





---

ИНСТИТУТ  
КОСМИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
РАН

50 ЛЕТ  
ИНСТИТУТУ  
КОСМИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ  
НАУК

---

**ОБРАТНЫЙ  
ОТСЧЕТ...  
3**

МОСКВА  
2015

Руководитель издания  
Редактор-составитель  
при участии

Ю. И. Зайцев  
С. Е. Виноградова  
С. В. Васюкова

Художественное решение

Ю. И. Зайцева  
В. М. Давыдов  
А. Н. Захаров

Редактор  
Вёрстка  
при участии в подготовке иллюстраций

В. С. Корниленко  
Н. Ю. Комарова  
А. Н. Захарова  
Е. О. Кораблёвой

Руководство Института выражает  
искреннюю признательность всем авторам,  
представившим свои материалы

Ответственность за достоверность  
приведённых в материалах сведений  
несут их авторы

Иллюстрации предоставлены авторами

Точка зрения дирекции ИКИ РАН  
не всегда совпадает с мнением авторов

Перепечатка материалов только с разрешения  
дирекции ИКИ РАН

Издание осуществлено на некоммерческой основе



# ПРЕДИСЛОВИЕ К ПОСЛЕСЛОВИЮ

---

Л.М. Зеленый

## ИНТЕРВЬЮ С ДИРЕКТОРОМ ИКИ РАН, АКАДЕМИКОМ ЛЬВОВ МАТВЕЕВИЧЕМ ЗЕЛЕНЫМ

— Лев Матвеевич, с чего вообще началось ваше увлечение физикой?

— Когда я был в седьмом классе, к нам в школу пришла новая учительница математики и обратила на меня внимание, хотя я тогда математикой особо не интересовался, мне нравилась география. Однажды она пришла к моим родителям и сказала, что я — способный ребёнок, но, если мной не будут заниматься, то непонятно, чем всё может кончиться. Дело в том, что мы жили в центре Москвы, в районе около Палашёвского рынка, там была довольно хулиганская (в хорошем смысле) обстановка, и я, вырвавшись к пятому классу из-под опеки родителей, всё больше времени проводил на улице.

И тогда родители занялись вплотную моим воспитанием. Я начал заниматься в математическом кружке при Университете, в отличие от школы мне было там очень интересно, и я все остальные уличные увлечения быстро забросил. И, когда закончил восьмой класс, решил поступать в математическую школу. Тогда было несколько престижных математических школ. Одна — в Измайлово, № 444, другая — № 2, в районе, где сейчас универмаг «Москва», и была ещё одна, самая интересная, — № 7, которая была связана с Колмогоровым. Я участвовал в олимпиадах, без особого рвения, но во второй тур проходил. И школы № 2 и № 7 прислали мне приглашение, но я почему-то хотел в № 444, мне там больше понравилось.

Я пришёл на собеседование, там посмотрели мой дневник и сказали, что, наверно, раз у меня четвёрка по поведению, они меня не возьмут, потому что у них там работают на ламповых вычислительных машинах, а я буду плохо себя вести и лампы разобью. Я спросил, возьмут они меня, всё-таки, или не возьмут, а то у меня ещё из школы № 7 приглашение. Они попросили его показать, вышли с ним, а через пять минут вернулись и сказали: «Всё, ты принят!»

И вот я стал учиться в этой школе. Мне хотелось заниматься математикой. Но у нас был очень хороший преподаватель по электротехнике, мы изучали с ним газовый разряд. Это тоже плазма, но холодная. И мне так понравилось, что постепенно физикой я начал интересоваться больше.

И завуч, главный идеолог этой школы, Семён Исаакович Шварцбург, всё время говорил мне: «Ты должен поступать на мехмат! Ты должен поступать на мехмат!» А я отвечал: «Нет, я хочу на Физтех<sup>1</sup>!»

Когда оканчивал школу, в 1966 году, одиннадцатилетнее образование отменили. И школу окончили одновременно и одиннадцатые, и десятые классы. В Физтехе был двойной конкурс — пятнадцать человек на место. Но я поступил.

Как ни странно, по математике я решил не просто все задачи, а оба варианта, за что получил «пять с плюсом». С физикой было сложнее, всё-таки у меня математический

---

<sup>1</sup> Физтех (неофиц.) — Московский физико-технический институт (МФТИ) (ныне Московский физико-технический институт (государственный университет), МФТИ).

склад ума. Там была задача, фактически о конусе Маха, простейшая, если знать, что это такое, как я уже потом понял, но в школе физику преподавали плохо, и я не знал её решения. И написал огромное уравнение, которое едва успел решить.

Экзаменатор удивился, когда увидел его, и хотел мне ставить двойку. Но когда я объяснил, ему понравилось, что я сам заново «изобрёл» формулу Маха для решения задачи. Я делал всё правильно, хотя и не успел закончить. Мне поставили «четвёрку», я получил восемнадцать баллов, что оказалось достаточным для поступления.

Тут началась совсем другая жизнь, но со школьными друзьями мы до сих пор очень дружим, встречаемся несколько раз в год. Школа действительно была хорошая, и многие мои одноклассники стали известными математиками.

В Физтехе мне очень понравилось. Москвичам тогда предоставляли общежитие, поскольку институт находится в Долгопрудном, дорога занимала час-полтора. И меня подселили к одному старшекурснику, он был на шестом или на пятом курсе, считался местной знаменитостью, уже начинал диссертацию писать. Звали его Владимир Фортов. Такая, вот, ирония судьбы.

Не уезжая на выходные, я с ним прожил несколько недель, и он поэтому смотрел на меня вопросительно. А у меня уже было несколько друзей, с которыми мы тогда собирались позаниматься, вместе готовились. На первом курсе трудно было. Мне, правда, было немного легче, потому что я учился в матшколе, мы там уже многое умели.

Через некоторое время Фортов пошёл на студсовет и сказал, что на первый курс поступили замечательные ребята, которые уже серьёзно занимаются, и предложил нас поселить отдельно, чтобы создать нам условия для научной работы, это было совершенно не типично. Но Фортов был очень уважаемым человеком, его послушали. И нам на четверых дали отдельную комнату.

Дальше наши пути разошлись. Только потом, в восьмидесятые годы, мы опять встретились и сейчас работаем вместе в Президиуме РАН.

Учиться было интересно, но я ещё не знал, чем хочу заниматься. Космос, конечно, меня интересовал. Помню, была большая статья в «Технике молодёжи» Иосифа Самойловича Шкловского (переработка его научной статьи) про то, что, по его расчётам торможения в пространстве, спутники Марса Фобос и Деймос должны быть полыми объектами. И долго бытовала версия, что, раз они полые, то, значит, они рукотворны, и сделаны марсианами. Это всё захватило воображение...

— *А как Вы попали в Институт космических исследований (ИКИ)?*

— Видимо, это судьба. Очень интересно, когда происходят какие-то события, которые меняют жизнь, ощущает ли человек зов будущего в этот момент, или нет. Я всё вспоминал, что я делал и где был 15 мая 1965 года, ощутил ли я что-нибудь.

Именно в этот день постановлением Совета Министров СССР было одобрено предложение АН СССР о создании ИКИ.

Что-то всё-таки было. В 1969 году я как-то проходил по коридору в Физтехе, увидел объявление о наборе на новую кафедру «Космическая физика». Там сидел человек в красном галстуке. Помню его как сейчас. Я просто зашёл, мне было интересно. Он сказал: «Садитесь, напишите уравнение Максвелла». Я написал. Он задавал вопросы, а я на них отвечал. Он сказал: «Хорошо, мы вас берём на новую кафедру». Выяснилось, что я был одним из немногих, кто все четыре уравнения Максвелла написал без

ошибок. Я сказал: «Да нет, спасибо! Я пока не собираюсь, я и так на очень хорошей кафедре».

Я работал тогда в НИИ ТП<sup>1</sup>, который сейчас называется Центром Келдыша, в том самом институте, где делали «Катюши», до войны он ещё назывался РНИИ<sup>2</sup>. Я был в отделе, который занимался ядерными ракетными двигателями. Это казалось вершиной всей науки. Я не хотел куда-то уходить.

А этот человек, его звали Леонид Львович Ваньян, меня включил в список, и, как выяснилось, список этот куда-то отдал. И я фигурировал среди тех, кого он хочет взять, и это меня потом спасло.

14 апреля 1969 года мы с товарищем пошли гулять по Москве, на площадь Маяковского. И я вдруг вспомнил, что в 1960-е годы в день смерти Маяковского там устраивались литературные вечера, Евтушенко и Вознесенский читали стихи. Я в детстве жил рядом и часто ходил туда, и теперь вспомнил, что это — тот же день, и мы решили посмотреть, что там делается интересного. Но было уже другое время: после истории с Чехословакией в 1968 году началось закручивание гаек, поэтические митинги запретили. Но мы этого не знали.

Там была странная атмосфера, бегали люди, их ловила милиция, кто-то влезал на памятник, читал стихи, его стаскивали...

Мы с другом, Володей Паршевым, просто стояли, и, видимо, выделялись — он был ещё выше меня. В какой-то момент нас просто подошли и арестовали. Отвезли в милицию, долго расспрашивали, но мы ничего не делали, нам инкриминировать ничего было нельзя. Поэтому они записали наши фамилии и отпустили.

Я про это забыл, но, как потом выяснилось, в Физтехе действовала антисоветская ячейка, как теперь её можно назвать, которую основала Новодворская. И ребята оттуда во Дворце Съездов разбросали знаменитые листовки «две тысячи слов» против вторжения в Чехословакию. Я мало кого из них знал, но в органах это всё свели в одно дело и осенью 1969 года прислали в Физтех письмо, что в институте действует разветвлённая диссидентская организация, и это большой недостаток воспитательной работы. И всех начали отчислять. И нас заодно тоже. Но большинство комсомольцев встало на нашу защиту, и нас в итоге не отчислили. Но политическое доверие мы потеряли. Меня вызвали в деканат и сказали, что я должен уйти из секретного НИИ ТП и что образовался какой-то новый институт, где очень хотят, чтобы я пришёл. Поставили перед выбором: или идти на улицу, или уйти туда.

Я не очень хотел переходить, но деваться было некуда, и мы перешли на базу в ИКИ. Только через лет десять стало ясно, как мне повезло. Мои однокурсники, которые остались в НИИ ТП, сильно захирели. Выяснилось, что ядерный двигатель сделать, может быть, и можно, но испытать в реалиях тех лет было практически невозможно. И это направление на долгое время заглохло — только недавно возродилась вторая волна интереса к ядерному двигателю для космоса.

Когда первый раз мы приехали в ИКИ, я помню, главного здания ещё не было, были только «стекляшки», станции метро ещё тоже не было, от депо мы шли пешком, долго бродили и заблудились. Только со второго раза мы попали туда, когда нам уже нарисовали, как идти.

<sup>1</sup> НИИ ТП — Научно-исследовательский институт тепловых процессов.

<sup>2</sup> РНИИ — Реактивный научно-исследовательский институт.

И вот первый раз я переступил порог ИКИ. Сотрудники института (Вайсберг, Ершкович, Ваньян, Леонас) читали интересные лекции, мне постепенно стало очень нравиться, и я увлёкся космической физикой. Особенно вдохновляло меня недавно обнаруженное романтическое и красивое явление — солнечный ветер... В 1972 году мы стали вторым выпуском этой кафедры — «Космическая физика», выпускников которой теперь работает в ИКИ, наверное, почти полиинститута.

Началась моя жизнь в этих стенах. Научным руководителем был Леонид Львович Ваньян, первый основатель кафедры. Его предупредили о моей сложной истории, когда он меня брал. Однажды, когда я сидел у него, ему позвонили из какой-то проверяющей инстанции. Я понял по разговору. И он начал меня всячески хвалить, защитил меня, потому что мной всё ещё продолжали «интересоваться».

Я получил красный диплом. Написал много статей перед этим. Но у Ваньяна мне нравилось всё меньше, потому что задачи были скучные. Это была не плазма, а электродинамика, а плазма — это и электродинамика, и движение частиц — всё гораздо сложнее. Я даже хотел уйти в ФИАН<sup>1</sup> или в ГАИШ<sup>2</sup>, где был сектор космической электродинамики. Но этого не получилось, студентом мне не советовали туда переходить, потому что там было нереально остаться на постоянное место работы.

В 1972 году я окончил институт, а в 1973-м тут произошла «революция», и пришёл новый директор — Роальд Зиннурович Сагдеев. Затишье кончилось, началась эра бурных перемен.

Я был в Совете молодых учёных, организовывал лекции выдающихся институтских деятелей науки и пришёл к Сагдееву (он тогда меня ещё не знал), и попросил его выступить с лекцией для молодёжи. Он согласился, лекция называлась «Специфика космических исследований». Мы повесили маленькое объявление, рассчитывали, что будет человек сорок молодых специалистов — пришёл новый директор и все умирали от любопытства, что нового будет в институте.

Он зашёл в зал, а там собрались практически все сотрудники ИКИ, и чуть ли не на люстрах висели. И он посмотрел в зал и сказал: «Я рад всех вас здесь видеть, но сейчас рабочее время, а это лекция для молодых учёных. Если бы я мог, я бы распустил всех вас через отдел кадров, а потом некоторых взял снова, уверяю вас, очень многих, кто сейчас в зале, здесь бы не оказалось».

Интересное было время.

— *Был кто-нибудь, кто повлиял на вас как на учёного?*

— Да, конечно был. С Сагдеевым пришёл его любимый ученик, очень молодое тогда дарование, Альберт Абубакирович Галеев, он очень рано защитил докторскую диссертацию. И Галеев должен был стать начальником отдела, где я тогда работал. Уже было понятно, что часть народа не вписывается в профиль института, каким его видел Сагдеев, в итоге лаборатория Ваньяна, где я был, должна была перейти в Институт океанологии. Я тоже думал, что мне придётся переходить, но сложилось по-другому.

---

<sup>1</sup> ФИАН — Физический институт Академии наук СССР (ныне Российской академии наук).

<sup>2</sup> ГАИШ — Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга.

Я интересовался плазмой, изучил все труды Галеева и Сагдеева. У них есть такая основополагающая монография — «Вопросы теории плазмы»<sup>1</sup>, посвящённая нелинейным плазменным явлениям — я её всю перепроверил, пересчитал и знал на тот момент лучше его, потому что Галеев её писал давно и уже какие-то детали забыл. Галеев, как будущий начальник отдела, делал у нас на семинаре доклад. Я подумал, что всё равно выгонят, и решил дать прощальный концерт — начал задавать какие-то вредные вопросы... В книге были некоторые ошибки, что-то он не учёл, где-то коэффициент потерял и т. д. Он не ожидал такого, удивился, думал, что тут никто ничего не понимает. Но ему это понравилось. Потом он меня вызвал к себе, сказал: «Я вижу, вы тут претендуете на то, что знаете физику плазмы не хуже, чем я. Вот, решите такую „простенькую“ задачу». И дал мне совсем не простенькую задачу, но я её довольно быстро решил. Так началось наше с ним сотрудничество.

Галеев — великий человек, гениальный во многих отношениях. Когда я с ним познакомился, он продемонстрировал некую широту, отсутствие комплексов: средний учёный за такое поведение меня бы просто выгнал за дверь, близко к себе бы не подпустил, а ему понравилось, видимо, он сам любил похулиганить.

Уже потом люди, которые знали меня, знали ещё одного его близкого ученика Володю Красносельского, но не знали, что мы оба были учениками Галеева, как-то сказали Володе: «У тебя стиль выступления на Зеленого похож...» Уже потом я понял, что неявно для себя мы оба воспроизводили стиль выступлений Галеева. Он очень ярко делал доклады. Рисовал прекрасные «прозрачки», всё понятно и вдохновенно объяснял.

Он очень быстро всё схватывал и мгновенно понимал. Я иногда приходил к нему, неделю что-то вычислял, начинал показывать, а он, быстро взглянув, говорил: «Я это всё понял, давайте результаты сразу. Вывод я уже вижу, покажите, что вы получили».

У меня тогда была тяжёлая моральная дилемма, потому что Ваньян, который меня поддерживал, хотел, чтобы я ушёл с ним. Но мне уже было не очень интересно то, чем он занимался. Всё-таки я выбрал физику плазмы и остался здесь, стал работать с Галеевым, решил несколько полезных задач и написал первую диссертацию. Она называлась довольно нахально: «Плазменные процессы в магнитосфере Земли». Мы с Галеевым написали пару десятков статей, одна из них очень знаменитая: открыли, что токовые слои — структуры магнитного поля в хвосте магнитосферы Земли — метастабильны. Они могут накапливать энергию, а потом взрываться. Мы доказали это свойство. Это и была моя диссертация.

Постепенно я начал работать уже сам по себе, у меня появились свои ученики. Многие из них теперь рассеяны по всему миру.

Галеев подключил меня к проекту ИНТЕРБОЛ, который как раз был посвящён исследованиям многих процессов, которые я описывал в своей диссертации. До этого я был только теоретиком. А теперь стал участвовать в подготовке экспериментов, хотя приборов я никогда никаких не делал, но создавал некое логическое обоснование задач эксперимента.

В 1982 году в Болгарии в Пловдиве я организовал большую конференцию, которая называлась «Плазменные процессы в магнитосфере», так же, как и моя диссертация.

---

<sup>1</sup> Галеев А. А., Сагдеев Р. З. Вопросы теории плазмы. Вып. 7 / Под ред. М. А. Леонтовича. М.: Атомиздат, 1973.

Обсуждалось, какие явления на «Интерболе» нужно изучать, какие задачи там можно решить, чего ждать и т. д. И ещё несколько таких подготовительных конференций я организовал в Суздале. Ведь в проекте ИНТЕРБОЛ было четыре спутника, на каждом по десять с лишним приборов, у каждого прибора по десять создателей.

ИНТЕРБОЛ жил своей жизнью. Распался Советский Союз, а он всё ещё был на Земле. О нём начали говорить ещё в 1980-е, а улетел он только в 1995-м. Сагдеев к тому времени уже стал работать в Америке, передав бразды правления Галееву, а тот передал их потом мне. Конечно, в наступившую эпоху демократии директоров и заведующих отделами уже не назначали.

Были выборы и довольно серьёзная конкуренция за директорский пост.

И тут опять зигзаги судьбы: если бы Роальд Зиннурович не переехал в США, так бы всё и оставалось, я бы жил себе спокойно теоретиком, который иногда помогает экспериментаторам. Но тут всё перевернулось, и в жизни произошёл довольно серьёзный скачок: из старших научных сотрудников перепрыгнул в заведующего отделом, где больше ста человек, и все старше меня. Но я к тому моменту уже был доктором наук, работал со многими экспериментаторами, поэтому мне было легко. Нюансы тоже были: со многими людьми я был на «Вы», а они со мной на «ты», а когда я стал заведующим отделом, некоторые пытались перейти на «Вы», но я их категорически остановил, считая, что это было бы неправильно. Вот так в 1989 году я стал заведующим самым большим отделом в ИКИ, отделом физики космической плазмы.

Жванецкий как-то сказал: «Плохое в характере женщины от красоты, у мужчины — от таланта». В отделе 54 было много и тех и других — так что мне было нелегко. Надеюсь, что меня все правильно поймут.

Главное, что готовил 54-й отдел, это многоспутниковый международный проект ИНТЕРБОЛ. Проект был организован по принципу 2+2.

Два спутника на далёкой сильно вытянутой орбите (~200 тыс. км), два — на близкой авроральной орбите (~20 тыс. км). Два спутника серии «Прогноз» и два чешских субспутника серии «Магион».

Проект начался в 1995 году, в период полного развала государства — сейчас в это трудно поверить. И тут надо вспомнить Геннадия Михайловича Тамковича, заместителя директора, настоящего генерала и по званию, и по характеру, имевшего многочисленные связи в ракетной промышленности. Он был очень напористым, его невозможно было остановить. Поэтому в 1995 году мы запустили первую пару спутник-субспутник, а в 1996 — вторую. Запустили с космодрома в Плесецке. Не было никаких аварий, всё работало отлично. Это, конечно, были лучшие годы жизни. Олег Леонидович Вайсберг, наш филателист, организовал там выпуск специальных конвертов со спецгашением, посвящённым запуску «Интербола». Помню, мы с ним ходили в деревню, в почтовое отделение, штамповать эти конверты.

Хочется вспомнить ещё забавную историю, приключившуюся в 1996 году при запуске в Плесецке «Аврорального Зонда» вместе со спутником «Магион-5».

Приехав на космодром, мы обнаружили, что он переполнен какими-то высокопоставленными латиноамериканскими военными в пёстрой форме с галунами и эполетами. Они почти не говорили по-английски, но я в итоге выяснил, что Научно-производственное объединение (НПО) им. С. А. Лавочкина решило подзаработать и (ничего, конечно, не сказав ни сотрудникам ИКИ, ни научному руководству проекта) взялась

запустить по заказу Аргентины ещё один малый спутник для зондирования Земли. Всё было бы понятно, но латиноамериканские флаги, развешанные на космодроме, не были флагами Аргентины (я хорошо знал, как выглядит аргентинский флаг). Всё-таки я сумел получить объяснения от одного аргентинского полковника: «Это не флаг Аргентины и не аргентинский спутник. Спутник принадлежит провинции Кордова и, соответственно, флаг, который вы видите — это флаг нашей провинции, самой главной провинции Аргентины». Парад провинциальных суверенитетов, хорошо знакомый всем россиянам, оказался не только нашей болезнью.

Спутники «Интербол» успешно вышли на орбиту и проработали по российским меркам довольно долго — по пять-шесть лет. Это было замечательное время. Стало понятно, какое это было счастье, только когда спутники сгорели в атмосфере. И весь 54-й отдел вспоминает это далёкое время до сих пор. Потом уже нам так не везло. Проект — как грудной ребёнок: постоянно требовал внимания и заботы. Сыграли большую роль Георгий Наумович Застенкер, Слава Ковражкин, Михаил Могилевский, очень рано ушедший от нас Лев Песоцкий и его команда: Жанна Дикарева и Таня Лесина. Молодой тогда ещё сотрудник Анатолий Петрукович обеспечил проект необходимой и постоянно обновляемой базой ключевых физических параметров приводящихся измерений. Один зонд, как я уже говорил, назывался хвостовым, он летал далеко, на 200 тысячах километров, а другой — близко — на 20 тысячах. И у каждого был чешский субспутник. Они работали долго, постепенно орбита снижалась, и в итоге они сгорели в атмосфере.

Нам повезло. В том же 1996 году («Интербол» запустили летом) осенью запускали «Марс-96». Я хорошо помню этот ноябрьский день. На запуск я не попал, поскольку непосредственно не участвовал в проекте, а поехал в ЦУП (Центр управления полётами). У меня с утра было странное плохое предчувствие. И кто-то из иностранцев даже спросил меня, почему я такой мрачный в день столь давно ожидаемого запуска. «Марс-96» — это ведь был целый автобус с приборами, громадный аппарат, сейчас уже таких не делают.

Я уже писал об этом в воспоминаниях о Василии Ивановиче Морозе. Стало ясно в какой-то момент, что аппарат не вышел на орбиту. А в ИКИ, как всегда после запуска, готовились пышные празднества, столы ломились от закусок. И стоял Василий Иванович, он уже понял, что аппарат на орбиту не вышел и уже не выйдет, и я дословно помню единственные слова, сказанные им Инне Афаткиной — распорядителю этих торжеств: «Инна, сливай воду — банкета не будет». Это, конечно, был большой удар. Через несколько лет Василия Ивановича не стало. Он вложил страшно много сил в этот проект.

Я подобное испытал через много лет в 2011 году, когда почти то же самое произошло со следующей экспедицией к Марсу — проектом ФОБОС-ГРУНТ. Опять стояла мерзкая мрачная осень.

— *Каким образом из заведующего отделом Вы сразу стали директором?*

— Альберт Абубакирович Галеев заболел, у него ухудшилась память, стало ясно, что управлять институтом ему становится всё труднее, но он постарался успеть передать мне все «бразды правления». Галеев — не просто выдающийся учёный, но и замечательный человек. Он меня ничему специально не учил, но я очень много от него почерпнул. Так получилось, что я дважды стал его преемником: и как заведующий

отделом, и как директор. Он сам привёл меня в Академию наук и сказал, что ему трудно работать и что хотел бы, чтобы я заменил его.

Как только он заболел, вокруг института началось брожение. Было много академиков, желавших возглавить ИКИ. Тут надо отдать должное нашим икишникам, все сплотились вокруг меня. Возможно, действовали по известному американскому принципу: «Может быть он сукин сын, но это — наш сукин сын». Никто не хотел нового директора со стороны. И меня дружно выбрали, хотя ИКИ был тогда не самым дружным институтом. Всё-таки почти тридцать лет я к тому времени прожил в ИКИ, а «на всех икишных есть особый отпечаток».

Галееву, конечно, досталось самое трудное время. Но ни разу за десять лет его директорства не было такого, чтобы в институте не выплатили зарплату. Да, она была не очень большая, но регулярная. В России в это время шахтёры стучали касками на Горбатом мосту, и зарплаты во многих местах не видели месяцами.

Он так же проявил определённую политическую грамотность. Во время августовского путча 1991 года я был в Америке, пропустил все эти исторические события. А Галеев здесь поднял знамя «сопротивления» ГКЧП. Никто не знал тогда, чем это может кончиться. Потом стало ясно, что он выбрал правильную сторону. Поэтому у ИКИ в дальнейшем не было больших проблем с новым российским руководством. Сейчас, конечно, стало ясно, как всех нас обманули красивыми словами о свободе, демократии и борьбе с привилегиями.

Галееву досталось самое трудное время. Конечно, мы многое потеряли, особенно в последние годы, когда он болел, но в целом институт сохранили на плаву. ИКИ АН стал головным научным космическим институтом при Сагдееве, и за следующие десять лет мы это положение, хотя и с трудом, но всё-таки не утратили.

За это время, с 1990 по 2000, никаких крупных проектов, кроме нашего проекта ИНТЕРБОЛ и астрофизического проекта ГРАНАТ, в России не было. Людям в ИКИ, да и вообще в науке, было не очень комфортно, не было работы. Был кризис, и мы в нём оказались ещё не самыми активными. Довольно тяжёлые годы ельцинского безвременья.

Но потом, к середине 2000 годов, ситуация начала выправляться, появился проект ФОБОС-ГРУНТ, мы много и увлечённо им занимались.

Сейчас в институте работы столько, что не хватает научных сотрудников, а главное, инженеров, чтобы всю её переделать: и лунная программа, и марсианская программа, астрофизические исследования плюс солнечные и магнитосферные проекты. Кто-то, может быть, жалуется на тяжёлую жизнь без выходных, но те, кто помнит, что было, прикусывают язык. Лучше так, чем наоборот.

— *Значит, ИКИ движется вперёд широким шагом?*

— Развитие, как нас учили на уроках диалектики, происходит скачками. Тут же не обязательно двигаться линейно. Можно и нужно иногда вернуться назад — время на это у нас есть. За эти годы, например, в ИКИ развился мощный блок отделов во главе с Евгением Лупяном, занимающийся проблемами зондирования Земли из космоса, исследованиями состояния «лесов, полей и рек», течениями и загрязнениями океанов и морей.

1990-е годы были очень сложными, жизнь была очень мрачной. Следующий после ИНТЕРБОЛА — четырёхспутниковый проект КЛАСТЕР, подготовленный Европейским



космическим агентством. Приборов наших на нём не было, но я и Слава Ковражкин были приглашены туда как соисследователи. «Кластер» первый раз запустили в 1996 году, в то же время, что и авроральный «Интербол». Это был первый пробный запуск ракеты «Ариан», она потерпела крушение. Если в проекте ИНТЕРБОЛ было два плюс два спутника, то тут все четыре должны были работать вместе на малых расстояниях друг от друга. И вся эта уникальная техника грохнулась в болота британской Гвианы. Душераздирающие фотографии, где эти приборы в тине вытаскивают из воды, грязи и т.п.

У нас в этом же году произошла схожая авария с последней ступенью ракеты-носителя, выведившего на орбиту «Марс-96», но Европейское космическое агентство, в отличие от нас, напрягло и всего через четыре года мужественно повторило свой проект. Во второй раз они уже не стали связываться с «Арианом», а двумя запусками в 2000 году на ракете-носителе «Союз» с разгонным блоком «Фрегат» вывели все спутники в точности на нужную орбиту. Все четыре аппарата прекрасно работают до сих пор. И большое количество лично моих статей по физике космической плазмы в последние годы связано с этим замечательным проектом. Мы проверяем по измерениям, выполненным спутниками «Кластера», свои теоретические модели — благодаря нашим дружественным связям с европейскими учёными, несмотря на отсутствие отечественных экспериментов, мы не остались в изоляции от новых результатов и веяний. Но всегда, конечно, хочется получать такие результаты по данным с российских аппаратов. Многоспутниковое направление, начатое проектом ИНТЕРБОЛ, успешно развивается, и в марте 2015 года специалисты НАСА<sup>1</sup> запустили ещё одну такую связку — Magnetospheric Multiscale (MMS), где я надеюсь тоже поучаствовать в теоретической группе. Как мы видим, запускаются всё более и более сложные системы, быстро прогрессирует и техника измерений.

Нами был задуман ещё один проект, РОЙ, тоже система малых спутников на очень малых расстояниях, в десяток раз меньше, чем на «Кластере», чтобы измерить физику процессов не только на масштабах движения ионов, но и на электронных масштабах. Но этот проект, в отличие от MMS, существует пока только на бумаге.

Сегодня у нас пока намного больше планов, чем конкретных результатов. Если посмотреть на Федеральную космическую программу, которую сейчас с мучениями (связанными с финансовым кризисом) утверждают в правительстве, на ИКИ там приходится значительная часть проектов по разделу «Фундаментальные космические исследования». У нас есть лунная программа, четыре аппарата на это (2016–2025) десятилетие: посадочные аппараты, орбитальные аппараты, доставка грунта из полярных областей Луны. Есть мощная марсианская программа, по которой мы будем работать совместно с Европейским космическим агентством, эксперимент, который очень давно ждёт своей очереди — проект СПЕКТР-РЕНТГЕН-ГАММА — уже почти двенадцать лет ежегодно понемногу откладывался и в итоге дотянул до 2017 года.

Есть ещё два, пожалуй, самых интересных проекта, до которых пока руки не дошли. Один — по изучению спутника Юпитера — Европы, где под толстой коркой льда обнаружен океан солёной воды. Мы много раз подступались к этой задаче: сначала думали о посадочном аппарате на саму Европу, потом из-за проблем с высочайшей радиацией, захваченной Юпитером, решили лететь на Ганимед — следующий, более

---

<sup>1</sup> НАСА — Национальное управление по воздухоплаванию и исследованию космического пространства — National Aeronautics and Space Administration, NASA.

удалённый, спутник Юпитера. Недавнее открытие плюмов — горячих струй вещества, выбрасываемых в окружающее Европу пространства из трещин, возникших в толстом слое льда, скорее всего, приведёт к коррекции наших планов.

Другой проект — венерианский, мы начали в прошлом году обсуждать совместно с НАСА. К сожалению, из-за известных событий эта работа была приостановлена, но совсем недавно пришла хорошая новость, что НАСА предлагает возобновить обсуждения совместной комплексной экспедиции на Венеру.

Есть в наших планах также и проект РЕЗОНАНС, развивающий идеи проекта ИНТЕРБОЛ — то есть многозондовых измерений в космической плазме. РЕЗОНАНС — это тоже многоспутниковая система, но которой предстоит работать уже гораздо ближе к Земле и исследовать области в околоземном космическом пространстве, где горячая плазма встречается с холодной. Работа и здесь идёт очень непросто. Вначале мы хотели сделать два больших спутника, потом промышленность предложила нам изготовить четыре маленьких. Позже оказалось, что космическая платформа для них так и не была создана. Проект поэтому находится сейчас в промежуточном состоянии.

— *Как вам видится институт космических исследований в будущем? Как он будет развиваться, как он будет позиционироваться?*

— За прошедшие пятьдесят лет институт проходил через разные фазы жизнедеятельности. ИКИ АН СССР был создан как головное учреждение, где должны были собраться лучшие специалисты страны, занимающиеся научными экспериментами в космосе. Идея принадлежала Главному теоретику космонавтики и одновременно Президенту АН Мстиславу Всеволодовичу Келдышу и была горячо поддержана первым секретарём ЦК КПСС Никитой Сергеевичем Хрущёвым. И тогда было создано два подобных центра: ИКИ — по физическим исследованиям космоса и из космоса и, примерно на год раньше, Институт медико-биологических проблем, призванный разрешить сложнейшие и совершенно новые медицинские проблемы пилотируемой космонавтики. Первое время ИКИ не удавалось выполнять возложенную на него непростую миссию. Разные люди, пришедшие сюда, несли с собой память о предыдущей жизни и традициях организаций, из которых они пришли. Это мешало работе — различные подходы часто конфликтовали, и «плавильного котла» не получалось. Когда я студентом пришёл в ИКИ в 1969 году, сразу, с удивлением, увидел, что институт жутко фрагментирован, были разные группы, каждая вела свою политику и шла непрекращающаяся борьба всех против всех.

Всё это бушевало, конечно, высоко над головой студента четвёртого курса, и непосредственно от происходящего вокруг доносилось только эхо. Я замкнулся в кругу небольшой лаборатории Л. Л. Ваньяна и принялся за вычисления. К диплому удалось написать несколько неплохих, по крайней мере, для студента, статей. Как сейчас помню название первой из них — «О частотной дисперсии поперечной электропроводности ионосферной плазмы».

Потом в 1973 году в институт пришёл новый директор — Роальд Зиннурович Сагдеев, и постепенно ситуация стала выправляться, ему удалось привести ИКИ действительно к роли ведущего института по космическим исследованиям. И ИКИ стал не просто головным институтом, он стал центром международной активности, даже встречи по проекту СОЮЗ-АПОЛЛОН, который не имел к нам особенного отношения, всё равно

происходили здесь. В силу секретности во времена холодной войны все инженеры из королёвской фирмы «Энергия» и т. п. были оформлены сюда на работу и представлялись сотрудниками ИКИ. Все следующие проекты — ГРАНАТ, ИНТЕРБОЛ, где участвовало восемнадцать стран, ВЕГА («Венера» и «Галлей») — великий проект, любимое детище Сагдеева, — действительно подтвердили наш статус головного института.

В 1990-е годы всё и в стране, и в науке стало рушиться. Новых проектов становилось всё меньше — главной задачей было хотя бы доделать на достойном уровне задуманное в советское время. И даже это, как показал МАРС-96, не всегда получалось. Ведущая роль института стала постепенно диссипировать. Появилось несколько новых центров, которые, считая себя опытными специалистами в космическом приборостроении, начали мастерить собственные испытательные базы для отработки всего нескольких приборов своего единственного проекта. Всё это было неэффективно и в плане финансов, и в плане качества испытаний, поэтому в те годы было много провалов.

А. А. Галееву к концу 1990-х годов было уже тяжело работать, не хватало сил энергично конкурировать с «зубастыми» коллегами, отстаивать интересы института в общем бюджете, общих программах.

Но мне кажется, что в последующее десятилетие ИКИ (уже РАН) как-то постепенно вернул себе роль головного института. И по планетным исследованиям, и по солнечно-земной физике, частично и по астрофизике. Я очень доволен этим, хотя бы потому, что мы прожили эти годы довольно дружно, особых склок и конфликтов, ослабляющих институт, практически не было, хотя ангелов, работающих в институте, можно и сейчас пересчитать по пальцам.

Сегодня институт работает над подготовкой непривычно большого пакета интересных космических проектов, которые финансируются Федеральным космическим агентством, средства по сравнению с 1990-ми годами выделяются достаточно большие. Финансовый секвестр, который обрушился в 2015 году, конечно, заметно осложнил нашу жизнь, но даже в этой сложной ситуации Космическое агентство постаралось максимально бережно подойти к работам по фундаментальным научным исследованиям. Спасибо новому руководителю РКА (Российское космическое агентство) И. А. Комарову. Я думаю, что мы сумеем выполнить все намеченные планы, хотя в последние годы мы жалуемся больше не на недостаток средств, а на недостаток высококвалифицированных техников и инженеров.

Я вижу будущее ИКИ как междисциплинарного центра космических исследований, как в некотором смысле аналога Jet Propulsion Laboratory (JPL — Лаборатория реактивного движения, ЛРД) в Пасадене, имеющего очень мощную приборостроительную и испытательную базу. Это тот вектор, по которому должно быть направлено развитие института. Мы с помощью молодого и энергичного заместителя директора Ильи Владиленича Чулкова хотим преобразовать нашу контрольно-испытательную станцию в центр коллективного пользования. Оснастить её так, чтобы не дублировать тестовое оборудование для каждого отдельного проекта, которые делаются в разных институтах, а собрать здесь самое лучшее, чтобы максимально надёжно проводить все циклы испытаний и экспериментальную отработку всех российских научных приборов, которые станут работать и в российских, и зарубежных космических программах. У нас в России, к сожалению, делается сейчас не так много экспериментов, чтобы позволять себе роскошь дублирования.

В космической сфере, к счастью, потихоньку всё упорядочивается. Создаётся объединённая корпорация Роскосмос. (Я, кстати, всегда был сторонником создания такой структуры по примеру Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом».) Завершается обсуждение новой Федеральной космической программы на 2016–2025 годы. Я считаю, что моя задача в том, чтобы фундаментальные космические исследования заняли в ней достойное место. И я всеми аргументами, иногда даже на грани фола, пытаюсь их отстоять. Важно не только то, что делается в ИКИ, но и то, что делается в других институтах. Когда идёт секвестр, и все понимают, что есть вещи, без которых нельзя обойтись, всегда есть соблазн урезать фундаментальные исследования: «Ну не через пять лет, а через десять отправится аппарат, куда Марс денется, вместо десяти чёрных дыр исследуют две — тоже ничего страшного»... Сейчас идёт борьба за то, чтобы наш раздел не пострадал в тяжёлых обстоятельствах, и, надо сказать, что руководство Роскосмоса старается максимально бережно относиться к нашему научному разделу.

Я рад, что к нам в институт приходит всё больше молодёжи и средний возраст научных сотрудников постепенно снижается. Когда я стал директором, оказался самым молодым на тот момент директором среди институтов физического отделения, и позже стал там самым молодым академиком. И так получилось, что вместе со мной пришла команда молодых заместителей директора: Михаил Павлинский, Олег Кораблёв, Евгений Лупян, Илья Чулков — из старой гвардии остался лишь Равиль Равильевич Назиров. Эта команда уже почти двенадцать лет работает вместе. Из молодых учёных они успели стать учёными среднего возраста, но всё равно у всех ещё хватает и пороха и перца.

За это время у нас в институте появились молодые члены-корреспонденты — Евгений Чуразов и Анатолий Петрукович, они успели быть выбранными до того, как началась тягостная реформа РАН, и был введён мораторий на выборы новых членов. Но новые выборы не за горами, и я уверен, что в ИКИ есть сейчас довольно много достойных кандидатов на эти выборы, хотя академические звания теперь не имеют того значения, как пять-шесть лет назад.

— *Как вы воспринимаете вашу должность, и вообще время, проведённое в институте? Стал ли ИКИ для вас вторым домом?*

— Стал, конечно! Я много лет провёл в кабинетах на четвёртом этаже, сначала в 436-й комнате, а потом в 414-й — бывшем кабинете А. А. Галеева. Когда он стал директором и перебрался сюда, вниз, я не сразу, но всё-таки пересел туда, и постепенно там обжился и заставил его полками с книгами. Знаете, чтобы узнать человека, надо посмотреть на его дом. На второй этаж я перебрался не так давно, а там провёл почти пятнадцать лет. И в институте в целом провожу времени гораздо больше, чем дома. Впрочем, таких «оригиналов» в институте очень много. Достаточно заглянуть в институт в субботу или воскресенье. В общем, всё как в любимой книжке «Понедельник начинается в субботу».

Молодым учёным нынешнего поколения, имеющим возможность проводить на работе хоть 24 часа в сутки и в голову не придёт, каким событием было получить в 1970–1980-е годы от режима разрешение на проход в здание института в выходные, не говоря уже о праздничных днях. «Режим» в те годы правил бал, и каждый раз при-

ходило долго оформлять бумаги на проход и придумывать какую-то сверхважную причину, почему в эту конкретную субботу кандидату физико-математических наук X необходимо пройти к своему рабочему столу в комнате Y. Я тогда был заместителем председателя СМУС (Совета молодых учёных и специалистов — председателем был Саша Липатов) и по просьбе энтузиастов этого дела выступил на заседании партбюро. Вопрос назывался «О либерализации правил разрешения работы в выходные дни сотрудникам ИКИ РАН». Слово «либерализация» было для того времени выбрано максимально неудачно и меня решительно не поддержали. Как ни странно, через некоторое время удалось убедить разрешить эту проблему легендарного начальника группы режима (может быть, тогда этот отдел назывался по-другому) Макаренко В. Д. Человек был твёрдых взглядов, бывший участковый инспектор милиции, и никакие аргументы до поры до времени на него не действовали: «Режим — прежде всего». Но во время очередного похода меня вдруг «осенило»: «В. Д., как же так?! Вы, ведь, нарушаете основной принцип морального кодекса строителя коммунизма: „Не человек для субботы — а суббота для человека“» и этот библейский аргумент вдруг подействовал. Макаренко погрузился, задумался и безмолвно подписал все мои заявки. Времена становились всё более вегетарианскими, и через пару лет стало ещё проще, вскоре появилась «звёздочка», которую ставили в пропуск тем, кто рвался проводить законные выходные за рабочим столом. Моральный кодекс этот всеми доступными средствами вбивался тогда в сознание граждан СССР и даже Макаренко, по-видимому, что-то о нём слышал. Я никогда не чувствовал, что выполняю какие-то обязанности. Просто так получалось. У меня, как я уже говорил, было много «точек бифуркации». До того, как Роальд Зиннурович встретился со Сьюзен Эйзенхауэр, я и представить себе не мог, что что-то может поменяться. Перестройка только начиналась, и всё вокруг было настолько застывшим и привычным, что казалось, что у власти всегда будет какой-нибудь Черненко. Меня не пускали за пределы стран Варшавского договора (и то, это казалось достижением). Но все мысли занимала работа и немного — личная жизнь — этот привычный гнёт не ощущался, как не ощущаем мы столба атмосферного воздуха над нами. Потом всё начало вдруг быстро меняться. Когда я защищал в 1987 году докторскую диссертацию, решил пошутить и назвал её в духе времени «Перестройка и ускорение...» Речь, конечно, шла не об экономике, а магнитном поле и заряженных частицах. Р.З. Сагдеев был очень молодым директором, все надеялись, что он ещё лет тридцать, как тогда было принято, будет возглавлять институт. Когда А. А. Галеев был выбран директором, меня выбрали на его пост заведующего отделом. Всё на свете связано и, как говорят физики, мир пронизан дальнедействующими корреляциями, так что в 1989 году, когда мне пришлось стать заведующим знаменитым 54-м отделом, траектория моей жизни неожиданно прошла через точку серьёзной бифуркации.

Проблема была в том, что в 1991 году двери открылись, и меня стали приглашать за границу. Меня, конечно, много приглашали в разные страны и раньше, но, как я говорил, до сорока лет я был «полувыездным». А тут окно в мир распахнулось, но я уже не был к этому времени свободным, как птица, ведущим научным сотрудником — отделские дела требовали много внимания и времени. Тем не менее, много лет (интегрально) я проработал в Калифорнии, в Университете Лос-Анджелеса. И он стал моим третьим домом, я приезжал туда на лето, используя длительные докторские отпуска, и на новый год, захватывая длительные январские каникулы. Правду говоря, Галеев

сердился на меня за это, считал, что я провожу за границей слишком много времени. Если бы не было какой-то ответственности перед отделом, перед самим Галеевым, перед институтом, я, скорее всего, уехал бы туда насовсем.

Ещё в 1980-е годы началось моё сотрудничество с выпускником физфака МГУ<sup>1</sup> и сотрудником Института астрофизики в Потсдаме — Йорком Бюхнером. Мы написали, думаю, больше дюжины до сих пор часто цитируемых статей и стали большими друзьями.

Поначалу мы занимались простой задачей о движении частиц в хвосте магнитосферы Земли, но постепенно стало ясно, что мы наткнулись на золотую жилу и развили новую теорию движения частиц в слабых магнитных полях, как бы альтернативную классической теории вращающегося центра. Удалось понять причины хаотизации движения частиц, и это оказалось важно и для многих других задач.

Я часто бывал в Потсдаме и полюбил этот город — конечно, изуродованный тогда зигзагообразной бетонной стеной, отделяющей Потсдам от Западного Берлина. В конце 1989 года стену уже начали разбирать, и я помню, как весной 1990 года, набрав полный чемодан бетонных обломков Берлинской стены и заплатив оставшимися точными марками за большой перевес багажа, доставил его в Москву.

