм (CESR), Б. Н. Петров (председатель Совета «Интеркосмос»), Н. Ф. Писаренко (ИКИ), А. В. Вовк (КБ «Южное»), В. В. Темный (ИКИ АН СССР), сотрудник «Интеркосмоса»

Выполнение этого проекта задержалось на шесть лет из-за ожидания ракет-носителей. Без невероятных усилий Нариманова и его ведущего сотрудника С. И. Карманова вряд ли состоялись предполетные испытания и запуски научных спутников серии «Прогноз»⁷. Включение Советом «Интеркосмос» в состав научной аппаратуры трех французских приборов обеспечило этому проекту международный статус. В дальнейшем на спутниках этой серии размещались французские научные приборы наряду с приборами и других стран. Высокий научный авторитет председателя Совета «Интеркосмоса» Петрова и выдающиеся организационные способности его заместителя В. С. Верещетина обеспечили в течение 11 лет запуск более 20 научных спутников серии «Ин-

⁷ Темный В. В., Карманов С. И. Тридцатилетие космической программы «Прогноз» // X Московский международный симпозиум по истории авиации и космонавтики. Тезисы докладов. М., 1995. С. 114–116.



Пояснения принципа работы французской платформы с поворотным устройством для трех детекторов рентгеновского излучения, запускавшихся на баллонах. Слева направо Ж.-М. Гиядер (CESR), В. В. Темный и Н. Ф. Писаренко (ИКИ АН СССР)

теркосмос» и восьми высотных исследовательских ракет типа «Вертикаль». Выполнение национальных программ на спутниках «Космос», «Метеор», автоматических станций «Прогноз» дополнялось научными инструментами, разрабатывавшихся специалистами социалистических стран и Франции. За эти годы (1978–1979) при активном участии «Интеркосмоса» состоялись запуски на орбиту четырех международных экипажей на кораблях серии «Союз». В их составах вместе с советскими космонавтами были космонавты ЧССР, ПНР, ГДР и НРБ⁸. Преждевременный уход из жизни Петрова в 1980 г. привел к сокращению активности Совета «Интеркосмос» в организации международных научных космических проектов. Головной институт по на-

⁸ Петрунин С. В. Советско-французское сотрудничество в космосе // <http://lib.rus.ec/b/172586/read>.

учным исследованиям космического пространства ИКИ АН СССР (с 1990 г. – ИКИ РАН) стал практически монополистом в выполнении международных научных космических проектов. Отсутствие в СССР и России в эти годы такой координирующей организации, как ранее существовавший Межведомственный научно-технический совет по космическим исследованиям под председательством Келдыша не давало возможности формировать крупные национальные проекты. Участие в них таких ведущих научных институтов, как Ленинградский (Санкт-Петербургский) физико-технический, московские физико-технический и инженерно-физический, ФИАН, ИЗМИРАН, ИАЭ, ОИЯИ, НИИЯФ и ГАИШ МГУ стало ограниченным. Возможно, что в этом кроется причина нашего катастрофического отставания в исследованиях ближнего и дальнего космоса от американской программы, руководимой НАСА. Любые успешно выполненные программы в «прорывных» областях научных исследований не могут подменить планомерно развиваемые фундаментальные проекты. Примером может служить обследование всех планет Солнечной системы космическими аппаратами «Пионер-9,-10» и «Вояджер-1,-2» и внеэклиптических областей Солнца космическим аппарат «Улисс». В нашей стране до сих пор выполняется программа исследования планет земной группы, подготовленная Келдышем еще в 60-е гг. прошлого столетия. После успешных миссий «Вояджер-1,-2» к планетам-гигантам Солнечной системы даже успешное повторение этих миссий вряд ли принесет новые открытия⁹. Кооперация с промышленными фирмами – изготовителями бортовых научных приборов нарушена в постсоветские времена из-за развала их технической базы производства. К концу прошлого столетия исследования космоса потеряли былую актуальность. Закончился энтузиазм исследователей космофизиков в постсоветский период. Многие оставили научную работу, некоторые эмигрировали. В российских космических программах стала преобладать техническая космонавтика. Отсутствие лидера национальных космических научных исследований, подобного Келдышу, приводит к конкурентной борьбе руководителей научных институтов за возможность выполнения собственных научных проектов часто без учета мировых достижений в исследовании космоса¹⁰. Возродится ли полноценное сотрудничество с Францией в исследовании геокосмоса, межпланетного пространства и окружений планет Солнечной системы? Ответ на этот вопрос может определяться согласованной политикой отечественного научного сообщества и техническими возможностями нашей космонавтики.

⁹ Темный В. В. Космические исследования and Space Research. Историческое развитие и результаты // Годичная научная конференция ИИЕТ РАН. 2010. М., 2011. С. 273–277.

¹⁰ Галимов Э. М. Замыслы и просчеты. Фундаментальные космические исследования в России последнего десятилетия. Двадцать лет бесплодных усилий. М., 2010.