В это же время мы с Йорком начали сотрудничать с руководительницей группы космического моделирования Калифорнийского университета (UCLA — University of California) профессором Махой Ашур-Абдаллой.

Выездная «либерализация» наступила и в СССР, и в ГДР начиная с 1989 года. По несколько месяцев в году мы стали проводить в Лос-Анджелесе. Мощные вычислительные возможности UCLA позволили проверить теоретические модели хаотической и регулярной динамики частиц и обнаружить новое явление — структуризацию ускоренных потоков плазмы. Структуры эти, названные нами бимлетами, позже были подробно исследованы Еленой Евгеньевной Григоренко по экспериментальным данным как нашего проекта ИНТЕРБОЛ, так и европейского проекта КЛАСТЕР.

Моя работа в Лос-Анджелесе продолжалась много лет. В разные годы со мной вместе побывали там и другие сотрудники ИКИ — Татьяна Буринская, Маша Кузнецова, Владимир Розов, Максим Долгонос. Мне кажется, нам вместе с М. Ашур-Абдаллой, её группой и Йорком удалось сделать много полезного — фактически мы создали оригинальное направление — Large scale kinetics — изучение глобальных макроскопических эффектов, которые формируются микроскопическими кинетическими процессами.

Вскоре, после начала моего директорства, уже к 2005 году, времени на летние поездки в UCLA становилось всё меньше. Я давно не был в Калифорнии и очень скучаю по LA (как жители называют Лос-Анджелес). Действие большинства голливудских боевиков обычно происходит в этом городе и я, когда иногда смотрю их, стараюсь разглядеть знакомые и дорогие мне улицы, на фоне которых обычно происходят перестрелки и погони.

Следующая точка бифуркации наступила в 2002 году, когда стало заметно, что здоровье Альберта Абубакировича ухудшается, и он попросил, чтобы я заменил его на посту. Я уже чувствовал, что будет. Как-то раз меня отозвали в сторону уважаемые сотрудники института: Гальперин, Застенкер и Мороз — и объяснили, что я должен

---

<sup>1</sup> МГУ — Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова.

стать директором, несмотря на то, что будет большой бедой для моей личной научной работы. Тут мне уже некуда было деваться. Произошёл «квантовый скачок» — раньше в сфере моей ответственности было сто человек, а теперь стала тысяча. В отделе я всё-таки всегда оставался в зоне того, что хорошо знаю, а в новой ситуации пришлось заниматься и планетами, и астрофизикой, и ДЗЗ<sup>1</sup>. И много лет я не ощущал себя директором, не хотел перебираться в кабинет, где раньше сидел Галеев. В моей старой комнате 414 мне было гораздо комфортнее, но постепенно через несколько лет всё-таки пришлось перебраться на второй этаж.

А в 2013 году цепочка бифуркаций продолжилась — произошло следующее. Предстояли выборы нового Президента РАН. Владимир Евгеньевич Фортов набрал наибольшее количество голосов и стал Президентом. Фортова я знал, как вы помните, ещё с далёких физтеховских времён (не думаю, правда, что он помнил это знакомство с соседом-младшекурсником) и с готовностью согласился войти в его команду в качестве вице-президента, отвечающего за физику и космос.

Первое время, когда я стал директором, все упрекали меня, что я мыслю как заведующий отделом: «Это — мои, а это — чужие». И избавиться от этого мне было очень нелегко. Пришлось довольно быстро привыкнуть, что теперь все мои. И вот что-то подобное произошло во второй раз. ИКИ, конечно, остаётся для меня родным институтом, но я не могу его выделять по сравнению с другими. Никто этого не поймёт, и это, как говорил первый президент Академии Лаврентий Лаврентьевич Блюментрост: «Не есть хорошо».

В начале 2013 года мы отмечали восьмидесятилетний юбилей Роальда Зиннуровича Сагдеева, на котором был и В.Е. Фортов. Мы отозвали его в сторону и сказали, что все учёные физики, химики, да и вообще все естественники хотят, чтобы он выдвинулся в президенты РАН. Владимир Евгеньевич сомневался, и мы его долго уговаривали. Думаю, что таких агитаторов было много. Владимир Евгеньевич выдвинулся, и был выбран уже в первом туре. Как я говорил, он пригласил меня в свою команду, но счастье длилось только один месяц — июнь. 30 июня 2013 года вышел закон, по которому Академия наук должна была быть ликвидирована. Одновременно расстроилась и разработка обширных совместных планов РАН и Роскосмоса.

Началась другая жизнь. И теперь, когда спрашивают о том, жалею ли я, что траектория жизни совершила ещё один зигзаг, отвечаю: «Да, жалею!», но от судьбы не уйдёшь. Тяжёлая доля выпала Фортovu и всей нашей команде — пережить эти реформы и постараться минимизировать их вред. Следующие два года прошли в какой-то тоскливой борьбе, непонятно — с чем, не понятно — зачем, но зато очень понятно — с кем. Я считаю, что это время и мной, и тысячами моих коллег потрачено впустую. Как сказал генерал Лебедь: «трудно плыть в соляной кислоте со связанными ногами». Вот такие ощущения мы сейчас испытываем. Утешаем себя пока стихами Лермонтова: «Есть грозный суд, он не доступен звону злата...» Но надо оставаться оптимистом — история ведь учит, что каждому воздается по делам его. Уверен, что те, кто доживут до 300-летия Академии наук (и шестидесятилетия ИКИ) в 2025 году увидят мощную, эффективную и востребованную Академию, стоящую в центре интеллектуальной жизни страны. Так что давайте будем жить долго и по возможности счастливо!

С праздником, дорогие икишники и друзья института!!!

---

<sup>1</sup> ДЗЗ — дистанционное зондирование Земли.



В школе дразнили «профессором»



С Владимиром Сотниковым, который ныне работает в США



Российско-болгарское сотрудничество. С учёными лаборатории солнечно-земных связей Болгарской Академии наук (БАН) Росицей Колевой и Иоданкой Семковой





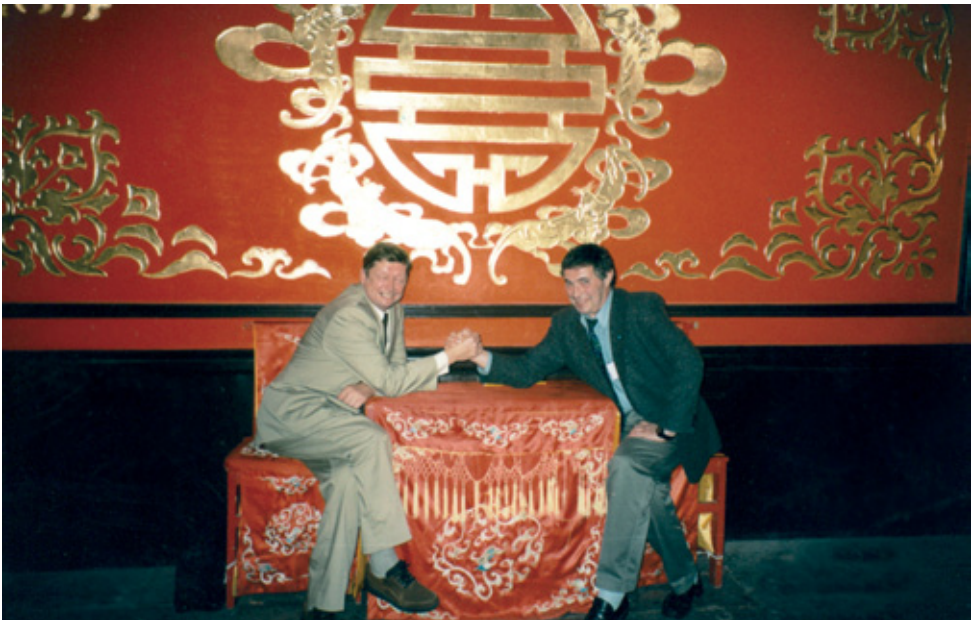
Российско–американская рабочая группа, Вашингтон. Слева направо:  
Денис Пападопулос, Г.М. Полищук, Р.З. Сагдеев, А.В. Захаров, Л.М. Зеленый



Байконур. На следующее утро после запуска «Интербол» в полёте. Слева направо: руководство НПОЛ (Р.С. Кремнев и В.Н. Палецкий), Л. Зеленый и заместитель директора ИКИ генерал-майор Г.М. Тамкович



Палочками есть мы тогда так и не научились



Великая дружба ИКИ и НИИЯФ (Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына МГУ). Встреча М. Панасюка и Л. Зеленого в Пекине



Награждение выдающегося японского ученого профессора  
Атцухиро Нишиды российской медалью Ю. А. Гагарина



40-летие ИКИ РАН. Академик Джумбер Ломинадзе. Подарки из солнечной Грузии





Российско-американско-французское сотрудничество. Встреча в Лос-Анджелесе, 1993 год. Слева направо: Жан Луи Рош, Маха Ашур-Абдалла, Борис Савенков, Лев Зеленый, Владимир Сотников, Жан Мишель Боске



Лев Матвеевич Зеленый

# ЛУНА — ОТ ИССЛЕДОВАНИЙ К ОСВОЕНИЮ

*Л. М. Зеленый, И. Г. Митрофанов*

Эту статью следует начать с вопроса: можно ли представить себе будущее развитие земной цивилизации без освоения и использования Луны? По нашему мнению, ответом должно быть категорическое «нет». Двойная планетная система Земли и Луны — достаточно уникальный астрономический

объект, в котором небольшая по массе планета обладает удивительно массивным спутником на относительно небольшом расстоянии от неё. Есть веские основания полагать, что гигантские приливы, вызываемые Луной, которая 4 миллиарда лет назад находилась к Земле гораздо ближе, сыграли важную роль в зарождении земной жизни. Сравнительно недавно было установлено, что в реголите лунных полюсов присутствуют льды воды и других летучих соединений, которые попали туда из самых далёких областей Солнечной системы, и, возможно, — из галактической межзвёздной среды. В современной астрофизике накопилось большое число вопросов о происхождении и эволюции Луны, а космические инженеры-проектанты рассматривают наш естественный спутник как космический континент земной цивилизации. Данная статья посвящена описанию начальной фазы лунной программы нашей страны, которая создаст условия для последующих этапов планомерного освоения лунного континента.

Первый вариант этой статьи, написанный совместно с В. П. Долгополовым и В. В. Хартовым, был опубликован в январском номере журнала «Природа» за 2012 год. За прошедшие три года многое изменилось. Во-первых, появились новые научные результаты о природной среде на Луне, которые ещё больше повысили интерес к дальнейшему изучению и — в перспективе — к освоению нашего естественного спутника. Во-вторых, в конце 2011 года произошла серьёзная неудача при запуске спутника марсианского исследовательского проекта ФОБОС-ГРУНТ — космический аппарат из-за сбоя на борту при первом включении маршевого двигателя остался на низкой околоземной орбите и сгорел в атмосфере после нескольких месяцев бесплодных попыток установить с ним радиосвязь. Эта авария потребовала пересмотра планов и сроков реализации всех разрабатывавшихся проектов по освоению дальнего космоса, включая лунные. На основе осмысления уроков неудавшегося проекта ФОБОС-ГРУНТ была разработана новая концепция реализации лунных проектов. В-третьих, претерпевает значительные изменения общая политика России в освоении дальнего космоса. Космос вновь, как это было в середине прошлого века, становится одной из основных областей технологического развития нашей страны, причём освоение Луны на основе интеграции пилотируемых и автоматических средств признано основным направлением этого развития на несколько ближайших десятилетий. С учётом этих обстоятельств мы решили существенно переработать нашу прежнюю статью, привести её в соответствие с реалиями 2015 года.

## **СЕКРЕТЫ ЛУННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ**

Поверхность Луны получает такой же поток солнечной энергии, как и Земля. Состав лунных минералов разнообразен и вполне пригоден для освоения и промышленного использования. На Луне нет атмосферы, но в окрестности её холодных полюсов есть

районы, где температура не поднимается выше  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  и где в течение сотен миллионов лет откладывались слои испарившегося вещества комет и астероидов. Огромные запасы летучих соединений на лунных полюсах включают и обычный (водяной) лёд, что позволит создать обитаемые комплексы лунных баз с полностью автономным циклом жизнеобеспечения. Гравитация Луны гораздо меньше земной, но её вполне хватит, чтобы, обеспечив привычную для людей силу тяжести, поддерживать физиологический тонус участников продолжительных лунных экспедиций. Наконец, размещение обитаемых комплексов под поверхностью на глубине всего нескольких метров полностью решит самую сложную проблему дальних космических полётов за пределами земной атмосферы и магнитосферы — обеспечение защиты экипажа от космических лучей и солнечной радиации. Сравнивая условия работы космонавтов-исследователей на лунной базе и на орбитальной станции на низкой околоземной орбите, можно утверждать: в перспективе условия на Луне окажутся гораздо более безопасными и комфортными.

Освоение человечеством Солнечной системы, предсказанное нашим соотечественником К. Э. Циолковским сто лет тому назад, уже началось и будет неуклонно продолжаться. Наиболее интересным (и, скорее всего, последним в обозримой исторической перспективе) стратегическим рубежом этого освоения, безусловно, станет Марс, природная среда которого вполне пригодна для целенаправленного преобразования в аналог земной. Вероятно, через несколько веков на Марсе будет присутствовать колония людей. Однако в ближайшие десятилетия марсианские исследования могут проводиться только с помощью автоматических станций — современная космонавтика пока не готова к пилотируемым экспедициям на красную планету. Прежде всего необходимо исключить риск радиационного поражения экипажей во время длительного межпланетного перелёта. Кроме того, чтобы понять, что нас ожидает на Марсе, нужно проверить, существуют ли там какие-то, хотя бы примитивные, формы внеземной жизни. Современные исследователи активно работают над этими вопросами, но пройдёт ещё несколько десятков лет, пока вопрос организации пилотируемых полётов к Марсу сможет перейти в практическую плоскость. При этом многие научные и инженерные проблемы будущей марсианской космической программы могут быть решены и технически отработаны в ходе освоения Луны.

С точки зрения фундаментальной науки Луна до сих пор хранит множество загадок. Достаточно сказать, что до сей поры нет единой общепризнанной модели образования нашей ближайшей соседки. Имеющиеся экспериментальные данные противоречивы и не позволяют однозначно отдать предпочтение какой-либо из нескольких существующих теорий.

Лунные исследования в следующие десять-пятнадцать лет должны, на наш взгляд, стать центральными в отечественной космической программе и заложить на ближайшие десятилетия научно-инженерный фундамент освоения Луны. В лунных проектах наилучшим образом сочетаются пилотируемая космонавтика и исследования автоматическими аппаратами, что принципиально важно именно для российской программы космических исследований.

Ниже рассмотрены основные задачи изучения и освоения Луны, современное состояние лунной космонавтики и также возможные сценарии российской лунной программы в ближайшей исторической перспективе.

## «НОВАЯ ЛУНА» XXI ВЕКА

Первый период космических исследований Луны связан с лунной гонкой СССР и США в 60-70-х годах прошлого века, которая стала мощным стимулом развития отечественной и мировой космонавтики. Наш пилотируемый космический корабль «Союз» был создан в качестве лунного перелётного модуля. Тяжёлый ракетоноситель «Протон» был также разработан для лунной программы. Ракетные двигатели, сконструированные для лунного ракетоносителя Н-1, остаются востребованными как для современных, так и для перспективных ракет.

Нашей стране принадлежат четыре пионерских результата, достигнутых в первом периоде освоения Луны. Это получение первой фотографии обратной стороны Луны («Луна-3», 1959 год), первая мягкая посадка на Луну («Луна-9», 1966 год), первая автоматическая доставка на Землю лунного вещества («Луна-16», 1970 год) и создание первого автоматического лунохода («Луна-17», 1970 год). И хотя первыми людьми, ступившими на поверхность спутника Земли, стали американские астронавты («Аполлон», 1969 год), отечественные достижения XX века всё ещё сохраняют своё значение и обеспечивают основу возрождения российской лунной программы века XXI.

Второй период лунной космонавтики начался в 90-е годы прошлого века и продолжается в настоящее время. Он связан с обнаружением признаков летучих (в том числе и водяного льда) внутри постоянно затенённых областей (находящихся, как правило, в кратерах) в приполярных областях Луны, где солнечные лучи падают на поверхность почти по касательной. Это весьма интересный научный результат, не имеющий, как тогда казалось, прямого практического выхода — посадка космического аппарата в такой тёмной области, лишённой потока солнечной энергии, представляла бы собой сложнейшую техническую задачу (*mission impossible*<sup>1</sup>, как её характеризовали бы наши американские коллеги). Но ситуация в корне изменилась в 2009 году, когда российский нейтронный прибор ЛЕНД (лунный исследовательский нейтронный детектор, LEND — Lunar Exploration Neutron Detector), и поныне работающий на борту американского космического аппарата ЛРО (лунный разведывательный спутник, LRO — Lunar Reconnaissance Orbiter, NASA), провёл первые измерения содержания водяного льда в поверхностном слое лунного реголита с высоким пространственным разрешением около 10 км. Оказалось, что летучие вещества, в том числе и водяной лёд, находятся в небольших полярных областях лунной «вечной мерзлоты» как внутри, так и вне постоянно затемнённых областей вблизи полюсов Луны (рис. 1).

Продолжение исследований Луны с применением телескопа ЛЕНД в течение более чем пяти лет (с 2009 по 2015 год) позволило накопить огромный объём данных о нейтронном излучении и на основе анализа этих данных получить новые знания о процессах переноса и распространённости воды на естественном спутнике Земли. Оказалось, что в высокоширотных областях Луны среднее содержание воды в реголите на склонах, обращённых в сторону полюсов, превышает содержание воды на склонах, которые расположены на такой же широте, но обращены на запад, на восток или в сторону экватора (рис. 2). Наиболее вероятными причинами эффекта «полярных склонов» являются относительное уменьшение потока солнечного излучения в таких местах по сравнению с другими участками поверхности на аналогичной широте, более

---

<sup>1</sup> В пер. с *англ.* — миссия невыполнима.

низкие средние температуры реголита, и, как следствие — повышенное содержание в нём конденсированных молекул воды.

Второй новый эффект, обнаруженный в эксперименте ЛЕНД, связан с переменностью нейтронного потока от лунной поверхности в зависимости от локального времени лунных суток (лунаций) (рис. 3). Эта переменность, вероятно, связана с вариациями содержания воды в лунном реголите в течение лунации, причём максимальная и минимальная концентрации воды наблюдаются утром в 6 ч 35 мин и днём в 14 ч 35 мин времени лунных суток, соответственно. Эффект «утренней конденсации» воды в грунте Луны напоминает эффект утренней росы на Земле. Этот эффект указывает на то, что лунная экзосфера постоянно содержит значительную концентрацию водяного пара, который в течение лунного утра конденсируется в поры реголита и в течение лунного дня испаряется обратно в экзосферу.

Открытие в эксперименте ЛЕНД эффектов «полярных склонов» и «утренней конденсации» ставит перед исследователями вопрос о происхождении воды в экзосфере современной Луны. Ранее предполагалось, что основным источником воды на Луне являются эпизодические столкновения с кометами и астероидами. Под воздействием ультрафиолетового излучения Солнца молекулы воды в экзосфере распадаются за время порядка одного земного, поэтому их присутствие в экзосфере современной Луны нельзя объяснить древним эпизодом столкновения с малым небесным телом. Наличие молекул воды в экзосфере означает наличие стационарного источника воды на Луне. Таких источников может быть два: внешний и внутренний. Внешним источником может быть производство молекул воды в веществе верхнего слоя поверхности из ионов водорода солнечного ветра. Внутренним источником может быть диффузия на поверхность собственной воды из лунных недр.

Лунная поверхность подвержена не только действию плазмы солнечного ветра, но также солнечному ультрафиолетовому и рентгеновскому излучению. Поэтому эта поверхность, подобно любому объекту, находящемуся в плазме, заряжается, приобретая электростатический потенциал, который минимизирует полный ток поступающих из межпланетной среды протонов, электронов и ионов. Зарядка лунной поверхности происходит также при взаимодействии Луны с плазмой магнитосферного хвоста, когда Луна проходит через него. Напряжённость электрического поля может достигать величин порядка 1 кВ/м.

Аналогичным образом заряжаются и частицы лунной пыли. Особенностью плазменно-пылевой системы, в которой участвует лунная пыль, является возможность контактной зарядки пыли. Частицы пыли приобретают заряд при контакте друг с другом и с поверхностью Луны. Пыль за счёт контактной зарядки приобретает большие (по абсолютной величине) и отрицательные (по знаку) электрические заряды, которые могут достигать для частиц с размерами 50...200 мкм значений  $10^5 \dots 10^6$  зарядов электрона. Знак заряда на освещённой стороне поверхности Луны, как правило, положительный, а на ночной стороне — отрицательный. Потенциал в переходной области близок к нулю. По данным спускаемых космических аппаратов НАСА «Марс Глобал Сервейор» (Mars Global Surveyor) пылевые частицы с размером около 5 мкм «левитируют» в электрическом поле над поверхностью Луны приблизительно в 10 см от поверхности. В миссиях АПОЛЛОН также проводились наблюдения субмикронной пыли в лунной экзосфере на высотах вплоть до 100 км. Недавно экспериментальные иссле-



дования лунной пылевой экзосферы были проведены орбитальным аппаратом НАСА LADEE (Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer; такая аббревиатура созвучна с английским словом «леди»).

В области терминатора — линии, разделяющей день и ночь, — отрицательно заряженная пыль (бывшая ранее в освещённой области) взаимодействует с отрицательно заряженной поверхностью Луны, в результате чего происходит резкое ускорение пылевых частиц и их подъём. Данный эффект может приводить к формированию над терминатором «пылевых бурь». В полярных областях границы тень-свет определяются условиями освещённости и структурой рельефа, и там также существуют постоянно затемнённые районы на дне полярных кратеров. Поэтому границы тени и света могут быть значительно более резкими, чем в области терминатора. Градиенты всех параметров плазмы, в том числе, электрического потенциала, могут оказаться более сильными, чем на терминаторе, и поэтому вблизи полюсов можно ожидать гораздо более сильных электрических полей. Из-за различия в обтекании электронами и протонами рельефных структур Луны электрические поля могут иметь достаточно сложную конфигурацию, что также может оказать существенное влияние на поведение пылевых частиц и привести к усилению эффектов, связанных с переносом пылевых частиц.

Таким образом, выяснение природы физическо-химических процессов на лунной полярной поверхности требует проведения детальных исследований свойств нейтральной и плазменной экзосферы и также пылевой атмосферы в окрестности полюсов. Известно, что лунные пылинки имеют уникальные свойства химической активности и также высокой степени абразивности, которые связаны со сложной микроструктурой их поверхности и наличием на ней химических элементов со свободными валентными связями. Сейчас, в эпоху начала практического освоения Луны, стал актуальным вопрос о том, что лунная пылевая плазма является важнейшим фактором, который будет влиять на работу на лунной поверхности как космической техники, так и человека. Астронавты, побывавшие на Луне, выяснили, что слой пыли на лунной поверхности составляет несколько сантиметров. Пыль прилипает к скафандрам астронавтов, поверхностям космических аппаратов, приборам и т.д., что может угрожать работе систем. Так, в частности, на поверхностях приборов, покрытых пылью, резко возрастает поглощение солнечного излучения. В результате приборы могут перегреваться. Пыль может оказать воздействие и на здоровье астронавтов. Так, из-за прилипания к скафандрам, пыль попадала внутрь лунного модуля после возвращения в него астронавтов проекта АПОЛЛОН. Таким образом, лунная пыль представляет собой существенный фактор риска. В связи с этим особенно важно понимать физические процессы полярной пылевой экзосферы, построить инженерную модель этого важного природного явления полярной Луны.

## **АКТУАЛЬНЫЕ ЦЕЛИ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛУНЫ**

Таким образом, всестороннее изучение полярных районов Луны стало за последние годы одним из важнейших направлений космических исследований Луны. Это обстоятельство было учтено в предложениях Совета по космосу РАН по включению серии лунных проектов в Федеральную космическую программу на 2016–2025 годы. При этом научные исследования, планируемые в этих проектах, нацелены не только на решение наиболее актуальных научных задач изучения Луны, но также должны обеспечить

научную основу для будущего практического освоения нашего естественного спутника. В настоящее время в космических исследованиях Луны можно определить три наиболее актуальные цели.

Во-первых, как уже говорилось, важно детально изучить состав лунного полярного реголита. Изучение изотопного состава атомов летучих соединений и основных породообразующих соединений полярного реголита позволит выяснить происхождение летучих и также сравнить свойства реголита полярных районов с реголитом на умеренных широтах. В отложениях летучих, если они действительно доставляются кометами и астероидами, может быть закодирована естественная хроника глобальных процессов эволюции Солнечной системы за всё время её существования. Если споры простейших организмов внеземного происхождения переносятся между звёздными системами под ледяными панцирями межзвёздных комет, эти споры должны присутствовать и в веществе лунных полюсов. Изучение полярного реголита высокоточными методами в земных лабораториях поможет раскрыть тайну происхождения жизни на Земле и — в целом — в нашей Галактике. С другой стороны, разработка технологии добычи и переработки грунта непосредственно на Луне — необходимое условие будущего использования летучих соединений на борту лунной станции и лунных транспортных средств.

Во-вторых, нужно изучить физические условия на поверхности полярной Луны и процессы в полярной экзосфере. Эти условия могут существенно отличаться от аналогичных на умеренных широтах. Дело в том, что в окрестности лунных полюсов плазма «солнечного ветра» движется почти по касательной к поверхности, и локальные особенности рельефа вносят существенный вклад в процесс взаимодействия этой плазмы с грунтом и экзосферой. Явления в плазменной и пылевой экзосфере могут формировать сложную картину электрического поля, зависящего как от локального рельефа, так и от относительного расположения освещённых и затенённых участков поверхности. Свойства и поведение лунной пыли на полюсах существенно отличаются от того, как ведёт себя лунная пыль на умеренных широтах. Как уже отмечалось, в последнее время большую актуальность приобрели вопросы об источниках воды и летучих соединений на Луне, об их переносе в лунной экзосфере. Не менее важным является вопрос о радиационной обстановке на лунной поверхности в условиях спокойного и активного Солнца. Наблюдение и краткосрочное прогнозирование солнечной активности будет весомым практическим результатом этих исследований.

В-третьих, необходимо обследовать с орбиты и непосредственно с поверхности наиболее благоприятные районы возможного размещения Лунного полярного полигона (ЛПП) и в перспективе — постоянно действующей Лунной базы (ЛБ). В ближайшее десятилетие следует приступить к созданию в одном из них элементов космической инфраструктуры, обеспечивающей транспортные операции, энергоснабжение обитаемого комплекса и связь. Вероятно, эти районы должны располагаться в окрестности лунных полюсов, поскольку именно там лунный реголит имеет относительно высокое содержание водяного льда и продолжительность периода освещённости Солнцем может быть максимальной (что требуется для эффективной работы солнечных энергетических установок). Место расположения ЛПП и ЛБ должно также быть интересным как для научных исследований самой лунной поверхности в его окрестности, так и для размещения солнечных, геофизических и астрономических обсерваторий (основную

часть времени эти обсерватории будут работать в автоматическом режиме, но космонавты должны иметь возможность проводить их техническое обслуживание и настройку приборов).

Для организации ЛБ надо выбрать приполярный район, где удовлетворяются сразу три условия:

- в окрестности ЛБ есть районы с продолжительным периодом освещения Солнцем в течение одних лунных суток, одной лунации;
- обеспечивается условие постоянной радиовидимости Земли, необходимое для взаимодействия с экипажем ЛБ, управления аппаратурой и передачи собранной информации;
- в окрестности ЛБ присутствует реголит с заметными включениями водяного льда и других летучих соединений, которые в перспективе станут лунными природными ресурсами для системы жизнеобеспечения ЛБ, для выработки ракетного топлива, для выработки *in situ*<sup>1</sup> лунных строительных материалов.

Очевидно, что такая совокупность требований к выбору районов размещения ЛБ уменьшает число потенциально интересных областей до нескольких единиц. Именно эти области станут объектами особого внимания для будущих покорителей Луны, и участие нашей страны в данных изысканиях, безусловно, отвечает национальным интересам.

## ОСВОЕНИЕ ЛУНЫ НАЧИНАЕТСЯ

В первом десятилетии текущего века практически все ведущие космические агентства начали реализацию лунных проектов, имея в виду перспективу перехода на основе полученных результатов от исследовательских задач к задачам освоения. С 2009 года на окололунной орбите работает американский исследовательский спутник ЛРО, в 2012 году успешно выполнили программу исследований гравитационного поля Луны лунные спутники проекта НАСА ГРАЙЛ (GRAIL — Gravity Recovery and Interior Laboratory). В 2013–2014 годах НАСА успешно провело научно-технологический лунный проект ЛЕДИ, в рамках которого был изучен с орбиты 20...60 км состав лунной экзосферы и успешно проведён эксперимент по лазерной связи станции на Земле и бортом космического аппарата на расстоянии 385 тыс. км. Скорость передачи данных по каналам downlink и uplink составила 622 и 20 Мбит/с, соответственно. На окололунной орбите успешно отработали лунные спутники Японии «Кагуйя» (Kaguya (он же — Selene) Selenological and Engineering Explorer, японцы ещё называют его Main Orbiter) и Индии «Чандрайян-1» (Chandrayaan), в настоящее время специалисты Японии создают интеллектуальный луноход для исследования лунной поверхности. В течение восьми лет (с 2007 по 2015 год) Китай реализовал четыре проекта ЧАНГ (Chang) на окололунной орбите и с посадкой на поверхность Луны, вступив в своеобразную азиатскую лунную гонку XXI века. Европейское космическое агентство (ЕКА, European Space Agency — ESA) в 2003–2006 годах успешно реализовало лунный орбитальный проект СМАРТ-1 (SMART) и до 2010 года разрабатывало спускаемый аппарат для высокоточной посадки в районе лунного полюса. Эти разработки предполагается применить для планируемых лунных проектов Роскосмоса (см. ниже).

<sup>1</sup> В пер. с *лат.* — на месте.

Последним лунным проектом СССР была автоматическая станция «Луна-24», которая в августе 1976 года доставила на Землю 170 граммов лунного грунта с глубины около 2 м. В настоящее время Роскосмос и Российская академия наук разработали концепцию первого этапа российской лунной программы «Луна-Автоматы» с учётом новейших научных данных об уникальных особенностях полярных районов Луны. На этом этапе, который должен быть выполнен до 2025 года, лунные исследования будут проводиться с применением только автоматических станций. Помимо научных исследований «новой Луны», проекты первого этапа должны обеспечить решение двух практических задач для подготовки будущего освоения Луны:

- выбрать наиболее благоприятный район в окрестности Южного полюса Луны для размещения на нём ЛПП с последующим строительством на нём посещаемой ЛБ;
- провести детальные физико-химические исследования лунного полярного реголита, включая анализ содержащихся в нём летучих соединений, органических и, вероятно, предбиологических молекулярных соединений.

Изучение и освоение Луны российскими исследователями должно происходить как постепенное расширение лунной инфраструктуры вокруг одного или двух предварительно разведённых исходных плацдармов. Первая планируемая посадка российского автоматического лунного аппарата «Луна-25» (рис. 4) будет произведена в 2018 году в южном приполярном районе, для которого сведения о наличии в реголите воды и других лунных ресурсов сопровождаются данными об относительно ровной и безопасной поверхности. Этот район ещё не будет местом размещения ЛПП и будущей ЛБ. На основе исследований непосредственно на поверхности с борта автоматического посадочного аппарата «Луна-25» и с орбиты с борта автоматического лунного спутника «Луна-26» (см. рис. 4) в 2019 году будет выбран наиболее подходящий район в окрестности Южного полюса для начала освоения Луны в соответствии с лунной программой России. ЕКА планирует принять участие в реализации проектов «Луна-25» и «Луна-26» в части наземного обеспечения связи и траекторных измерений.

В 2020 году в вероятный район размещения ЛПП планируется направить автоматический аппарат «Луна-27», оснащённый аппаратурой для безопасной и высокоточной посадки (см. рис. 4). Предполагается, что этот проект будет реализован в рамках сотрудничества с ЕКА, которое планирует предоставить такую аппаратуру, и кроме этого, грунтозаборное устройство для криогенного забора образцов грунта с глубины до 2 м и масс-спектрометр для изучения лунных летучих. Фактически, этот аппарат может стать первым элементом лунной инфраструктуры ЛПП. Из района ЛПП на Землю на возвратной ракете автоматического аппарата проекта «Луна-28» в 2022–2023 годах будет доставлено вещество лунного полярного реголита для детальных исследований в земных лабораториях, причём этот проект также может быть реализован совместно с ЕКА в случае успешного опыта участия ЕКА в проекте «Луна-27». Таким образом, доставкой в земные лаборатории лунного полярного реголита закончится первый этап лунной программы «Луна-Автоматы».

## **ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ**

Реализация проектов первого этапа позволит к 2025 году восстановить технологии отечественных лунных автоматических станций, в том числе и мягкой посадки на Луну,

и обеспечения продолжительной работы аппарата в условиях длительной лунной полярной ночи. Научные эксперименты, которые будут проведены на этих станциях, дадут возможность выяснить состав летучих соединений в лунном полярном реголите и выбрать наиболее перспективные районы для следующих шагов в освоении Луны.

После 2025 года реализацию лунной программы должны продолжить проекты второго этапа «Луна-Полигон», которые будут выполняться на основе интеграции автоматических и пилотируемых средств для продолжения исследований Луны и создания автоматических элементов лунной инфраструктуры в районе ЛПП для подготовки пилотируемых экспедиций в этот район. Автоматические проекты второго этапа «Луна-Полигон» планируется выполнять в рамках продолжительной автоматической экспедиции в районе ЛПП с использованием лунохода длительной эксплуатации (до пяти лет) и большого (до 50 км) радиуса действия (см. рис. 4). Основной задачей лунохода станет сбор наиболее интересных образцов вещества для последующей доставки на Землю. Эти образцы должны отбираться с глубины, достигающей, по крайней мере, 2 м, для чего пригодится бурильная установка, разработанная и испытанная в рамках проекта «Луна-27». Добытые образцы будут сортироваться аналитическими приборами на борту для отправки на Землю. Число отобранных образцов вещества из различных районов Луны должно составлять минимум шесть-семь единиц.

На этапе «Луна-Полигон» предполагается провести научные и технологические эксперименты с луноходом и другими автоматическими посадочными аппаратами при непосредственном участии экипажа перспективного пилотируемого лунного аппарата на окололунной орбите (механическая и электрическая стыковка аппаратов на орбите и на поверхности, обследование нескольких участков Луны с использованием многоцветного автоматического взлётно-посадочного аппарата, предварительный анализ большого числа образцов грунта и др.). Также планируется отработать процедуры перегрузки грузов с борта лунохода на борт взлётно-посадочного аппарата и создать первую многомодульную исследовательскую станцию на поверхности Луны, которая будет иметь общие системы энергопитания, связи с Землёй и обеспечения теплового режима.

Наиболее интересным проектом на этапе «Луна-Полигон» может быть проект с применением пилотируемых и автоматических средств по доставке на Землю коллекции отобранных образцов лунного полярного грунта из различных участков, как в окрестности ЛПП, так и в других интересных районах Луны. При реализации этого проекта лунный пилотируемый корабль совершает полёт на низкой полярной окололунной орбите. С этим кораблём несколько раз стыкуется многоцветный автоматический взлётно-посадочный аппарат, который доставляет с поверхности на окололунную орбиту образцы лунного реголита из нескольких участков (с возможной перегрузкой с борта лунохода). После завершения орбитального полёта продолжительностью около одной недели пилотируемый корабль с отобранной коллекцией образцов лунного грунта возвращается на Землю.

К завершению этапа «Луна-Полигон» также должны быть изучены и решены две наиболее серьёзные проблемы обеспечения безопасных пилотируемых экспедиций на Луну — проблемы токсичности и высокой абразивности лунной пыли и радиационной защиты людей и аппаратуры на поверхности Луны. Научные эксперименты по решению этих проблем будут проводиться практически на всех посадочных аппаратах как первого, так и второго этапов, за которыми последуют натурные научно-технологические

отработки средств по защите экипажей и техники от пылевой и радиационной опасности на Луне.

Ориентировочно в 2030 году должен начаться третий этап российской лунной программы — «Луна-Экспедиция». На этом этапе начнутся регулярные пилотируемые экспедиции и полёты специализированных автоматических станций на ЛПП, целью которых станет проведение научных исследований в рамках триады «про Луну», «на Луне» и «с Луны», и также научно-инженерные исследования по созданию технологий практического использования лунных природных ресурсов для будущего освоения Луны.

## **ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ЭТАПЕ «ЛУНА-АВТОМАТЫ»**

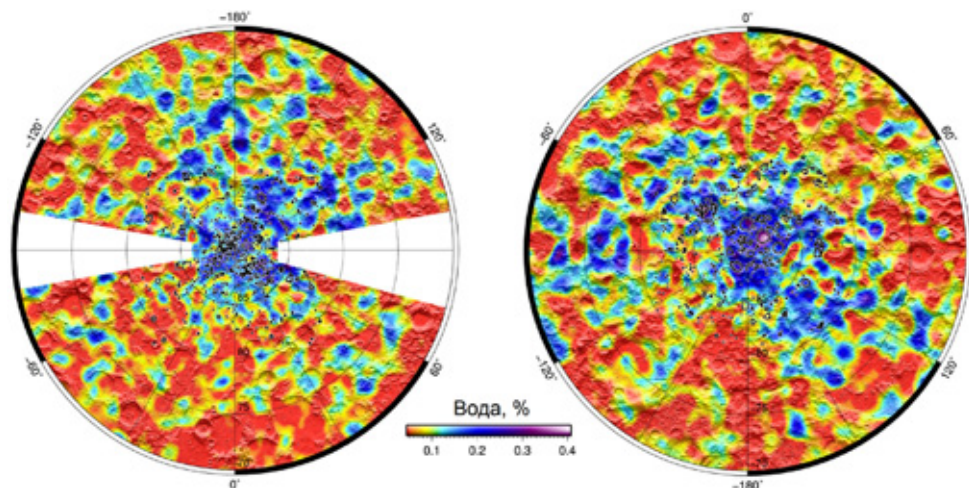
Выполнение проектов первого этапа предложенной программы позволит:

- получить фундаментальные научные знания о полярных районах Луны, о процессах возникновения и эволюции Луны, о ранних этапах образования и эволюции Солнечной системы (эти результаты позволят планировать как дальнейшие научные космические исследования на лунных полярных полигонах и на окололунной орбите, так и будущие пилотируемые экспедиции);
- выяснить природу и происхождение воды и летучих соединений на современной Луне, изучить химический и изотопный состав летучих, провести поиск в образцах полярного реголита сложных молекулярных соединений, включая предбиологические молекулы и структуры (эти данные позволят существенно продвинуться в понимании космохимических процессов в протосолнечном облаке и в межзвёздной среде, в решении фундаментальной проблемы происхождения жизни на Земле)
- построить научно-инженерную модель поверхности и экзосферы лунных полярных районов и исследовать наличие и распространённость летучих соединений в полярном реголите (эта информация станет научно-технической базой для освоения Луны человеком, для создания элементов лунной космической инфраструктуры);
- воссоздать в России на современном уровне технологии лунной посадки, продолжительной работы аппаратов на поверхности Луны, технологии мобильных исследовательских экспедиций на автоматических долгоживущих луноходах большого радиуса действия и технологии возврата космических аппаратов с Луны на Землю — ключевые для освоения Луны (наличие этих технологий у России гарантирует доступ к лунным ресурсам, если такая задача будет поставлена перед космической отраслью; ясно также, что этот технологический задел необходим для решения сходных задач изучения Марса, астероидов, спутников Юпитера и Сатурна);
- организовать сотрудничество с зарубежными странами, что позволит России сэкономить значительные средства и сосредоточить свои усилия на разработке наиболее перспективных космических технологий, в которых у нашей страны имеется опыт и технологический задел (бурение и добыча реголита, технологии лунохода, создание радиоизотопных источников энергии, возврат аппарата с Луны на Землю).

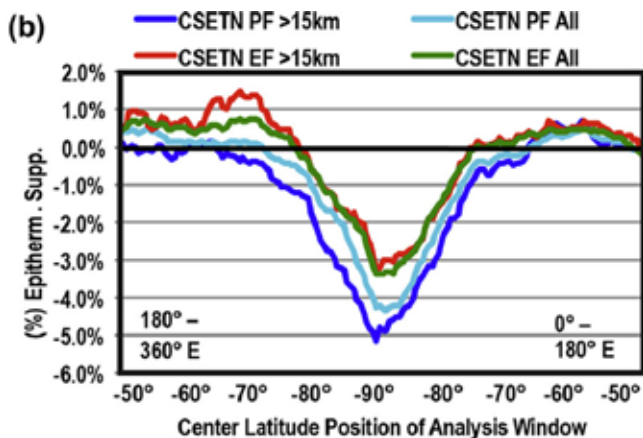
Проекты исследования Луны автоматическими космическими аппаратами на этапах «Луна-Автомат» и «Луна-Полигон», о которых здесь шла речь, уже включены (с той или иной степенью проработанности) в проект Федеральной космической программы на 2016–2025 годы. Они представляют, на наш взгляд, совершенно необходимую стадию государственной программы освоения Луны. Проекты следующего этапа «Луна-Экспедиция» связаны уже с пилотируемыми полётами и должны обстоятельно обсуждаться в последующих публикациях. Как мы уже отмечали выше, именно при решении лунных задач наиболее эффективно объединяются самые сильные стороны отечественной пилотируемой космонавтики с громадным опытом исследований на автоматических космических аппаратах.

Стратегический вектор развития российской дальней космонавтики задан: вначале — Лунный полярный полигон и Лунная база, затем — пилотируемая экспедиция на Марс. Наша ближайшая цель также ясна — это посадка в 2018 году «Луны-25» в неизведанный район в окрестности Южного полюса для пионерских исследований вмёрзших в реголит льдов и летучих соединений, принесённых кометами из самых далёких границ Солнечной системы.

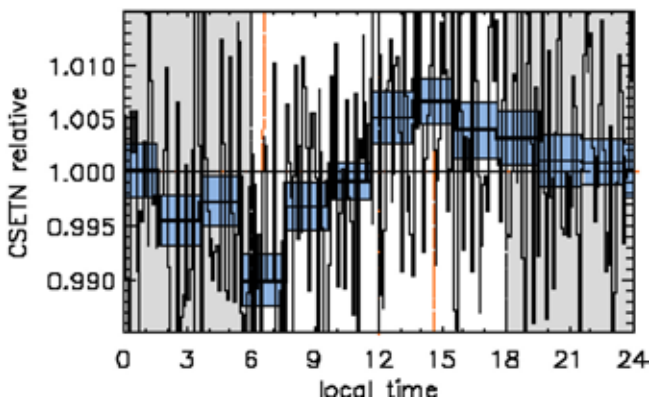
В заключение авторы выражают благодарность сотрудникам Научно-производственного объединения им. С. А. Лавочкина В. В. Хартову, В. П. Долгополову и др., сотрудникам ИКИ РАН — участникам проектов «Луна-25», «Луна-26» и «Луна-27» и также сотруднику Института динамики геосфер РАН С. И. Попелю за продуктивное и полезное сотрудничество при подготовке данной статьи.



**Рис. 1.** Карты распространённости водяного льда в веществе реголита (в процентах массы) на Северном (слева) и Южном (справа) полюсах Луны по данным российского нейтронного телескопа ЛЕНД на борту лунного спутника НАСА (Национальное управление по воздухоплаванию и исследованию космического пространства, NASA — National Aeronautics and Space Administration) ЛРО. Белые сегменты на карте Северного полюса связаны с отсутствием статистически обеспеченных данных в связи с особенностями измерений на борту ЛРО. Оттенками серого цвета на картах показан лунный рельеф, а чёрными контурами обозначены границы областей постоянного затенения



**Рис. 2.** Уменьшение среднего потока эпитепловых нейтронов (в процентах от среднего значения на умеренных широтах) от поверхности склонов в окрестности Южного полюса Луны (полюс соответствует широте 90°) по данным коллимированных детекторов CSETN (Collimated Sensors for EpiThermal Neutrons) телескопа ЛЕНД. Голубая и зелёная кривые соответствуют склонам, обращённым к полюсу (PF) и к экватору (ES), соответственно. Синяя и красная кривые соответствуют склонам с размером более 15 км, обращённым к полюсу (PF) и к экватору (ES), соответственно. Левая и правая половины профиля для интервалов [-50, -90] и [-90, -50] соответствуют усреднению потока нейтронов по долготным интервалам [180...360] и [0...180] восточной долготы



**Рис. 3.** Относительные суточные изменения среднего потока эпитепловых нейтронов, зарегистрированных детекторами CSETN прибора ЛЕНД в полосе широт  $\pm 30^\circ$  вдоль экватора



## ПРОЕКТЫ Лунной Программы с применением автоматических средств

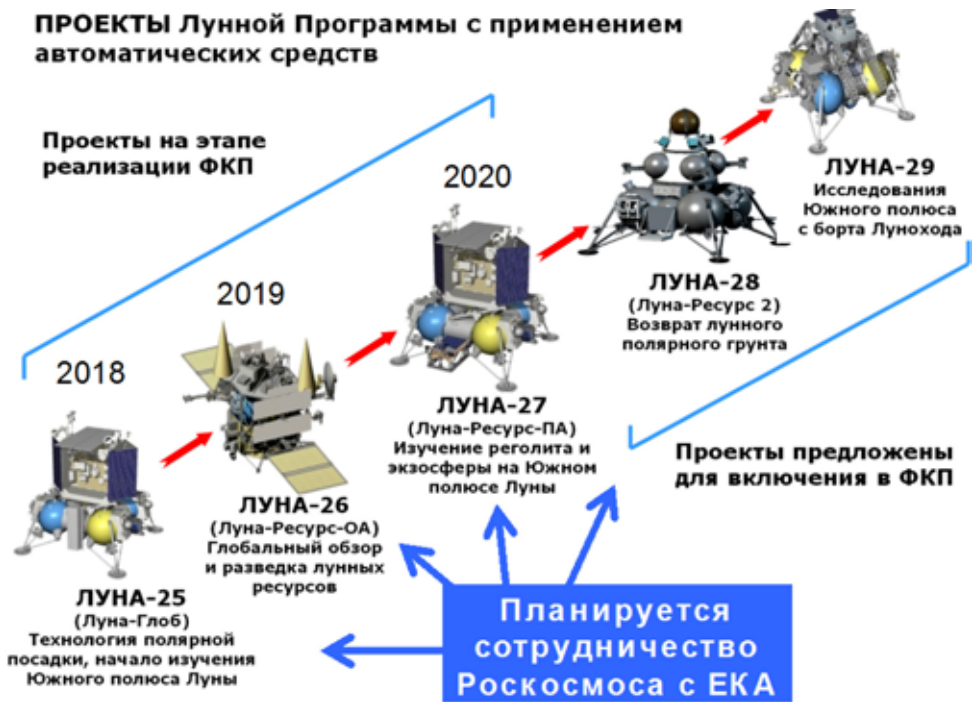


Рис. 4. Линейка проектов на этапах «Луна-Автоматы» и на начальной фазе этапа «Луна-Полигон»

# СВЕРХДАЛЬНЯЯ РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ

*Л. И. Матвеевко*

50-летию РСДБ посвящается

## ВВЕДЕНИЕ

Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ) открыла новую страницу астрономии и яви-

лась принципиально новой основой для дальнейшего развития ряда прикладных и фундаментальных направлений науки и техники. Угловое разрешение РСДБ в тысячи раз превышает разрешающую силу лучших оптических инструментов, что позволяет исследовать тонкую структуру компактных объектов: протозвёзд и активных ядер галактик. Угловое разрешение достигает десятка микросекунд дуги, что соответствует углу, под которым видна орбита электрона в атоме водорода с расстояния в один метр. На принципиально новой основе развиваются такие традиционные направления науки как прецизионная астрометрия, геодезия и навигация. В своё время труба Галилея открыла человечеству Солнечную систему, сегодня РСДБ — весь окружающий мир.

РСДБ — порождение эпохи освоения космического пространства. В конце 1950-х годов стартуют первые космические ракеты — «Лунники». Необходимо было контролировать траекторию их движения и точку прилунения. По указанию директивных органов ФИАН<sup>1</sup> создаёт в Крымской радиоастрономической станции вблизи Симеиза радиоинтерферометр и определяет прилунение аппаратного контейнера. Работа прошла успешно и получила высокую оценку М. В. Келдыша и С. П. Королёва. Накопленный опыт позволил радиоастрономам создать радиоинтерферометрический треугольник для исследований выбросов солнечной плазмы. Были обнаружены и измерены скорости и траектории движения эжектируемых потоков (рис. 1). В ряде случаев скорости выбросов превышали вторую космическую и через несколько дней потоки космических частиц достигали Земли, вызывая шумовые бури.

Промышленность привлекает ФИАН для участия в создании в Крыму вблизи Евпатории Центра дальней космической связи (ЦДКС). Руководство создания ЦДКС возглавляет талантливый руководитель Г. Я. Гуськов. Основой измерительного комплекса является радиоинтерферометр с базой 500 м. В кратчайшие сроки в течение нескольких месяцев создаются три крупные антенные системы, состоящие из восьми шестнадцатиметровых параболических антенн, установленных на общей платформе. В качестве азимутального поворотного устройства используются орудийные башни линкора (рис. 2). Угломестная ось, она же аппаратурная кабина, сваривается из газгольдеров высокого давления. ФИАН и НИИ-17<sup>2</sup> разрабатывают малозумящие усилители мазерного типа, работающие при гелиевых температурах, на длине волны 8 см, и параметрического типа — на длине волны 32 см. Пункты оснащаются атомными стандартами частоты аммиачного типа. Регистрация телеметрии осуществляется на магнитофонах.

Радиоастрономическое направление работ определяется ФИАН (Л. И. Матвеевко). Для поверки параметров антенн привлекается Институт радиоэлектроники Армянской ССР (директор Э. Г. Мирзабекян). Многое делалось впервые, в том числе и измерение параметров крупных антенн, разрабатываются методы определения параметров по источникам космического радиоизлучения.

<sup>1</sup> ФИАН — Физический институт имени П. Н. Лебедева АН СССР (ныне РАН).

<sup>2</sup> НИИ-17 — Научно-исследовательский институт № 17, ныне «Концерн радиостроения «Вега».

Необходимо было достигнуть необычайно высокой точности измерений координат — 0,1 угл. с, точность, неслыханная по тем временам. Для юстировки поверки интерферометра нужны были репера — компактные яркие источники космического радиоизлучения с точными координатами. Для участия в этой работе Л. И. Матвеенко приглашает ГАИШ<sup>1</sup>, аспирантов И. С. Шкловского: Г. Б. Шоломицкого и Г. С. Хромова. Разрабатывается необходимая аппаратура, и исследуются радиоисточники с пекулярными спектрами — потенциальные репера. Отрабатывается методика юстировки антенн по источникам космического радиоизлучения, определения их параметров. Одновременно проводятся регулярные сеансы приёма телеметрии с космических аппаратов, направленных на Венеру.

## **1. Источники релятивистских частиц — переменность радиоизлучения**

Это была эпоха бурного развития и становления радиоастрономии. Астрономические объекты предстали перед исследователями как уникальные космические лаборатории. Центральной проблемой был вопрос о происхождении релятивистских частиц, определяющих радиоизлучение космических объектов. Предполагалось, что источники релятивистских частиц должны быть компактными яркими радиообъектами. Таким объектом могла быть одна из двух звёздочек в центре Крабовидной туманности — остаток вспышки сверхновой (рис. 3а). Вблизи юго-западной звёздочки в оптике эпизодически наблюдаются яркие компактные жгутики — виспы, движущиеся со скоростью порядка 0,2 скорости света. Было установлено, что их излучение линейно поляризовано и определяется синхротронным излучением релятивистских электронов. Предполагалось, что звёздочка должна наблюдаться и в радиодиапазоне. Для исследований нужен был инструмент с необычайно высоким угловым разрешением, но такового не существовало в природе. Решению вопроса способствовали эпизодически происходящие покрытия Крабовидной туманности Луной. При приближении края Луны к компактному радиоисточнику должна возникать дифракционная картинка в виде периодического изменения принимаемого сигнала. Это эквивалентно наблюдению источника на интерферометре в направлении вдоль базы, равной расстоянию от наблюдателя до Луны. В 1964 году покрытия происходили в европейской части СССР. Для проведения наблюдений Л. И. Матвеенко были привлечены практически все крупные радиотелескопы (РТ). Наблюдения проводились практически во всём спектре радиоволн от 3 см до метровых волн включительно. Специально для этих целей на радиотелескопе РТ-22 ФИАН в Пущино был установлен мазерный усилитель на длине волны 21 см, разработанный лично Р. М. Мартиросяном, который ныне занимает пост Президента Национальной академии наук Армении. Для контроля точности сопровождения антенны кинокамерами проводилась съёмка шкал азимута и угла места. Этим исследованиям придавалось очень большое значение. По указанию М. В. Келдыша на антеннах ЦДКС в эти моменты были остановлены сеансы связи с космическим аппаратом «Венера» и проведены наблюдения покрытий Крабовидной туманности на длинах волн 8 и 32 см. Дифракционная картинка, определяемая компактным радиоисточником, была обнаружена на длине волны 32 см (рис. 3в). Положение источника

---

<sup>1</sup> ГАИШ — Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (МГУ).

соответствовало юго-западной звёздочке. Как показали дальнейшие исследования, этим источником была нейтронная звезда (пульсар), образовавшаяся в момент взрыва сверхновой.

За сутки до наблюдения покрытий на длине волны 8 см на записях прохождений Крабовидной туманности через диаграмму направленности антенны была обнаружена дополнительная деталь, излучение которой превышало 10 % полного излучения туманности (рис. 3б). Она находится юго-восточнее центра туманности на расстоянии двух угловых минут или двух световых лет. Распределение яркости туманности на длине волны 8 см, полученное по данным покрытия на следующий день, подтвердило наличие этой области. Но её излучение снизилось по отношению к предыдущему дню. Таким образом, впервые была открыта переменность источников космического радиоизлучения, причём довольно быстрая. Результат был столь неожиданным, что теоретики отказывались верить в возможность такого явления. Действительно, время высвечивания релятивистских электронов в радиоизлучении превышает сотни лет. И только после детальнейшего анализа эти данные были опубликованы. В этой связи вспоминаются слова нашего блестящего астрофизика Соломона Борисовича Пикельнера: «Экспериментальные результаты могут быть отклонены или подтверждены только экспериментальными данными, в то время как теоретические модели нуждаются в экспериментальном подтверждении». К тому времени была обнаружена переменность радиоизлучения квазаров.

Наблюдения объекта 3С 273 методом покрытий, проведённые на ЦДКС Г. Б. Шоломицким и другими на длинах волн 8 и 32 см, и австралийскими радиоастрономами на длине волны 75 см, открыли квазизвёздный объект — ядро и выброс — джет, определено точное положение и спектр. Открытие источников релятивистских частиц неизбежно обращало внимание исследователей на нестационарность эжекции частиц и, соответственно, переменность радиоизлучения. Г. Б. Шоломицкий проводил исследования объектов с пекулярными спектрами на длине волны 32 см и обратил внимание на возможную переменность источника СТА 102. Таким образом, были получены первые данные по компактным источникам — реперам для юстировки радиointерферометра.

## **2. Радиointерферометрия со сверхдлинными базами**

Центр дальней космической связи создавался усилиями многих организаций страны, разрабатывались и внедрялись новейшие технологии, приборные комплексы, созданные на основе последних достижений физики. Это был полигон, на котором испытывались новейшие разработки. Лучшие специалисты страны отработывали и внедряли методы дальней космической связи. Даже сейчас не перестаёшь удивляться достигнутым результатам. Это относится и к наблюдению покрытий, определению абсолютного положения радиоисточников. Но покрытия радиоисточников повторяются довольно редко и не всегда видны в местах расположения крупных радиотелескопов. Да и не все объекты оказываются на пути прохождения Луны. Нужен был более эффективный инструмент с высоким угловым разрешением.

Одной из основных задач измерительного комплекса ЦДКС было обеспечение связи с космическими аппаратами в пределах Солнечной системы, управление полётом, что во многом определяется эффективностью линии связи, антенн и малошумя-

ших входных устройств. Аналогичные требования предъявляются к радиотелескопам при исследовании источников космического радиоизлучения. Эти параметры определяются радиоастрономическими методами и контролируются в процессе наблюдений. Как ранее отмечалось, электрические параметры антенн аттестовались Институтом радиотехники и электроники Армении с помощью специальных приёмников. В конце февраля 1962 года руководитель «Земли» Г.Я. Гуськов проводил с Э.Г. Мирзабекяном совещание, на котором рассматривался вопрос о снижении эффективности канала связи с космическими аппаратами на длине волны 32 см. В ходе радиоастрономических наблюдений мы отработывали технику и методику измерений параметров системы со штатными входными устройствами усилителями параметрического типа. Всё это происходило впервые и к тому же в режиме полной секретности. Поэтому у нас нет фотографий тех лет, а публикации весьма ограничены.

В это время сотрудники фирмы «Белл» А. Пензиас и Б. Вильсон проводили абсолютные измерения плотностей потоков радиоисточников на длине волны 8 см с помощью антенны рупорного типа. В процессе измерений ими было обнаружено избыточное трёхградусное излучение, которое не могло быть объяснено техническими причинами. Авторы сделали вывод о его космическом происхождении, получившем с лёгкой подачи И.С. Шкловского название реликтового — относящегося к моменту зарождения Вселенной.

Ещё до публикации результатов А. Пензиас прислал мне рукопись своей работы и попросил провести измерения температуры фона (на антенне АДУ-1000). К сожалению, многоэлементная синфазная антенна, соединённая длинными волноводами, не позволяла провести столь тонкий эксперимент, о чём я и сообщил своему американскому коллеге.

Измерения параметров антенн представителями Института радиотехники и электроники Армении проводились независимо от нас с помощью специального измерительного приёмника. По их данным параметры антенны на длине волны 32 см лежали в заданных пределах, эффективная площадь 1000 квадратных метров, но не объясняли снижение чувствительности канала связи с бортом. Мы измеряли параметры действующей системы со штатным параметрическим усилителем на входе, который весьма критичен к согласованию с антенной. Разветвлённая сеть волноводных соединений, в этом смысле, была далеко не идеалом. По своему опыту работы с интерферометром в пос. Кацивели мы знали, что высокочастотные кабели большого сечения типа РКК 5/18 весной и осенью накапливали конденсат, что меняло их параметры. Кабели нужно было держать под небольшим избыточным давлением, что и предлагалось сделать с волноводными трактами. Наши наблюдения на АДУ-1000 также свидетельствовали о снижении чувствительности системы, что могло быть связано с волноводным трактом. В этой ситуации быть арбитром по рассматриваемому вопросу ко многому обязывало. Тем более что вопрос носил далеко не академический характер. Для проверки предположения о конденсации влаги в волноводах их нужно было разъединить, что было технически не просто, но другого не было. Г.Я. Гуськов дал указание бригаде монтажников разъединить волновод. В момент ожидания мы обсуждали применяемую методику измерения координат космических аппаратов методом длинноволновых доплеровских измерений (терминология среди профессионалов). Принимаемые сигналы космического аппарата преобразовывались с помощью атомных стандартов частоты

и регистрировались на магнитофонах и далее транслировались на вычислительный центр, где определялась их разностная частота. Для меня слово «база» однозначно отождествлялось с понятием радиоинтерферометра. Действительно, так же может работать и интерферометр. Но в этом случае должна определяться разность фаз принимаемых сигналов, то есть должна быть сохранена их когерентность. Для этого предлагалось одновременно записать пилот-сигнал от того же атомного стандарта частоты, с помощью которого восстанавливается когерентность сигналов, искажённая при записи и воспроизведении. Было решено проверить этот принцип на антеннах ЦДКС Евпатория-Симферополь. Пункты имели необходимую аппаратуру: атомные стандарты аммиачного типа и магнитофоны аналогового типа с полосой регистрации 100 кГц.

Осенью 1962 года во время посещения Радиоастрономической станции ФИАН в Пущино я сделал сообщение на расширенном заседании Учёного совета о методе РСДБ и подготовке соответствующего эксперимента между пунктами ЦДКС АДУ-1000, Евпатория, и РТ-32, Симферополь. К моему полному удивлению предложение не получило поддержки у ведущих радиоастрономов страны: «Это не может быть». Руководитель лаборатории радиоастрономии ФИАН В. В. Виткевич выразил сожаление, что не может рекомендовать статью к публикации при таком решении совета. Когда же я поинтересовался у одного из уважаемых членов Учёного совета доводами по существу вопроса, почему этого не может быть, то услышал завершающую часть: «Потому, что не может быть никогда». К сожалению, это остановило дальнейшие работы в этом направлении на ЦДКС.

Открытые публикации в ведомственных институтах не практиковались. В этой ситуации у меня оставалась лишь одна возможность обратиться за поддержкой к своим молодым коллегам в ГАИШ — Г. Б. Шоломицкому и Н. С. Кардашёву. Моё сообщение на семинаре в ГАИШе получило диаметрально противоположную оценку. Председатель семинара, Д. Я. Мартынов, подвёл итог: «Необычайно важно, нужно патентовать». В декабре 1962 года ГАИШ направляет заявку Л. И. Матвеевко, Н. С. Кардашёва и Г. Б. Шоломицкого в Патентное бюро. Предварительное заключение экспертов сводилось к тому, что патентуется результат, а не метод. На просьбу дать согласие на публикацию метода не соглашались, ссылаясь на необходимость более детального рассмотрения заявки. И только после категорического требования выдать патент или разрешить публикацию было получено согласие на публикацию. Мне казалось, что патентовать метод РСДБ — это всё равно, что патентовать закон Ома. Метод должен быть общедоступен. В декабре 1963 года официальное разрешение Патентного бюро на публикацию было получено и статья направлена в журнал «Известия высших учебных заведений. Радиофизика».

Но успокаиваться было рано. На пути публикации дружно встала редколлегия журнала — рецензент требовал указать стабильность атомных генераторов, её зависимость от времени, и какое количество лепестков будет получено за время сохранения когерентности. При этом редколлегия знала, что сведения о высокостабильных атомных генераторах не подлежат публикации. После длительной переписки и выяснения отношений была приведена общая зависимость числа лепестков от стабильности гетеродинов и длины базы. По причине секретности была исключена и фраза о возможности выноса элемента на орбиту вокруг Земли! Как оказалось в дальнейшем, рецензент не терял времени и пытался реализовать идею, не дожидаясь выхода статьи! И как тут

не вспомнить рекомендацию Д. Я. Мартынова о необходимости патентования. В последующие годы, когда стали наводить порядок с патентованием у нас в стране, он же рекомендовал мне вернуться к оформлению патента, но я считал нецелесообразным менять своё отношение к данному вопросу. Не останавливаясь на деталях становления и развития РСДБ, могу лишь отметить, что основными проблемами у нас в стране всё же были не бюрократические препоны, как многие считают и сегодня.

Летом 1963 года на ЦДКС мне, как руководителю радиоастрономических исследований, поступило указание принять гостя Президента АН СССР М. В. Келдыша, директора Радиообсерватории Джодрелл Бэнк, профессора Б. Ловелла, и ознакомить его с техническими средствами и проводимыми исследованиями. В связи с секретностью сотрудники ЦДКС не могли принять участие в этой встрече. Выбрали время перерыва в сеансах связи и решили на время приёма гостя устроить выходной, отправить личный состав на пляж, что, при той сверхнапряжённой работе, вызвало положительную реакцию. Осталось лишь несколько человек невидимой охраны на всю огромную территорию. Чтобы встреча была более содержательной, мы пригласили профессора И. С. Шкловского и Г. С. Хромова в качестве переводчика. В это время они были в Крыму, в КрАО<sup>1</sup>, на летней школе астрономов. Всё согласовано, ожидаю на командном пункте приезда гостей. Вдруг мне сообщают: в направлении ЦДКС движутся две «Волги». Что делать, ворота открыты. Даю добро на проезд обеих. Встречаю машины и вижу: Иосиф Самуилович, человек широкой души, пригласил с собой учеников и друзей. Опускаем прочие мелкие отступления от согласованной программы. Прохожу с официально приглашёнными на командный пункт. Знакомлю гостя с проводимыми работами, первыми результатами по радиоастрономическим исследованиям. Иосиф Самуилович предлагает мне изложить идею интерферометра с независимой регистрацией сигналов (формально это не могло быть сделано по причине нахождения материалов на рассмотрении в Патентном бюро). Б. Ловелл сразу оценил предложение, но высказал сомнение в необходимости сверхвысоких угловых разрешений. Действительно, радиоизлучение мощных источников, таких как Лебедь А, Кассиопея А, Крабовидная туманность, определяется не высокой яркостной температурой, которая достигает максимально возможной величины в несколько миллионов градусов, а их большими угловыми размерами. Радиоизлучение звёзд, точечных радиоисточников, тем более очень мало, их яркостные температуры не превышают десятков тысяч градусов. Гипотетический радиоисточник в Крабовидной туманности и квазары были ещё неизвестны. И. С. Шкловский парировал: «Неизвестны, потому что не на чем было измерить». Я согласовал с Ловеллом меморандум о проведении эксперимента на базе АДУ-1000 (Евпатория) и большого радиотелескопа МК-1 (Джодрелл Бэнк) на длине волны 32 см. Эта волна была известна английской стороне по совместным работам по лунным программам. Б. Ловелл предполагал обсудить со своими специалистами детали эксперимента и прислать ответ. Но ответ мы не получили. В дальнейшем, во время посещения Джодрелл Бэнк, я встретился с радиоастрономом Пальмером. Он познакомил меня с прошедшими событиями по книге воспоминаний профессора Ловелла. Вернувшись из Крыма, он посетил «Новый свет», где обсуждал РСДБ-эксперимент со своими коллегами, а Пальмер выехал в КрАО, где его визит ограничился ознакомлением со строительством РТ-22 и знакомством с достопримечательностями южного берега Крыма.

<sup>1</sup> КрАО — Научно-исследовательский институт «Крымская астрофизическая обсерватория».

Наконец после многочисленных согласований статья отправлена в печать в декабре 1963 года, поступила в редакцию в начале января 1964 и вышла в свет в 1965. Пятидесятилетие этого события мы отмечаем сегодня (рис. 4).

Стало ясно, что предложение идеи не означает её автоматическую реализацию. Для начала нужно иметь научную степень. Как уже отмечалось, в 1964 году происходили покрытия Крабовидной туманности, видимые в европейской части Советского Союза. Были подготовлены крупные радиотелескопы ФИАН и ЦДКС, и на них были успешно проведены наблюдения во всём спектре радиоволн от 3 см до метровых включительно. Эти результаты легли в основу моей кандидатской диссертации «Исследование распределения радиояркости Крабовидной туманности», защита которой состоялась в 1966 году в ГАИШ.

Пока шла «борьба» РСДБ-метод был успешно реализован в 1967 году независимо радиоастрономами Канады и США со сдвигом в публикации в один месяц. В первом случае применялась аналоговая техника регистрации сигналов, а во втором — цифровая. По завершении эксперимента профессор М. Х. Коуэн (Калтех<sup>1</sup>) и К. И. Келлерманн (НРАО)<sup>2</sup> обратились 23 февраля 1968 года к руководителю лаборатории радиоастрономии ФИАН В. В. Виткевичу с предложением провести эксперимент на более короткой волне, на длине волны 3 см между 22-метровым радиотелескопом в Пуцино и 43-метровым в Грин-Бэнк (рис. 5). В. В. Виткевич передал мне предложение американских коллег со словами: «Это ваша идея, вам её и реализовывать», — и добавил, — «вероятность очень мала — время «холодной войны».

Письмо американских учёных напомнило ФИАН о РСДБ. Заместитель директора ФИАН Н. Г. Басов принял самое активное участие, «открыл» зелёный свет — директивные органы дали согласие на проведение эксперимента. Но в этом случае РТ-22 оказывался репером привязки положения Москвы к американской системе координат, поэтому было принято решение об использовании РТ-22 КрАО, Кацивели. На моё обращение директор обсерватории А. Б. Северный дал согласие на участие КрАО в эксперименте. В январе 1969 года мы с И. Г. Моисеевым получили приглашение НРАО для согласования технических условий проведения эксперимента. Для гарантии я предложил начать с волны 6 см, на которой ранее были получены результаты, и после определения параметров интерферометра провести наблюдения на длине волны 3 см.

По завершении работы в НРАО нам предоставили возможность ознакомиться с рядом радиоастрономических обсерваторий США, в том числе и со знаменитым кактусом по дороге на Радиоастрономическую станцию Овенс Вэлли (рис. 6б). В университете в Беркли мы посетили семинар, на котором У. Велч докладывал об открытии в газопылевых туманностях источников, излучающих интенсивные линии водяного пара на длине волны 1,35 см. Предполагалось, что это тепловое излучение. Но высокий уровень излучения в узких линиях вызывал определённые сомнения. Нужно было определить размеры излучающих областей, их яркостную температуру.

Предлагаю включить эти источники в программу планируемых наблюдений СССР-США. С технической точки зрения рассматриваемые объекты были идеальны

---

<sup>1</sup> Калтех — Калифорнийский технологический институт (California Institute of Technology — Caltech).

<sup>2</sup> НРАО — Национальная радиоастрономическая обсерватория (NRAO — National Radio Astronomy Observatory), США.



для РСДБ-измерений. Их излучение достигало десятков тысяч единиц, а ширина линий не превышала нескольких десятков килогерц. Первые наблюдения проводились с системой «Марк-1», созданной на основе стандартной вычислительной техники типа IBM, магнитофоны которой обеспечивали полосу регистрации 360 кГц. Через несколько дней мы посетили Массачусетский технологический институт<sup>1</sup> и Хайстекскую обсерваторию и обсудили с Б. Берком (МТИ), Д. Мораном (САО, Гарвард<sup>2</sup>) и инженером Космо-Папа (МТИ) возможности наблюдений этих источников на межконтинентальном радиоинтерферометре Симеиз-Хайстек. Были согласованы параметры аппаратуры и программа наблюдений. Для гарантии было принято решение провести тестовые испытания аппаратуры на малой базе в пределах США, а затем перейти на межконтинентальную базу Симеиз-Хайстек (см. рис. 6).

По возвращении домой мы в кратчайшие сроки создали аппаратуру для юстировки радиотелескопа РТ-22 и определения параметров антенны, убрали порталный кран, перекрывавший обзор неба в нужном направлении. Определили координаты РТ-22 относительно известного оптического телескопа на горе Кошка. Исследовали места возможного приёма сигналов навигационной системы «Лоран-С»<sup>3</sup> в Прибалтике для синхронизации часов. На обратном пути по дороге к Москве вдруг обнаруживаем мощный сигнал на частоте навигационной системы, намного лучше, чем принимался в Риге, но несколько отличающийся по своим характеристикам. Оказалось, это сигнал вводимой в действие отечественной навигационной системы.

Осенью 1969 года после получения гарантий от АН СССР о возврате имущества в Москву прибыли с аппаратурой К. Келлерманн, Б. Кларк и Д. Пайн. Для обеспечения синхронизации времени пунктов наблюдений был доставлен из Грин-Бэнк рубидиевый стандарт частоты/времени в горячем состоянии. Наши коллеги поставили часы на зарядку аккумуляторов. Мне было несколько странно, что на приборе подзарядки устанавливают напряжение ниже красной отметки, соответствующей напряжению аккумулятора. Обычно должно быть больше. Но я не работал с таким прибором. После завершения всех работ крупногабаритная аппаратура была отправлена машиной в Симеиз, а мы вылетели с рубидиевыми часами в Симферополь. Ёмкость аккумуляторов рубидия была ограничена. Поэтому машина шла на повышенной скорости. За Алуштой нас остановил автоинспектор за превышение скорости. Наши гости с некоторым недоверием отнеслись к этому «инциденту». Автоинспектор признал наше нарушение оправданным и не стал чинить препоны. АН СССР тогда уважали и с ней считались. Автоинспектор оказался любознательным и попросил показать ему эти удивительные атомные часы. Келлерманн с гордостью открывает багажник — часы стоят! Первая реакция — происки врагов. Ведём анализ в духе Шерлока Холмса: часы показывают время нашего пролёта над Харьковом. Ясно — аккумуляторы были недозапряжены.

На следующее утро с огромным трудом (тогда не было мобильных телефонов и Интернета, а оформление телеграмм более чем проблематично) через ялтинский «Интурист» связались с директором Космической обсерватории О. Ридбеком, Швеция. Келлерманн попросил его подготовить и выслать в Пулково рубидиевые часы,

<sup>1</sup> Массачусетский технологический институт — МТИ (Massachusetts Institute of Technology — MIT).

<sup>2</sup> САО, Гарвард — Смитсоновская астрофизическая обсерватория.

<sup>3</sup> «Лоран-С» — LOng RAnge Navigation (LORAN).

синхронизированные по сигналам «Лоран-С». Рубидиевые часы из Симеиза решили отправить в Ленинград, где сличить со шведскими. Для гарантии взяли аккумулятор с грузовой автомашины. Установили его для маскировки в картонную коробку (иначе не пропустили бы в самолёт), соединили с рубидием (чтобы поддерживать режим) и отправили в Ленинград в сопровождении Келлерманна и Л. Р. Когана. Подъезжаем прямо к трапу самолёта, который дожидается опаздывающих пассажиров. Стюардесса с подозрением посматривает на двух иностранцев, с большим трудом поднимающихся по трапу с картонной коробкой и прибором (это 40...50 кг!). Пошутили, но пропустили. В Пулковской обсерватории часы встречали в аэропорту, сверили и тут же отправили в Симферополь, а шведские оставили для хранения времени в Пулково. Всё было сделано более чем оперативно. Но как бы то ни было, к началу наблюдений всё было готово, и Келлерманн нажал клавишу пуска магнитофона (рис. 7).

В сентябре были проведены тестовые наблюдения на длине волны 6 см. Магнитная лента с контрольными записями сигналов была передана В. В. Виткевичем непосредственно командиру самолёта «Американ Эйрлайнс» и доставлена в Нью-Йорк.

Во время образовавшейся паузы Келлерманн попросил посетить Бюраканскую обсерваторию. Мы вылетели с ним в Ереван. Ему были интересны обычаи и традиции народа, а где это видно лучше всего? Конечно, на базаре, где всё ярко и красочно. Пошли мы на базар — всё ярко, красочно. Он снимает сценки из жизни на портативную кинокамеру — вещь непонятная. Меня спрашивают: «Кто это?» — «Американец». — «А на каком языке он говорит?» — «Английском». — «А почему на английском? Почему у него в руках автомат?» Стало ясно, что надо уносить ноги. Я сказал, как оказалось, магические слова: «Это — гость Амбарцумяна Виктора Амазасповича», и всё изменилось, все стали друзьями.

Позвонили в Симеиз и нам сообщили, что интерференционные лепестки получены, уточнены параметры базы и поправки времени. В октябре успешно прошли наблюдения на обеих волнах. Я вылетел в НРАО для обработки данных на ЭВМ (электронная вычислительная машина) типа IBM 360/60, а затем в Калтех — на более мощной ЭВМ IBM 360/75. Расстояние между антеннами составляло 8030 км, что обеспечило угловое разрешение, близкое предельному значению в условиях Земли. На длине волны 2,8 см были получены радиоинтерференционные лепестки от источников 3С 273 и 4С 39,25; угловое разрешение достигало 0,0005 угл. с. Для надёжности данные на длине волны 2,8 см были независимо обработаны на вычислительном центре Годдардского космического центра (Центр космических полётов имени Годдарда; Goddard Space Flight Center — GSFC, NASA). На рис. 8 показаны спектры радиоинтерференционного сигнала от источника 3С 273.

Проведённые наблюдения позволили определить параметры базы с точностью около 50 м, установлены возможности определения поправок времени по сигналам станции навигационной системы «Лоран-С», расположенной в Турции. Была доказана возможность реализации интерферометрии на коротких сантиметровых волнах, достигнуто предельное в условиях Земли угловое разрешение. Этим самым были внесены коррективы в теоретические модели тропосферы, исключая возможность реализации РСДБ на сантиметровых длинах волнах. Удивительными были и астрофизические результаты. Квазары оказались не точечными источниками (не квазизвёздными объектами). Была установлена их сложная структура, включающая компактные компо-

ненты — ядра с размерами порядка 0,5 мс. Для дальнейших исследований необходимо было привлечь дополнительно другие радиотелескопы. Сотрудничество с НРАО протекало успешно, это способствовало и лучшему пониманию друг друга. Наши коллеги проявляли большой интерес к нашей стране (рис. 9).

Сотрудничество с НРАО оказало существенное влияние на развитие проекта крупного прецизионного телескопа РТ-70, проводимого в ФИАН под руководством талантливого конструктора П.Д. Калачёва, который эмпирически решал вопрос минимального воздействия гравитации на форму отражающей поверхности зеркала антенны. В этом проекте я принимал участие, как с точки зрения идеологической, так и эксплуатационных требований пользователя. В НРАО я познакомился с Себастьяном фон Хорнером, который работал над идеологией крупных антенн. Он нашёл аналитическое решение сохранения формы конструкции зеркала антенны при изменении гравитационного воздействия — гомотолию. Это способствовало проектированию уникального инструмента РТ-70, реализованного в дальнейшем РНИИ КП<sup>1</sup> Сергеевым, Козловым, Гришмановским, Тарасовым на ЦДКС в Евпатории и Уссурийске.

Масштабы работ выходили за пределы возможностей лаборатории радиоастрономии ФИАН, и РСДБ-направление в июне 1969 года по ходатайству Г.И. Петрова переводится в создаваемый Институт космических исследований.

Следующий эксперимент на длине волны 3,55 см планируется на июнь 1971 года с участием дополнительно 64-метровой антенны Центра дальней космической связи в Голдстоуне.

В этой связи следует сделать небольшое пояснение об особенностях радиоинтерферометрических исследований. Отклик интерферометра (радиоинтерференционные лепестки) соответствует не излучению отдельной точки изображения наблюдаемого объекта, а одной из пространственных частот этого изображения. Чтобы получить само изображение, нужно измерить все его пространственные гармоники, то есть провести наблюдения источника на радиоинтерферометрах с базами разной длины и ориентации. А затем по этим гармоникам построить само изображение. Поэтому для следующего эксперимента включается 64-метровая антенна Центра дальней космической связи в Голдстоуне (Калифорния), образующая три интерферометра с РТ-22 и РТ-43.

Для повышения чувствительности РТ-22 совместно с НИИ 17 был разработан радиометр с малолумящим усилителем мазерного типа (рис. 10а) и каскадная система облучения антенны. НРАО создали специализированную систему регистрации и обработки данных «Марк-II» на основе студийных видеоманитофонов. В качестве опорного генератора на РТ-22 применили высокостабильный кварцевый генератор, контролируемый рубидиевым стандартом, а в Грин-Бэнк и Голдстоуне — стандарты водородного типа. Это существенно повысило чувствительность системы. Для проведения очередных наблюдений в Крым приехали К. Келлерманн, М. Коуэн и Б. Кларк (рис. 10б).

Приключения сопутствовали нам и в этом случае. На РТ-22 всё подготовлено к наблюдениям, но нет Кларка с рубидием. Для гарантии он решил поверить часы в Институте радиоастрономии им. Макса Планка в Бонне. Таможенники с немецкой

---

<sup>1</sup> РНИИ КП — Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения (ныне ОАО «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» — «Российские космические системы»).

педантичностью потребовали выплатить залог за ввоз часов и никакие доводы, что часы будут после сверки вывезены, на них не действовали. В результате Б. Кларк прибыл в Москву на два дня позднее, когда его никто не ждал. Но нам повезло. В это же время из США прилетел М. Коуэн с кварцевым генератором, и на мой вопрос о том, где Барри, он показал на сиротливо стоящего за моей спиной у стойки таможенника Б. Кларка с мигающими часами. Очередной раз сработал авторитет АН СССР, и часы вместе с сопровождающими были немедленно пропущены. Но выяснилось, что нужно срочно подключить часы к аварийному питанию. Встречающая машина «Волга» была готова их подключить к своему аккумулятору, но часы не входят внутрь машины. Стоявший поблизости таксист с большей машиной, видя наши проблемы, предложил довезти нас. Шофёр открыл капот и подключил часы, стоящие на переднем сидении, к аккумулятору. Но как закрыть капот? Подвязали верёвкой и так и доехали до гостиницы. Выручало уважительное отношение к науке.

Теперь можно было лететь в Крым. И тут новая проблема. В районе Харькова проходят военные учения, и пролёт иностранцев категорически запрещён. Опять срабатывает авторитет АН, пропускают, но оговаривают — никаких съёмов.

Эксперимент на длине волны 3,55 см прошёл успешно. Структура квазаров оказалась сложной, при этом было обнаружено движение отдельных компонентов со скоростями выше скорости света. Казалось, что это противоречит известным физическим законам. Но было показано, что это видимое сверхсветовое движение определяется движением источника со скоростью, близкой к скорости света, в направлении, близком к направлению на наблюдателя. Была установлена необычайно высокая яркостная температура ядер, достигающая предела обратного комптоновского рассеяния  $10^{12}$  К.

После наблюдения квазаров были проведены исследования источников в линиях водяного пара совместно с РТ-37, Хайстек. Для этого в июне 1971 года в Крым приехали Б. Ф. Берк, Космо-Папа (МТИ), Д. Моран (САО) и С. Ноулс (NRL<sup>1</sup>) (рис. 11). Использовалась простейшая аппаратура со смесительным приёмником, прошедшая успешные испытания в США. Б. Ф. Берк ехал из Хайстека с рубидиевыми часами. Как ранее отмечалось, часы имеют достаточно большую массу. В самолёте летел адмирал американского флота. Увидев на часах наклейку NRL (Военно-морская лаборатория), он в знак солидарности счёл своим долгом помочь вынести их из самолёта. Часы доставили в гостиницу и поставили на подзарядку. Утром встречаемся в ИКИ и обсуждаем план работы. Вдруг звонок из гостиницы: «В номере стоит аппаратура, мигают лампочки — это шпионы!» Я прошу ничего не трогать и никого не впускать в номер, и срочно еду спасать время.

Перед РСДБ-наблюдениями в объекте W 49 произошла мощная вспышка излучения в линии водяного пара. Сигнал нарастал в течение десятка минут, что свидетельствовало об очень малых размерах источника. Измерения на интерферометре Симеиз-Хайстек с разрешением 0,2 мс дуги подтвердили это. Размеры области вспышки не превышали  $\sim 0,07$  а. е., а её яркостная температура достигала  $\sim 10^{16}$  К. В ряде газопылевых комплексов были выделены яркие компактные мазерные источники, сгруппированные в активных зонах. Была установлена мазерная природа излучения источников в линиях водяного пара, таким образом, подтвердилась идея И. С. Шкловского о сопутствии мазерного излучения формированию протопланетных систем и В. А. Амбарцумя-

---

<sup>1</sup> NRL — Naval Research Laboratory, США.

на о коллективном характере формировании звёзд в газопылевых комплексах. Чтобы исследовать даже ближайšie к нам аналоги Солнечной системы, необходимо было повысить разрешающую силу — создать интерферометр с элементом на орбите вокруг Земли.

Угловое разрешение РСДБ определяется размерами базы. Мы достигли предельных, трансатлантических расстояний и нужно было выходить за пределы Земли. После обнаружения ярких компактных  $\text{H}_2\text{O}$  мазерных источников на длине волны 1,35 см по указанию Г.И. Петрова мы приступили к разработке проекта космического радиоинтерферометра. Руководителем проекта был В.П. Мишин, научным руководителем — Л.И. Матвеевко и техническим руководителем — В.И. Костенко. Размер зеркала космического радиотелескопа диаметром 3,1 м определялся обтекателем ракеты. Для защиты антенны от космических перепадов температуры предусматривались теплоизоляция каркаса и крепление отражающей поверхности зеркала на тонких инваровых стержнях, что обеспечивало сохранение её параболической формы даже для работы в инфракрасном (ИК) диапазоне. Система облучения антенны кассегреновского типа обеспечивала тонкое наведение антенны на исследуемый объект с помощью вторичного зеркала, что существенно экономило расход рабочего вещества. Как показали температурные испытания, точность поверхности зеркала обеспечивала возможность работы в ИК-спектре (рис. 12а, б).

Оптимальные параметры орбиты соответствовали перигею 30 тыс. км и апогею 80 тыс. км, что соответствует угловому разрешению в десятки микросекунд дуги (рис. 12в). Проект получил широкую международную поддержку. Но неумолимо приближалась «перестройка», которая внесла свои коррективы. Проект вызвал большой интерес у японских специалистов. Территория Японии невелика, и реализовать радиоинтерферометр со сверхбольшой базой можно было только при вынесении радиотелескопа в космическое пространство. Наши проработки нашли своё полное отражение в японском проекте VSOP<sup>1</sup> (рис. 13). Этот эксперимент явился крупным шагом в развитии технологии РСДБ, он подтвердил оптимальный выбор параметров и заложил технологическую и методическую основу интерферометров Земля-космос.

## ГЛОБАЛЬНАЯ СЕТЬ

Параллельно продолжаем исследования структуры радиоисточников, их природы, отработываем методики наблюдений и обработки данных, проводим отбор кандидатов для исследований с космическим радиотелескопом. Продолжается модернизация и ввод в действие дополнительных радиотелескопов, формирование глобальной РСДБ-сети. КБ-1<sup>2</sup> передаёт нам первый образец водородного стандарта частоты для испытаний на РТ-22, уточнения его характеристик, сравнения с параметрами западных образцов (рис. 14б). При активном участии НИИ-17 антенна РТ-22 переводится на кассегреновскую схему облучения, и создаётся радиометр с малолушмящим предусилителем мазерного типа. Изготовление облучателя вызывает определённые трудности. Обращаюсь к руководителю производственного отдела ИКИ — Ю.Г. Брянкину. Объясняю, нужен хороший токарь. Он поручает конструкторам разработать технологию.

<sup>1</sup> VSOP — (VLBI — Very Long Baseline Interferometry) Space Observatory Program.

<sup>2</sup> КБ-1 — Конструкторское бюро (КБ-1, п/я 1323), ныне Головное системное конструкторское бюро Концерна ПВО «Алмаз-Антей».

Это выливается в изготовление специальных фрез из легированной стали, закалку и т. д. Определённый опыт по совместной работе с Кировским заводом у меня был в студенческие годы. Как и следовало ожидать, при закалке фрезы повело, а калёную сталь оказалось нечем обрабатывать. Технологи сдались, выделяют станок и хорошего токаря. Вручаю эскизы токарю и объясняю, что нужно делать. Жду начала: «Не стой над душой, завтра всё получишь». Прохожу утром мимо мастерской и не могу понять, что произошло. За огромной горой стружки ничего не видно. Обхожу и вижу — работа кипит. Естественно, произошло то, чего я опасался, был выставлен не тот угол, что было обнаружено только в конце работы. Надо отдать должное, токарь сам нашёл новую болванку и рано утром начал всё сначала. После этого мы работали вместе и относились друг к другу с должным пониманием. Брянкин передал в лабораторию РСДБ двух умельцев высокого класса М. И. Павлюткина и П. Я. Толпышкина, с которыми мы решали все задачи.

Близкий случай произошёл в серьёзной организации при изготовлении магнетронов — генераторов накачки лазера. Заключаем договор на поставку магнетронов. За дело горячо взялись молодые энтузиасты организации, отправив мастера на пенсию. Представляют партию магнетронов, но их параметры не соответствуют заданным требованиям, и не остаётся ничего другого, как просить пенсионера вернуться и выполнить наш заказ. Нужно отметить, что это были уникальные приборы. На западе таких не делали. По причине их секретности мы не смогли поставить лазер на РТ-100 в Эффелсберг.

Рупор и лазер были изготовлены, обмерены и установлены на РТ-22, и мы приступили к комплексным испытаниям радиотелескопа и определению поправок наведения. Эффективная площадь антенны была увеличена до 200 квадратных метров, а шумовая температура системы снижена до рекордного уровня 70 К. НРАО изготавливает для пункта РСДБ сети Симеиза комплект аппаратуры системы регистрации МК-2, и он приступил к регулярным наблюдениям на длине волны 1,35 см. В. М. Ратнер оказывает большую помощь в обеспечении жидким гелием.

Начинаем работы на прецизионной семидесятиметровой антенне в Евпатории на длине волны 1,35 см (рис. 15а). Мне, как участнику работы над аванпроектом ФИАН, РТ-70, проводимой под руководством талантливого конструктора П. Д. Калачёва, это было очень важно. Основной проблемой при конструировании больших зеркал была минимизация деформаций зеркала при изменении угла места. Мы применили гомологическую конструкцию зеркала, рассчитанную С. фон Хорнером, где при изменении угла места сохранялась параболическая форма, а изменялось лишь относительное положение фокальной точки. Объединение эмпирики и теории позволили создать прецизионный РТ-70.

В этом плане нужно отметить и решение проблемы азимутального поворотного устройства, установленного на шарах, подобно орудийной башне, а не на колёсах, давление которых не выдерживает рельс, как на РТ-100, Эффелсберг, так и НРАО в Грин-Бэнк.

Разработка ФИАН была реализована РНИИ КП в РТ-70 ЦДКС Евпатории и затем в Уссурийске. Нам предстояло оснастить инструмент аппаратурным комплексом, настроить и ввести в действие. Корректированный облучатель антенны был разработан В. Тарасовым для связанной волны. Нужно было пересчитать его на волну 1,35 см, изго-

товить с высокой точностью. С этой работой прекрасно справился Михаил Иванович, механик отдела астрофизики. Для снижения потерь облучатель нужно было покрыть серебром по специальной технологии. Мы нашли фирму, нашли серебро и приступили к обмеру его характеристик. Систему крепления радиометра с облучателем и мазерным предусилителем разработал конструктор В. И. Костенко. Проводим настройку системы и обмеряем параметры антенны, эффективная площадь равна 1200 кв. м, ширина диаграммы направленности — 45 угл. мин, шумовая температура системы снижена до минимально возможного уровня 60 К. Пункт оснащается водородным стандартом частоты. В этой связи хотелось бы ещё раз отметить роль А. М. Прохорова. Именно благодаря ему ЦДКС Евпатории и Уссурийска, Симеиза и Пущино были оснащены водородными стандартами частоты. И силами небольшой лаборатории РСДБ ИКИ проводим успешные тестовые наблюдения мазерных источников в режиме интерферометрии на базе Симеиз-Евпатория.

В рамках широкого международного сотрудничества начинаем наблюдения мазерных источников и квазаров на длине волны 1,35 см с участием радиотелескопов Тидбинбилла (Австралия) — Симеиз-Мэриленд Пойнт (США) (рис. 16). Эксперименты проходят успешно, выделены компактные структуры в газопылевых комплексах, переходим в режим регулярных исследований активных процессов.

Для приближения наблюдений к космическому эксперименту включаем в программу десятиметровый прецизионный радиотелескоп РТ-10 в Бангалоре, Индия (рис. 17а). Оснащаем инструмент комплектом аппаратуры, включая систему регистрации типа МК-2 (изготовлены В. Тимофеевым и А. Молодяну), поставляется водородный стандарт частоты. НРАО выделяет малощумящий предусилитель транзисторного типа. В. Е. Велихов и Л. Коган встречаются со Сварупом, а Радха Кришнан знакомит нас с оптическим инструментом. В свободное время мы выезжаем в джунгли, где неожиданно встречаем теоретика И. Новикова (рис. 17б).

Успешно проводим два цикла наблюдений. В наблюдения включаются инструменты Японии и Китая. Начинаем наблюдения на радиоинтерферометре Симеиз-Пущино на длине волны 1,35 и 18 см.

Ввод в действие стометрового радиотелескопа в Эфелсберге активизирует европейскую часть РСДБ-исследований, включающих инструменты РТ-20 и РТ-25 — Швеция, Онсала, РТ-76 и инструмент с усечённым параболическим зеркалом — Англия, «Джодрелл Бэнк», 32-метровые инструменты — Италия, Медичина и Ното, РТ-22 — Симеиз. Успешно развиваются совместные радиоастрономические исследования с Германией, Институтом радиоастрономии Макса Планка. Проводим регулярные РСДБ-наблюдения активных процессов, протекающих в газопылевом комплексе Ориона, и по другим европейским программам. Данные обрабатываются на корреляторе в МПИФР (Боннский институт радиоастрономии; Max-Planck-Institut für Radioastronomie — MPIfR). Л. С. Чесалин и Л. Р. Коган создают математическое обеспечение для обработки данных спектральных наблюдений мазерных источников.

Проведённые эксперименты доказали возможность реализации РСДБ-метода практически во всём спектре радиоволн. Инструменты оснащаются малощумящими усилителями и водородными стандартами частоты. Чувствительность их достигла предельных значений. Практически все радиотелескопы мира вошли в единую глобальную сеть. Корреляционная обработка данных наблюдений осуществлялась в США

и Институте радиоастрономии, Германия, в дальнейшем — в специализированном центре Объединённого института РСДБ Европы в Двингело, созданном Р. Скилицы (рис. 18в, 19). Текущие вопросы работы РСДБ-сети заслушиваются на регулярных совещаниях консорциума. Работа важная, нужная, но скучная и не все выдерживают. Были определены оптимальные технические требования и направления исследований РСДБ, и НРАО создаёт уникальную специализированную систему VLBA (Very Long Baseline Array), состоящую из десяти 25-метровых антенн, которая успешно продолжает работать и сегодня.

Активизируется направление и космической интерферометрии. ОКБ «Комета» исследует возможность космической радиоинтерферометрии на сантиметровых-дециметровых волнах на базе созданной 30-метровой космической антенны. На конференции в 1991 году в Сокорро А. И. Савин (руководитель ОКБ), М. Б. Заксон (главный конструктор) и Л. И. Матвеев докладывают об использовании 30-метрового космического радиотелескопа для РСДБ-исследований на длинах волн 6 и 18 см. Коэффициент использования антенны равен 0,5, шумовая температура системы 100 и 60 К, соответственно. Запуск планировался на 1994 год (рис. 20).

### **Проект ВЕГА**

РСДБ является основой для решения многих прикладных задач. Одной из них был проект ВЕГА («ВЕНера» и «ГАллей»): исследования атмосферы Венеры с помощью обычной техники — свободно плавающих зондов. Небольшое отличие заключается лишь в том, что расстояние до исследуемого объекта превышает 100 млн км, а мощность передатчика 1 Вт. Зонды, сложнейшие автоматические системы, сбрасывались с пролётных аппаратов. Запуск планировался на декабрь 1984 года. В кратчайшие сроки нужно было создать наземный измерительный комплекс — глобальную радиоинтерферометрическую сеть. Оптимальной длиной волны с точки зрения как наземного комплекса, так и бортовой аппаратуры было 18 см. На этой волне работают практически все радиотелескопы мира, исследующие источники мазерного излучения в линиях гидроксила — естественные имитаторы борта. Это упрощало юстировку наземного комплекса. Расширенная глобальная сеть существенно расширяла возможности исследований как мазерных источников, так и ядер квазаров. Также требовалось и создание отечественного измерительного комплекса и сети. Шесть отечественных элементов: семидесятиметровые антенны в Евпатории и Уссурийске, 22-метровые в Симеизе и Пущино, 25-метровая в Улан-Удэ и 64-метровая в Медвежьих Озёрах — образовывали отечественную сеть, дополняющую глобальную систему. В эксперименте принимали участие практически все крупные антенны мира, включая Аресибо (см. рис. 20). Эта расширенная глобальная сеть существенно расширяла возможности исследований как мазерных источников, так и ядер квазаров.

Нужно было создать облучатели и отъюстировать антенны. С этой задачей успешно справился аспирант Василий Велихов. Облучатели, между тем, имели достаточно габаритные размеры. По принятой технологии скорректированный облучатель для РТ-70 состоял из набора колец, диаметр которых в нашем случае достигал метра. Для изготовления этого нужны были карусельный станок и огромное количество материала. Выручили наши умельцы. Решаем изготовить входную часть на токарном станке монолитной, а остальную в виде конуса с внутренними рёбрами — сварной, из листового



алюминия. Для изготовления входной части требовались алюминиевая болванка диаметром около 500 мм и соответствующий токарный станок. Ни того, ни другого в ИКИ нет. Договариваемся с Радиоастрономической станцией ФИАН в Пушино: станок есть, готовы выполнить, присылайте материал. Проводим с Василием тотальную ревизию производства, находим в тёмном углу нужную болванку, вызываем погрузчик, машину, отправляем всё в Пушино. Через несколько суток получаем входную часть рупора. Соединяем со сваренной частью, обмеряем и отправляем в Евпаторию. Параметры антенны превзошли ожидаемые, коэффициент использования — 0,71 при суммарной шумовой температуре антенны около 6 К. Таким образом, применённая технология себя оправдала. Благодаря самой активной помощи А. М. Прохорова пункты, как положено, оснастили водородными стандартами частоты. Лаборатория радиоинтерферометрии (в частности С. Папаценко) разрабатывает совместно с Институтом радиоэлектроники Армянской ССР (к этому моменту Р. М. Мартиросян уже занял пост директора) когерентные гетеродины, малощумящие входные усилители разрабатывают Б. Каневский, отдел И. А. Струкова и ОКБ МЭИ<sup>1</sup>, системы регистрации МК-2 — В. Тимофеев и А. Молодяну, систему обработки данных — В. Тимофеев, В. И. Костенко, математическое обеспечение — Л. С. Чесалин, Л. Р. Коган.

Пользуюсь случаем, не могу не отметить сотрудников таможни Шереметьево, которые сделали всё возможное, чтобы вторая партия магнитофонов для систем МК-2, в отличие от первой, дошла по назначению. В противном случае мы оказались бы без систем регистрации МК-2. Большая и своевременная помощь была оказана Н. Г. Басовым.

Дело в том, что современная электроника поставляется без документации. И за ней мы обратились к канадской стороне — разработчику новой системы МК-2. В течение нескольких дней наши коллеги получили всё, что нужно, благодаря тому, что в Канаде в это время был Н. Г. Басов, который позвонил мне и передал необходимую информацию. Следует помнить об этом.

Вводятся в действие РТ-70 Уссурийск (А. Молодяну), РТ-70 Евпатория (В. Костенко, Р. М. Мартиросян), РТ-25 Улан-Удэ (А. Романов), РТ-64 Медвежья Озёра, РТ-22 Пушино (Л. Коган), РТ-22 Симеиз (И. Г. Моисеев, И. Д. Стрепка). К моменту запуска сеть была введена в действие, завершена юстировка и начаты наблюдения. На рис. 21 показаны радиоинтерференционные лепестки на выходе коррелятора от мазерного источника W3(OH) и квазара 3С 345. В такие сроки мы не смогли бы выполнить поставленную задачу без активной, оперативной поддержки Е. П. Велихова, Р. З. Сагдеева и А. Б. Северного.

Запуски аппаратов «Вега-1 и -2» состоялись в декабре 1984 года. Аэростаты были сброшены в атмосферу Венеры 11 и 15 июня 1985 года и наблюдались в течение 46 ч. Обработка данных наблюдений проводилась на вычислительном центре Калифорнийского технологического института. Аэростаты «Вега-1 и -2» плыли параллельно экватору на высоте около 53 км со скоростью 69 и 67 м/с соответственно. Аэростат «Вега-2» при приближении к горному массиву Афродиты отклонился к северу примерно на 1,1 км и далее продолжал плавание параллельно экватору (рис. 22). Точность координатных измерений достигала 100 м.

---

<sup>1</sup> Особое конструкторское бюро Московского энергетического института.

Совместная работа с JPL<sup>1</sup> получила дальнейшее развитие. НАСА проявило заинтересованность в дальнейших работах с участием крупных антенн, как имеющихся, так и создаваемых. Оказывалась всяческая поддержка и в создании РТ-70 на территории Индии. Это дополнение обеспечивало мгновенное измерение координат аппаратов в дальнем космосе. Индийская сторона проявляла большую заинтересованность в строительстве, для решения астрофизических и прикладных исследований по космическим программам. Проходили активные переговоры заинтересованных сторон. С энтузиазмом проходило строительство РТ-70 на плато Суфа. Большой интерес к РТ-70 проявляла и китайская сторона. Одна из советско-американских встреч проходила в Вашингтоне с посещением мыса Канаверал (рис. 23). Нельзя было не посетить памятник Великому «младенцу».

### **Координатно-временное обеспечение**

Широкое применение РСДБ получил для координатно-временного обеспечения. Реализация этого направления в нашей стране определяется системой «Квазар-КВО» Института прикладной астрономии РАН. Это направление непосредственно связано с астрофизическими исследованиями — они взаимно дополняют друг друга. В этой связи в марте 1992 года в НРАО, Сокорро, где я обрабатывал данные по Ориону, мне звонит Р. Престон и приглашает в JPL для решения вопроса об оснащении РТ-70 Уссурийска системой регистрации VLBA, которая находится на таможне Шереметьево. Я не мог вылететь, и встреча состоялась в Сокорро. В это же время Том Кларк (GSFC) сообщает, что вылетает ко мне обсудить вопрос о поставке системы МК III. Встреча представителей двух направлений состоялась. Было решено дооснастить пункт РСДБ Симеиз широкополосной системой регистрации МК III, что существенно повышало потенциал станции (рис. 24). При встрече с представителями JPL вопрос об оснащении РТ-70 был согласован, тем более что американская сторона неоднократно обращалась ко мне: «Почему вы не включаетесь в работу?» «Радиоастрон» считает, что справится сам и аппаратура возвращается в США. Как тут не вспомнить Одессу: «Жадность... сгубила». В июне 1994 года успешно проведены РСДБ-измерения положения антенны с новой системой. Точность измерений достигала 10 мм. Эти работы способствовали отработке методики наблюдений для вводимой в действие системы «Квазар-КВО».

### **Тонкая структура астрономических объектов**

Основными объектами исследований являются активные ядра галактик и области звёздообразования. Формированию звёзд и планетных систем сопутствует мазерное излучение в линиях гидроксила на длине волны 18 см и водяного пара  $\lambda = 1,35$  см. Эпизодически происходят мощные вспышки мазерного излучения. Рассмотрим ряд из них.

#### **Туманность Ориона**

В газопылевом комплексе Туманности Ориона, плотном молекулярном облаке ОМС-1 открыты 8 активных зон, что подтверждает предположение В. А. Амбарцумяна о коллективном процессе звёздообразования. Наблюдения с предельным угловым разрешением до 10 мкс дуги обнаружили в одной из зон вихревую структуру и биполярный поток, сопутствующий начальной фазе формирования протозвезды. Окружающее

<sup>1</sup> JPL — Jet Propulsion Laboratory, NASA (Лаборатория реактивного движения — ЛРД).

вещество перетекает по спирали к центру. Возникающий избыточный угловой момент уносится биполярным потоком, а остаточное вещество выпадает в центре на формирующееся массивное тело — звезду. Диск, диаметром 27 а. е., наблюдается с ребра в виде изогнутых полей шляпы, период вращения равен 170 лет (рис. 25). Потоки эжектируются со скоростью  $V \approx 5$  км/с и далее ускоряются до  $V \geq 40$  км/с. Цепочка компактных компонент соответствует тангенциальным направлениям спирали. Взаимодействие вращающихся потоков с окружающей средой определяет их коллимацию и ускорение.

В газопылевом комплексе W3 OH, исследованном на системе КВАЗАР в мазерных линиях гидроксила, обнаружен вихрь, наблюдаемый с ребра (рис. 26). Центральный источник — звезда расположена в центре цепочки компонент — тангенциальных направлений рукава. Яркостная температура звезды усиливается в окружающей мазерной среде и достигает  $T_b \approx 10^{11}$  К. Размеры вихря достигают 260 а. е. В объекте отожествлены с высокой точностью (0,4 а. е.) компоненты, излучающие в правой и левой круговых поляризациях, что определяется зеемановским расщеплением линии в магнитном поле  $\sim 7,6$  мГс.

### **Галактики**

Исследования тонкой структуры активных ядер галактик на длинах волн 7 мм и 2 см с предельным угловым разрешением также выявили аккреционные диски и биполярные потоки. Выделены высокоскоростная и низкоскоростная составляющие соосных биполярных потоков. Низкоскоростные потоки содержат цепочки компонент, соответствующие тангенциальным направлениям колец, встроенных в их стенках. Установлено, что окружающая тепловая плазма поступает к диску, перетекает по спиральной траектории к центру и эжектируется в виде вращающихся пустотелых биполярных потоков, уносящих избыточный угловой момент по мере его накопления. Остаток выпадает на формирующееся центральное массивное тело — чёрную дыру. По мере перетекания происходит разогрев тепловой плазмы до релятивистской температуры  $10^{14}$  К. В стенках вращающихся пустотелых потоков возбуждаются кольцевые токи, образующие магнитные поля, подобные соленоиду. Движение джета и контрджета происходит по/против магнитного поля, что приводит к ускорению, торможению потоков.

### **Квазар 3C 345**

Биполярный поток квазара состоит из соосных высокоскоростного центрального потока и низкоскоростной составляющей. Низкоскоростные потоки — вращающиеся пустотелые трубки, эжектируемые из периферийной части аккреционного диска диаметром  $\sim 2,2$  пк и из области диаметром  $\sim 1$  пк. Высокоскоростной джет диаметром  $\sim 0,2$  пк эжектируется из центральной части. Остаток вещества выпадает на формирующееся центральное тело — чёрную дыру. Газодинамическая неустойчивость определяет коническую расходящуюся спиральную форму потока с возрастающим шагом, а реактивное воздействие потока на диск — искривление оси (рис. 27). Скорость эжекции высокоскоростного потока достигает  $\leq 0,06$  с. На расстоянии 1 пк поток ускоряется до видимой скорости  $V \approx 8$ . Наблюдаемое сверхсветовое движение предполагает рефракцию в окружающей тепловой плазме.

### **Радиогалактика М 87**

Как и в случае квазара 3С 345, в радиогалактике М 87 наблюдаются низкоскоростной и высокоскоростной биполярные потоки спиральной формы (рис. 28), длины волн 2 и 3 см соответственно. Контрджет — зеркальное отражение джета, но с уменьшенным шагом, что определяется его меньшей скоростью.

### **Галактика 1803+784**

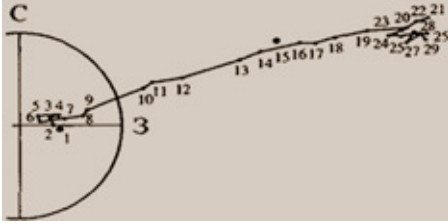
Структура объекта 1803+784 состоит из ядра и джета, спиральной формы (рис. 29). Яркостная температура эжектора достигает  $T_b = 10^{12}$  К и соответствует комптоновскому пределу. На длине волны  $\lambda = 7$  мм наблюдается диск, расположенный в картинной плоскости, и центральный высокоскоростной джет, окружённый параллельными цепочками компонент, соответствующих тангенциальным направлениям кольцевых токов (рис. 29в).

### **Выводы**

Исследования сверхтонкой структуры активных областей звездообразования и галактик установили идентичность их структуры и кинематики соответствующие вихревой природе — антицентрифуге. Движение вещества приводит к образованию вихря — антицентрифуги. Вещество перетекает по спирали к центру и эжектируется в виде биполярного потока, уносящего избыточный угловой момент, что определяет его твёрдотельное вращение. Вращающийся биполярный поток в результате взаимодействия с окружающей средой коллимируется и ускоряется. Аналогичное явление наблюдается и в вихрях (см. рис. 29г). Остаток вещества выпадает на формирующееся центральное массивное тело, гравитационное поле которого ускоряет процесс и стабилизирует систему. В случае электропроводящей среды — плазмы возбуждаются токи/магнитные поля, которые дополнительно стабилизируют и ускоряют процесс.

### **Перспективы**

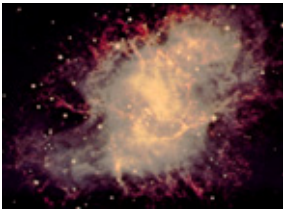
Прошедшие 50 лет для астрономии — мгновение, но успехи, достигнутые РСДБ, превосходят даже самые смелые ожидания. В непрерывном режиме проводятся наблюдения астрономических объектов во всём спектре радиоволн. Угловое разрешение достигает десятков микросекунд дуги, точности геодезических измерений — миллиметров, астрометрических — микросекунд. Широкополосные системы регистрации обеспечивают предельные чувствительности, а оптоволоконные системы в недалёком будущем обеспечат измерения в реальном времени. Широкие перспективы РСДБ связаны с восточным полушарием, где находятся крупные радиотелескопы, в том числе 70-метровые и 64-метровые антенны России, 70-метровая НАСА, 100-метровая Германии, Австралии, Европейских стран, включая 32-метровые антенны системы «Квазар-КВО». Ввод в действие 70-метрового инструмента недалеко от Ташкента, Суфа, 60-метрового в Италии существенно расширят возможности сети для решения как прикладных, так и астрофизических задач. Дополнение сети новыми антеннами существенно улучшит перекрытие пространственных частот, повысит чувствительность, угловое разрешение, предоставит возможность исследований объектов в северной и южной полусферах.



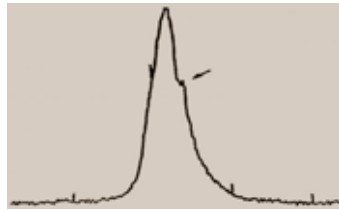
**Рис. 1.** Траектория движения выброса солнечной плазмы, скорость превышает вторую космическую



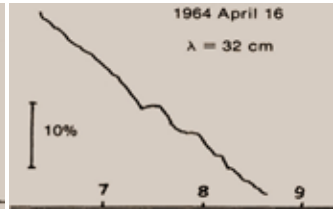
**Рис. 2.** Антенна АДУ-1000 Центра дальней космической связи, Евпатория



*a*



*б*



*в*

**Рис. 3.** Крабовидная туманность (*a*); прохождение Крабовидной туманности через диаграмму направленности антенны АДУ-1000 на длине волны 8 см, 15 апреля 1964 года (*б*), стрелкой отмечена деталь избыточного излучения; дифракционные лепестки на длине волны 32 см, 16 апреля 1964 года (*в*)

**О РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРЕ С БОЛЬШОЙ БАЗОЙ**

*Л. И. Матвеевко, Н. С. Кардашев, Г. Б. Шоломицкий*

Рассмотрена система радиоинтерферометра без ретрансляции. Регистрация сигналов по промежуточной частоте происходит независимо на каждой антенне (путем записи на магнитную ленту) с последующей совместной обработкой этих записей. Использование двух независимых гетеродинов налагает следующее условие на стабильность их частоты

$$\sqrt{\Delta f_1/f_1} \ll 1,5 \cdot 10^{-11} D \quad (D - \text{длина базы в км}).$$

Обсуждаются достоинства такого интерферометра.

*a*



*б*

**Рис. 4.** Первая публикация о радиоинтерферометре с независимой регистрацией сигналов (*a*); РТ-76, Джодрэлл Бэнк (*б*)



а



б

**Рис. 5.** Письмо заведующему лабораторией радиоастрономии ФИАН В. В. Виткевичу (а); радиотелескоп РТ-22, Пуццино (б)



а



б



в

**Рис. 6.** Радиотелескопы РТ-43, Грин Бэнк (а); по дороге на Радиоастрономическую станцию, Овенс Вэлли с инженером Дж. Гроу (б); РТ-37, Хайстек (в)



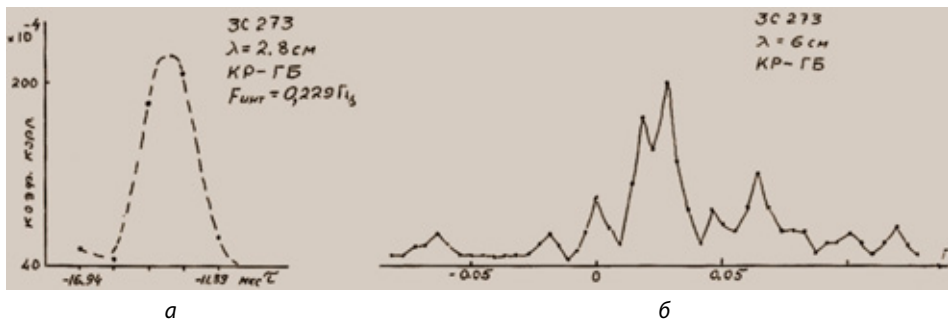
а



б

**Рис. 7.** Участники эксперимента В. Виткевич (слева), И. Моисеев (в центре) и К. Келлерманн (справа) на РТ-22 КРАО (а); Келлерманн с секундной точностью включает запись (б)





а

б

**Рис. 8.** Отклик радиоинтерферометра Симеиз-Грин Бэнк от источника ЗС 273 на длинах волн 6 см (а) и 2,8 см (б)



а



б

**Рис. 9.** Билл Хавард с супругой в Самарканде (а); после ночных наблюдений Крабовидной туманности в Хайстеке, Л. Микс с супругой (б)



а



б



в

**Рис. 10.** Мазерный усилитель для длины волны 3,55 см (а); РТ-22, Симеиз: М. Коуэн, Б. Кларк и И. Моисеев (б); РТ-64 в Голдстоуне (в)



*a*

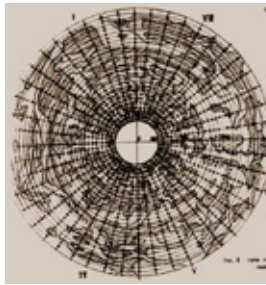


*б*

**Рис. 11.** Мисхор: группа «мазерщиков» перед наблюдениями, Б.Ф. Берк, Космо-Папа, Д. Моран и С. Ноулс (*a*); РТ-22, они же за работой (*б*)



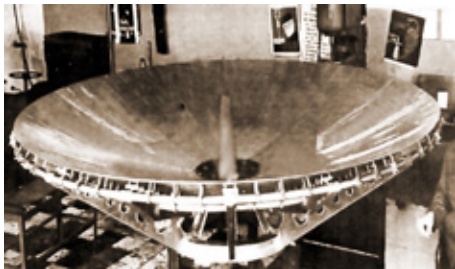
*a*



*б*



*в*



*a*



*з*

**Рис. 12.** Параболическая антенна космического радиотелескопа, в верхней части — вторичное зеркало (*a*); карта точности поверхности зеркала (*б*); определение параметров зеркала (*в*); космический элемент интерферометра на орбите (*з*)





*а*

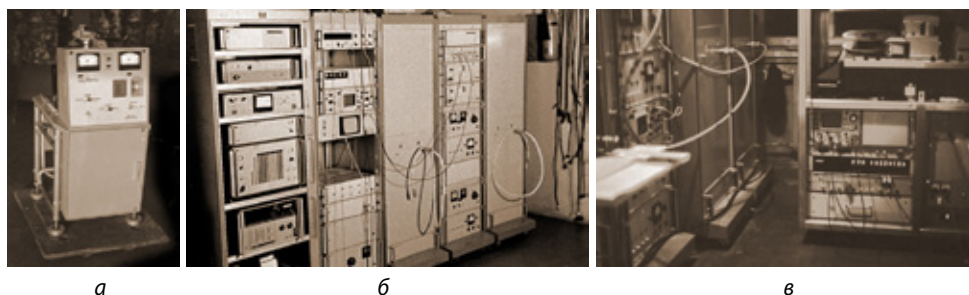


*б*

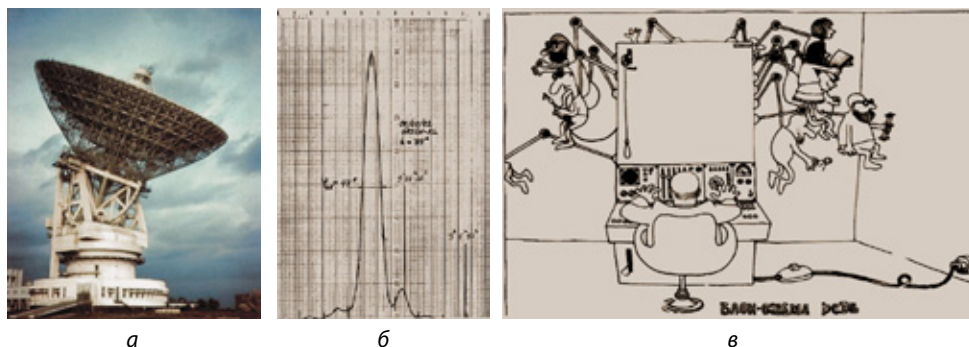


*в*

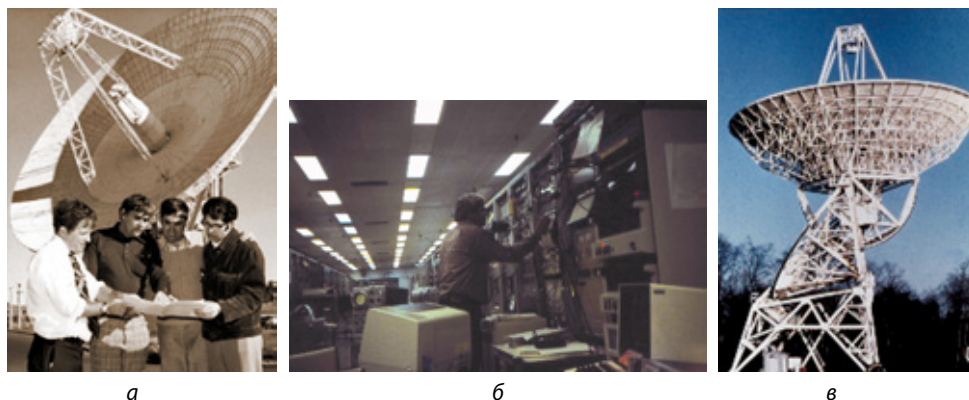
**Рис. 13.** Л. Матвеевко (слева) с руководителем проекта, Хирабаяши, обсуждают технические проблемы интерферометра с элементом на орбите вокруг Земли, НРАО, Сокорро (*а*); успешное завершение проекта VSOP, Токио. Справа налево: Б. Берк, В. Слыш, Н. Кардашёв и Х. Хирабаяши (*б*); обсуждаем успехи «Радиоастрон» (RadioAstron), Москва. Л. Матвеевко, А. Ценсус, А. Ипатов (*в*)



**Рис. 14.** РТ-22 Симеиз: *а* — малошумящий усилитель мазерного типа на длине волны 1,35 см; *б* — водородный стандарт частоты № 1; *в* — система регистрации МК-2



**Рис. 15.** РТ-70 ЦДКС, Евпатория (*а*); диаграмма направленности на длине волны 1,35 см (*б*); команда лаборатории РСДБ в работе (дружеский шарж И. Максимова) (*в*)



**Рис. 16.** Группа «мазерщиков» в ЦДКС Тидбинбилла: С. Ноулс (NRL), Д. Джонси (CSRO — Canadian Spinal Research Organization), Д. Велингтон (CSRO) и В. Костенко (ИКИ) (*а*); РТ-25 Мэриленд Поинт (*б*); аппаратный зал ЦДКС (*в*); Сидней, вид на театр (*в*)



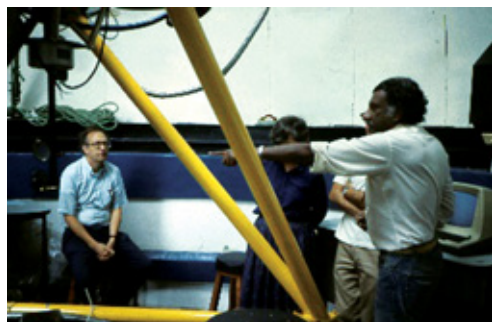
*а*



*б*



*в*



*г*



*д*



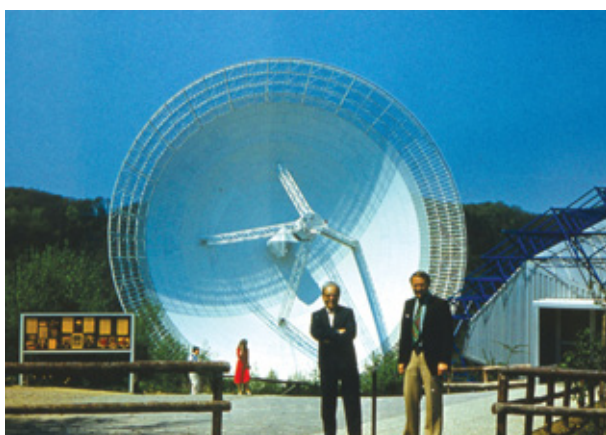
*е*

**Рис. 17.** РТ-10 Бангалор (*а*); Велихов и Молодяну проверяют аппаратуру (*б*); встреча со Сварупом (*в*); Радха Кришнан знакомит с оптическим инструментом Келлерманна (*г*); Новиков в джунглях (*д*); Матвеевко у храма, вырубленного из одного монолита (*е*)





*а*



*б*



*в*

**Рис. 18.** П. Мецгер и Р. Шварц — частые гости, посещение Пуцино (*а*); РТ-100, Эффелсберг, И. С. Шкловский и Р. Вилебинский — директор МПИФР (*б*); Р. Скилицы — руководитель Центра обработки РСДБ данных (*в*)



*a*

*б*

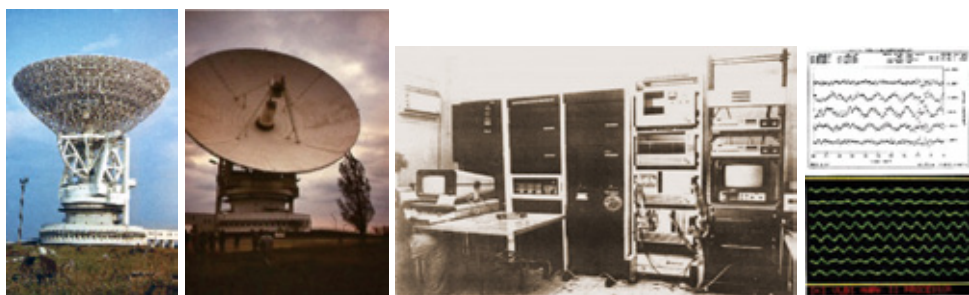
**Рис. 19.** Р. Скилицы — создатель и руководитель Центра обработки РСДБ данных, Двингелоо, Голландия (*a*); заседание совета директоров европейской РСДБ сети немножко затянулось (*б*)



*a*

*б*

**Рис. 20.** А. И. Савин, М. Б. Заксон и Л. И. Матвеевко во время посещения VLA, Сокорро (*a*); радиотелескоп Аресибо, Корнельский университет (*б*)



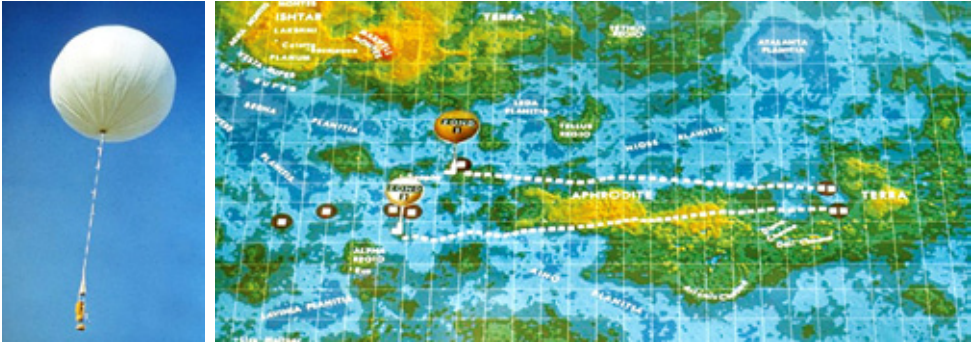
*a*

*б*

*в*

*г*

**Рис. 21.** РТ-70, ЦДКС Уссурийск (*a*); РТ-64, Медвежьи Озёра (*б*); коррелятор ИКИ (*в*); радиоинтерференционные лепестки мазерного источника W3(OH) и квазара 3С 345 (*г*), база Уссурийск-Евпатория



**Рис. 22.** Аэростат «Вега» (а); траектории движения аэростатов в атмосфере Венеры (б)



*а* *б* *в*



*z*

**Рис. 23.** По дороге на стартовую площадку. Знакомые лица — слева Г.М. Тамкович (а); выставка ракет (б); Шаттл («космический челнок» — Space Shuttle) на стартовой позиции (в); один из лучших памятников А. Эйнштейну, а рядом С. Военреб — руководитель технического отдела НРАО (z)



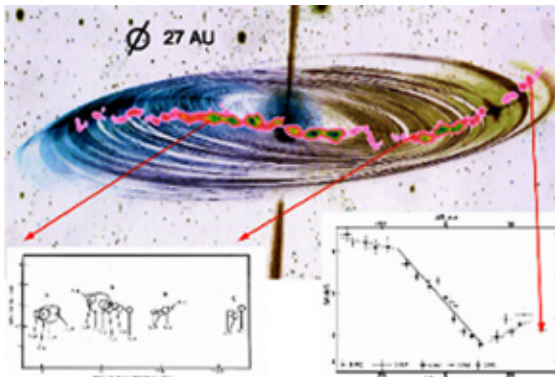


а



б

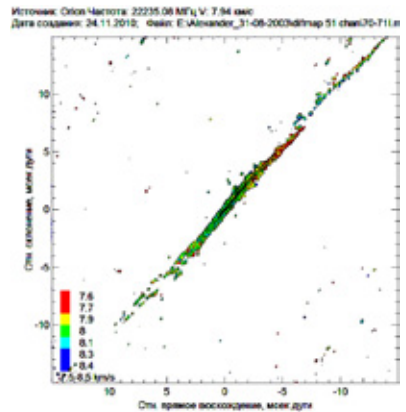
**Рис. 24.** Завершающая фаза переговоров по оснащению станции «Симеиз» системой регистрации МК III, НРАО, Сокорро. На фото: Ф. Даймонд (НРАО), Л. Матвеевко (ИКИ), Т. Кларк (GSFC), Р. Поркас (МПИФР) и А. Ценсус (НРАО) (а); очередная встреча радиоастрономов с «прикладниками»: А.М. Финкельштейн и А.В. Ипатов на конференции в CAO (б)



Chain of compact components  $\sigma = 8.85$  AU.  
Diameter of circle is equal  $\lg T_s$ ,  
 $T_{\text{max}} = 10^4$  K

Velocities of compact components,  $dV/dR = 0.18$  km/s/AU. Rotation velocity of rings  $V = \Omega R$ ,  $T = 170$  yrs.

а



Источник: Спектр Частота: 22235.08 МГц V: 7.94 км/с  
Дата создания: 24.11.2012, Файл: E:\Alexander\_31-05-2003\shtrup 51 chm\75-711.r

Полнота спектра: 1  
Век: 1.5 «Кельвин» При 0.15 мкс Уровни: %: 1 2.5 10 20 30 40 50 60 70 80 90

б

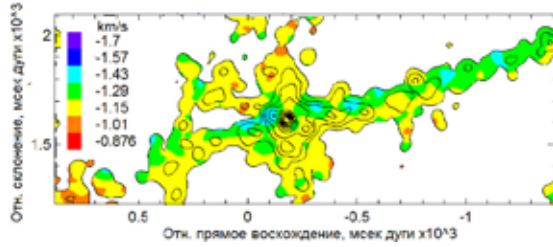


в

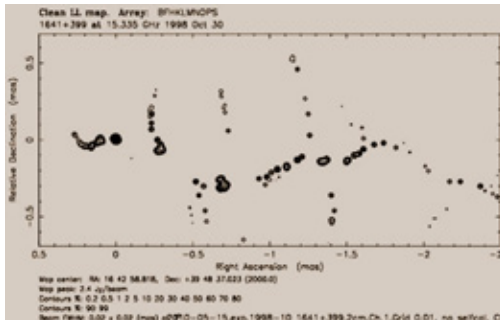


г

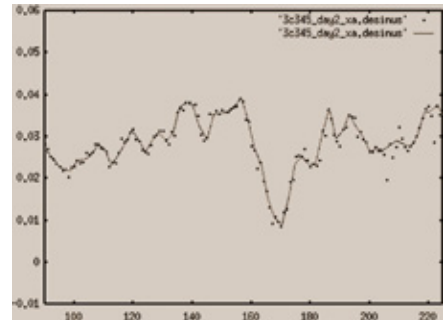
**Рис. 25.** Вихревая структура, диск сопутствуют формированию звезды: а — период вращения диска 170 лет; б — биполярный поток; в — обсуждение текущих дел. А. М. Фридман и А. А. Боярчук; г — Д. Грэм и Р. Поркас



**Рис. 26.** Тонкая структура одной из активных зон W3 OH — аккреционный диск и биполярный поток в линии гидроксила 1665 МГц

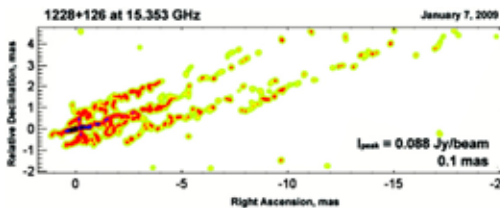


*a*

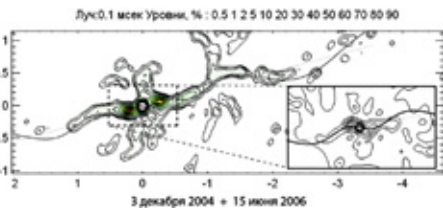


*б*

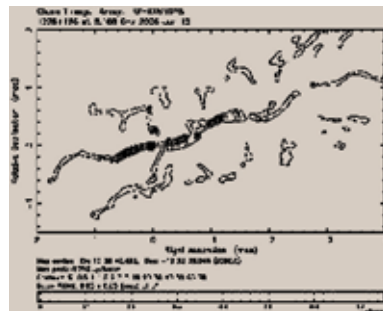
**Рис. 27.** Структура ядра квазара 3С 345 на волнах  $\lambda = 2$  см и 7 мм, разрешение 0,1 мс и 20 мкс дуги (внизу справа)



*a*



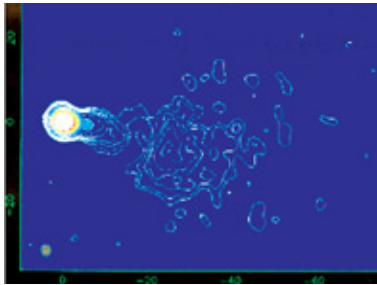
*б*



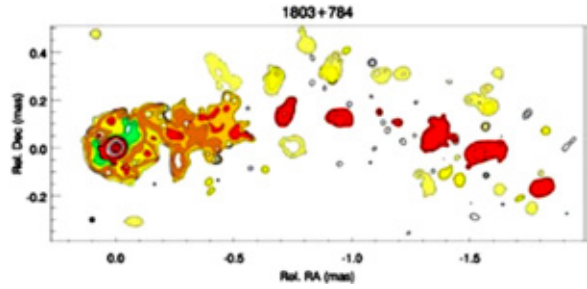
*в*

**Рис. 28.** Структура центральной области радиогалактики М 87 на длине волны: *a* —  $\lambda = 2$  см, разрешение  $\varphi = 0,1$  мс дуги; *б* — область ядра; *в* —  $\lambda = 3$  см, разрешение  $\varphi = 0,05$  мс дуги

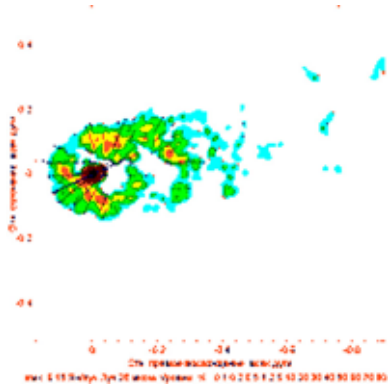




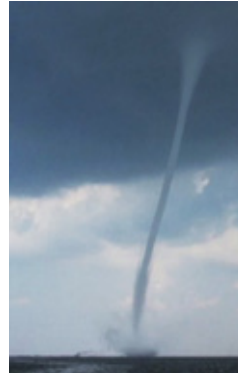
*a*



*б*



*в*



*г*

**Рис. 29.** Изображение сейфертовской галактики 1803+784 на длине волны  $\lambda = 18$  см, разрешение соответствует кружку в левом нижнем углу (*a*); тонкая структура ядра на длине волны  $\lambda = 7$  мм,  $\varphi = 20$  мкс; *в* — поляризованное излучение; *г* — вихрь в море

# НА МАРС ПО АМЕРИКАНСКИМ ДОРОГАМ: КАК СОЗДАВАЛСЯ ХЕНД

*И. Г. Митрофанов*

В мае 2015 года нашему институту исполнилось пятьдесят лет. Так получилась, что эти пятьдесят лет разделились на два примерно равных по продолжительности периода — первые двадцать шесть лет мы были ведущим Институтом космических исследований СССР, и вот уже двадцать четыре года мы яв-

ляемся основным центром российской космической науки. Всё в институте было по-разному в эти два периода, разделённых 1991 годом, и трансформация института в постигнувшую нас «эпоху перемен» уже стала историей.

Я решил рассказать здесь о небольшом фрагменте этой истории — о событиях, связанных с созданием и реализацией российского эксперимента ХЕНД<sup>1</sup> на борту американского космического аппарата (КА) «Марс Одиссей» (Mars Odyssey). Этот эксперимент возник благодаря возможностям сотрудничества с американцами в космосе, которые открылись для нас в начале 1990-х годов. Он ещё не завершён — прибор уже более тринадцати лет продолжает работать на марсианской орбите, и после его создания американские дороги привели на Луну и на Марс два других наших прибора, созданных на основе приобретённого опыта его разработки. Однако все основные эпизоды истории ХЕНД, вероятно, уже позади.

Надеюсь, что читателей заинтересуют описания нашей работы в составе проекта НАСА<sup>2</sup> МАРС ОДИССЕЙ, общие впечатления от встреч и сотрудничества с американскими коллегами. Кроме того, в эту статью включены современные комментарии к описанным событиям, взгляд на них из 2015 года. Дело в том, что «история всегда современна» — так давным-давно учила нас на физфаке ЛГУ<sup>3</sup> профессор-историк Тамара Витальевна Холостова.

## 1. 1989 ГОД. НАЧАЛО СОТРУДНИЧЕСТВА С АМЕРИКАНЦАМИ

«Крайним», как сказали бы лётчики и космонавты, отечественным полётом в дальний космос был проект ФОБОС 1988–1989 годах. На борту двух аппаратов «Фобос-1» и «Фобос-2» были установлены приборы ВГС (всплесковый гамма-спектрометр) для регистрации космических гамма-всплесков с использованием большого сцинтилляционного детектора ГС-14, предназначенного для измерения спектра гамма-излучения от Марса. Исследования с этой аппаратурой были объединены в советско-французский эксперимент АРЕХ<sup>4</sup>. Юрий Александрович Сурков и Лариса Поликарповна Москалева из ГЕОХИ РАН<sup>5</sup> руководили разработкой детектора ГС-14, Жильбер Ведренн, Клод

<sup>1</sup> ХЕНД — HEND, High Energy Neutron Detector.

<sup>2</sup> НАСА — Национальное управление по воздухоплаванию и исследованию космического пространства США (космическое агентство), NASA — National Aeronautics and Space Administration.

<sup>3</sup> ЛГУ — Ленинградский государственный университет имени А. С. Пушкина.

<sup>4</sup> АРЕХ — Astrophysical Planetological EXperiment.

<sup>5</sup> ГЕОХИ РАН — Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН.

Бара и Френсис Котэн из Центра космических исследований в Тулузе (Франция) отвечали за разработку электронного блока ВГС, моя группа в ИКИ обеспечивала комплексные испытания приборов ВГС и ГС-14 на борту космических аппаратов и управление их совместной работой в полёте. Первый аппарат проекта, «Фобос-1», был потерян на трассе перелёта к Марсу, второй аппарат долетел, и 1 февраля 1989 года мы впервые в космической истории смогли измерить спектр гамма-излучения от «красной планеты». К сожалению, аппарат «Фобос-2» также был потерян 27 марта 1989 года, всего за неделю до достижения главной цели всего проекта — детальных исследований спутника Марса Фобоса с минимального расстояния порядка нескольких десятков метров.

Пока «Фобос-2» летел к Марсу, мы с французскими коллегами думали о новом проекте. Мы знали, что американцы для своего будущего проекта, «Марс Обсервер» (Mars Observer), готовят эксперимент по спектроскопии гамма-излучения Марса с применением детектора из высокочистого германия — такие детекторы позволяют получить самые хорошие спектры гамма-линий для изучения элементного состава вещества планеты. Измерения с таким прибором превзойдут результаты нашего эксперимента АРЕХ, и поэтому от имени советско-французской команды мы предложили для следующего отечественного марсианского проекта МАРС-94 большой гамма-спектрометр с охлаждаемыми детекторами из высокочистого германия (ПГС, полупроводниковый гамма-спектрометр). Французские коллеги взяли на себя ответственность за разработку детекторов, а российские участники должны были создать систему пассивного охлаждения детекторов и также блоки аналоговой и цифровой электроники.

Главной задачей эксперимента ПГС был поиск грунтовой воды в веществе Марса. Известно, что на поверхности раннего Марса было много воды, и сейчас она присутствует в виде льда полярных шапок и в виде пара в марсианской атмосфере. Но сохранилась ли вода в марсианском грунте? Этот вопрос в 1989 году оставался без ответа. Вода — это наиболее благоприятная среда для зарождения жизни, поэтому обнаружение на Марсе грунтовой воды открывало бы возможности для ответа на самый интригующий вопрос естествознания — «есть ли жизнь на Марсе?» Конкуренция за включение научных приборов в состав полезной нагрузки была очень высокой, и главный учёный проекта, Василий Иванович Мороз, провёл среди участников конкурса рейтинговое голосование. Мы были рады узнать, что ПГС вошёл в состав научной аппаратуры с достаточно высокими набранными баллами.

Однако в октябре 1989 года в нашей советско-французской команде случился кризис. 23–27 октября французские коллеги проводили в Париже большой международный симпозиум по результатам проекта ФОБОС. На него были приглашены учёные из ведущих центров по космической науке со всего мира — в частности, по моему предложению на симпозиум был приглашён первооткрыватель космических гамма-всплесков Рэй Клебесадел из Лос-Аламосской национальной лаборатории США. Я проникся большим уважением к этому симпатичному американцу немецкого происхождения, скрупулёзному учёному и замечательному человеку, и мы практически сразу сдружились с ним благодаря общему интересу к гамма-всплескам. Несмотря на относительный неуспех проекта ФОБОС, на симпозиуме было много интересных докладов, нам также было что доложить по данным наших измерений на «Фобос-2». Погода в Париже была не по-осеннему тёплой, и общее настроение было очень хорошим. Всё это усилило шокирующий эффект от фразы, произнесённой руководителем французской

группы нашей команды, Жильбером Ведренном, в конце симпозиума на нашей ключевой встрече с ним:

— Игорь, к сожалению, мы не сможем сделать для *твоего* прибора германиевые детекторы. У меня нет на это денег, так как наши затраты по другим совместным проектам с ИКИ уже существенно превысили мои предыдущие оценки.

Для меня ключевым в этой фразе было слово «*твоего*» — оно означало, что французы вышли из нашего сотрудничества. После короткого и уже формально-вежливого завершения разговора с Жильбером я в полной тоске вернулся в зал заседаний. Место рядом с Рэем было свободно, я сел рядом с ним и сказал:

— Я только что потерял детекторы для марсианского прибора, французы вышли из сотрудничества.

Я уже рассказывал Рэю о наших планах, поэтому он сразу понял, о чём идёт речь. Спустя несколько минут Рэй произнёс:

— У меня в лаборатории есть полдюжины таких детекторов, дай мне несколько дней, может быть я смогу тебе помочь.

16 ноября 1989 года мне принесли факс от Рэя. Основной фразой в нём была следующая: «Я хотел бы предложить тебе два детектора из высокочистого германия для твоего марсианского эксперимента».

Так вместо советско-французского появился советско-американский эксперимент ПГС.

**Комментарий из 2015 года.** Можно ли представить себе сейчас, двадцать пять лет спустя, чтобы в Лос-Аламосе, в ведущей ядерно-физической Национальной лаборатории США, так просто решился вопрос о сотрудничестве с ИКИ? Вероятно, Рэю пришлось написать короткую записку-предложение на эту тему, которая, скорее всего, была рассмотрена на каком-нибудь экспертном совете лаборатории. Мне также рассказывали впоследствии сотрудники Рэя, что ему даже (!!!) пришлось позвонить пару раз какому-то полковнику в Вашингтон, который поначалу был против. И на всё про всё ему потребовалось всего три недели!

В те дни, когда в ИКИ пришёл факс от Рэя, в Германии были открыты пункты пропуска у берлинской стены, а в Москве появился первый магазин американской косметики Estee Lauder. Заканчивалась «холодная война». Я не помню, чтобы в то время у меня или у кого-то из моих друзей было ощущение, что мы эту войну проиграли. Совсем нет — тогда, в 1989 году, мы просто не захотели дальше воевать, мы просто прекратили бессмысленную конфронтацию с Западом. Если уж использовать терминологию войны, то скорее у нас было ощущение второй «встречи на Эльбе». И мы думали, что теперь будем вместе летать на станцию «Мир», вместе делать приборы для марсианских проектов, вместе осваивать космос. Мне кажется, что в то время наши американские коллеги думали примерно так же. Во всяком случае, Рэй так думал — это точно.

## 2. 1989–1996 ГОДЫ. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ГАММА-СПЕКТРОМЕТР

Рэй открыл космические гамма-всплески, и поэтому пользовался в Лос-Аламосе непререкаемым авторитетом. Никто напрямую не оспаривал его решение сотрудничать с нами. Однако при внутреннем обсуждении планов сотрудничества у его коллег возникли два сомнения: во-первых, а сумеем ли мы сделать криогенную систему пассивного охлаждения для германиевых детекторов? Во-вторых, а не опередим ли мы американцев в изучении гамма-излучения Марса? Второе сомнение было снято достаточно просто — ведь «Марс Обсервер» должен был прибыть к Марсу на два года

раньше нашего аппарата, и поэтому у американцев были все условия для обеспечения своего приоритета.

С первым сомнением было сложнее. Пассивное охлаждение детекторов до температуры ниже минус 150 градусов Цельсия должно было обеспечиваться двухконтурным радиатором, направленным в открытый космос. Холод космоса обеспечивал эффективное охлаждение детекторов практически на всей околомарсианской орбите, однако на каждом витке имелся участок, когда тёплая поверхность Марса попадала в поле зрения радиатора и подогревала его. Сотрудник нашего института, Валерий Иванович Костенко, предложил элегантную идею — соединить выделяющие тепло детекторы и излучающий тепло радиатор тепловыми трубами-диодами: эти замечательные устройства имеют существенно разную теплопроводность в двух противоположных направлениях. Когда радиатор охлаждён холодной бездной космоса, тепловые трубы с высокой теплопроводностью передают энергию от тёплых детекторов к холодному радиатору, тем самым обеспечивая их эффективное охлаждение. Но когда радиатор нагревается излучением от поверхности Марса и становится горячее детекторов, тепловые трубы практически полностью отключают теплоперенос, и детекторы по инерции остаются холодными, до тех пор пока радиатор вновь не охладится. Лос-Аламос был одним из ведущих центров разработки тепловых труб-диодов, и американские коллеги не поверили, что у русских есть тепловые диоды для таких низких температур.

Рэй пригласил нас приехать в Лос-Аламос и совместно провести демонстрационный эксперимент. Помню, как весной 1990 года мы с Валерием Ивановичем летели на американском самолёте из Нью-Йорка в Альбукерке — ближайший крупный аэропорт от Лос-Аламоса. Стюардесса распознала в нас иностранцев и спросила:

— Парни, а вы откуда?

— Из России, из Москвы.

— Вау<sup>1</sup>!! Добро пожаловать в Америку! — радостно заулыбалась она и убежала.

Через несколько минут раздался голос капитана: «Уважаемые пассажиры, я рад приветствовать на борту наших друзей из России, милости просим в Америку!» В салоне раздались аплодисменты, все радостно улыались и смотрели в нашу сторону. Появилась стюардесса с бутылкой шампанского:

— Это Вам от капитана!

**Комментарий из 2015 года.** Сегодня, двадцать пять лет спустя, я могу засвидетельствовать, что в то время американцы относились к нам очень доброжелательно. Причём все — и коллеги по профессии, и попутчики в самолёте, и случайные соседи за завтраком в гостинице. Они знали про наши житейские трудности и жалели нас — но в этой жалости было сочувствие и не было высокомерия. Один американец как-то сказал: «А ведь у вас сейчас так же, как было у нас во времена Великой Депрессии! Мой разорившийся отец торговал яблоками на Бродвее. Мы это пережили, вы тоже сможете это пережить!» Собеседники особенно радовались, когда узнавали, что ты - русский, но не эмигрант, и что уже через несколько дней возвращаешься в Москву. Конечно, разговоры с бывшими соотечественниками — это совсем другое. Соотечественники ожидали жалоб и горестных повествований о тяготах российской жизни — и когда ты об этом не рассказывал, то обиженно отстранялись.

---

<sup>1</sup> Вау (англ. wow) — англо-американское междометие, употребляемое при радости, удивлении (вроде русского «ух ты!», «ого!»).

Кстати сказать, в те годы соотечественники-эмигранты часто спрашивали, почему я не эмигрирую в Америку (интересно, что американцы не спрашивали об этом никогда!). Отвечать правду было по отношению к ним как-то неловко, и поэтому я отшучивался, что уже один раз переехал — из Ленинграда в Москву — и ещё раз переезжать мне совсем неохота.

В Лос-Аламосе мы провели наше первое совещание по прибору ПГС. Я был приятно удивлён товарищеским отношением американских коллег. Все научные и технические вопросы обсуждались конкретно и по существу — было видно, что люди привыкли работать «на результат». Часть уже полученных ими «результатов» нам даже показали — в музее Лаборатории лежали первые американские атомные бомбы. Практически сразу же стало понятно, что имевшиеся в распоряжении Рэя детекторы нам не подойдут, и американцы после небольшого внутреннего совещания сообщили, что смогут сделать для нас три новых детектора под наши интерфейсы — два для установки на борт и ещё один — запасной. Были видно, что в то время деньги их мало волновали.

Рэй отвёз нас на ускоритель протонов, чтобы познакомить с Дарреллом Дрейком — участником эксперимента по гамма-спектроскопии проекта «Марс Обсервер». В огромном ангаре Даррелл подготавливал физические калибровки детекторов для этого эксперимента — в зале протонного ускорителя была установлена металлическая бочка (Darrell's barrel), в которую Даррелл лопатой разгружал песок из кузова своего грузовичка. Этот песок имитировал грунт Марса, бочку готовили для облучения пучком протонов с ускорителя. Даррелл должен был измерить спектр вторичных гамма-лучей от наполненной песком бочки и отождествить в нём те гамма-линии, которые потом можно будет искать в спектре излучения Марса.

Бородатое лицо Даррелла излучало радость от знакомства с русскими, но тут я начал рассуждать, что нам с нашим прибором на «Марс-94» было бы очень интересно посотрудничать с ними в рамках их эксперимента на «Марсе Обсервере». Рэй начал сосредоточенно смотреть в сторону, а Даррелл погрузтел — я почувствовал, что сказал неловкость и больше к этой теме не возвращался. Позднее я узнал, что несколько сотрудников из Лос-Аламоса во главе с местным нейтронщиком, Биллом Фелдманом, которые входили в команду гамма-спектрометра для «Марс Обсервер», возражали против сотрудничества с нами — они рассматривали нас как возможных конкурентов. Нашу совместную работу с Рэем тогда поддержал физик-электронщик Джерри Лонгмайер — он сказал, что наш эксперимент интересен ему с инженерной точки зрения, и он готов в нём участвовать за счёт своего финансирования. В дальнейшем Джерри стал ключевым участником разработки российско-американских интерфейсов нашего прибора — я помню, как они с нашим электронщиком, Сашей Тоньшевым, ползали на коленях вокруг расставленных на полу блоков и искали причину наводок, которые то возникали, то пропадали в зависимости от раскладки кабелей между блоками.

В начале 1990-х в НАСА возникла программа американского сотрудничества с Россией «Марс вместе», в рамках которой планировались совместные исследования Марса. Однако, несмотря на эту программу, до 1993 года российско-американский эксперимент ПГС в НАСА «как бы не замечали» — в сентябре 1992 года был успешно запущен большой исследовательский аппарат «Марс Обсервер», и в НАСА считали, что с задачей картографирования Марса в гамма-лучах они вполне справятся без нас. Следует, правда, отметить, что «как бы не замечали» также означало «не мешали» — в этом

проявлялась американская практичность. Если Лос-Аламос готов с нами сотрудничать за свои деньги — пожалуйста. Катастрофа «Марс Обсервер» произошла 21 августа 1993 года, за три дня до его прибытия к Марсу. Российский проект с позиции догоняющего за один день переместился в положение лидера. С учётом этого факта, а также значительного отставания от плана-графика, руководители российского проекта тут же расслабились и перенесли дату запуска на следующее «астрономическое окно» стартов к Марсу. Так «Марс-94» стал «Марсом-96».

После аварии «Марс Обсервера» отношение НАСА к нашему совместному эксперименту ПГС изменилось. Важную роль в этом сыграла активная поддержка со стороны Джека Тромбки, знаменитого планетолога из Годдардского центра НАСА. Джек — человек поколения «Аполлонов», он участвовал в первых экспериментах по гамма-спектроскопии Луны с борта орбитального аппарата «Аполлон-16». Именно в Годдарде, в кабинете у Джека, я впервые познакомился с Биллом Бойнтоном — профессором Аризонского университета, научным руководителем комплексного эксперимента по гамма- и нейтронной спектроскопии Марса проекта «Марс Обсервер». Билл выразил заинтересованность в участии в ПГС, и в 1996 году было подготовлено к подписанию межагентское соглашение о нашем сотрудничестве. Метровая тарелка радиатора ПГС с двумя американскими детекторами была установлена на солнечной панели марсианского аппарата (рис. 1), а молодые сотрудники из моей команды: Алексей Позаненко, Антон Черненко, Дима Ушаков, Дима Анфимов и Максим Литвак — завершали разработку пакета программ обработки данных бортовой телеметрии с нашего прибора в тесном контакте со своими коллегами из Годдарда и Аризоны.

16 ноября 1996 года «Марс-96» погиб из-за аварии разгонного блока на околоземной орбите.

**Комментарий из 2015 года.** Меня часто спрашивали — что ли, я не понимал, что проект МАРС-96 был с самого начала обречён в условиях хаоса и разрухи, которые обрушились на Россию в 90-е годы прошлого века. Когда на Байконуре во время заключительных испытаний аппарата происходили внезапные отключения электричества, было вполне понятно, что этот проект не может быть отработан настолько хорошо, насколько это требуется для того, чтобы успешно выполнить всю намеченную программу исследований. Но всё-таки я надеялся, что хотя бы начальные этапы межпланетного полёта, которые советская космонавтика уже отработала во многих предшествующих проектах, будут выполнены — ведь даже в те годы Россия оставалась активной космической державой. Моей задачей минимум было долететь до Марса и провести измерения хотя бы на нескольких начальных витках орбиты вокруг этой планеты. Во-первых, если мы действительно создали хороший прибор и наша система охлаждения работает надёжно, то мы получим «лётную квалификацию» уже на первом витке. Во-вторых, если в грунте Марса действительно есть вода, то её признак в спектре гамма-лучей — линия дейтерия на энергии 2,2 мэВ — будет обнаружен уже на первых витках орбиты — и, значит, вопрос о присутствии воды в грунте Марса будет решён.

17 ноября 1996 года, на следующий день после катастрофы, я написал прощальную электронику американским партнёрам с благодарностью за сотрудничество и провёл собрание своей команды. Ребята были в трауре. Я попросил их не бросать космос и не разбредаться по банкам и коммерческим структурам и обещал: «Дайте мне год».

Кто-то поверил и остался, кто-то ушёл, причём ушедших я не осуждал и не осуждаю. Ведь после гибели «Марс-96» у нас не было практически никакой надежды на будущие проекты. Я думаю, что и меня, и тех, кто остался, удержало от ухода простое русское упрямство...

### 3. НОЯБРЬ 1997 ГОДА. НА СВЕТ ПОЯВИЛСЯ ХЕНД

Год прошёл в активном писании научных статей, но без особых надежд на будущие космические эксперименты. Однако в ноябре 1997 года случилось чудо — как-то вечером мне домой позвонил Василий Иванович Мороз, руководитель планетного отдела ИКИ. Звонок был из Америки, причём меня по-английски пригласила к телефону американская секретарша из JPL<sup>1</sup>. Услышав вначале голос секретарши, а потом Мороза, я подумал «Господи, что случилось?» Василий Иванович сразу же перешёл к делу:

— Игорь Георгиевич, американцы попросили меня узнать, сможете ли Вы сделать нейтронный детектор для их будущего марсианского аппарата, который они будут делать взамен потерянного «Марс Обсервер»?

На фоне потока мыслей о том, что «вероятно в НАСА сработало моё давнишнее предложение для совместной программы „Марс вместе“... а Бойнтон всё-таки молодец... но я ведь никогда прежде не делал детекторы нейтронов... спасибо Морозу... слава Богу — мы, кажется, прорвались...», я ответил:

— Да, Василий Иванович, мы, безусловно, готовы.

На следующий день я сообщил своим ребятам, что мы полетим на Марс на американском аппарате. Через несколько дней в ИКИ пришёл официальный факс из НАСА о том, что они готовы рассмотреть возможность участия ИКИ с российским детектором быстрых нейтронов в проекте «Марс Глобал Сервейор» (Mars Global Surveyor). Прибор должен быть сделан за российские деньги — это стандартное условие американцев, “no funds exchange”<sup>2</sup>. Я доложил об этом письме директору ИКИ академику Альберту Абубакировичу Галееву. Он искренне обрадовался этой новости, но задал естественный вопрос:

— Ну, и где мы возьмём на это деньги?

— Может быть, вы согласитесь съездить в Росавиакосмос и поговорить там на эту тему — ведь они в принципе хорошо относятся к сотрудничеству с НАСА.

Альберт Абубакирович согласился, и спустя несколько дней нас принял заместитель руководителя Росавиакосмоса Юрий Георгиевич Милов. Он внимательно выслушал мой рассказ о планах найти воду на Марсе на основе регистрации потока нейтронов, но решения принимать не стал. Впрочем, его реакция была вполне положительной:

— Я был бы готов выделить деньги на этот эксперимент, сумма здесь небольшая, но письма от американцев в ИКИ недостаточно. Через несколько недель в Москве соберётся Российско-американская рабочая группа по космической науке — если ваш эксперимент войдёт в итоговый протокол, то я смогу включить его в план финансирования.

<sup>1</sup> JPL — Jet Propulsion Laboratory (ЛРД — Лаборатория реактивного движения) — ведущий американский центр в Пасадене по космическим исследованиям планет.

<sup>2</sup> Формальный перевод с *англ.* означает «без обмена финансами» — смысл в том, что каждая сторона финансирует свои работы самостоятельно.



Заседания рабочей группы в то время проходили ежегодно по очереди в России и в США. Мне повезло, что в ноябре 1997 года очередное заседание проходило в Москве, в гостинице «Рэдиссон» на Олимпийском проспекте — попасть в состав российской делегации для поездки в США было бы гораздо сложнее, чем доехать на метро до станции «Проспект Мира». Нужно было обеспечить включение моего прибора в итоговый протокол совещания. В этом очень помог Мороз — он также был приглашён американцами принять участие в будущих марсианских проектах 1998 года по проекту «Марс Глобал Сервейор», и поэтому подготовил раздел с упоминанием наших приборов в совместный протокол. Вначале этот раздел нужно было согласовать с американцами, и мы обратились к Вессу Хантрессу — сопредседателю совещания с американской стороны, заместителю администратора НАСА по космической науке. Весс прочитал наш текст и спросил:

— А что это за эксперимент такой — ФНД? Я про него ничего не знаю.

Василий Иванович покраснел и сердито посмотрел на меня (он всегда краснел, когда сердился):

— Как же так, Игорь Георгиевич, что же вы не проработали этот вопрос заранее?

Я также заволновался, вынул из папочки письмо в ИКИ на бланке НАСА и начал пояснять Вессу, что ФНД — это сокращение от Fast Neutron Detector<sup>1</sup>.

— О'кей, понял, но вот это название, ФНД, никуда не годиться, прибор с таким названием никогда никуда не полетит — ответил Весс — Как ещё можно назвать эти Ваши нейтроны?

— Можно сказать High Energy Neutrons<sup>2</sup>.

Весс подумал секунду и сказал:

— Ну, вот и назовите его — ХЕНД, High Energy Neutron Detector. Это название хорошо звучит и отлично запоминается. Давайте так и включим его в наш протокол.

Так наш прибор получил имя, а Весс стал его «крёстным». Мороз обрадовался, что всё так просто уладилось, и мы отправились согласовывать марсианский пункт с российским сопредседателем совещания — академиком Александром Алексеевичем Боярчуком. Боярчук прочёл предложенный раздел протокола со скептическим выражением лица и спросил:

— А этот ХЕНД — это что, ваш прибор? Но вы же занимаетесь астрофизикой, этими вашими гамма-всплесками, ну вот и занимайтесь, а тут — про Марс, вы то тут причём?

Вопрос был очень «академическим» по своей постановке: во-первых, в нём просматривалась концепция феодально-тематического обустройства советской науки, во-вторых, он сразу же выводил нашу проблему на уровень поговорки о «сверчке и шестке» — ведь я действительно забыл попросить Альберта Абубакировича заранее переговорить с Александром Алексеевичем на эту тему. Шансы ХЕНД на включение в протокол рухнули вниз, но тут я вспомнил про второй документ в моей папке — про письмо Галеева в Росавиакосмос, с которым мы ходили к Милову. Я предъявил это письмо Боярчуку — из его текста явственно следовало, что Галеев — «за». После этого последовал вердикт:

---

<sup>1</sup> В пер. с *англ.* — детектор быстрых нейтронов.

<sup>2</sup> В пер. с *англ.* — нейтроны высоких энергий.

— Ну, пожалуйста, пусть этот Ваш ХЕНД будет в протоколе, только я не знаю, откуда Милов возьмёт на него деньги.

Меня интересовала только первая часть этой фразы, так как у нас уже было обещание Милова деньги дать. Российско-американский протокол был подписан, и в ноябре 1997 года на свет официально появился ХЕНД. Он должен был отправиться к Марсу в апреле 2001 года на борту аппарата НАСА, который впоследствии получил название «Марс Одиссей».

#### 4. ДЕКАБРЬ 1997 ГОДА. ХЕНД ОБРЕТАЕТ КОНЦЕПЦИЮ

ХЕНД стал вторым случаем в истории космических исследований, когда российский научный прибор устанавливался на борту космического аппарата НАСА. Первым был прибор Евгения Павловича Мазеца «Конус» для регистрации гамма-всплесков на астрофизическом спутнике НАСА WIND. Но до постановки на американский борт группа Мазеца уже сделала несколько аналогичных приборов для отечественных космических аппаратов, и главные вопросы для них были связаны с согласованием интерфейсов и с составлением рабочей документации по стандартам НАСА. В нашем случае было три существенных отличия:

— Речь шла о разработке фактически с нуля нового прибора, который никогда прежде нами не создавался, причём время до его поставки в НАСА составляло всего около тридцати месяцев.

— Наш прибор должен был войти в комплексный эксперимент по гамма-спектроскопии, которым руководил профессор Билл Бойнтон из университета штата Аризона — нам предстояло влиться в состав американского научного коллектива.

— В комплексный эксперимент Бойнтон уже входил американский детектор нейтронов, который разрабатывала группа из Национальной лаборатории в Лос-Аламосе под руководством того самого Билла Фелдмана, который возражал против нашего сотрудничества ещё в годы начала нашей работы над ПГС. Хотя формально энергетические диапазоны наших приборов были различными, очевидно, что нас ожидала вполне реальная опасность «межвидовой конкуренции».

**Комментарий из 2015 года.** Этого Билла Фелдмана мои ребята прозвали Маленьким Биллом, чтобы не путать с Бойнтоном, которого они звали Большим Биллом. Небольшой рост первого мог бы быть причиной такого прозвища, но истинная причина была в другом. Фелдман постоянно цеплялся к нам по каждому поводу, и в течение многих лет нашего сотрудничества с НАСА мы имели проблемы с ним и его группой на американских научных площадках. Особенно непримиримая конфронтация возникла в связи с отбором в 2004 году нашего нейтронного телескопа ЛЕНД на борт лунного спутника НАСА ЛРО<sup>1</sup>. Практически каждая наша статья в американский журнал попадала на рецензию члену команды Фелдмана, и нам каждый раз приходилось отвечать на жёсткую анонимную критику, доказывая, что «мы не верблюды». Забавно, что редакторы, заметив эту конкуренцию, также стали направлять на рецензии нам статьи сотрудников Маленького Билла. Поэтому нам также приходилось оценивать их работы — но мы старались делать это «по-честному», и, чтобы уж совсем всё было «в открытую» — ставили под рецензиями свои имена.

В американской науке конкуренция является основным механизмом организации исследовательских проектов, поскольку финансирование практически всегда основано на конкурсном отборе предложений. Но все профессиональные учёные знают, как невелик

---

<sup>1</sup> ЛРО — лунный разведывательный орбитер (LRO — Lunar Reconnaissance Orbiter).

круг коллег, которые достаточно хорошо разбираются в конкретной исследовательской теме — и при этом они, как правило, также претендуют на финансирование своих проектов по этой теме. А сумма выделенных средств всегда ограничена. Поэтому неизбежно возникает то, что американцы называют «конфликтом интересов» — положительная оценка чужой работы объективно понижает шансы эксперта на финансирование собственных исследований. В научной среде стихийно возникают «научные кланы», возникают условия для «недобросовестной конкуренции» — тотального подавления конкурентов, взаимной накачки индексов цитирования, и т. п. Публикуя наши статьи в американских научных журналах, мы испытали на себе в полной мере все эти методы и приёмы. В российской науке конкурсное финансирование также становится основным, и проблемы недобросовестной конкуренции, к сожалению, также ожидают нас на этом пути. Но — деваться некуда, всё равно «капиталистическое» конкурсное финансирование науки гораздо эффективнее, чем «феодално-тематическое» финансирование в рамках старой иерархической структуры прежней Академии. Что же — будем конкурировать. При этом есть надежда на то, что в нашей науке конкуренция всё-таки будет более честной — ведь в российской этике критерий совести всё ещё играет заметную роль.

Александр Алексеевич Боярчук был прав — мы действительно никогда прежде не делали детекторов нейтронов. Когда в 1995 году мы составляли предложение о нейтронном приборе для совместной с американцами программы «Марс вместе», то предполагали использовать относительно простые детекторы нейтронов на основе кремния. Это вполне годилось для исходного предложения. Но теперь очередь дошла до дела — и нужно было создавать конкретный прибор. Поэтому я отправился за советом в Дубну, в Объединённый институт ядерных исследований (ОИЯИ).

Первым, с кем я встретился там, был один из ведущих нейтронщиков института — Александр Владимирович Стрелков. Он сразу же раскритиковал идею делать прибор на основе кремниевых детекторов и познакомил меня с ведущими физиками нейтронной лаборатории ОИЯИ — Юрием Павловичем Поповым, Львом Борисовичем Пикельнером, Валерием Николаевичем Швецовым, Геннадием Николаевичем Тимошенко. Я с самого начала был приятно удивлён дружеским и радушным общением с этими людьми — при том, что у них было много своих дел и забот. На импровизированном семинаре у доски была предложена новая концепция прибора в виде сборки из трёх счётчиков на основе гелия-3, окружённых разными замедлителями нейтронов из полиэтилена, и одного сцинтилляционного детектора из стибьена. Причём значительная доля массы детекторов приходилась на полиэтилен.

Поначалу я встретил это предложение «в штыки»:

— Вы что ли предлагаете нам везти на Марс полиэтилен вместо активных детекторов? — спрашивал я раз за разом.

— Да, — терпеливо объяснял мне Лев Борисович. — Потому что прежде чем вы сможете нейтроны зарегистрировать, их нужно замедлить.

— Ну, и сколько же, по-вашему, может весить такой прибор? — печально спросил я.

— Совсем немного, всего около двадцати килограммов — ответили мне коллеги физики-ядерщики.

От этих слов я пришёл в уныние. Масса является одним из самых критичных ограничений для научной аппаратуры на межпланетных аппаратах, и полная масса, выделенная американцами на ХЕНД, составляла всего четыре килограмма — и это было

не так уж мало с учётом того, что масса всей полезной нагрузки аппарата «Марс Одиссей» составляла около сорока килограммов.

— Прибор не может весить больше четырёх килограммов. Давайте подумаем, нельзя ли уменьшить массу детекторов раз в десять, довести её до двух-трёх килограммов... — начал я, и осёкся, встретив на себе укоризненные взгляды физиков-нейтронщиков. Кто-то тихо проищё:

— Знаете ли вы, чему равно сечение взаимодействия нейтронов с веществом? Детекторы с такой массой будут для нейтронов практически прозрачными.

— Но всё-таки вы сказали — «практически». Значит, какая-то часть нейтронного потока будет регистрироваться даже прибором с малой массой.

— Да, но темп счёта нейтронов будет очень мал, чтобы набрать разумную статистику отсчётов, вам придётся проводить измерения часами.

Я с облегчением вздохнул:

— Мы планируем измерять марсианские нейтроны не часами, а годами. Мы разменяем массу детекторов на время экспозиции. При этом мы постараемся свести к минимуму массу конструкции и электроники и отдать на детекторы как можно больше. В ближайший месяц мы приедем к вам с принципиальной схемой, и вы её покритикуете.

На том и порешили.

**Комментарий из 2015 года.** Так возникло наше сотрудничество с командой физиков-нейтронщиков из ОИЯИ, которое продолжается по сей день. Через руки коллег из нейтронной лаборатории проходят все наши приборы — мы вместе обсуждаем концепции новых экспериментов, вместе калибруем лётные образцы, вместе анализируем данные космических измерений. Могу сказать определено — нам повезло, что в нашей стране есть Дубна. Всё ещё сохранившийся в нашем институте опыт создания космических приборов в сплаве с высочайшим профессионализмом российских физиков-ядерщиков обеспечивает решающее конкурентное преимущество при создании космических приборов для ядерных исследований Марса, Луны и других небесных тел Солнечной системы. Этим преимуществом мы пользовались в конкурентной борьбе за возможность проведения российских экспериментов на американских и европейских космических аппаратах. Это преимущество мы будем использовать при создании будущих российских лунных и марсианских проектов. И вообще, за годы своей научной карьеры я во многих ситуациях многократно убеждался в том, что космос и атомы — «это наше всё».

В декабре 1997 года, две недели спустя после первой встречи по ХЕНД в Дубне, мы в составе российской делегации впервые приехали к Биллу Бойнтону в Тусан в Аризонский университет, чтобы согласовать с его командой основную концепцию и интерфейсы нашего будущего прибора. В первые дни нашей встречи я ощущал некоторую настороженность со стороны Билла и его ребят. Потом, гораздо позднее, они объяснили, что причиной настороженности были опасения, что «эти русские» со своим прибором станут для них обузой. Но когда выяснилось, что в профессиональном плане мы можем то же, что и они, — настороженность прошла, и наступили простые и доброжелательные отношения. ХЕНД должен был пристыковываться к центральному электронному блоку гамма-спектрометра, и каждая из сторон рассматривала блок другой стороны как «чёрный ящик». Но эти «чёрные ящики» должны были иметь согласованные интерфейсы и логику работы — вот этим мы и занимались.

Пока мы обсуждали интерфейсы, Тусан готовился к Рождеству, на кактусах во дворах многих домов появлялись новогодние гирлянды. На заключительном ужине в ресторане перед нашим отъездом мы пожелали друг другу успешного 1998 года. За два года мы должны были создать новую лётную аппаратуру для спектроскопии гамма-лучей и нейтронного потока от Марса, чтобы летом 2000-го пристыковать её в Тусане в единый комплекс и в конце года всё вместе отвезти в Денвер в промышленный центр компании Локхид Мартин, который отвечал за изготовление всего космического аппарата и его запуск в апреле 2001 года.

## 5. 1998–2000 ГОДЫ. РАБОТА В РОССИИ И МИТИНГИ В АМЕРИКЕ

Ещё во времена проекта MAPC-96 у нас сложилось тесное сотрудничество с Александром Константиновичем Тоньшевым и его группой разработчиков из Специального конструкторского бюро (СКБ) ИКИ. Саша был ведущим по разработке электроники прибора ПГС и неплохо справился с этой задачей. Важным также было то, что он «не робел» перед коллегами из Лос-Аламоса и свободно обращался с самыми современными электронными компонентами. Поэтому я попросил Сашу с его группой из СКБ взяться за разработку прибора ХЕНД.

С самого начала мы поставили перед ним два дополнительных требования к ХЕНД с учётом специфики нашего участия в американском проекте. Во-первых, ХЕНД должен быть максимально надёжным прибором и иметь высокую радиационную стойкость для того, чтобы сохранить работоспособность в условиях продолжительной марсианской экспедиции. Мы хотели полностью исключить возможность отказа российского прибора на фоне успешно работающей американской аппаратуры. «ХЕНД может завершить работу только одним способом — по нашей команде с Земли» — таким был наш общий девиз. Во-вторых, для обеспечения максимально высокой чувствительности в пределах выделенной массы было необходимо свести массу элементов конструкции и электроники прибора к минимуму.

В связи с этими требованиями Саша предложил сделать логическую схему ХЕНД на основе новейших программируемых интегральных схем фирмы Actel. С этим решением был связан определённый риск, так как такие схемы относятся к «чужим» технологиям «двойного применения», и для их приобретения было необходимо получить лицензию от США. Лицензирование занимало несколько месяцев, лицензию могли и не дать, и тогда время ожидания оказывалось безвозвратно упущенным. Но, с другой стороны, в конце 1990-х годов представители фирмы Actel очень напористо пропагандировали в нашем институте свою продукцию, Россия и США совместно создавали МКС<sup>1</sup>, и отношения наших двух стран были вполне партнёрскими. Поэтому предложение Александра было принято, лицензия была получена, страшно дорогие микросхемы Actel были закуплены и применены в нашем приборе. На основе успешного опыта разработки прибора ХЕНД мы вполне освоили технологии Actel и применили их в нескольких последующих приборах.

**Комментарий из 2015 года.** Мы не испытывали какого-либо дискомфорта от того, что для наших приборов использовали «чужие» микросхемы. Наука и техника по своей природе интернациональны. Создавая новые приборы и устройства, необходимо применять

---

<sup>1</sup> МКС — Международная космическая станция.

наилучшие технические разработки и самые последние научные достижения, независимо от того — где и кем они созданы. Только тогда эффективность разработок и исследований будет максимальной. Если в России созданы двигатели, которые хорошо подходят для американской ракеты «Атлас», то почему же американцам их у нас не покупать? Если в Америке фирма Actel разработала микросхемы, которые хорошо подходят для нашего прибора, то почему же нам их также не покупать у американцев?

К сожалению, сейчас всё кардинально изменилось — сравнительно недавно были введены санкционные ограничения на экспорт из США высокотехнологичных изделий и технологий. Я удивился таким ограничениям — ведь известно, что мы в России, когда захотим, сможем сделать всё, что нам нужно. Да, на это уйдёт дополнительное время, и будут потрачены дополнительные ресурсы, но — ведь у нас, слава Богу, уже есть опыт «не постоять за ценой»... Поэтому сейчас мы разрабатываем приборы на микросхемах российского производства, и многолетний опыт работы с микросхемами фирмы Actel нам, к сожалению, больше не пригодится. Зато теперь ни у кого не возникнет соблазна разговаривать с нашей страной на языке санкций.

Три года, 1998–2000, продолжалось создание нашего первого нейтронного прибора. Фактически, вокруг процесса его разработки сформировалось второе поколение сотрудников нашей лаборатории, когда в неё за интересной работой пришли молодые физики — выпускники МИФИ<sup>1</sup>, которые сразу же активно включились в разработку и физические испытания своего первого космического прибора (рис. 2).

А мне за три года разработок и испытаний нашего прибора пришлось поучаствовать в девятнадцати митингах<sup>2</sup> в Америке и провести там в общей сложности около полугода! Что это такое — эти американские *meetings*? Вообще-то за реализацию MAPC ОДИССЕЙ в целом отвечала JPL — крупный космический центр НАСА в составе Калифорнийского технологического института. В JPL был создан основной офис миссии MAPC ОДИССЕЙ, который мы называли Проектом, его сотрудники руководили всеми работами по проекту во всех участвующих организациях. У нас со стороны Проекта было два основных руководителя — управляющий научными экспериментами (Project science manager) Карл Клосс и главный учёный проекта (Mission Scientist) Стив Саундерс. Первый отвечал за финансирование и выполнение плана-графика разработки научных приборов, второй координировал всю научную деятельность учёных проекта — отработку и калибровку аппаратуры, программу исследований, подготовку статей, участие в конференциях. В JPL регулярно два-три раза в год проводились «митинги» Проекта, которые продолжались несколько дней и повестка которых включала обсуждение всех текущих работ. Каждый руководитель эксперимента — PI (Principal Investigator), — должен был делать отчёт по текущим результатам и по очередным задачам на будущее. С другой стороны — представители Проекта докладывали общее состояние дел. Иногда для решения каких-либо важных и спорных вопросов проводились специальные executive meeting<sup>3</sup>, в которых участвовали только руководители проекта и экспериментов. За закрытыми дверями можно было свободно высказываться и спорить, причём с особо важных случаях проводилось голосование, и каждый участник должен был сказать «да» или «нет».

---

<sup>1</sup> МИФИ — Московский инженерно-физический институт.

<sup>2</sup> От *англ.* meetings — совещания, встречи, заседания, собрания.

<sup>3</sup> В пер. с *англ.* — исполнительный, административный.

Выше над Проектом в иерархии управления находился офис Марсианской программы в Управлении научных исследований НАСА. Все проекты Марсианской программы были выстроены в единую взаимно увязанную последовательность, ближайшей целью которых было проведение по программе «Марс Глобал Сервейор» всех исследований и экспериментов, которые планировалось в погибшем «Марс Обсервер», а стратегической целью была доставка на Землю образцов марсианского грунта. Главный учёный марсианской программы участвовал во всех совещаниях Проекта, но не вникал в конкретные проблемы, если только они не затрагивали общую ситуацию его выполнения. С учётом иностранного характера нашего прибора мне приходилось примерно раз в год посещать офис марсианской программы в штаб-квартире НАСА для отчёта о положении дел и также для подготовки текста межагентского соглашения по сотрудничеству.

Помимо PI у каждого эксперимента была ещё научная группа. Эксперимент Билла Бойнтонна был комплексным исследованием и включал три отдельных прибора. Поэтому Большой Билл имел два статуса: лидера команды и PI гамма-спектрометра. В его группе было ещё два независимых PI: PI нейтронного спектрометра МОНС — Билл Фелдман, и я — PI прибора ХЕНД. Состав научных групп отдельных экспериментов, как правило, определяется составом авторов предложений, отобранных для участия в проекте. Это правило выполняется очень строго, так как каждый исследователь финансируется из бюджета эксперимента. Группа может расширяться на конкурсной основе с привлечением дополнительных учёных-участников исследования, но в этом случае каждый из них получает своё отдельное финансирование из НАСА. Митинги научной группы гамма-спектрометра также проводились с регулярностью около двух раз в год. На них обсуждались научные исследования по тематике эксперимента, программы калибровок, обработки данных, координация исследований в рамках группы. Практически все члены группы Бойнтонна вошли в неё ещё на этапе подготовки прежнего проекта «Марс Обсервер», я был единственным новичком, вошедшим уже на этапе МАРС ОДИССЕЙ (рис. 3). В этих митингах также участвовали руководители проекта из JPL и представитель офиса марсианской программы из НАСА.

Наконец, к четвёртой категории митингов относились рабочие встречи по работкам и испытаниям приборов. Наиболее важными среди них были митинги для Preliminary Design Review (PDR, аналог нашей защиты эскизного проекта) и для Critical Design Review (CDR, аналог нашей защиты технического проекта). На эти митинги Проект приглашал независимых экспертов, перед которыми команда разработчиков прибора должна была обосновать правильность принятых конструктивных решений, соответствие аппаратуры исходным требованиям, соблюдение плана-графика работы. Эти мероприятия носили формальный характер и иногда заканчивались заданием на дополнительную проработку вопросов или на изучение других конструктивных решений. На этих мероприятиях мы выступали единой командой всего комплекса по гамма-спектрометрии, и это, безусловно, помогало нам успешно справляться с ответами на вопросы и дискуссиями на не вполне понятном нам техническом английском сленге, изобиловавшем сокращениями и техническим терминами.

**Комментарий из 2015 года.** Вначале эти многочисленные американские митинги нас достаточно сильно «напрягали». Во-первых, к каждому из них нужно было готовиться, составлять документ для выступлений, причём документы для таких ответственных митингов,

как PDR и CDR, представляли собой многостраничные тома. Во-вторых, каждый митинг в Америке — это два перелёта (туда-обратно) на другую сторону земного шара, причём после возвращения ещё три-четыре дня организм засыпает утром и просыпается вечером. Но спустя некоторое время стало понятно, что митинги являются достаточно важным механизмом организации и управления космическими проектами. В НАСА существует строгая персональная ответственность участников проекта за конечный результат, и структура митингов обеспечивает условия для прямых и достоверных контактов всей иерархической цепочки участников снизу-доверху и сверху-донизу. При этом во многих случаях достигается вполне приемлемое сочетание демократичности и авторитарности в принятии решений.

Я не призываю полностью копировать эту схему, но при подготовке космических научных проектов нам также следовало бы выстраивать более чёткую структуру «единоначалия» с персональной ответственностью за конечные результаты, и также проводить регулярные совещания участников проектов со стороны науки и промышленности для «демократичного» взаимного контроля за реальным состоянием дел. Руководители экспериментов должны выступать не только в роли поставщиков научной аппаратуры, но также в роли «тематических заказчиков» научного проекта, быть в курсе текущего положения дел, участвовать в выработке решений по возникающим проблемам. В 2011 году к запуску на Марс параллельно готовились американский проект с марсоходом «Кьюриосити»<sup>1</sup> и российский проект ФОБОС-ГРУНТ. Я был руководителем экспериментов в них обоих. И я был в курсе состояния разработки проекта «Кьюриосити», участвовал в обсуждении возникавших проблем и возможных путей их решения. С другой стороны, по ФОБОС-ГРУНТ у нас не было аналогичных совещаний, на которых проект предоставлял бы научной группе обзор состояния дел и текущих проблем. «Кьюриосити» уже около трёх лет работает на Марсе, а о судьбе аппарата «Фобос-Грунт» горько вспоминать...

В 1998 году ежегодный митинг российско-американского сотрудничества по космической науке проходил в Центре Кеннеди на мысе Канаверал. Для нашего собрания был выделен небольшой гостиничный домик на берегу океана, в котором обычно после полётов на несколько дней размещались астронавты для подготовки послеполётных отчётов. Решение о проведении совещания на космодроме было принято для того, чтобы его участники смогли быть свидетелями старта к Марсу очередного аппарата «Марс Климат Орбитер» (Mars Climate Orbiter) программы «Марс Глобал Сервейор».

Его старт был намечен на 10 декабря 1998 года, и организаторы мероприятия наметили на вечер общий банкет. На этом аппарате должен был лететь российско-американский инфракрасный радиометр, в создании которого участвовал Василий Иванович Мороз. По какой-то причине старт перенесли на сутки, но банкет всё равно состоялся — деньги уплачены, столы накрыты. «Ох, не принято это у нас, ох, нехорошо!» — сетовали мы с Морозом, — «Давайте, по крайней мере, хотя бы тостов не произносить».

Не помогло... 23 сентября 1999 года при подлёте к Марсу аппарат «Марс Климат Орбитер» слишком сильно затормозился и сгорел в марсианской атмосфере. Оказалось, что в его бортовой компьютер параметры импульса торможения были введены с ошибкой в физической размерности — перепутали дюймы с сантиметрами... А второй аппарат НАСА, запущенный в окно запусков 1998–1999 годов, на Марс также не долетел — он при невыясненных обстоятельствах разбился при посадке 3 декабря 1999 года.

---

<sup>1</sup> Curiosity — в пер. с *англ.* — любопытство, любознательность.



**Комментарий из 2015 года.** Получается, что проводить митинги необходимо, но не достаточно. Нужно внимательно относиться ко всем деталям, и, вероятно, не следует брать за два дела сразу... В то время в НАСА был выдвинут лозунг — Faster, better, cheaper! (быстрее, лучше, дешевле!) После двойной катастрофы 1999 года американцы грустно шутили про этот лозунг — «выберите любые два, но тогда вы не получите третьего». В 2000 году они провели достаточно серьёзную «работу над ошибками», существенно пересмотрели всю марсианскую программу, и для следующего «окна запусков» в 2001 году отменили проект, предусматривающий посадку на Марс. Руководство НАСА решило сконцентрировать все усилия на одном марсианском проекте — на нашем МАРС ОДИССЕЙ (Mars Odyssey). А для окна 2003 года, чтобы гарантировать успех марсианской программы, в НАСА запланировали пуск двух идентичных аппаратов проекта Mars Exploration Rover (MER). Совсем как поступали советские исследователи дальних планет, производя кратные запуски аппаратов «Марс» и «Венера».

## **6. МАЙ-ДЕКАБРЬ 2000 ГОДА. ПОХОЖЕ, ЧТО НА МАРС ПОЛЕТИТ ДУБЛЁР**

Разработка ХЕНД шла удивительно гладко, но только до апреля 2000 года. Мы регулярно по четвергам встречались с Сашей Тоньшевым, обсуждали текущие проблемы, спорили, иногда горячо, но всё это было обычным делом, как бывает при разработке новой бортовой аппаратуры. За год до запуска и за несколько недель до поставки первого лётного образца (ЛО-01) в Тусан мы начали его заключительные термовакуумные испытания — наиболее сложную и ответственную проверку прибора на его соответствие условиям космического полёта (рис. 4).

Уже после установки прибора в вакуумную камеру наш самый ответственный и молодой сотрудник Максим Литвак вдруг засомневался, что прибор внутри камеры правильно подключён к контрольно-испытательной аппаратуре (КИА) снаружи. Он решил напоследок прогнать тестовую программу по проверке прибора. При этом работа насосов уже началась. В момент подачи высокого напряжения внутри прибора произошёл коронный разряд — дело в том, что при откачке вакуума наступает такая промежуточная концентрация газа, при которой высокое напряжение приводит к ионизации и разряду, замыкающему накоротко высоковольтные цепи (это сработал хорошо известный физикам эффект Пашена — при атмосферном давлении включать высокое можно, в вакууме — тоже можно, а вот при промежуточном давлении — категорически нельзя). Так ЛО-01 вышел из строя за несколько недель до поставки в НАСА. Это была большая беда, причём я не винил в ней Максима — он хотел сделать всё наверняка. Это я должен был предусмотреть опасность разряда и включить в программу испытаний запрет на включение высокого на этапе откачки камеры.

Саша Тоньшев за две недели отремонтировал блок высоковольтников ЛО-01, но отправлять такой прибор на Марс было нельзя — логическая микросхема Actel работала, но при коронном разряде её нутро могло «подгореть», какие-нибудь внутренние контакты могли висеть «на волоске» и с большой вероятностью могли выйти из строя при виброударных воздействиях на старте ракеты. Я сообщил о нашей беде Биллу и Проекту и предложил следующее: выдерживать плановые сроки поставки и отправлять в июле отремонтированный ЛО-01, проводить его стыковки и блоком СЕВ в Тусане и ставить его на борт для проведения комплексных испытаний в составе аппарата, но в конце 2000 года заменить ЛО-01 на запасной лётный образец ЛО-02, «дублёр» лётного прибора, который мы уже сделаем к этому времени. Для американцев это означало

значительное усложнение программы испытаний и дополнительную работу, но они пошли на это, так как риск аварии для ЛО-01 был велик.

В сентябре 2000 года уже после установки на борт аппарата выяснилось, что один из детекторов прибора ЛО-01 начинает шуметь при включении установленного рядом некоего американского бортового «устройства». Возможными причинами могли быть электромагнитные наводки по цепям питания или заземления, или вибрации, передающиеся от этого «устройства». Стало понятно, что образец-дублёр ЛО-02 нужно доработать таким образом, чтобы возможные помехи оказались ниже порога дискриминации шумящего детектора.

**Комментарий из 2015 года.** Требование нашего космического агентства изготавливать два лётных образца бортовой аппаратуры ЛО-01 и ЛО-02 сохранилось ещё с советских времён. Наша история с прибором ХЕНД показала, насколько это требование является правильным. Даже при самой тщательной разработке и самом аккуратном изготовлении бортовой аппаратуры на этапе испытаний и отработок могут возникнуть неожиданные проблемы, которые практически невозможно предвидеть. Ведь исследовательские космические аппараты научного применения — это, как правило, штучный продукт, который создаётся только один раз и для одного единственного полёта. Все проблемы, неполадки и сбои должны быть устранены в ходе предполётных испытаний — и наличие прибора-дублёра довольно часто позволяет оперативно устранять их, не срывая фиксированной даты старта.

ХЕНД создавался в очень непростых условиях очень скудного финансирования космической отрасли, но вопрос об отказе от каких-либо требований качества и надёжности нашими руководителями в Роскосмосе никогда не поднимался, на ХЕНД не экономили. Все понимали, что уровень надёжности нашей аппаратуры должен соответствовать уровню других приборов, аппарата «Марс Одиссей» в целом. Мы благодарны сотрудникам агентства, и в первую очередь — ушедшему от нас в 2013 году Николаю Францевичу Санько — за обеспечение нам условий, при которых мы могли делать столько образцов нашей аппаратуры, «сколько это положено», и испытать эти образцы так, «как это положено». ХЕНД продолжает «штатно без замечаний» работать и приносить нам данные научных измерений с орбиты вокруг Марса уже более 13 лет.

## **7. 11 ДЕКАБРЯ 2000 – 22 ЯНВАРЯ 2001 ГОДА. НАМ ПРИШЛОСЬ ВЕРНУТЬСЯ...**

11 декабря 2000 года за четыре месяца до пуска мы привезли ЛО-02 в Тусан для предварительных стыковочных испытаний с запасным центральным блоком СЕВ гамма-спектрометра. Эти испытания продолжались до самого Нового года, причём Максима угораздило попасть в университетский госпиталь с какой-то острой желудочной инфекцией. Не буду здесь распространяться об особенностях американской медицины, но определённю могу сказать, что «там» лучше не болеть. Параллельно испытаниям и болезням Максим Литвак и Дима Анфимов доработали и согласовали с американцами новый вариант циклограммы автономных испытаний для заключительной проверки прибора перед его установкой на борт. В первые дни нового 2001 года ребята Большого Билла отправили ЛО-02 из Аризоны на Канаверал, куда нас вызвали на неделю 12–18 января для замены на борту КА «Марс-Одиссей» ЛО-01 на ЛО-02. До пуска оставалось всего три месяца.

Вылетели рейсом № 31 американской авиакомпании «Дельта» в пятницу, 12 января, в 13:15 в аэропорт JFK<sup>1</sup> Нью-Йорка, потом оттуда в 19:10 рейсом № 885 в Майями. В 22:30 пошли брать в рентовке (аренда автомобиля) майямского аэропорта машину. Флорида — штат наполовину мексиканский, поэтому там в финансовых вопросах исходят из того, что верить никому нельзя. Сотрудник проката долго возился с моей кредиткой, на которую я ещё в Москве положил 500 долларов для этого дела. И потом спросил с сильным мексиканским акцентом:

— Сэр, а другая кредитка у вас есть? Эта, сэр, даёт мне отказ, сэр.

— А сколько вы хотите с неё снять?

— 600 баксов, сэр.

— Так ведь мы зарезервировали машину за 450, откуда же 600?

— Да, сэр, но мы тут берём небольшой депозит, не волнуйтесь, мы вам его вернём, когда вы отдадите нам машину.

Я повернулся к Диме и спросил:

— Дим, а у тебя есть наличка?

— Есть, но ведь это мне на гостиницу.

— Дай пока 200 баксов, потом разберёмся.

Рентовщик долго обсуждал что-то по телефону по-испански, взял с моей карточки 450 долларов, потом радостно получил от меня ещё 200 долларов кэшом (наличными), и, наконец, выдал нам ключи от белой «Тойоты». На часах было 23:30 майямского времени, а до отеля Royal Mansion в городке Кокоа Бич в окрестности мыса Канаверал было около 200 миль. Ехали по очереди... Ключи от комнаты нам выдали в 2:30 ночи 13 января. Прошло 24 часа с того момента, как мы приехали на вылет в «Шереметьево-2».

В 10:40 утра следующего за нами приехала сотрудница Билла — Хезер и мы поехали на космодром. Впускали нас очень смешно. Бюро пропусков было закрыто — суббота, и поэтому на двух машинах мы приехали прямо на гейт (gate) (шлагбаум с будкой КПП — контрольно-пропускной пункт). Хэзер шепнула какие-то волшебные слова симпатичному пожилому дядьке-охраннику, он нам весело подмигнул, взял наши паспорта и, с шутками и разговорами, что-то долго писал в своей книге, а потом выдал нам бейджи (badge — бирка). Но велел в понедельник 15 января всё-таки подъехать в бюро пропусков и всё оформить.

Здание Контрольно-испытательного стенда (КИС) на Канаверале — это огромный дом, внутри которого — огромный зал. Мы оделись в белые чепчики и скафандры и в сопровождении американцев туда вошли. В центре на стапеле торжественно стоял наш уже почти собранный «Марс Одиссей», а вокруг на столах были расставлены ожидающие установки блоки и приборы. ХЕНД ЛО-01 стоял на борту, покрытый полиэтиленом, на котором была приклеена красная лента, как символ того, что работы в этой части пока не закончены (рис. 5). А привезённый нами ЛО-02 уже ждал установки на отдельном столе. Дима его проверил и доложил, что перелёт из России прибор перенёс нормально, готов вставать на борт.

В понедельник, 15 января, техники Локхид Мартина под руководством нашего куратора от промышленности Тима Джирарда торжественно и аккуратно сняли с борта ЛО-01 и поставили на его место ЛО-02. Я в белом комбинезоне и чепчике расхаживал

<sup>1</sup> JFK — John F. Kennedy International Airport, Международный аэропорт им. Джона Кеннеди.

вокруг аппарата — наблюдал. Дима на столе проверил снятый с борта ЛО-01 — теперь он будет выполнять роль дублёра. После обеда мы пошли в зал управления испытаниями и прогнали тест контроля работы прибора, а потом тест с источником. Всё было замечательно. Но я попросил Тима, если можно, попробовать включить «устройство», от которого на первом образце была сильная помеха. Я был уверен, что в ЛО-02 мы эту проблему решили — у него были «задраны» каналы и пороги, и мы его испытали в ИКИ на «микрофонный эффект», который мог возникать в фотоэлектронном умножителе от возможных вибраций «устройства». Тим, человек дела, сразу же предложил — «давай включим прямо сейчас». Мы включили, и в ЛО-02 появился шум. Я очень расстроился. Во-первых, я обосновывал американцам замену ЛО-01 на ЛО-02 тем, что мы ЛО-02 специально доработаем, чтобы на нём уж точно не могло быть шума. Во-вторых, мы его испытывали в ИКИ, и он хорошо работал даже на достаточно высоких вибрациях. И, наконец, в-третьих, — я не хотел, чтобы ХЕНД улетал на Марс с шумом в одном из детекторов.

Вечером в гостинице мы с Димой обсуждали возможную причину шума и решили, что всё-таки она связана с электрическими помехами по цепи заземления, которые проявляются при включении «устройства». В версию вибраций не верилось, так как их амплитуда не могла быть настолько велика, чтобы прибор зашумел. В итоге этих обсуждений мы выработали «критический тест» — оставив ЛО-02 на борту, полностью отключить его от электрической сети аппарата и подключить к нашей контрольно-испытательной аппаратуре. Если это электрические наводки — то при включении «устройства» шума не будет, а если вибрация — то шум останется.

На следующее утро во вторник я предложил Проекту этот «критический тест». Они думали два дня. Мы терпеливо ждали. Тим затребовал из Тусана все электрические схемы интерфейсов — чтобы убедиться, что мы им там ничего не пожжём и не напортим — ведь до пуска оставалось менее трёх месяцев. Наконец, тест был назначен на пятницу 19 января. Я был практически уверен, что подтвердится версия заземления. Всё утро технари из Локхид Мартина возились с перестыковкой прибора от бортовых систем к нашей контрольно-испытательной аппаратуре. Всё было очень строго — ведь, вообще говоря, они рисковали лётным бортом. По ходу дела оказалось, что при полностью электрически отстыкованном приборе у них нет бесконечного сопротивления между прибором и бортом. Я внутренне ликовал — считал, что причина установлена.

Поскольку это был завершающий день установки комплекса гамма-спектрометра, на Канаверале появился Большой Билл. Рядом с ним крутился Билл Маленький. Я старался как-то наладить с ним отношения, и даже где-то в конце 2000 года по электронной почте пригласил его войти в научную команду ХЕНД, с расчётом на взаимность, но он не ответил. Теперь, когда он появился в зале — я по-американски радостно с ним поздороваться — но о приглашении — ни слова («не до того»). Техники боролись с заземлением, а нас фотографировали с Большим Биллом в разных сочетаниях. Наконец пришло время обеда, нам велели снимать белые комбинезоны и отправляться в столовую.

За обедом вся компания во главе с Большим Биллом принялась обсуждать избрание нового американского президента — младшего Буша. Спросили меня, и я сказал, что мы в России этим результатом очень довольны. Маленький Билл начал удивляться,

что, вот, все его европейские друзья, наоборот, очень расстроены. «А вы почему довольны?» — спросил Большой Билл. Я ответил в том духе, что потому что вы теперь от нас отстанете и займётесь собой. Европейцам от этого страшно, а нам — наоборот хорошо. Большой Билл заулыбался.

После обеда мы с Димой побежали на наш «критический» тест. У технарей уже всё было готово — нам гордо показали «бесконечность» на омметре. Дима в чистовом белом скафандре и в стерильных перчатках поднялся по лестнице вверх, к прибору, включил стоявшую рядом нашу российскую контрольно-испытательную аппаратуру и подал команду «power ON» на ЛО-02 на борту «Одиссея». ХЕНД бодро заработал — пошли данные, всё было чистенько, без шумов. Мы решили дать ему поработать — пусть прогреется. Через 15 минут я кивнул — «ХЕНД к тесту готов». Тим сказал в свой микрофон, надетый на шею около гортани: «Борт, это Наука, мы готовы подать на «устройство» «power ON». Спустя несколько минут в зале громогласно прозвучало: «Наука, это Борт, на „устройство“ подано „power ON“».

ХЕНД, как ни в чём ни бывало, выдавал данные байт за байтом, всё чистенько, без шумов. Я стоял и гордился. Это продолжалась минуты три, а потом появился шум. Такой же, как прежде. Версия заземления потерпела фиаско. Тим отвёл микрофон в сторону и шёпотом сказал:

— Поднимись по лестнице и положи ладонь на прибор.

Я в белом комбинезоне поднялся наверх к прибору и положил руку в голубой резиновой перчатке на его белый радиатор. ХЕНД дрожал. Мне стало его очень жалко. И в этот момент произошло довольно интересное событие: стоя на лестнице с ладонью на дрожащем приборе, я вдруг осознал: «Мы его так не отпустим, его нужно забирать обратно домой, в Москву, и экранировать от этой дурацкой вибрации». Я точно помню, что этой мысли не было, когда я поднимался по лестнице вверх, — а тут вдруг сразу и отчётливо внутренний голос сказал: «Его нужно забирать в Москву».

Я спустился, подошёл к Тиму и сказал:

— Тим, спасибо за тест: мы теперь знаем причину. Могу я спросить тебя кое-что неофициально?

— Спрашивай.

— Когда наступает крайний, самый-самый абсолютно крайний срок, когда ЛО-02 можно было бы установить на аппарате?

— 15 марта, но...

— Спасибо, Тим, считай, что я пошутил — прервал я его и пошёл в офис Карла Клосса.

Карл уже знал результат нашего теста и сосредоточенно смотрел на экран своего компьютера:

— Ну, вот видишь, я же говорил тебе, что это вибрации — укоризненно начал он. Но я почти радостно выпалил:

— Да, и теперь мы это знаем точно, в чём причина. Я хочу забрать прибор в Москву и задемпфировать эти ваши чёртовы вибрации (так прямо и сказал — these your fucked vibrations).

Карл не ожидал такого оборота, и от неожиданности начал смотреть плакат на стене с планом-графиком работ.

— Это сумасшедшая идея, Игорь!

— Дай мне четыре недели.  
— У нас нет столько времени для тебя.  
— Для нас.  
— О'кей, для нас. Ты уверен, что разберёшься за четыре недели?  
— Да, и при этом ты всегда сможешь вернуть обратно на борт ЛО-01, если нет.  
— Я поговорю с ребятами из Проекта, а ты поговори с Биллом: он должен дать тебе «о'кей».

Большой Билл сидел в зале управления, вокруг него крутился Маленький Билл. Я подошёл к Большому и сказал:

— Билл, можно тебя на два слова?

Мы вышли в комнату отдыха.

— Билл, это микрофонный эффект, он идёт от вибраций «устройства». Теперь мы это знаем точно. Я хочу забрать ЛО-02 на четыре недели в ИКИ и заизолировать его от вибраций. Прошу тебя поддержать мою просьбу — если Проект согласится, кто-то от тебя должен будет приехать сюда ещё раз и повторно провести с нами всю процедуру входного контроля и стыковку.

— Я здесь не решаю... — ответил Билл.

— Ты один из тех, кто решает. Ты должен будешь послать сюда кого-то из своих ребят. Даёшь мне «о'кэй»?

— Даю.

После этого со мной уже никто не говорил — они общались друг с другом. Общение продолжалось около двух часов. Примерно в 4 часа дня Карл Клосс вызвал меня в свой офис и сказал:

— Игорь, ты можешь забрать ЛО-02 на 4 недели. 19 февраля он должен быть здесь и пройти входной контроль. Если ты не привезёшь его вовремя, или если у тебя с ним возникнут проблемы в Москве, то я буду пускать «Одиссей» с ЛО-01 на борту. Согласен?

— Согласен. Спасибо, Карл.

**Комментарий из 2015 года.** Я очень зауважал всех людей Проекта за это решение. Ведь, во-первых, для них вся эта возня с ХЕНД была большой дополнительной работой. ЛО-01 стоял на борту, полностью испытан и простыкован, и то, что он там где-то шумит — это вообще не их проблема. Во-вторых, они реально рисковали. Если на старте что-то случится с аппаратом, то первое, о чём начнут спрашивать эксперты-дознаватели — почему допустили переустановку российского прибора на какое-то нештатное механическое крепление? Я думаю, что одна из основных причин их согласия состояла в том, что проблему ХЕНД создавало их американское «устройство». Получалось, что это они не смогли обеспечить приглашённому прибору необходимые условия для работы. А американцы очень не любят, когда получается, что они что-то не смогли, — и это качество мне в них очень нравится.

Получив от Карла «о'кэй», я бросился в комнату помощницы Билла Хезер и попросил её поменять нам с Димой билеты в Москву на самый ранний рейс. Собрали ящики с прибором и с КИА и уехали. Когда отдавали машину мексиканцу в аэропорту, то никаких баков он нам, конечно, не вернул... Летели с проблемами. То ли из-за снега, то ли из-за инаугурации младшего Буша рейс из Майямы в Нью-Йорк отменили. Просто так, взяли — и отменили. И поэтому «Дельта» отправила нас из Майямы вначале в Цинцин-

нати, оттуда — в Париж, потом оттуда — в Москву. Вместо 11 утра воскресенья, 21 января, мы прилетели в «Шереметьево» уже в ночь на понедельник, 22 января.

...Уже по дороге мы с Димой всё время думали, как бы нам заизолировать ХЕНД. Вначале, ещё на Мысе, мы рассуждали, что можно на него что-нибудь привесить: либо жёсткость, чтобы сдвинуть его резонансы в высокие частоты, либо массу, чтобы, наоборот, сдвинуть их в низкие. Но потом поняли, что влезать в прибор нельзя — это заново полный цикл всех испытаний. Поэтому по дороге домой наши мысли начали вертеться вокруг рессор под четыре лапы ХЕНД. Первые схемы рессор появились на салфетке в пивном баре аэропорта Цинциннати, второй вариант — в баре аэропорта Шарля де Голля в Париже...

На таможне «Шереметьево» оказалось непонятным, как ввозить прибор обратно на суверенную территорию РФ. Его же вывезли насовсем, улетать на Марс, и бумаг на возврат поэтому не было. Таможенники в принципе не возражали пропустить нас, но не понимали, по какой процедуре впускать наши ящики. В этих раздумьях они провели примерно час. Наконец таможенные девушки придумали, что в кассу таможни нужно заплатить 300 баксов пошлины за ввоз на территорию России некоего «электрического устройства». Заплатили, отвезли ящики в ИКИ, и рано утром в понедельник 22 января я «не солоно хлебавши» вернулся домой.

Жена Татьяна проснулась и сказала, что, вообще-то, возвращаться — плохая примета, но потом добавила, что, вот, правда, для некоторых «чудаков» может быть даже — наоборот. И велела три часа поспать...

## **8. 22 ЯНВАРЯ – 18 ФЕВРАЛЯ 2001 ГОДА. БОРЬБА С ВИБРАЦИЕЙ**

После обеда 22 января я собрал совещание в ИКИ — что делать? Позвонили знакомым на космические фирмы — ничего подобного никто не делал. Штатные амортизаторы весят килограммы, а у нас на всё про всё — 200...300 граммов. Вспомнили, что моя жена, Татьяна Томилина, работает в отделе виброакустики Института машиноведения РАН им. А.А. Благонравова. Она и их заведующий отделом Юрий Иванович Бобровницкий — учёные с мировыми именами в этой области. Позвонил Татьяне — «ну, выручай своего чудака!» Договорились о встрече на следующий день.

Юрий Иванович предложил взять за основу сотовую конструкцию, которую он когда-то давно предложил для виброизоляции некоторого сильно вибрирующего механизма. Вначале мы думали сделать амортизатор в виде сотового пружинного матраса и положить его ХЕНД под дно, но это потянуло бы большую массу, и я предложил — сделать цилиндрические рессорки под каждую из четырёх лапок ХЕНД, закольцевав сотовую конструкцию Юрия Ивановича саму на себя. Стали чертить схемы, постепенно начала вырисовываться концепция: рессора должна быть сделана из нескольких стальных шайб, расположенных соосно и соединённых друг с другом тремя стойками. Стойки в каждом просвете между шайбами должны располагаться в трёх точках, с углом 120 градусов между ними по окружности шайбы, причём точки крепления верхних стоек на каждой промежуточной шайбе должны быть повернуты относительно точек крепления нижних стоек на 60 градусов (60 градусов — это, вероятно, самый главный угол в геометрии!). Таким образом, упругость рессоры обеспечивалась сегментами шайб с угловым размером 60 градусов между опорами.

Юрий Иванович и Татьяна взяли́сь посчитать степень виброизоляции такой рессоры с учётом конкретных деталей: марки стали, толщины шайб, их числа. Я — человек практический, поэтому на среду, 24 января, пригласил из Тарусы на наше совещание Валерия Летуновского — одного из ведущих конструкторов СКБ. Валера сказал, какая сталь есть у них в распоряжении, и какие требования накладывает «завальцовка» стоек на шайбах. К вечеру чертёж первого варианта рессоры был готов, и Валера уехал в Тарусу с договорённостью о начале её изготовления на следующее утро.

Всего в период с 24 января по 10 февраля 2001 года нами было сконструировано, изготовлено и испытано пять вариантов рессор, причём для каждого варианта был изготовлен набор из четырёх штук, который испытывался с конструкторско-доводочным образцом прибора на вибростенде. Испытания проводил наш самый лучший испытатель института — Геннадий Александрович Егеров — под его управлением стенд воспроизводил вибрации с постепенно возрастающей амплитудой, на нём на рессорах стоял образец нашего прибора и измерял, а мы наблюдали, когда начнутся шумы. Каждый последующий вариант рессор допускал всё большие амплитуды вибраций до появления шумов. В итоге к 10 февраля мы достигли необходимой степени виброизоляции по всем трём осям прибора. Этот окончательный вариант рессор было решено использовать для ЛО-02 на борту «Одиссея». Их полная масса составила 80 граммов. Вечером того же дня мы провели телеконференцию с Проектом и доложили, что рессоры готовы.

Но виброизоляция — это ещё не всё. Теперь мы должны были доказать Проекту, что ЛО-02 на таких рессорах успешно выдержит огромные вибрационные нагрузки на этапе выведения и удары, которые возникают при разделении ступеней ракеты. В этом состояла противоречивость требований к рессорам — они должны быть достаточно мягкими, чтобы гасить вибрации от работы бортового устройства, но при этом достаточно жёсткими, чтобы удержать ХЕНД на палубе аппарата на старте. Юрий Иванович рассчитал, что жёсткости рессор хватает, причём с большим запасом, но в космической технике расчёты подтверждаются испытаниями. Мы их провели 15 февраля на вибростенде ИКИ — и рессоры выдержали.

**Комментарий из 2015 года.** Сейчас можно сказать, что в те февральские дни 2001 года вся наша команда работала так напряжённо и самоотверженно, как мы не работали никогда. Все участники, и в ИКИ, и в ИМАШ<sup>1</sup>, и в СКБ были полностью сконцентрированы на общем деле. Периоды работы и отдыха определялись не временем суток или днями недели, а технологической готовностью к выполнению следующего шага: к расчёту очередного варианта, к изготовлению нового комплекта рессор, к новому циклу испытаний. Я вспоминаю, что практически никто из нас не сомневался, что мы это сделаем, и не выпадал из жёсткого ритма. Думаю, что причина успеха состояла в том, что собравшиеся в команде профессионалы, каждый в своей области, захотели показать, на что мы способны. Себе — в первую очередь. Ну — и также, конечно, американцам. Кроме этого — ведь люди из Проекта рискнули, пошли нам навстречу, — и мы очень не хотели их подвести.

## **9. 20 ФЕВРАЛЯ – 6 МАРТА 2001 ГОДА. ХЕНД ЛО-02 ВСТАЛ НА БОРТ**

Рессоры сделали. Испытания провели. Оформили документы на вторичный вывоз. Теперь предстояло доказать Проекту, что ЛО-02 с этими рессорами можно ставить на

---

<sup>1</sup> ИМАШ — Институт машиноведения им. А. А. Благонравова РАН.



борт. Карл назначил совещание на Канаверале на 20 февраля. На понедельник 19-го мы купили билеты из Москвы в Орlando — учли неудачный опыт предыдущей поездки на Канаверал из Майями — ведь из Орlando туда ехать раз в десять ближе. Полетели троём — Валера, Дима и я. Валера и я должны отвечать на вопросы по конструкции рессор, Дима должен был проверить прибор после транспортировки и перед установкой на аппарат. Ну а я должен был убеждать Проект, если потребует.

В субботу 17-го всё окончательно проверили, сложили, но — ведь Татьяна говорила про плохую примету — перед самым отъездом Димочка начудил... Вечером он позвонил мне домой и сказал:

— Игорь, тут вот такая проблема, я уснул в метро по дороге домой, и забыл в вагоне сумку с ноутбуком! А в нём была новая программа для испытаний ХЕНД.

— А паспорт? — спросил я.

— Нет, паспорт был в рюкзаке, я с ним вышел, а сумку забыл под сиденьем.

— Дима, ты съезди на конечную.

— Да, я уже съездил, сумку вернули, но компьютера в ней нет.

Я промолчал несколько минут, произнеся про себя традиционные слова русского народа:

— Так, Дима, ну и какой план?

— Я сейчас съезжу в ИКИ, перепишу эту программу на дискету, и мы будем испытывать ХЕНД с твоего ноутбука.

— Дима, нет. Нужно всё проверить ещё раз, убедиться, что всё работает. Давай завтра я приеду в ИКИ, и мы вместе проверим, что с моим ноутбуком всё работает.

Дима принялся мне объяснять, что, во-первых, это совсем не нужно, так как любой ноутбук сгодится, если в него загрузить правильную программу, а, во-вторых, он завтра очень занят домашними делами, обещал жене — ведь мы с этими испытаниями вообще месяц не бывали дома, а в понедельник опять уезжать... Что я мог ответить? Действительно — не бывали... В общем — примета Татьяны сработала — теперь нам предстоит самая ответственная поездка за всю историю ХЕНД и с непроверенной компьютерной программой для его автономных испытаний.

Всю дорогу из Москвы в Америку я с Димой общался строго официально, а после того как нам выдали ключи в гостинице на Канаверале, я тихим, но твёрдым голосом сказал:

— А теперь Дима, ты, пожалуйста, собери всю установку у себя в комнате и покажи мне, что мой ноутбук действительно позволяет проверить прибор.

Дмитрий, естественно, не ожидал от меня такой «наглости» (это после почти двадцати часов перелётов), но бодро сказал, что: «Да, конечно, хорошо, нет проблем...» И не смог — бился, бедняга, бился, и в ИКИ Максиму Мокроусову звонил, и перезвонил, и перевтыкал, но мой ноутбук прибора «в упор» не видел. Около 1 часа ночи по американскому времени (а завтра в 8 утра нам нужно быть с прибором на космодроме) я сказал: «Всё, Дима, хватит, спасибо. Прибор будем стыковать сразу же с американским блоком, входной контроль с нашей контрольной аппаратурой проводить не будем».

Дмитрий обрадовался окончанию мучений, но сказал, что ещё ночью он занимается этой проблемой и к утру её обязательно решит. «Ага», — подумал я, — «если только это решение тебе приснится».

Утром проснулся в 5 (по Москве в 3 дня) и стал думать — что же такое придумать американцам, почему у нас не будет российского входного контроля. Не говорить же, что Димочка в трезвом состоянии и в здравой памяти потерял ноутбук в метро. Придумал, что можно им сказать, что ноутбук не пропустила наша доблестная таможня, так как мы его неправильно оформили. Такая вот версия — пусть знают, что мы начеку.

Врать не пришлось. Оказалось, что американцы тоже хороши — они что-то напутали и не оформили для Димочки пропуск на космодром. И при этом у них был третий понедельник февраля, а это всенародный праздник — президентский день — и поэтому до утра 20-го числа сделать было ничего нельзя. Дима остался гулять по городу, а мы с Карлом Харшманом из команды Большого Билла были «как-бы вынуждены» предложить Проекту, что раз так, то придётся проверять ЛО-02 без российского входного контроля, сразу же начиная со стыковки с американским блоком СЕВ. Так получилось, что американское разгильдяйство покрыло наше, российское.

ХЕНД ЛО-02 и СЕВ отработали нормально, и Тим Джирард признал его пригодным для установки на борт. Но при этом он пояснил, что завтра начинается заправка борта топливом, и ближайшая работа на борту может быть только 7 марта. В этот день ЛО-02 может быть установлен на борт на наши вибрационные изоляторы, но только в том случае, если на завтрашнем совещании Проектом будет принято положительное решение.

На другой день Анфимова пропустили. Над испытательным комплексом тревожно мигала жёлтая лампочка — шла заправка аппарата топливом. Мы собрались в трейлере Локхид Мартина на заседание. За одну сторону стола сели мы втроём — Валера, Дима и я. По другую — Карл Клосс, Тим Джирард, некий Джон — начальник Тима, и ещё какой-то Русс — представитель от группы механиков из Локхид Мартина. На столе в пластиковом пакете лежали наши четыре рессоры. Было ясно, что несметное количество народа также участвует в нашем совещании по телефону. Когда Тим провёл их перекличку, я захотел пошутить насчёт того, участвует ли только что инаугурированный G.W.B.<sup>1</sup>? Но решил, что лучше не нарываться — пока ещё не известно, как всё будет, вопрос-то серьёзный. Тим, как ведущий, начал совещание, и нам сразу же посыпались вопросы, в основном от механика Русса. Я старался отвечать в американской манере, чётко и аккуратно. На один вопрос, про тепловые свойства стали, также хорошо ответил Валера. Когда вопросы иссякли, я почувствовал, что мы продавливаем.

Тим сказал, что у них есть опасения о возможном влиянии вибрационно-изолированного ХЕНД на аппарат, на что я подвыпучил глаза и припожал плечами. Тим строгим голосом, но с добрыми глазами пояснил в телефон, что им нужно это обсудить, и он не уверен, могут ли русские в этом обсуждении участвовать. И спросил, вероятно, для каких-то конкретных американских участников: «Должны ли мы попросить русских выйти?». Карл Клосс твёрдо сказал, что нет, что мы тут решаем общий вопрос, и что он против. Тим пояснил, что тут дело в законе о защите технологий, и тогда Карл ещё твёрже сказал, что тогда он вынужден согласиться.

Я сказал: «Нет проблем! Мужики — выходим!» Ждали на лавочке у дверей трейлера, причём довольно долго. Уже как-то даже стало неловко. Наконец, минут через 30 вышел Тим — довольный и весёлый — и сказал официальным тоном, что решение принято — они согласны устанавливать ЛО-02 на рессоры, но нужно будет провести

---

<sup>1</sup> G.W.B. — George Walker Bush (Джордж Уокер Буш, 43-й президент США).

дополнительный тест на оценку влияния подрессоренного ХЕНД на весь аппарат. Это они сделают без нас. Нам назначается установка на борт через две недели, 7 марта 2001 года.

Вечером сходили с Димой и Валерой в хороший стейк-хаус и от души отметили приближающийся праздник 23 февраля. На следующий день разъехались кто куда: Валера — в Москву, Дима — в Хантсвилл, где в те дни Максим Литвак занимался гамма-всплесками с коллегами-астрофизиками из команды Джерри Фишмана, а я на совещание по проекту в JPL — на предпоследнее совещание перед пуском.

23 февраля на этом совещании Карл Клосс торжественно доложил Проекту о проблеме с вибрацией ХЕНД и о русских рессорах, которые эту проблему закрыли. Причём Карл громко сказал всем участникам: «Вот как нужно работать!» Я гордо сидел на первом ряду.

В перерыв Карл сводил меня к директору JPL — представить и официально доложить о готовности ХЕНД к полёту.

На совещании было заметно, что Маленький Билл напрягается, из-за того что ХЕНД уж как-то слишком в почёте. И в докладе про свой прибор он вдруг ни с того ни сего заявил, что: «ХЕНД будет очень хорошо измерять фон от аппарата». Для нефизиков поясню, что эта фраза означает «ХЕНД нейтронов от Марса не увидит, и поэтому он вообще нафиг не нужен». На что я в своём докладе прокомментировал:

— Вот теперь, благодаря совместному с Проектом успешному решению проблемы виброизоляции ХЕНД, мы сможем утверждение доктора Фелдмана опровергнуть экспериментально.

Для американцев назвать в научной дискуссии коллегу «доктор» и по фамилии означает выражение крайней неприязни.

В заключение совещания нам рассказали, как будут организованы мероприятия на старте, что ожидаются делегации из агентств стран-участниц, включая Россию. Возвращаться в Москву до даты установки на борт было нецелесообразно, и поэтому на следующий день я улетел к Диме и Максусу в Хантсвилл — поизучать вместе с ребятами Фишмана гамма-всплески до нашей с Димой заключительной поездки на Канаверал.

В Хантсвилле всё было очень хорошо. Днём — занятия любимой астрофизикой с доброжелательными коллегами, вечерами — разговоры под пиво... На воскресенье Джерри пригласил нас и всю свою команду к себе на дачу. Его жена, Нэнси, была на экскурсии на Таити, и поэтому Джерри мог «по-холостячки» делать всё, что хотел. Он захотел спилить лишние деревья, и мы это с энтузиазмом поддержали. Майкл Бриггс и Джерри решали, какое дерево пилить, затем Джерри пилил новой и очень крутой японской пилой, Максим и Дима грузили брёвна на дачный грузовичок, а я, в качестве шофёра, отвозил брёвна к сараю. Остальные готовили обед, рассуждали и пили пиво. На ветках распускалась листва, внизу, в лучах яркого солнца Аризоны, блестела река Теннесси. Жизнь была прекрасна... Джерри потом рассказал, что Нэнси очень строго просила его в следующий раз обязательно согласовывать с нею те деревья, которые он задумал спилить.

**Комментарий из 2015 года.** У меня осталось много друзей в Америке. И я знаю, что русские и американцы во многих отношениях очень похожи. Предприимчивые торговцы не раз уговаривали Джерри нарезать его большой участок на мелкие кусочки и распродать «под дачи» по частям — можно получить очень приличные деньги. Он объяснял мне

свой отказ — «Знаешь, я не продаю эту землю, потому что мне здесь хорошо, я люблю, когда вокруг меня много земли...» По российской железной дороге можно ехать день за днём, а страна всё продолжается и продолжается. И по американскому хайвэю тоже можно ехать день за днём, и страна также будет продолжаться и продолжаться. «Вокруг много земли...» — может быть это нас сближает? На центральной площади города Хантсвилл штата Алабама стоит памятник солдату — участнику американской гражданской войны (рис. 6). Под фигурой солдата написано: С. S. A. — Конфедеративные Штаты Америки. Конфедерация южных штатов не захотела жить по законам северян и отделилась от США в 1861 году, но северяне их не отпустили. Конфедерация была побеждена в гражданскую войну 1861–1865 годов, самую кровопролитную войну за всю историю Америки. Основной её причиной было решение южных штатов выйти из состава союза, в который они добровольно вошли, но в котором по экономическим причинам не захотели более оставаться. Предприимчивые янки с севера не желали терять южные хлопковые плантации, но в качестве основной цели войны с южанами провозгласили борьбу против рабовладения. На постаменте памятника в Хантсвилле написано: «В память о павших героях, защищавших принципы, на которых была основана Конфедерация». В музее в Геттисберге на полях решающей битвы южан и северян я почувствовал большую симпатию к южанам — ведь эти люди пошли воевать за свои идеалы, за своё право жить на своей земле по своим законам. Северяне были лучше вооружены, и они победили... С тех пор прошло сто пятьдесят лет, но среди американского народа до сих пор много «южан». И мне кажется, что те люди, с которыми мне довелось подружиться в Америке, — они все в душе «южане».

Во время занятий астрофизикой в Хантсвилле произошли два интересных события. Во-первых, мне на телефон Джерри позвонили из центрального управления НАСА: сотрудник иностранного отдела Диана Рауш озаботилась тем, что «ведь у нас всё ещё не подписано межагентское соглашение!» Это соглашение готовилось ни шатко, ни валко уже года два, и я про него почти забыл. Диана сказала, что соглашение должны подписать руководители агентств, и что она предлагает провести подписание перед стартом «Одиссея» на Канаверале. И чтобы я, пожалуйста, постарался привезти туда нашего руководителя. Я про себя захихикал на то, как я «привезу» на Канаверал такого крупного по всем параметрам человека, как Юрий Николаевич Коптев, а Диане строго ответил, что тогда им нужно послать нашему Юрию Николаевичу от их Дэна Голдина официальное приглашение на запуск. На том и порешили. Я вернулся к Диме и Максу и сказал: «Похоже, что наш результат по доработке ХЕНД был доложен в НАСА на самом высоком уровне!»

Во-вторых, Макс, утомившись от астрофизических занятий, как-то вдруг предложил: «Дима, я не понимаю, почему у тебя на Канаверале ноутбук Игоря Георгиевича не увидел наш прибор. Давай попробуем!»

Распаковали КИА, подключили мой ноутбук — и всё заработало! С первой попытки! Почему на Канаверале не работало, а в Хантсвилле заработало, мы так и не поняли.

6 марта мы с Димой на рентованном зелёном «Додже» отправились из Хантсвилла на Канаверал устанавливать ЛО-02 на борт «Одиссея». Ехали по очереди — по 150 миль. Проехали за 10 часов 750 миль. На одном из моих отрезков при обгоне длинного забрызганного трака с его кузова слетел камень размером с кулак и по красивой баллистической траектории полетел мне прямо в ветровое стекло. Я инстинктивно газанул, и камень ударился в крышу. Дима спал и ничего не заметил. Когда мы менялись на очередной станции отдыха, я показал ему внушительную вмятину на расстоянии десяти сантиметров от края ветрового стекла.

«А ведь могло убить...» — грустно сказал Дима. Мы попили кофейку и поехали дальше.

Утром 7 марта мы прибыли на Канаверал устанавливать ХЕНД. Нашли Тима, он велел приходить к 12 часам. Приехали ещё раз в 11:30, оделись в комбинезоны и вместе с Тимом и Карлом пошли в зал. Карл сказал: «Надеюсь, парни, что вы заходите сюда в последний раз». «В крайний...» — про себя поправил я.

«Одиссей» стоял на стапеле, уже полностью собранный и очень аккуратный. На нём виднелся ЛО-01, по-прежнему под красной лентой. Техники его сняли, поставили на стол и начали очень медленно и очень внимательно устанавливать на борт наши рессорки. Мы наблюдали: прикрутят — открутят. Потом опять прикрутят — опять открутят. Я подошёл и спросил:

— Что-то не понятно?

— Нет, — ответили, — Пока всё понятно.

И опять: прикрутят — открутят. Наконец установили все четыре рессорки. К ним мы также привезли «шубки» из экранно-вакуумной теплоизоляции, и техники укутали их в эти «шубки». Наконец сверху на рессорки установили ЛО-02.

Полюбовались им несколько минут, и Тим сказал:

— Ну, всё, ребята, уходим. Пожелайте ХЕНД удачи!

ХЕНД стоял очень симпатичным белым слоником на золотистом борту «Одиссея», готовый к дальней дороге (рис. 7). Я его мысленно перекрестил. Пошли в зал управления — включать. Там распорядился итальянский американец Джулио. Он проводил тест аппарата на стороне А и смог сразу же нас включить. Включил, и каждые 20 секунд с ХЕНД пошли данные — всё штатно. Спустя несколько минут включили их злополучное «устройство». Через каждые 20 секунд на экране появлялась новая точка измерений — причём на нормальном уровне. Третья, потом четвёртая, потом пятая, ... десятая — шума не было. И так продолжалось 30 минут. Стало понятно, что при работе на стороне А шума нет. Переключить аппарат на сторону В Джулио не мог — велел приходить завтра к 12 часам. Мы с Анфимовым радовались, но умеренно. Столько мы натерпелись за последние полгода, что не верилось, что опять не будет какой-нибудь очередной подлянки. Конечно, после успешной проверки на стороне А вероятность шума при работе на стороне В была ничтожно мала — но... насколько велика вероятность получить по крыше булжником на хвалёных американских хайвэях?

Утром Международного женского дня, 8 марта, был намечен старт шаттла «Дискавери» (Space Shuttle Discovery). У нас были беджи для проезда на космодром, и Карл предложил поехать посмотреть. Старт был намечен на 6:40 утра. В темноте помчались в сплошном потоке машин — все в одном направлении. Приехали на главный стартовый комплекс США, откуда раньше пускали «Аполлоны». Старт был очень красивый — «Дискавери» взлетал одновременно с восходом Солнца. Полетели американцы с русским командиром экспедиции МКС-2, Юрием Усачёвым, сменяя первый экипаж на МКС. Карл пожал нам руки и сказал: «Следующие — мы!» — «Дай-то Бог!» — подумал я.

После запуска вернулись в гостиницу, немного поспали и позвонили своим жёнам поздравить их с праздником. К 12 часам вернулись обратно на Канаверал — включать ХЕНД на стороне В. Прождали несколько часов, и где-то около 17:30 Джулио нас включил. ЛО-02 штатно заработал. Спустя 30 минут Джулио включил «устройство»: 3 минуты, 5 минут, 10 минут — шума нет.

«Всё, Дима, поехали в Хантсвилл», — сказал я. Нашли Карла и Тима, обнялись. Карл сказал, что, похоже, для Тима с нас бутылка, я ответил, что не вопрос, и причём две — вторая ему. Сели в свой подбитый «Додж» и поехали с космодрома наружу. Солнце, которое всходило вместе со стартом «Дискавери», теперь садилось. На душе было спокойно и счастливо.

Я решил не ехать всю ночь, а отъехать в сторону Алабамы как можно дальше и заночевать. Хозяйственный Дима зачем-то притормозил на обочине и прикупил на придорожном базарчике связку флоридских грейпфрутов, — сказал, что так дешёво, что просто нельзя не купить. В 22:30 мы остановились на ночлег в маленьком городишке Лейк Сити. Поужинали грейпфрутами с разговорами о том, что до старта «Одиссея» с нашим ХЕНД на борту оставался ещё месяц.

## **10. 7 АПРЕЛЯ 2001 ГОДА. ЗАПУСК «ОДИССЕЯ»**

В первые дни апреля 2001 года на запуск «Одиссея» должна была поехать большая российская делегация. Вместо приглашённого Коптева от Роскосмоса прибывали его заместители: Георгий Максимович Полищук и Алексей Борисович Краснов — с датой пуска была совмещена очередная рабочая группа по сотрудничеству, в которой они должны были участвовать. Кроме этого Георгий Максимович должен был подписать от России наше соглашение по ХЕНД — Диана весь прошедший месяц звонила мне практически через день — волновалась, что соглашение нужно обязательно подписать до пуска.

4 и 5 апреля были назначены последние предстартовые совещания по «Одиссею». Договаривались, когда будет первое включение, когда придёт первая телеметрия. Проект пообещал, что первая служебная телеметрия будет уже вечером 7-го (если всё будет в порядке!), а первая наука — 2 мая 2001 года. Нам объявили, что в 5 утра в день старта, 7 апреля, будет организована поездка на Канаверал для фотографирования на фоне ракеты, что старт «Одиссея» намечен на 11:00, в 17 часов будет официальный банкет от Проекта, а потом банкеты по группам и командам.

6 апреля Диана мне звонила уже через каждый час, требуя предоставить ей Георгия Максимовича для подписания соглашения. Полищук с Красновым летели с проблемами на пересадках и в итоге добрались до гостиницы поздно вечером — разумеется, ни на какое подписание им ехать уже не хотелось. Алексей Борисович сам позвонил Диане и строго ей сообщил, что наше подписание состоится в холле гостиницы 7 апреля в 4 часа утра, до того как мы поедем фотографироваться с ракетой. Диана попросила, чтобы мы были одеты официально — исторический момент, и с нею будет фотограф.

У меня уже была договорённость с Карлом Клоссом, что мы поедем к ракете вместе. Нужно было видеть лицо Карла, когда он вышел в 4 часа утра из лифта в стандартном американском прикиде — в футболке, шортах и с бумажным стаканом кофе в руке — и увидел строй русских в официальных костюмах и белых рубашках с галстуками. Карл остановился как вкопанный... И начал медленно пятиться — обратно к лифту. Вероятно, решил, что он что-то пропустил про этикет и ему тоже надо срочно переодеться. Я подскочил к нему и успокоил — всё в порядке, это мы будем соглашение по ХЕНД подписывать. Тут в холл влетела Диана — тоже приодетая по всей форме. Карл начал шутить — как же так, мы ведь уже ХЕНД к «Одиссею» прикрутили, а у вас,

оказывается, соглашения ещё нет! Георгий Максимович строго сказал: «Не волнуйся — сейчас будет!»

Соглашение Роскосмоса и НАСА о российском эксперименте ХЕНД на борту аппарата «Марс Одиссей» было подписано в 4:35 утра 7 апреля 2001 года за 6 часов 27 минут до пуска. В 6 утра мы сфотографировались вместе с ракетой, и в 11 часов и 2 минуты по восточному времени США «Одиссей» строго по расписанию улетел к Марсу. Мы стояли большой группой на гостевой поляне космодрома, все в одинаковых насовских бейсболках. Когда ракета взревела и начала медленно отрываться от Земли, в груди образовался комок — наш ХЕНД улетал к Марсу, его очень сильно трясло и било, и он к нам уже никогда не вернётся.

## 11. 23 ОКТЯБРЯ 2001 ГОДА. НА МАРСЕ

«Одиссей» благополучно прилетел к Марсу 23 октября 2001 года. В 7 часов утра прошло торможение для перевода аппарата с межпланетной траектории на орбиту вокруг Марса. В центре управления полётом собрались руководители Проекта и научных экспериментов. Выданный мне на эти дни бюджет я храню до сих пор — он имел самый высокий статус из всех моих прошлых бюджетов — на нём стояло «пропуск всюду». После торможения связь с аппаратом продолжалась до тех пор, пока он не завернул за Марс. Предыдущий орбитальный аппарат НАСА был потерян именно на этом этапе — он зашёл в радиотень планеты и больше никогда оттуда не вышел. Большие часы на стене показывали обратный отсчёт секунд до ожидаемого прихода сигнала от «Одиссея» после выхода из-за Марса. 10, 9, 8, 7... Через несколько мгновений после появления цифры 0 голос по громкой связи произнёс: «Мы имеем сигнал с борта! Космический аппарат „Одиссей“ находится на орбите вокруг Марса!»

Все вокруг вскочили, принялись кричать своё американское «Вау» и обнимать друг друга. Я тоже встал, но кричать наше «Ура!» было как-то неловко. В этот момент дверь рядом открылась, и в зал вошёл руководитель НАСА Дэн Голдин с мальчиком, вероятно, внуком. Дэн начал всех обходить и пожимать руки. Когда он подошёл ко мне, я представился:

- Игорь Митрофанов, эксперимент ХЕНД, Россия.
- Очень рад иметь вас на борту, Игорь! Желаю хорошей науки!
- Да, Дэн, спасибо! ХЕНД постарается!

Так, спустя три года после звонка Василия Ивановича Мороза о возможности участия в проекте «Одиссей», наш прибор прибыл на Марс.

Американцы — большие мастера всевозможных «шоу». Как мне объясняли насовские люди, необходимо показывать налогоплательщикам, что их деньги тратятся не зря. Прибытию «Одиссея» на Марс была посвящена большая пресс-конференция. В огромном зале JPL собралось большое число журналистов, участников проекта, сотрудников и приглашённых гостей. Время начала первой пресс-конференции «Одиссея» было приурочено к очередному важному этапу проекта — первому включению научных приборов на марсианской орбите. Мы договорились с главным учёным Проекта Стивом Саундерсом, что ХЕНД будет включён одним из первых. Начальная орбита, на которой находился «Одиссей», была сильно вытянута, и нас запланировали включить на участке приближения аппарата к планете — ХЕНД не требовал настроек и мог начать измерения сразу же после включения. План состоял в том, что по мере

приближения к Марсу поток нейтронов должен возрасти, и ХЕНД должен был зарегистрировать рост нейтронного излучения.

По сценарию пресс-конференции пять руководителей научных экспериментов «Одиссея» должны были сидеть за столом на сцене и по очереди рассказывать о целях и задачах своих исследований. Мы со Стивом договорились спланировать выступления так, чтобы, когда очередь дойдёт до меня, я бы смог радостно объявить, что «ХЕНД видит нейтроны от Марса». С этой целью в специальной комнате в Центре управления перед специально выделенным терминалом усадили Максима Литвака, и на этот терминал в реальном времени вывели данные телеметрии в ходе прямого сеанса связи с аппаратом. Максим должен был позвонить мне на сцену и сообщить, когда темп счёта нейтронов пойдёт вверх, — это будет означать, что ХЕНД увидел Марс. И после этого я должен был сказать свою историческую фразу. Короче — “Show must go on!”<sup>1</sup>

Мне этот план очень не нравился — не в наших это привычках устраивать шоу в такие ответственные моменты. Я даже вначале отказывался, но потом был вынужден согласиться под давлением аргументов Стива: ведь если у ХЕНД будут проблемы, то это будет настолько плохо, что отрицательный эффект от участия в «шоу» уже ничего не добавит. А, с другой стороны, — почему у нас могут быть проблемы? Ведь прибор отлично отработал в течение всего долгого перелёта к Марсу.

Пресс-конференция шла своим чередом, точка-аппарат на огромном экране над сценой медленно приближалась к Марсу, а Максим всё не звонил. Стив начал с интересом поглядывать на меня — вообще-то уже пора! После нескольких минут нервного ожидания я позвонил Макс:

— Макс, ну что там?

— Игорь Георгиевич, а Вы можете сюда подойти?

Я шепнул Стиву, что мне нужно срочно сходить к Макс, спустился со сцены — и побежал. Макс горестно смотрел на экран, на котором красивая кривая отсчётов ХЕНД уверенно шла вниз — это могло означать, что Маленький Билл был прав, когда говорил свои гадкие слова про то, что наш ХЕНД ничего, кроме фона от аппарата не увидит. Получалось, что по мере приближения аппарата к Марсу полный поток бомбардирующих его космических лучей убывает, и, соответственно, убывает производимый ими нейтронный фон от аппарата. Темп счёта нейтронов падал, падал и падал... Марса мы не видим! Это было фиаско — и теперь я должен вернуться в зал и громко объявить об этом со сцены?! Ну что, идти?! И вдруг кривая резко подскочила вверх, через 20 секунд — ещё вверх, и, наконец, каждые 20 секунд измеряемый поток нейтронов устремился вверх, всё выше и выше! Ура-а-а! Мы видим Марс! И мы сделали хороший прибор!!!

Обратно я шёл твёрдым шагом победителя. Вернулся на своё место, кивнул Стиву. Стив всё понял, дождался завершения очередного выступления и объявил: «Мне кажется, у Игоря есть новость для нас. Пожалуйста, Игорь Митрофанов, эксперимент ХЕНД».

Я нажал кнопку на микрофоне и сказал: «ХЕНД видит резкое возрастание темпа счёта. Это нейтроны с поверхности Марса! Мы видим Марс!» — зал взорвался аплодисментами. Как потом выяснилось, наблюдавшееся Максом на подлёте убывание потока

---

<sup>1</sup> Строка из одноимённой известной песни группы Queen. В пер. с *англ.* — Шоу должно продолжаться.



нейтронов, которое так напугало нас, было связано с мощной солнечной вспышкой. Она произошла буквально за несколько часов до прилёта «Одиссея» к Марсу. Во время вспышки собственный фон от аппарата повысился, а потом начал уменьшаться. После включения ХЕНД мы наблюдали его затухание — до тех пор, пока «Одиссей» не подлетел достаточно близко к Марсу. Такие дела...

**Комментарий из 2015 года.** Наш ХЕНД работает на марсианской орбите уже более тринадцати лет. На основе его данных мы обнаружили огромные залежи мёрзлой воды в грунте «красной планеты». Оставшийся на Земле первый лётный образец, ЛО-01, вернулся из Америки домой и после небольшой доработки в 2007 году улетел на МКС — его в составе аппаратуры БТН-М1 установили на внешней поверхности станции российский космонавт Михаил Тюрин и его американский коллега Майкл Лопес-Алегрía. Благодаря хорошей репутации ХЕНД, в 2004 году сотрудники НАСА пригласили нас сделать прибор ДАН для активного нейтронного зондирования грунтовой воды Марса с борта марсохода «Кьюриосити». Этот прибор работает в кратере Гейл с августа 2012 года. В том же 2004 году мы подали совместное российско-американское предложение нейтронного телескопа ЛЕНД на открытый конкурс НАСА по отбору аппаратуры для лунного проекта ЛРО по разведке лунных ресурсов. И победили в нём, выдержав жёсткую конкурентную борьбу с группой Маленького Билла: тогда, в 1998 году, он оказался прав, когда разглядел в нас серьёзных конкурентов. Созданный нами ЛЕНД работает на лунной орбите с 2009 года. Согласно его данным, оказалось, что водяной лёд есть не только на Марсе, но также и на полюсах Луны — эти результаты были учтены при формировании российской лунной программы.

Максим Литвак по результатам ХЕНД защитил докторскую диссертацию, а три основных разработчика телескопа ЛЕНД Максим Мокроусов, Андрей Вострухин и Алексей Малахов защитили триплетом в один день кандидатские диссертации на Совете ОИЯИ в Дубне. За разработку аппаратуры и успешное проведение эксперимента ЛЕНД Максим Мокроусов и Антон Санин были удостоены Государственной премии для молодых учёных Российской Федерации 2011 года.

Пока всё идёт хорошо, и я надеюсь, что три наших прибора на борту аппаратов НАСА успешно отработают положенный срок. Но в обозримом будущем новых российских приборов на американских аппаратах, вероятно, уже не будет — за последний год отношения между нашими странами заметно ухудшились, и области нашего сотрудничества сократились до предела. По существу, совместные экспедиции на МКС и текущие космические эксперименты на Марсе и Луне остаются единственной сферой, в которой продолжается реальная совместная работа России и США. Нет новых планов, нет развития...

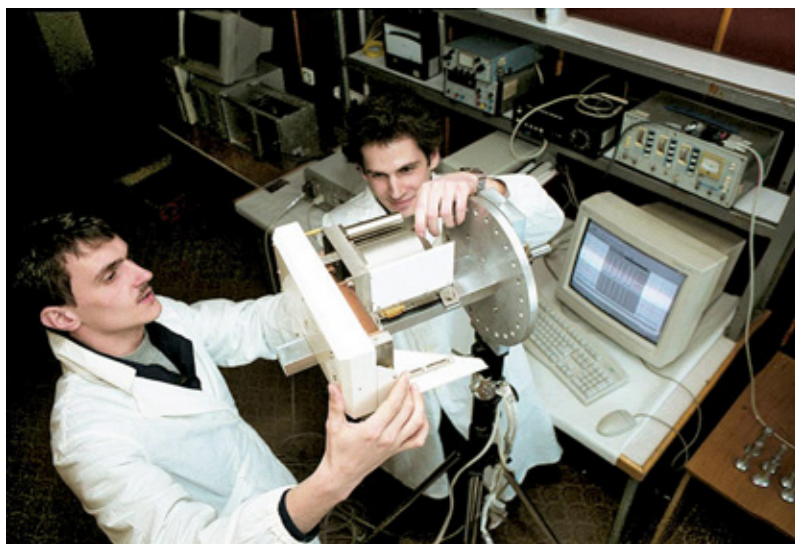
Летом 1975 года, сорок лет тому назад, был успешно выполнен первый международный пилотируемый космический проект «Союз-Аполлон». Подготовка этого проекта началась в октябре 1970 года и проходила в условиях «холодной войны». За год до исторического «рукопожатия на орбите» в США была принята антисоветская поправка Джексона-Вэника, ограничивающая торговые отношения США с СССР. Я думаю, что в 70-е годы прошлого столетия заинтересованность Америки в сотрудничестве в космосе перевесила политические мотивы просто потому, что у СССР была национальная космическая программа, в которой были достигнуты выдающиеся результаты мирового уровня.

Сейчас, в 2015 году, в России формируется стратегия национальной программы освоения дальнего космоса, определён основной вектор развития отечественной космонавтики: Луна — наша цель в среднесрочной перспективе, а Марс — наша стратегическая цель. Коллектив института непосредственно занят в перспективных лунных и марсианских проектах на автоматических аппаратах, причём определённая российская программа уже сейчас привела к заметному расширению нашего сотрудничества. В 2018 году, через сорок два года после «крайней» советской посадки на Луну станции «Луна-24», в окрестности Южного полюса должна «прилуниться» первая российская автоматическая станция «Луна-25».

На лунных полюсах ещё никто никогда не был — и мы ожидаем найти там много интересного. Постараемся, чтобы всё получилось, ведь от нас многое зависит... И если получится, то коридоры и лаборатории института вновь наполнятся группами иностранных коллег, как это было в те далёкие дни марта 1986 года, когда через газопылевую атмосферу кометы Галлея виртуозно промчались советские автоматические станции «Вега». И, конечно, самыми шумными и активными среди наших зарубежных гостей будут американцы.



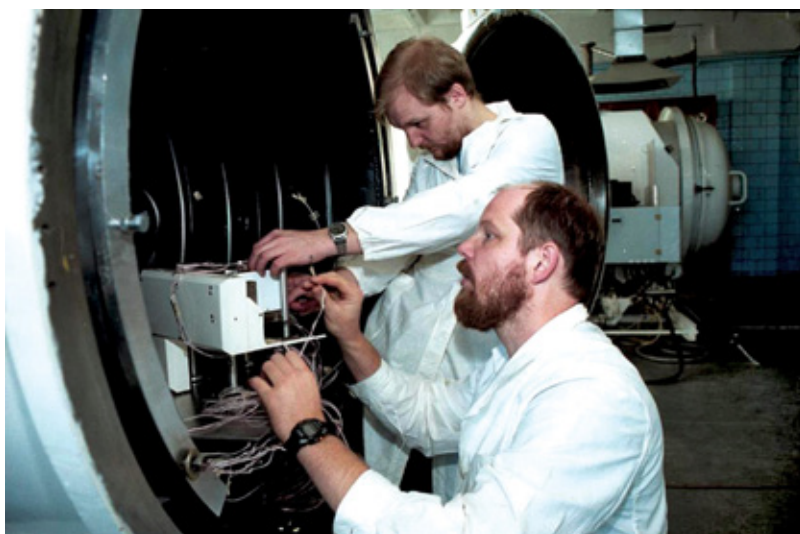
**Рис. 1.** Космический аппарат «Марс-96» на Байконуре перед установкой головного обтекателя, 8 дней до старта. Стрелкой показан охлаждаемый блок детекторов прибора ПГС



**Рис. 2.** Александр Козырев (слева) и Антон Санин (справа) готовят к первым физическим измерениям технологический образец прибора ХЕНД



**Рис. 3.** Билл Бойнтон выступает на очередном совещании по ХЕНД в ИКИ, я внимательно слушаю



**Рис. 4.** Дмитрий Анфимов (внизу) и Максим Литвак (вверху) старательно устанавливают лётный образец ЛО-01 прибора ХЕНД для испытаний в термовакуумной камере ИКИ



**Рис. 5.** «Марс Одиссей», Дима Анфимов и я — перед установкой на борт ЛО-02 14 января 2001 года. Белый прибор на борту с красной лентой — ХЕНД



**Рис. 6.** Памятник солдатам-конфедератам в Хантсвилле, штат Алабама



**Рис. 7.** 16 марта 2001 года. Второй лётный образец российского прибора ХЕНД на борту аппарата «Марс Одиссей» готов к полёту. Под посадочной лапой прибора видна рессора в шубке из термоизоляции

# ЭКЗОТИЧЕСКАЯ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ. ВОЗНИКНОВЕНИЕ, СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В КОСМОСЕ И СОПУТСТВУЮЩИЕ СОБЫТИЯ

Г. Г. Манагадзе

## ИСТОКИ

Этот очерк о том, как в Институте космических исследований АН СССР подразделение, состоящее из старшего научного сотрудника, кандидата наук, автора текста и молодого специалиста Серёжи Ляхова, одним из первых в стране стало заниматься активными плазменными экспериментами в космосе с искусственными воздействиями на магнитосферу Земли. Предложенные свежие и оригинальные идеи в области научного приборостроения,

их реализация и использование в космосе позволили этому подразделению быстро преобразоваться в новую, полномасштабную молодёжную лабораторию, которая позже совершила общепризнанный прорыв в области космической масс-спектрометрии.

Этот процесс не был мгновенным. Инициаторам, идеологам и участникам этой непростой затеи понадобились многие годы упорного труда для того, чтобы в первую очередь самим постичь все премудрости науки о космосе и далее обучить этому многих молодых талантливых ребят, без которых трудно было рассчитывать на успех.

Будущий руководитель этого подразделения был принят на работу в ИКИ после окончания аспирантуры в Институте атомной энергии им. И. Б. Курчатова и защиты кандидатской диссертации на тему «Лабораторное моделирование взаимодействия солнечного ветра с геомагнитным полем». В процессе обучения в аспирантуре по воле судьбы у него было три знаменитых наставника: профессор Д. А. Франк-Каменецкий, академик В. Д. Рusanов и профессор И. М. Подгорный, и каждый из них в различных научных дисциплинах дал ему очень многое.

Единственный, на начальном этапе, младший научный сотрудник этого подразделения С. Ляхов был выпускником МИФИ<sup>1</sup>.

Событиям, произошедшим в АН СССР в начале 1970-х годов, предстояло сыграть определяющую роль в научной карьере этих сотрудников.

В этот период ИЗМИРАН<sup>2</sup>, на правах ведущей организация, вёл подготовку международного проекта активного воздействия на магнитосферу Земли. Новое научное направление возглавил академик Р. З. Сагдеев. Мы с Рoальдом хорошо знали друг друга с давних времён и планировали в перспективе заняться общими научными проблемами. Сергей и я стали участниками международного советско-французского проекта АРАКС<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> МИФИ — Московский инженерно-физический институт (*неофиц.* Физтех) (ныне Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»).

<sup>2</sup> ИЗМИРАН — Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова РАН.

<sup>3</sup> АРАКС — искусственная радиация и полярное сияние (ARAKS, Artificial Radiation and Auroral, Kerguelen — Soviet Union).



Проектом планировались исследования магнитосферных эффектов, связанных с высокоширотными полярными сияниями. С этой целью была предложена инжекция пучка электронов с борта высотной ракеты «Эридан», запускаемой с французского полигона на острове Кергелен в Индийском океане (рис. ). Пучок электронов, следуя вдоль силовой линии магнитного поля, должен был вызвать искусственное полярное сияние в магнитосопряжённой точке в районе Архангельска, куда приходила эта силовая линия. За этим явлением должны были следить радары Полярного геофизического института (ПГИ) АН СССР, а также высокочувствительные телевизионные установки Киевского университета и нашей лаборатории, установленные на борту самолёта-лаборатории.

АРАКС стал для нас своеобразной школой подготовки молодых исследователей. Благодаря этому проекту численность группы существенно увеличилась. Большую роль сыграли и частые научные экспедиции, которые сплотили коллектив.

Экспедиция Академии наук провела на Кергелене шесть месяцев в 1975 году. Моя задача состояла в исследовании процесса инжекции пучка с борта ракеты с помощью установленного на её головной части прибора УШБА. Результаты этих измерений однозначно показали, что при инжекции электронов возникающий потенциал на корпусе ракеты не компенсировался, заряд резко возрастал, и временами это приводило к эффекту запирания пушки и прекращению инжекции.

Следует отметить, что проект АРАКС дал не только целый ряд новых часто неожиданных научных результатов. Для участников он оказался замечательной не только научной школой, но и школой познания жизни, людей и нашей планеты. Это был научно-романтический проект, в котором экзотические путешествия были в изобилии. Мы посетили Танзанию, Мадагаскар, Реюньон и Маврикий. На Кергелене жили огромные, очень ленивые, но иногда свирепые морские слоны, гнездились непуганые и добродушные, крупнейшие особи альбатросов, а на песчаных отмелях шириной в двести метров и протяжённостью до сорока-пятидесяти километров располагались колонии императорских пингвинов.

У нас была возможность посетить Париж, Тулузу, Марсель, Арли и много других маленьких городов уютной Франции. Незабываемыми остались изысканные приёмы научного руководителя проекта с французской стороны, известного учёного Френсиса Камбу. Он был человеком состоятельным и на редкость щедрым и гостеприимным.

Тогда мне казалось, что в будущем в моей жизни уже ничего более интересного быть не может, но, к счастью, это оказалось не так.

В 1975 году я принимал участие в проекте СОЮЗ-АПОЛЛОН. Тогда мы хотели провести активный эксперимент с борта двух разнесённых в пространстве космических кораблей, но из этого ничего не вышло. Руководство проекта побоялось негативных последствий.

Но мне удалось обучить грузинской «космической» шутке двух американских астронавтов, одним из которых был Дэвид Скот, пить вино из бокала, перевёрнутого кверху дном. Помню, на нашем прощальном банкете «группы учёных» в гостинице Россия, увидев, как это сделал я, один из астронавтов хотел повторить трюк, но ошибся и вылил на свой элегантный новый костюм стального цвета полный бокал «Оджалеш» — сильно красного грузинского вина. Мы все обмерли, подумав, что вечер испорчен. Но не тут то было.

Астронавт извинился, вышел из зала и вернулся ровно через семь минут, точно в таком же костюме. Возможно, тогда мне впервые стало ясно, насколько были богаты американцы. У нас тогда таких костюмов не было даже в специальном, закрытом двухсотом секторе ГУМ<sup>1</sup>. И у меня тогда, как у настоящего исследователя, возникла такая крамольная мысль: а что если его ещё раз облить, на этот раз «Киндзмараули», окажется ли у него третий такой же костюм? Но побоялся международного скандала. А зря, так как если бы объяснил, почему сделал это, они всё поняли бы правильно и, возможно, простили бы меня.

После реализации проекта АРАКС наступило относительное затишье, которое было использовано на увеличение численности состава будущей лаборатории, подготовку около десяти активных экспериментов на геофизических ракетах МР-12, а также лабораторных плазменных исследований. Были обработаны и опубликованы результаты работ, проведённых ранее. Получены авторские свидетельства на некоторые бортовые приборы.

Мне за это время удалось подготовить докторскую диссертацию, что не помешало вместе с молодыми специалистами, появившимися в этот период в ИКИ, подготовить уникальный магнитосферный эксперимент. В нём впервые удалось осуществить инжекцию пучка на высоте около 1800 км с зонда, поверхность которого была полностью проводящей.

Эксперимент был успешно реализован с борта ракеты типа «Вертикаль» запущенной с полигона Капустин Яр в 1981 году, и получил высокую оценку международного научного сообщества специалистов, проводящих подобные исследования.

Важно, что ни до, ни после этого специалистам ни одной из космических держав не удалось провести подобный эксперимент и получить результаты, которые могли бы перекрыть наши достижения. Это было связано, в первую очередь, с чистотой плазменного эксперимента, которая обеспечивалась отделением зонда от корпуса ракеты и большой высотой.

Главная особенность этого запуска состояла в том, что основная бортовая аппаратура, от инжектора электронов до приборов плазменной диагностики, были изготовлены силами одной команды молодых специалистов. Среди них была молодёжь, прикомандированная к ИКИ из Украины, Грузии, Азербайджана, а также специалисты из Польши и Австрии, подготовившие аппаратуру для волновых экспериментов. Только коллектив специалистов, хорошо обученных лабораторным экспериментам, смог бы успешно справиться с теми сложными научными задачами, которые стояли перед нами. Такой коллектив единомышленников, многие годы работающих вместе и успешно занимающихся активными экспериментами в космическом пространстве, наконец, в 1983 году получил официальный статус лаборатории активных экспериментов ИКИ АН СССР.

Очень скоро новое подразделение показало исключительные способности по части создания оригинальных инструментов нового поколения. Вновь избранный директор института, академик Р. З. Сагдеев, пригласил наше подразделение попробовать свои силы и способности в создании оригинальных бортовых масс-спектрометрических приборов, которые слабо были представлены в арсенале космических инструментов страны.

---

<sup>1</sup> ГУМ — Государственный универсальный магазин.

За относительно короткий срок работы коллектива лаборатории над поставленной новой задачей стало ясно, что подразделение успешно справилось с ней, и предложенный путь её решения оригинален и не имеет аналогов в мировой практике космического приборостроения.

За один год после публикации основной идеи нового изобретения она приобрела мировую известность. Эта известность не ограничилась только научным сообществом исследователей космоса. Ею начали интересоваться военные ведомства, пресса, политические деятели и дипломаты во многих странах мира.

Повышенный интерес к нашим разработкам был вызван хорошо известными факторами. Они, в первую очередь, «ошарашили» наших конкурентов из США. У них ничего подобного не было. «Русские новации столь необычны, что потрясают умы», — писали американцы в своих космических журналах. Удивляла «масштабность» прибора, позволяющая определять элементный и изотопный состав подстилающей поверхности безатмосферных космических объектов с пролётного аппарата на дистанции до ста метров. В этих инструментах измерения обеспечивались регистрацией плазменных ионов, возникающих в результате искусственного воздействия лазерным излучением или пучком ионов. Поэтому они ассоциировались с набиравшей тогда в США обороты программой «Звёздных войн».

Позже эти инструменты получили название «экзотических», так как с самого начала были отнесены к уникальным космическим разработкам. Такое определение было предложено известным бельгийским масс-спектрометристом, профессором Ренаатом Гайбельсом (Renaat Gijbels) из Антверпенского Университета после моего доклада на международной масс-спектрометрической конференции в Тбилиси в 1986 году.

Оригинальный лазерный дистанционный времяпролётный (ВП) масс-спектрометр нового поколения ЛИМА-Д вызвал большой интерес, и мне было предложено подготовить статью для будущей книги «Анализ масс с лазерной ионизацией». Статья Г. Г. Мангадзе и И. Шутяева «Экзотические инструменты и применение лазерной ионизационной масс-спектрометрии в космических исследованиях» опубликована в 1993 году (*Managadze G. G., Shutyaev I. Y. Exotic instruments and applications of laser ionization mass spectroscopy in space research // Laser Ionization Mass Analysis / Ed. A. Vertes, R. Gijbels, F. Adams. New York: Wiley, 1993. P. 505–549.*)

В этой работе наиболее полно были представлены основные идеи новых инструментов, результаты их лабораторных испытаний, показано, что задумка создания дистанционных инструментов вполне реализуема и обоснована опытным путём.

За последние тридцать лет важнейшие достижения в космической масс-спектрометрии были связаны именно с созданием нового поколения оригинальных бортовых ВП-приборов. Первая генерация этих инструментов предназначалась для проведения измерений массового и изотопного состава реголита безатмосферных малых тел Солнечной системы, высокоэнергичных потоков тяжёлых ионов солнечного ветра, а также вторичных и плазменных ионов низкой энергии. Эти измерения представляли особый интерес ещё и потому, что вещества малых тел в твёрдой фазе содержали «каменную летопись» о процессах, происходивших на ранней стадии формирования Солнечной системы. А исследования, например, элементного и изотопного состава высокоэнергичных тяжёлых ионов солнечного ветра служили для изучения процессов,



происходящих в недрах нашего светила. И практически во всех указанных выше областях нашей лаборатории удалось сказать своё весомое слово.

Важно, что наши приборы не были «ремейками» наземных лабораторных инструментов, приспособленных для измерения химического состава нейтрального газа или ионной компоненты ионосферной плазмы, как это имело место на заре космической эры. Следующая генерация бортовых инструментов представляла собой ВП-масс-рефлектроны нового поколения. Эти инструменты предназначались специально для проведения измерений элементного и изотопного состава вещества на космических объектах. Некоторые из подобных разработок с самого начала принесли широкую известность масс-спектрометрической школе Советского Союза, а после распада СССР — и России. Более того, новые приборные разработки, уже в середине 1980-х годов, обеспечили нашей стране лидирующие позиции в мировой космической масс-спектрометрии. Важно, что некоторые из этих позиций не утрачены и до настоящего времени.

Предпринятые на этом этапе радикальные изменения в методах космического приборостроения, внёсшие весомый вклад в реализацию ряда широко известных, успешных космических проектов в нашей стране, были связаны с деятельностью академика Р.З. Сагдеева, ставшего в 1974 году директором ИКИ.

Будучи всемирно признанным физиком-теоретиком в области физики плазмы, Р.З. Сагдеев обладал большим опытом непосредственной работы с экспериментаторами, интересовался и хорошо «чувствовал» эксперимент в целом. Эти навыки позволяли ему быстро находить оптимальное сочетание между основной научной задачей, планируемой космической миссией и необходимой бортовой аппаратурой, обеспечивающей её успешное решение. В том случае, если существующие инструменты не позволяли решать поставленные задачи, он принимал смелое решение о разработке нового прибора.

Сагдееву удалось внести и другие важные изменения в традиционный «советский» подход к различным программам космических исследований. Так, изначально, информация о планируемых научных проектах в нашей стране обычно не подлежала публикации в открытой печати и появлялась в прессе только после начала их успешной реализации. Отсутствие такой закрытости позволило организовать совместную работу Института космических исследований со многими университетами и институтами зарубежных стран, обладающими новейшими космическими технологиями. Среди них были и крупные космические центры, расположенные в ряде развитых стран. Их учёные к тому времени уже обладали значительным опытом космического приборостроения, имели доступ к уникальным электронным компонентам, на которые распространялось эмбарго на вывоз.

Начиная с середины 1970-х годов у нас появились некоторые новации. Согласно им, основная концепция бортовых инструментов в институте уже стала формироваться преимущественно теми учёными-специалистами, которые в дальнейшем непосредственно проводили измерения в космическом пространстве. Они же в полном объёме осуществляли лабораторную отработку наиболее важных узлов и систем космического инструментария.

Новый подход позволил радикально изменить к лучшему ранее существовавшую практику создания бортовых приборов, когда учёные института только писали технические задания, а приборы разрабатывались и изготавливались в различных конструкторских

бюро (КБ). В этом случае инженеры-разработчики бортовых приборов, не зная ряда важных особенностей условий работы в космическом пространстве, часто допускали промахи при конструировании инструментов.

В подобной обстановке и в те времена наш институт и многие другие организации, поставляющие бортовую научную аппаратуру, по образному выражению академика Л. А. Арцимовича, играли лишь роль «транспортного агентства» по доставке изготовленных в КБ приборов к специалистам, интегрирующим космический аппарат. Такая практика часто исключала полноценную физическую и аналитическую отработку прибора на Земле в условиях лаборатории.

Достижение гласности позволяло заранее публиковать научные задачи и сроки реализации будущих проектов, что, в свою очередь, обеспечивало возможность участия в этих проектах учёных-специалистов из других космических держав не только со своими идеями, но и приборами. Так появились новые и необычные условия для формирования, разработки и реализации космических проектов с возможностью их открытого обсуждения не только с различными организациями стран социалистического лагеря, но и с отдельными учёными и научными организациями, представляющими «мир капитализма». Это сообщество имело ряд интересных научных идей и обладало передовыми космическими технологиями. Такое взаимодействие способствовало развитию у нас в том числе и новых космических технологий аналитического приборостроения.

Принимаемые решения по части создания ряда новых бортовых приборов в стенах нашего института были смелыми и интересными. Некоторые из них заслужили самые высокие оценки экспертов и специалистов передовых космических держав. Об этом часто сообщала советская и иностранная пресса. Однако ряд очень любопытных фактов, связанных с начальными условиями, обеспечивающими необходимость создания тех или иных версий подобных инструментов, а также некоторые интересные коллизии, сопровождающие эти разработки, в подобных публикациях не рассматривались вовсе.

Следует отметить, что обстановка, которая возникала в процессе работы над приборами, порой была не менее интересной, чем сами новейшие технические решения. Так, основные идеи создания ряда новых бортовых ВП-масс-рефлектронов, как правило, возникали в одной небольшой научно-исследовательской лаборатории. Но в реализацию этих идей, одновременно со специалистами данного подразделения, впрягались многие другие подразделения института, лучшие специалисты из других институтов и КБ страны. Однако в ряде случаев и этих сил не хватало, и тогда неоценимая и безвозмездная помощь поступала из университетов, институтов, космических агентств и фирм многих зарубежных стран.

Как научный руководитель подразделения, а именно лаборатории активных экспериментов, я знаю эти истории досконально, а процесс их развития — в деталях. Поэтому могу подтвердить с высокой достоверностью, что без помощи отечественных специалистов, работающих в стенах нашего института, нашего ОКБ<sup>1</sup> во Фрунзе и в других отечественных организациях, без помощи и поддержки приглашённых иностранных учёных и специалистов реализация наиболее интересных приборных разработок практически исключалась. Я бесконечно благодарен этим людям.

---

<sup>1</sup> Особое конструкторское бюро, Фрунзе (ныне Бишкек).

## 1. ПЕРВЫЕ БОРТОВЫЕ ВРЕМЯПРОЛЁТНЫЕ МАСС-РЕФЛЕКТРОНЫ ПУМА И ЛИМА

В середине восьмидесятых годов был реализован один из наиболее успешных международных проектов ВЕГА («Венера» и «Галлей») СССР и ДЖОТТО (Giotto) ЕКА<sup>1</sup> (рис. 2). В этой миссии три автоматические межпланетные станции (АМС) «Вега-1», «Вега-2» и «Джотто», стартовавшие в конце 1984 года с Земли, были направлены к комете Галлея. Эти АМС, начинённые сложнейшим комплексом научной аппаратуры, достигли окрестности кометы в марте 1986 года. Миссия представляла собой одну из уникальных возможностей исследования состава ядра кометы Галлея при одновременных измерениях массового и изотопного состава пылевой компоненты хвоста кометы с помощью пылеударных масс-рефлектронов, разработанных в Советском Союзе и ФРГ. Инструменты располагались на всех трёх космических аппаратах. Было решено, что Советский Союз обеспечит создание и запуск двух АМС, которые после выполнения исследований Венеры с помощью спускаемых и посадочных аппаратов и дрейфующих в её атмосфере аэростатов будут направлены к комете Галлея. Европейские страны, в свою очередь, направляли к комете АМС «Джотто».

Одной из важнейших задач совместной миссии была разработка пылеударных масс-спектрометров с близкими аналитическими характеристиками, способных определить массовый и изотопный состав пылевых частиц при скоростях удара, достигающих 80 км/с. Это было обусловлено тем, что относительная скорость АМС и пылевых частиц ожидалась примерно такой.

В нашей стране не было опыта создания подобных пылеударных инструментов. В процессе их создания требовались отладка и калибровка на ускорителе, обеспечивающем скорость ударов пыли до 80 км/с. Подобный ускоритель имелся только в Гейдельберге, в Институте Макса Планка. Поэтому немецкие специалисты, имевшие значительный опыт расчётов пылеударных инструментов и их создания, занимали лидирующие позиции. У них уже на начальной стадии работ по подготовке миссии имелся лабораторный прототип бортового ВП-пылеударного масс-рефлектрона PIA. Этот прибор был разработан И. Кисселем и его сотрудниками в Институте Макса Планка, и, согласно общепринятым нормам сотрудничества, все технические данные, необходимые для точного воспроизводства подобных инструментов, передали в ИКИ.

Таким образом, специалисты ИКИ получили возможность, применяя немецкие технологии, создать пылеударные инструменты, необходимые для решения поставленной задачи, и использовать эти данные для разработки пылеударного прибора ПУМА и лазерного времяпролётного масс-рефлектрона ЛИМА. Эта разработка, в свою очередь, обеспечила появление целой генерации различных лазерных масс-рефлектронов. В результате за короткий срок специалисты ИКИ оказались общепризнанными лидерами в создании бортовых лазерных ВП-масс-рефлектронов разного назначения.

Первые макеты разработанных в рамках проекта ВЕГА в ИКИ ВП-масс-рефлектронов: пылеударного — ПУМА (рис. 3) и лазерного — ЛИМА (рис. 4) — были изготовлены ОКБ ИКИ и, по сути, представляли собой оригинальные инструменты. В процессе воспроизводства в них был внесён ряд существенных усовершенствований, которые,

---

<sup>1</sup> ЕКА — Европейское космическое агентство (European Space Agency — ESA).

в частности, значительно улучшили аналитические характеристики прибора ПУМА по регистрации пылевых частиц с большой массой.

ЛИМА после замены пылеударного источника ионов на лазерный, несмотря на сходство с РІА, уже представлял собой прибор другого назначения — лазерный ВП-масс-рефлектор со свободным разлётом плазменных ионов.

Лабораторная отработка прибора ЛИМА показала, что как усовершенствованный прототип РІА он может быть использован в качестве бортового лазерного ВП-масс-рефлектора для решения и других научных задач космической масс-спектрометрии. В частности, прибор пригоден для проведения анализа элементного и изотопного состава проб в твёрдой фазе безатмосферных малых тел Солнечной системы при доставке образцов к прибору. И возможность использовать его с этой целью вскоре появилась.

Результаты лабораторных испытаний прибора ЛИМА сыграли решающую роль в «доведении до ума» лётного образца прибора ПУМА. Они показали, что для крупных пылинок плотность образовавшегося при ударе плазменного факела будет экранировать поле ускоряющего промежутка, что приведёт к потере спектров крупных частиц. При этом ожидалось, что процент крупных частиц будет достаточно высоким. Понадобились некоторые конструктивные доработки, которые срочно были введены в лётный прибор, что в дальнейшем обеспечило получение с борта уникальных данных об элементном и изотопном составе вещества кометы при попадании в прибор крупных пылинок.

В это время в стране начались работы по проекту, основная цель которого состояла в изучении спутника Марса — Фобоса. В состав комплекса разнообразных диагностических приборов, устанавливаемых на АМС, был включён и прибор ЛИМА, так как измерение состава реголита марсианского спутника представлялось наиболее важной и интересной задачей проекта. Согласно сценарию, КА должен был зависнуть над поверхностью Фобоса и с помощью гарпунных систем забрать пробы реголита для его масс-спектрометрических измерений и исследований другими контактными методами. Наша лаборатория заслуженно значилась ведущей по прибору ЛИМА, а мне было поручено научное руководство этой новой и очень престижной разработкой.

Важно отметить, что после триумфального завершения миссии ВЕГА все участники проекта в нашей стране были награждены Правительством СССР за успешную подготовку, запуск и проведение уникальных измерений с бортов советских АМС «Вега-1» и «Вега-2». Академик Сагдеев получил Ленинскую премию и почётное звание Героя Социалистического Труда.

Не был забыт и мой скромный вклад: я был выдвинут на получение Госпремии СССР и награждение орденом Дружбы народов, что, по мнению Сагдеева, вполне соответствовало моим заслугам. Однако возникли некоторые сложности. Вроде бы существовавший в то время негласный порядок позволял высокие правительственные награды получать одному и тому же лицу только один раз в три года. Поэтому при успешной реализации миссии ФОБОС моя кандидатура автоматически исключалась бы из наградных списков.

Как тогда мне объяснил Роальд, по моему вкладу в миссию ФОБОС он сможет выдвинуть меня на Ленинскую премию, орден более высокого ранга и оказать поддержку быть избранным в Академию. Такое обещание казалось обоснованным и в

связи с уменьшением количества претендентов, уже получивших награды за ВЕГУ. Мне также было обещано, что ведущие сотрудники лаборатории активных экспериментов «за самоотверженный труд в процессе реализации проекта» могут рассчитывать на Госпремию, правительственные награды, повышение научного статуса и кандидатские диссертации. Поэтому мне было предложено добровольно отказаться от награды по проекту ВЕГА в пользу будущей миссии ФОБОС, которая была, как говорится «на носу».

Как мне стало известно, «мой» орден был торжественно вручён заместителю директора по режиму Г.П. Чернышёву, а Госпремия досталась теоретику, специалисту по физике плазмы.

Потери обоих аппаратов «Фобос», первого на трассе перелёта, а второго — у самой цели, были восприняты без лишнего шума. Все вели себя так, как будто ничего не произошло. Мои переживания были связаны с молодыми ребятами, моими учениками, которые проявили редкие способности и талант, проделали гигантскую работу по подготовке и реализации проекта. Совместными усилиями нами было сделано, казалось бы, невозможное: создан уникальный инструмент, который до последнего мгновения своей жизни «надеялся и ждал» на борту команды на включение, и которой так и не дождался.

Спустя какое-то время «в верхах» стали говорить о повторении эксперимента «один в один». Однако дальше разговоров дело не пошло. Начались суровые будни перестройки, которые стали интенсивно разрушать науку и институт в целом, поэтому, к сожалению, опорные игроки нашей команды так ничего и не получили. Будучи способными личностями, они все неплохо устроились, однако меня до настоящего времени не покидает чувство долга перед ними. Титаническими усилиями в трудные годы перестройки мне удалось сохранить костяк лаборатории, и сегодня под новым названием лаборатория активной диагностики и масс-спектрометрии живёт полноценной жизнью.

После ухода академика Р.З. Сагдеева Институт возглавил его ученик, академик А.А. Галеев. К сожалению, на его долю выпал очень тяжёлый период в жизни института. В 1992 году при поддержке директора меня избрали действительным членом Международной академии астронавтики, в те времена это считалось очень престижным.

После ухода на пенсию А.А. Галеева директором был избран Лев Матвеевич Зеленый. И я голосовал за него. Через какое-то время, в 2008 году, Лев вдруг предложил мне подать документы на почётное звание «Заслуженного деятеля науки». Я сумел быстро собрать все необходимые документы, и мне было присвоено это звание. Мне кажется, что в этих актах поощрения определённую роль сыграла эпопея с ФОБОС, а также наша с директором совместная борьба за будущее института.

Во время перестройки часто возникали проблемы, разрешение которых требовало сплочённости и совместных усилий всей институтской команды, и в таких коллизиях становилось ясно, кто чего стоит. Мне пришлось участвовать в одной из них вместе со Львом, и считаю, каждый из нас на своём месте действовал грамотно и эффективно.

В частности, вопрос возник с проблемой перераспределения ведущей роли по космическим исследованиям между институтами РАН. Диспут по этому поводу вёлся с уважаемым нами человеком — директором ГЕОХИ<sup>1</sup>, академиком Эриком Михайловичем

---

<sup>1</sup> ГЕОХИ — Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН.

Галимовым. Стоял вопрос: кто будет головным институтом РАН по космическим исследованиям — ИКИ или ГЕОХИ? Проблема обсуждалась на собрании сотрудников ИКИ и ГЕОХИ в центральном, старом здании Президиума РАН, в присутствии некоторых его членов, в необычной для Академии форме митинга, где можно было свободно высказывать своё мнение, и мне удалось этим воспользоваться в полной мере.

Благодаря хорошо аргументированным высказываниям Льва и нашей страстной поддержке команде ИКИ удалось убедить собрание, что этот вопрос следует решить в пользу нас. Такое решение смотрелось более взвешенным и справедливым, потому что в те времена в ИКИ был накоплен большой и многолетний опыт в области космических исследований, трудились хорошо подготовленные и опытные специалисты, и имелось соответствующее оборудование.

Заключительное слово Эрика Михайловича привожу дословно: «Вот этот человек», — он указал на меня, — «если кто не знает, Манагадзе Георгий Георгиевич — известный масс-спектрометрист. В сегодняшних обсуждениях проблемы он проявил себя как специалист, знающий проблему и болеющий за свой институт. Он достоин того, чтобы с него брали пример многие учёные, как надо защищать свой институт и своего директора».

Э.М. Галимов знал нашу лабораторию не понаслышке, посещал её и, как отмечал, был впечатлён создаваемыми нами новыми масс-спектрометрическими приборами. В итоге эта проблема была решена в пользу ИКИ, хоть и совсем в другом месте и другими людьми. Но мне хочется верить, что в этом решении важную роль сыграло то собрание и аргументация нашего директора и его команды.

## **2. ДИСТАНЦИОННЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ МАСС-РЕФЛЕКТРОН ЛИМА-Д**

Когда прототип лётного прибора ЛИМА прошёл полный цикл испытаний, и началось изготовление лётного экземпляра, нас оповестили о том, что существует опасность, что гарпун не удастся вытащить обратно после его погружения в грунт Фобоса, и миссия будет загублена. Поэтому «на самом верху» решили гарпунную систему снять с борта.

Отсутствие гарпунной системы делало бессмысленным установку прибора ЛИМА на борт АМС, что привело к мгновенному прекращению работ по инструменту. Сотрудники лаборатории активных экспериментов это известие восприняли как катастрофу. Но молодой коллектив не пал духом, и в создавшейся ситуации нам удалось найти решение, которое прославило, в лучшем понимании этого слова, нашу лабораторию, наш институт, нашу академию наук и нашу страну на весь научный мир. Вот как это произошло.

Два хорошо известных экспериментальных результата подсказали мне путь решения проблемы, каким образом с пролётного аппарата дистанционно обеспечить масс-спектрометрические измерения. Первый из них состоял в том, что без дополнительного ускорения ионов, то есть в режиме «свободного разлёта» плазмы, при использовании рефлектора можно было получать спектры с массовым разрешением, достаточным для разделения всех элементов и изотопов периодической системы. Второй результат заключался в том, что в ряде лабораторий, в том числе и у Игоря Дмитриевича Ковалёва из Нижнего Новгорода, имелся ВП-масс-спектрометр длиной

до трёх метров с относительно коротким рефлектором, обеспечивающим приемлемое массовое разрешение.

Сочетание таких параметров позволило предположить, что дистанционный ВП-инструмент со значительной базой области свободного полёта ионов может быть реализован. Первые оценки, проведённые для расстояния 10 м, оказались положительными. Далее были проведены испытания для расстояния 30 м, которые показали, что и для этой дистанции можно создать вполне приемлемый по габаритам бортовой инструмент с удовлетворительным массовым разрешением. Мне не терпелось рассказать об этом директору. Пойдёт ли он на реализацию такого фантастического и рискованного космического масс-спектрометра?!

Был поздний вечер, когда я вошёл в его кабинет. Роальд мне показался очень измотанным. И, тем не менее, раз уж пришёл, я изложил основную идею дистанционного инструмента, которая от краткого изложения стала довольно непонятной. В ответ я услышал совет усталого человека: «Георгий, ты, наверное, переутомился, иди домой и проспись, как следует!» Я не стал дальше терзать его. Но в глубине души я был уверен, что не ошибся в оценках и, хорошо зная пылкий ум Роальда, моего старого друга, был уверен, что он очень скоро сам во всём разберётся.

Это «скоро» наступило в шесть утра следующего дня. Меня разбудил телефонный звонок, и Роальд виноватым голосом спросил:

— Георгий, ты спишь? — я сразу всё понял и отшутился.

— Уже нет. Что-то случилось?

— Да, случилось, и не что-то, а очень важное. Я всю ночь не сомкнул глаз, еле дотерпел до шести часов. Ты был абсолютно прав. Твоё предложение выше всех похвал. Я за ночь разобрался во всех деталях и уже хорошо представляю, как надо управлять сетками рефлектора в зависимости от дистанции до поверхности, чтобы высокое массовое разрешение было постоянно независимо от дальности. Есть и проблемы, но, думаю, они решаемы. Быстро собирайся в институт, я уже выезжаю. Так началась работа над созданием дистанционного лазерного ВП-масс-рефлектрона ЛИМА-Д, наиболее важного и интересного проекта в моей научной карьере.

Более обстоятельная проработка показала, что предложенная методика позволяла с пролётного аппарата с расстояния от 30 до 80 м и при минимальном загрязнении поверхности Фобоса определять элементный и изотопный состав его реголита, то есть получать важнейшую информацию, связанную с предысторией происхождения этого спутника Марса и с его эволюцией.

Основные научные задачи эксперимента ЛИМА-Д коротко были сформулированы следующим образом:

- определение изотопного и элементного состава реголита;
- изучение локальных и региональных неоднородностей по поверхности Фобоса, в том числе в области борозд и кратеров;
- изучение сильных изотопных аномалий, а также аномалий химического состава для масс до 200 а. е. м.

Испарение и ионизация грунта должны были производиться излучением оптического квантового генератора (ОКГ), или лазера, работающего в импульсной добротности при фокусировке излучения в пятно диаметром 1,5 мм и плотности мощности

излучения  $2 \cdot 10^9$  Вт/см<sup>2</sup> в диапазоне дальности от 30 до 80 м. Образовавшиеся плазменные ионы, разлетаясь, достигнув АМС, должны были регистрироваться детектором, расположенным в блоке рефлектора. Отождествление масс было основано на том, что при движении ионов в электрических полях внутри рефлектора с одинаковыми энергиями или в свободном пространстве время движения по одинаковому пути однозначно должно было определяться массой иона.

Тогда нам уже было известно, что энергетический спектр ионов лазерной плазмы при диаметре пятна 1...1,5 мм достигает 1000 эВ с максимумом при 500 эВ. Поэтому на детектор одновременно могли приходить ионы разных масс с разными энергиями. Для повышения массового разрешения (разделения ионных пиков) нужно было выделить ионы с небольшим разбросом энергий. Так, для получения массового разрешения  $M/\Delta M = 200$  необходимо было выделить ионы с разбросом энергий  $\pm 0,25$  % от средней энергии. Такой путь повышения разрешения приводил к низкой чувствительности и точности прибора, поскольку число регистрируемых ионов становилось слишком малым.

Другой способ увеличения разрешения прибора состоял в использовании пролёта ионов как в свободном пространстве (без поля), так и в электрических полях, рассчитанных так, чтобы сделать минимальной зависимость времени пролёта от энергии. Для этого обычно использовалось отражение ионов в одном или двух участках с равномерным электрическим полем с использованием так называемого масс-рефлектора. Необходимость этого обуславливалась тем, что зависимость времени пролёта (с отражением) от энергии в рефлекторе обратно пропорциональна по отношению к зависимости для свободного пространства.

Рефлектор с одним зазором и с оптимальными геометрическими параметрами, для которого длина дрейфа в четыре раза больше его глубины, мог обеспечить разрешение 200 при разбросе энергий регистрируемых ионов  $\pm 7$  %. Однако при длине дрейфа 50 м геометрический размер такого рефлектора составлял 10 м, что было неприемлемо большим. Для уменьшения размеров необходимо было использовать в рефлекторе несколько участков с равномерными, но разными по величине полями, то есть сделать рефлектор многозазорным.

Задача оптимизации рефлектора сводилась к выбору параметров  $x_i$  и  $V_i$ , обеспечивающих минимальное  $\Delta t$ , то есть максимальное разрешение. Количество, расположение сеток и потенциалы на них, обеспечивающие высокое разрешение, рассчитывались на ЭВМ (электронно-вычислительная машина) исходя из конкретных габаритных ограничений и возможностей реализации конструкции. Для лётного прибора был выбран трёхзазорный цилиндрический рефлектор глубиной 30 см. Рассчитанная конструкция должна была обеспечить массовое разрешение не менее 100 при расстояниях до поверхности 30...80 м, при соответствующем переключении напряжений на сетках в зависимости от расстояния.

Общая компоновка и основные блоки комплекса ЛИМА-Д, представленные на рис. 5, включали в себя лазерный излучатель с перестраиваемым фокусирующим объективом, лазерный дальномер, управляющий объективом, рефлектор с детектором, блок питания лазера, блоки обработки информации и управления.

Комплекс работал следующим образом. На пролётной трассе, с частотой 20 Гц, дальномер должен был измерять расстояние до поверхности Фобоса, эти данные



передавались в блок управления приводом, который осуществлял постоянную фокусировку объектива на ней. По данным дальномера происходила также подстройка напряжения на сетках рефлектора. Лазерное воздействие должно было производиться один раз в 5 с. Образованные плазменные ионы, двигаясь в свободном разлёте, попадали во входное кольцевое окно рефлектора и, после фокусировки в ионные пакеты по массам, достигали детектора. Информация обрабатывалась цифровой ЭВМ в блоке данных и передавалась телеметрической системой на Землю.

Эффективная поверхность сбора рефлектора составляла  $300 \text{ см}^2$  и обеспечивала регистрацию примерно  $10^5$  ионов, образованных после лазерного воздействия. Такие характеристики как чувствительность, точность, воспроизводимость, зависящие от многих индивидуальных характеристик приборов, определялись во время лабораторных испытаний и калибровочных экспериментов с лётными образцами.

Для подтверждения работоспособности комплекса и отработки методики эксперимента был проведён ряд лабораторных калибровок и отдельных испытаний на различных вакуумных стендах. Эксперименты проводились в том числе и на большой вакуумной камере ИКИ, длина которой обеспечивала расположение рефлектора на расстоянии 12 м от мишени. Диаметр камеры составлял 3 м. Экран с жидким азотом и турбомолекулярная откачка обеспечивали вакуум  $10^{-6}$  торр и необходимую вакуумную чистоту эксперимента. Испытания на остаточное газоотделение рефлектора проводились в малой камере с остаточным давлением  $10^{-6}$  торр.

В целях уменьшения массы прибора рефлектор изготавливался из композитных материалов, обычно не используемых для масс-спектрометрии. Поэтому проводилась проверка рефлектора на остаточное газоотделение. При этом вместо вторично-электронного умножителя (ВЭУ) был поставлен герметичный фланец со встроенной в него ионизационной вакуумно-метрической лампой. Таким образом, вакуум измерялся внутри рефлектора непосредственно в месте установки ВЭУ. Испытания показали, что вакуум  $10^{-5}$  торр, необходимый для работы прибора, достигался за время откачки менее 1 ч. Это показало, что выделение газа композитных материалов рефлектора являлось незначительным.

Основная часть экспериментов была сосредоточена на изучении рефлектора, определении его основных физических характеристик, сопоставлении данных, полученных в лабораторных экспериментах, с расчётными. Спектры регистрировались цифровым запоминающим осциллографом, а также с помощью технологического и штатного образцов блока данных и миниЭВМ<sup>1</sup>.

Проводились также исследования образцов сложного состава. При этом основной целью было определение возможности расшифровки спектров при наличии многократно ионизованных ионов. При расшифровке один или два пика известной массы принимались за опорные; массы, соответствующие остальным, вычислялись. Погрешность вычислений не превышала 0,15 а. е. м. После калибровки массы можно было вычислять без опорных пиков. Однако для спектров реголита Фобоса наличие опорных (легко отождествляемых) пиков могло оказаться необходимым из-за возможной ошибки определения расстояния до поверхности. По существующим представлениям о составе реголита Фобоса такими пиками могли быть пики кремния и железа.

---

<sup>1</sup> ЭВМ — электронно-вычислительная машина.

ЛИМА-Д проходил лабораторную калибровку с использованием вещества метеорита Альенде, представляющего собой углистый хондрит. Он включал все основные элементы, которые могут входить в химический состав реголита Фобоса. Количественное сравнение полученных спектров с результатами химического анализа метеорита не проводилось.

Были проведены эксперименты с использованием наиболее близкого по структуре к реголиту Фобоса порошкообразного гомогенизированного материала метеорита Альенде. Эти эксперименты показали, что общее количество ионов, образованных под действием лазерного излучения на порошкообразные и твердотельные образцы, было примерно одинаковым.

Создание такого сложного комплекса как ЛИМА-Д за относительно короткий промежуток времени было бы практически невозможно для одной небольшой лаборатории. Однако эту задачу удалось решить благодаря постоянному вниманию и поддержке директора, создавшего для реализации этой идеи внушительную внутреннюю и международную кооперацию, работающую на редкость чётко, без срывов, и слаженно. По моему глубокому убеждению, только Р.З. Сагдеев мог воодушевиться столь рискованной, на первый взгляд, идеей и обеспечить её воплощение.

Важно отметить, что в создании прибора ЛИМА-Д участвовали многие научно-исследовательские институты нашей страны, а также зарубежные институты и лаборатории, которые разрабатывали отдельные функциональные узлы прибора и поставляли их в ИКИ. Так, уникальный лазерный излучатель со сложнейшим перестраиваемым объективом для фокусировки излучения с сервоприводом был разработан в ЛИТМО<sup>1</sup> Г.Б. Альтшулером. При непосредственном участии ректора института Г.Н. Дульнева работа была выполнена на высоком уровне.

Важнейший узел детектора и система регистрации и обработки данных разрабатывались в Германии на фирме «Хернер и Сульгер» под руководством И. Кисселя из Института Макса Планка, с которым мы значились соруководителями эксперимента. Огромный вклад в разработку электронных узлов внесла владелица фирмы, Х. фон Хернер, обеспечив создание электронных блоков, которые в те времена невозможно было изготовить в СССР из-за эмбарго на быстродействующие микросхемы.

Один из сложнейших узлов ЛИМА-Д — рефлектор — был изготовлен в Болгарии под руководством доктора С. Златьева и представлял собой конструкцию, не имеющую аналогов в мире. Профессор Р. Пеллинен из Финляндии, также соруководитель эксперимента ЛИМА-Д, и его сотрудники обеспечили разработку сложнейшей программы управления прибором в полёте. Австрийские учёные во главе с профессором В. Ридлером, также внесли весомый вклад в создание прибора. Специалисты из Чехословакии отвечали за привод для объектива, фокусирующий излучение лазера.

Серьёзный вклад в создание прибора внесли подразделения нашего института и ОКБ, расположенного во Фрунзе. В ИКИ был разработан дальномер и проведена сложная физическая калибровка системы лазерного излучателя. Блок питания лазерного излучателя и многие важнейшие промежуточные блоки изготовлены в ОКБ, под

---

<sup>1</sup> ЛИТМО — Ленинградский институт точной механики и оптики (ныне Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики).

пристальным вниманием директора С. Р. Табалдыева. Ведущий по комплексу В. И. Терентьев осуществлял окончательную сборку бортового инструмента.

И, тем не менее, основная нагрузка легла на молодых специалистов лаборатории активной диагностики. Всё, что разрабатывалось и изготовлялось на стороне, было предварительно продумано, рассчитано и испытано нами в условиях лаборатории. Нашими силами готовилось детальное техническое задание на все узлы. Нам приходилось отвечать на много трудных вопросов в ходе работы и за прибор в целом ответственность несли мы. В частности, И. Ю. Шутяев, будучи ведущим по прибору, нёс ответственность и за разработку рефлектора. Лазерный излучатель и перестраиваемый фокусирующий объектив с дальномером были доверены А. Л. Бондаренко. Ответственным за блок детектирования и системы регистрации был П. П. Тимофеев. За калибровки на большой вакуумной камере отвечал В. М. Тер-Микаэлян. Исполнители этих труднейших работ в то время были совсем молодыми и, проявив огромное трудолюбие и незаурядные способности, справились с поставленной задачей: прибор был разработан и поставлен в срок. Мне с ними, как руководителю эксперимента, очень повезло!

Было изготовлено два лётных прибора и один запасной, находящийся в настоящее время в музее ИКИ и представленный на рис. 6.

В процессе реализации проекта, как и предполагал директор, трудностей оказалось более чем достаточно. Для устранения технических проблем обычно требовались неординарные, новые, решения. Эта работа, как правило, завершалась успешно и доставляла большое удовольствие. Но были проблемы, связанные и с человеческим фактором. Так, кое-кому из сложившейся и существующей в институте старой масс-спектрометрической элиты не нравилось появление новых личностей, нарушающих монополию своим фантастическим проектом, оказавшимся выше их понимания. Этими людьми было написано письмо в Президиум АН с просьбой разобраться, почему народные деньги тратятся на реализацию «бредовых» идей академика Сагдеева и его приближённых. Они возмущались ещё и потому, что молодым и неопытным учёным, никогда не занимавшимся масс-спектрометрией, доверили руководство и реализацию ответственного международного проекта с огромными финансовыми затратами, да ещё и с участием капиталистических стран, таких как ФРГ, Франция, Финляндия, Австрия. Про Болгарию, которая внесла весомый вклад в проект, и Чехословакию они не упоминали.

Надо было как-то реагировать на это письмо, и вице-президент АН СССР В. А. Котельников, который курировал космические исследования, нашёл довольно мудрое решение. Он предложил создать специальную комиссию, которая должна была состоять из ведущих специалистов страны по масс-спектрометрии. Руководителем комиссии был назначен профессор Б. А. Мамырин, крупный специалист в этой области, всемирно известный учёный-изобретатель, «отец» масс-рефлекторных систем. В комиссию также вошли учёные из ЦНИИмаш<sup>1</sup> и функционеры Президиума АН.

В один прекрасный день эта комиссия и нагрянула в нашу небольшую молодёжную лабораторию. Профессор Б. А. Мамырин, как выяснилось позже, милейший человек, держался очень строго и за неделю просмотрел все наши расчёты и результаты. Эти данные необходимо было проверить, так как он никак не мог поверить, что наш

---

<sup>1</sup> ЦНИИмаш — Центральный научно-исследовательский институт машиностроения.

инструмент может иметь столь безграничные возможности. К концу недели он собрал все необходимые бумаги и отбыл к себе в Ленинград, а мы продолжили работу.

Четыре месяца от Б. А. Мамырина не было никаких вестей. И решение комиссии, которое вручил мне директор, было как «снег на голову». Оно было положительным, и из него следовало, что лучший специалист мира по масс-рефлектронам подтверждает работоспособность нашего дистанционного прибора. Было отмечено, что все наши решения не вызывают сомнений, а расчёты достоверны. Трудно было придумать более благоприятный отзыв на нашу работу. Но, что нас особенно обрадовало, он предлагал сотрудничество и ряд свойственных ему остроумных конструкторских решений. К сожалению, нам не удалось воспользоваться этими советами, так как прибор под названием ЛИМА-Д уже был запущен в производство. Однако между нами навсегда остались огромное уважение и взаимная любовь.

На многочисленных докладах по рефлектронным системам, где выступал Б. А. Мамырин, своё сообщение он специально делил на две части. В первой рассказывал, как придумал рефлектрон и какие изменения внесло это изобретение в масс-спектрометрию. Во второй части — про неожиданное для него новое изобретение, в котором его рефлектрон получил новую жизнь в космических исследованиях, и он очень гордится этим. И ещё, на банкетах масс-спектрометрических конференций он обязательно произносил тост за космическую масс-спектрометрию.

Приведённая история — только один из примеров внутренних «разборок», которая закончилась для нас благополучно. Были и другие, с менее счастливым концом.

Разрабатываемые нами космические инструменты привлекали внимание и за пределами Советского Союза. Международный скандал возник после публикации в «Лос-Аламос Таймс» речи сенатора Сэма Наана, в которой он сказал следующее: «В то время как США только угрожает восточному блоку „звёздными войнами“, в СССР уже подготовлен к запуску космический аппарат, который будет оснащён прототипами бортового оружия, в частности лазерным (имелся в виду прибор ЛИМА-Д) и пучковым (эксперимент ДИОН)». Научным руководителем этих экспериментов значился я.

В то время наша страна терроризировалась американскими заявлениями о разработке нового типа оружия космического базирования, которое предназначалось для ведения «звёздных войн». Согласно американской концепции с помощью дистанционного воздействия интенсивными пучками лазерного излучения и потоками высокоэнергичных ионов планировалось уничтожать военные объекты СССР на орбитах вокруг Земли и ракеты, запускаемые с территории Советского Союза, — чистый блеф, и мы, специалисты, прекрасно это понимали. Но нас никто не спрашивал о возможности реализации подобных систем, с другой стороны, думали, а вдруг что-то недопонимаем, и поэтому молчали.

США раздувала затраты на подобные работы до огромных величин, а в СССР, не имея финансовых возможностей соперничать с США, пытались не раздражать американцев и призывали к мирному сосуществованию. И вдруг такое заявление от одного из самых влиятельных лиц США и популярного сенатора!

Тогда в первый, а возможно, и в последний раз, мне позвонили из Кремля, из Военно-промышленной комиссии (ВПК), которая курировала работы по всему, что могло летать, ползать, плавать и стрелять при этом. Звонивший не представился, и, узнав, что я и есть «тот» Манагадзе, после смачного, никому не адресованного, мата вместо «здравствуйте», задал мне вполне конкретный вопрос:

— Ребята, если вы, мать вашу, производите пучковое оружие космического базирования, то почему мы об этом ничего не знаем, а если вы этим не занимаетесь, откуда эти сведения взял сенатор Наан?

Я быстро сообразил, как правильно и кратко ему ответить, и сказал:

— Да, мы производим диагностическую лазерную и пучковую бортовую аппаратуру, но соотношение энергии этого воздействия к требуемой для «звёздных войн» соответствует, примерно, как соотношение энергии, выделенной при зажигании одной спички, к энергии взрыва небольшой атомной бомбы.

Звонивший, возможно генерал, сразу уловил смысл и, уже совсем успокоившись, задал следующий вопрос:

— А что несёт, мать его, этот Наан?

— Он несёт чушь, — сказал я. — Он не знает вопроса, оставьте его в покое, ему всё объяснят сами американцы.

— А как тебя зовут? — спросил собеседник.

— Георгий, — ответил я.

— Мне кажется, это самое правильное решение. Будь здоров, советник!

Больше я ничего не слышал ни о сенаторе, ни о ВПК.

В процессе создания ЛИМА-Д каждое положительное мнение, высказанное о нашем приборе учёными-специалистами, понимающими физическую суть инструмента, было очень важным для нас. В этот период к академику Р.З. Сагдееву пришёл М.Я. Маров и сообщил ему, что работу по созданию прибора ЛИМА-Д он считает очень значительной и перспективной, интересуется её развитием и со своим коллективом учёных хотел бы принять в ней участие. Тогда Роальд, не задумываясь, принял положительное решение. Так на раннем этапе экспериментальных отработок аналитических возможностей прибора ЛИМА-Д к нам присоединился М.Я. Маров. И его поддержка нашей затеи оказалось очень кстати. Выступая недавно в ИКИ как юбиляр, он с гордостью вспоминал о нашей совместной работе в проекте ФОБОС, что нам было очень приятно.

Основная идея, заложенная в инструменте ЛИМА-Д, во многих странах мира стимулировала появление новых идей и соответствующих публикаций о дистанционных методах исследования элементного и изотопного состава космических объектов. Одну из подобных новых методик, предложенную в работе Г. Манагадзе и Р. Сагдеева в 1988 году по дистанционному исследованию химического состава реголита Фобоса, как будет показано ниже, планировалось реализовать в миссии ФОБОС-ГРУНТ в 2012 году.

В процессе работы над созданием дистанционного лазерного масс-спектрометра ЛИМА-Д мы были в центре внимания не только мировой прессы, но и дипломатов многих стран. Состоянием разработки этого нашумевшего космического инструмента в первую очередь интересовались страны, непосредственно в ней участвовавшие.

Помню, как президент Финляндии, получив от меня информацию, что молодые программисты из Хельсинки своё дело делают квалифицированно, быстро и без лишней шумихи, остался очень довольным и сказал мне, что я отметил самые характерные черты этой нации. И рассказал анекдот, как финские охотники с ружьями наперевес убегают от разъярённого огромного медведя. Пробегая мимо удивлённого этой картиной русского охотника, успевают ему крикнуть, чтобы он не волновался — медведя они убьют в центре посёлка, чтобы потом не нужно было тащить туда его тушу.

«Вот это по-нашему», — сказал президент, — «Это по-фински!»

Это был доктор философии Мауно Койвисто.

Очень интересным оказался визит в ИКИ федерального канцлера Австрии Фреда Зиноваца, также доктора философии, хорвата по происхождению.

Начиная с 1970 года мы тесно сотрудничали с Институтом космических исследований и распространения радиоволн университета города Грац, директором которого был профессор Виллибанд Ридлер.

К началу подготовки миссии на Фобос у нас уже имелись большие наработки и интересные результаты по совместным активным экспериментам в магнитосфере Земли. Австрийские специалисты вместе с польскими занимались измерениями электромагнитных волн, возникающих при инъекции с борта ракеты пучка энергичных электронов.

Это послужило аргументом пригласить В. Ридлера и его команду в наш проект. Скорее всего, по этой же причине оказался у нас и Ф. Зиновац.

Необычно большая делегация состояла примерно из сорока австрийцев и сотрудников МИД СССР. К ней присоединилось человек десять из руководства ИКИ. Поэтому единственным местом, где её можно было принять, оказалась контрольно-испытательная станция, где мы проводили испытания отдельных узлов прибора ЛИМА-Д на большой вакуумной камере (рис. 7).

С советской стороны возглавлял приём очень интересный человек — посол СССР в Австрии — Ефремов Михаил Тимофеевич. Он ранее был известным партийным функционером очень высокого ранга. Родился в семье бедняка и воспитывался в детском доме. После отстранения от власти Н. С. Хрущёва и прихода Л. И. Брежнева он пять лет занимал пост заместителя председателя Совета Министров СССР А. Н. Косыгина. Он был человеком очень компанейским и уважаемым в своей среде.

Я, как это было положено по регламенту, за десять минут рассказал канцлеру про ДИОН и ЛИМУ-Д. Он задал несколько вопросов, свидетельствующих о том, что он понял основную идею миссии, важность и необходимость предлагаемого нами инструмента. А далее были вопросы «за жизнь». Он спросил, бываю ли я в Австрии. Я ответил, что в последние шесть-семь лет ежегодно с моим сотрудником и учеником С. Б. Ляховым провожу в Граце месяц в сентябре-октябре.

Далее следовал вопрос, который несколько насторожил меня. Канцлер Австрии, меня, горнолыжника, мастера спорта и инструктора по альпинизму, вдруг спросил, нравится ли мне Австрия, как страна: быт и люди. Я чувствовал, что время поджимает, и поэтому ответ должен был быть предельно кратким. Я ответил: «Очень! Очень!», — и на этом, мне казалось, что вопрос был исчерпан.

— А почему? — этот вопрос застал меня врасплох! Не говорить же, что означают для меня Альпы, или как я отношусь к великому австрийскому альпинисту, моему кумиру, Герману Булю, оставшемуся живым после холодной ночёвки на высоте восьми тысяч метров на вершине-убийце Нанга Парбат, к тому времени похоронившей в своих снегах сорока двух величающих горовосходителей планеты.

Этот вопрос трудно отнести к тем, которые обычно задают на таких дипломатических раутах, где всё рассчитано по минутам. И я опять, чтобы не вдаваться в длительные объяснения, ответил, что Австрия очень похожа на мою Родину.

И тут все присутствующие замолчали и напряглись. Повисла пауза, и затем новый вопрос, который был задан очень корректно, но звучал так:

— Может ты, парень, наконец, скажешь, как называется эта твоя Родина?

— Грузия! — на одном выдохе произнёс я. И тут началось такое, чего никто не ожидал и не предполагал, кроме самого канцлера. Он вдруг обнял меня, крепко прижал к себе и чётко и ясно сказал: «Ты не представляешь, как я люблю твою страну, какие у меня там друзья, как мне нравятся грузинские застолья: песни, тосты, вина. Я там не был давно и от этого очень страдаю. Как здорово, что ты представляешь эту прекрасную страну здесь, в Москве, и вместе с австрийцами занимаешься этим важным делом».

При этом мрачный на первый взгляд канцлер вдруг преобразился, повеселел и стал совсем другим человеком. Все присутствующие размякли, подобрели, и суровые маски дипломатов мгновенно куда-то исчезли. Ещё секунда, и официальный визит рейхсканцлера Австрии, господина Фреда Зиновича, доктора философии, в ИКИ АН СССР мог перейти в фазу всеобщего братания!

И тут на месте оказался Михаил Тимофеевич Ефремов. Он, как старый партийный работник, вышел в центр зала и подобно римскому оратору и трибуну, обращаясь к присутствующим, повышая градус события, произнёс пламенную речь: «Друзья! Вот где пример истинной дружбы между народами, когда люди разных национальностей знают традиции и культуру и любят друг друга, стремятся к единству и взаимопониманию. Это то, ради чего мы все должны стараться, обязаны стараться. Такую обстановку взаимопонимания и дружбы, которая возникла в этом зале, невозможно создать искусственным путём, если даже собрать артистов со всей планеты» И по-человечески Михаил Тимофеевич был абсолютно прав. Царство ему небесное.

Этот эпизод важен ещё и потому, что он в какой-то степени воспроизводит тот дух дружбы и любви, который должен быть между людьми, независимо от того, какой они национальности и в какой стране живут сегодня. Раньше мне и в голову не могло прийти, что вековая дружба и искренняя любовь народов России и Грузии будут вызывать сомнения у молодого поколения, особенно тогда, когда эти две свободолюбивые нации, наконец, избавились от коммунистического насилия. К сожалению, эти традиции в процессе перестройки были утрачены. Очень надеюсь, что не навсегда, так как для моих двух внуков и внучка Россия является Родиной.

### **3. КОСМИЧЕСКИЙ ВТОРИЧНО-ИОННЫЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ (ВИМС) ЗОНД ДИОН**

В состав бортовой аппаратуры миссии ФОБОС входил ещё один дистанционный эксперимент — ДИОН, представляющий собой космический аналог широко известной лабораторной методики ВИМС. Эксперимент, как и методика его реализации, был защищён авторским свидетельством Г. Манагадзе и Р. Сагдеева в 1987 году.

Для обеспечения качественной и полноценной инжекции ионного пучка требовались точный контроль потенциала космического аппарата и возможность управления этим потенциалом. Прибор состоял из двух отдельных частей: источника первичных энергетических ионов и детектора вторичных ионов, выбиваемых из поверхности Фобоса. Общая схема прибора представлена на рис. 8.

Первичный ионный пучок должен был нейтрализоваться тепловыми электронами. Это было необходимо как для уменьшения расходимости первичного ионного пучка и получения требуемой плотности тока на поверхности Фобоса, так и для поддержания

оптимального для регистрации вторичных ионов потенциала АМС. Измеритель потенциала (АПВ-Ф), установленный на космическом аппарате, позволял точно определить оптимальную степень нейтрализации при калибровке перед стадией облёта. Электродинамика эксперимента ДИОН и космического корабля вблизи Фобоса были предварительно детально изучены, что, в частности, подтвердило необходимость контроля потенциала АМС.

Ионный источник SIPPI был разработан лабораторией физики и химии космического пространства (LPCE) Национального центра космических исследований (CNES<sup>1</sup>) и изготовлен промышленностью Франции. По принципу работы криптоновая плазма создавалась высокочастотными поверхностными волнами в кварцевой колбе, ионы вытягивались и ускорялись до 3 кэВ. Затем поток нейтрализовался тепловыми электронами, излучаемыми нагретой нитью. Ток накала нити мог по командам менять своё значение, и таким образом во время калибровки можно было оптимизировать степень нейтрализации пучка. При инъекции ионных импульсов потенциал АМС можно было варьировать от больших отрицательных значений до значения, близкого к нулю. Выбор криптона в качестве рабочего газа был обусловлен тем, что для данного типа ионного источника можно было обеспечить наибольший ионный ток. Испытанный лабораторный вариант прибора SIPPI генерировал 2,5 мА криптоновый пучок с расходимостью 10°.

Для регистрации вторичных ионов в ИКИ, подразделении Е. Н. Евланова, был разработан квадрупольный масс-спектрометр ФОРТРОН. Прибор обеспечивал разрешение по массам  $M/\Delta M = 100$ , и диапазон масс — 1...60 а.е.м. Для увеличения чувствительности перед входом в масс-спектрометр устанавливалась система сбора ионов, повышающая поток на выходе примерно в двадцать раз. Детектором служил каналный электронный умножитель.

Работы с лабораторными моделями источника ионов SIPPI и масс-спектрометра ФОРТРОН проводились в вакуумной камере LPSE (расстояние до мишени 2,5 м) и в ИКИ (расстояние до мишени ~10 м). Основная цель этих работ состояла в отработке методики и калибровки инструментов.

Программа лабораторных измерений ВИМС на минералогических образцах включала исследование влияния структуры поверхности от полированных мишеней до порошковых структур и использование в измерениях большого количества минералов. Это было важно для оценки эффективности применения данной методики в проекте ФОБОС, особенно в части оптимизации программы измерений.

Проведённые эксперименты подтвердили возможность получения результатов, достаточных для решения основных научных задач ДИОН, показали правильность выбора конструкции и физических параметров приборов, предоставили возможность выработать алгоритм измерений, подготовить материальное обеспечение для лётных приборов.

Запуска межпланетных станций АМС «Фобос-1» и «Фобос-2» были выполнены 7 и 12 июля 1988 года с космодрома Байконур. Время, необходимое для достижения окрестности Фобоса, составляло девять месяцев. Эти месяцы напряжённого ожидания прерывались контрольными включениями аппаратуры, которые показывали, что они «живы и здоровы». Однако на середине пути один из аппаратов, «отвернувшись»

---

<sup>1</sup> CNES — Centre National d'Études Spatiales (Французское космическое агентство).



от Солнца, замёрз и прекратил существование. Второй прекратил существование уже совсем недалеко от Фобоса.

Эту неприятность вся наша интернациональная команда перенесла мужественно. В то время, да и позже, меня совершенно не волновали обещанные блага в случае успеха миссии ФОБОС. Единственным утешением было, что наши идеи всё-таки были реализованы в уникальные приборы и, возможно, ещё сыграют важную роль в моей жизни.

#### **4. ПОЛНОСТЬЮ ОСЕСИММЕТРИЧНЫЙ МАСС-РЕФЛЕКТРОН ЛАЗМА**

Несмотря на то, что прибор ЛИМА (см. начало очерка) имел достаточно хорошие аналитические характеристики, по ряду конструктивных решений он не удовлетворял основным требованиям, предъявляемым к бортовым инструментам. В частности, не был достаточно компактен, а воздействие лазером на образец осуществлялось под углом к плоскости мишени. Первая из этих особенностей существенно увеличивала объём и массу прибора, вторая не позволяла получать стабильные спектры из-за «зарывания» пятна фокусировки лазерного воздействия в мишень, и после нескольких воздействий спектры пропадали. Для устранения этих конструктивных недостатков был разработан оригинальный масс-рефлектор новой конструкции, схема которого представлена на рис. 9.

В этом приборе все элементы анализатора: рефлектор, анализатор и детектор — обладали осевой симметрией и располагались последовательно. Лазерное излучение вводилось в анализатор прибора сквозь сетки рефлектора. Детектор, имеющий в центре отверстие, позволял довести сфокусированное излучение лазера до мишени, расположенной за ним. В лабораторном исполнении прибора фокусирующая оптика и лазер располагались за цилиндрической вакуумной камерой с оптическим окном на одном из торцов цилиндра. Все элементы анализатора и детектор располагались внутри вакуумной камеры. Мишень ставилась с противоположного от окна торца цилиндра. В такой конфигурации упомянутые конструктивные недостатки были устранены. Ортогональное воздействие излучения лазера на мишень исключало «зарывание» луча в образец и позволяло выполнять послойный анализ мишени практически без ограничений. Переход на осесимметричную конфигурацию позволил также существенно сократить объём прибора.

На конструкцию прибора ЛАЗМА, которая обеспечивала бы работу инструмента без доускорения ионов, или в режиме свободного разлёта, Г. Манагадзе в 1984 году было получено авторское свидетельство. Предполагалось, что достигнутая осевая симметрия разлёта ионов, а также их осесимметричная регистрация, должны обеспечить наивысшую воспроизводимость спектров, что для систем с лазерной абляцией ранее не представлялось возможным.

Предложенная оригинальная конфигурация инструмента оказалась на редкость удачной. В течение нескольких лет после появления первой версии она постоянно совершенствовалась, и впоследствии её конструктивные особенности и свойства плазменных процессов, возникающих при воздействии лазера на мишень, позволили создать ряд перспективных инструментов для решения аналитических задач во многих областях современной технологии и науки. Эти инструменты предназначались и могли быть использованы для исследования состава веществ не только в земных

лабораториях или в полевых условиях, но и для изучения состава материи в космическом пространстве.

Начнём с лабораторных прототипов.

Первый из приборов ЛАЗМА, доведённый до коммерческой  $\alpha$ -модели и представленный на рис. 10, предназначался для определения элементного и изотопного состава твердотельных веществ: многокомпонентных сплавов, керамики, минералов, почвы, порошкообразных проб, а также жидкостей, обладающих высокой плотностью паров, таких как технические масла, мазут, сырая нефть, без подготовки пробы. Инструмент был способен также определять малые примеси объёмного содержания газообразующих элементов H, C, N, O в металлах, сплавах и полупроводниках. Была создана установка и для анализа газообразных веществ, которые переходят в твёрдую фазу при температуре жидкого азота.

Прибор обеспечивал одновременную регистрацию всех элементов периодической системы — от H до U — с их примерно равновероятным выходом, с очень высоким массовым разрешением достаточным для разделения изотопов всех элементов периодической системы. Время получения одного спектра занимало менее  $10^{-4}$  с. Полученные спектры не требовали специальной расшифровки, что позволяло быстро проводить качественный обзорный анализ пробы, а при необходимости обеспечивать надёжный количественный анализ многокомпонентных проб с высокой точностью без использования стандартов для калибровок.

Лазерный излучатель с системой фокусировки обеспечивал концентрацию энергии в пятно диаметром 30...50 мкм на поверхности образца, расположенного в вакуумной камере на расстоянии  $\sim 28$  см. Ионы, образованные под воздействием импульса инфракрасного (ИК) излучения, отражались в поле электростатического рефлектора и попадали на детектор, образуя узкие массовые пики. Общая длина пролёта ионов от мишени до детектора составляла  $\sim 40$  см. Глубина рефлектора с двумя зазорами была  $\sim 40$  см. Остальная часть анализатора представляла собой бесполовой промежуток. Количество ионов в массовом пике было пропорционально концентрации данного элемента в образце.

Прибор был оснащён микроскопом и миниатюрным телемонитором, позволяющим наблюдать за целенаправленным перемещением области лазерного воздействия при исследовании поверхностных неоднородностей. В приборе также была заложена возможность увеличения представительности пробы на порядок величины при анализе неомогенных проб.

Благодаря усилиям Р.З. Сагдеева ЛАЗМА был представлен в Мэрилендском университете (University of Maryland) на им же организованной большой выставке научных достижений нашей страны, экспонаты которой выбирали сами специалисты США. В то время Роальд уже несколько лет жил там, работая в этом университете. Выставка имела большой успех. Нас несколько раз показывали по телевидению США, в местных и центральных газетах публиковались интервью с участниками выставки. Американцы были довольны тем, что «русские» оказались совсем не «забытые», обладали хорошим чувством юмора, и главное — это были не подставные личности, а специалисты, в совершенстве владеющие своей профессией.

Мой прибор неожиданно для меня вызвал особый интерес некоторых посетителей выставки. Это было связано с тем, что в то время в Америке началась большая

кампания по исследованию загрязнения Лос-Аламосской пустыни после проведения там испытаний первой атомной бомбы. В этом проекте планировалось создание передвижной роботизированной лаборатории, в которой предполагалось провести все необходимые измерения без участия людей. По мнению американских экологов, основную опасность в этой зоне должны были составлять не радиоактивные вещества, а тяжёлые металлы, появившиеся после проведения испытаний бомбы. ЛАЗМА, обладающая при малых габаритах высокими аналитическими характеристиками и способная обеспечивать проведение измерений элементного и изотопного состава твердотельной пробы без какой-либо её подготовки, изначально была признана как наиболее оптимальный инструмент для этой акции. Заказчиком прибора стала Лос-Аламосская лаборатория, в которой была создана американская атомная бомба. Финансировалась акция Департаментом энергетики США. Проект в полном объёме включал разработку специального радиоуправляемого тягача, кунга-прицепа длиной двенадцать метров с системами забора грунта и раздачи пробы, и до десяти-двенадцати разнообразных аналитических приборов с телеметрической системой для передачи полученной информации в центр управления.

Примерно через неделю после открытия выставки молчаливые и мало коммуникабельные сотрудники Лос-Аламосской лаборатории, как заказчики ЛАЗМЫ, и представители АРТИ, как исполнители заказа, вместе со мной были приглашены к высокопоставленному представителю Департамента энергетики США. Эта встреча, длившаяся пять часов, изобиловала многими интересными моментами и закончилась тем, что прибор ЛАЗМА был одобрен для использования в составе робота. Департамент «не отходя от кассы» нашёл полмиллиона баксов для создания американской версии ЛАЗМЫ (рис. 11). Я хорошо понимал, что мне очень повезло, и я нашёл работу.

Однако всё было не так просто. В АРТИ попасть на работу я не мог без наличия статуса «выдающегося учёного», которого у меня не было. Для получения такого статуса требовалось наличие государственных наград, Ленинской или Государственной премии, факт избрания в члены-корреспонденты или академики Академии наук СССР или высокое воинское звание, участие в закрытых работах государственной важности. Всего этого у меня не было. И тогда при моём представлении как учёного было отмечено, что в СССР я был не только руководителем разработки таких космических инструментов нового поколения, как ЛИМА-Д и ДИОН, но и основным идеологом их создания. Эта информация, можно сказать, сыграла определяющую роль, и отношение ко мне миграционной службы США мгновенно изменилось к лучшему, что позволило мне получить хорошо оплачиваемое место в компании АРТИ, стать консультантом по созданию подобного прибора для космических исследований в лаборатории прикладной физики Университета Джонса Хопкинса (Johns Hopkins University), одного из крупнейших центров по космическим исследованиям в США.

Мой статус позволил мне также выиграть ряд грантов НАСА<sup>1</sup> и уберечь от развала руководимую мною лабораторию в Москве, так как часть от своей американской зарплаты я отдавал моим сотрудникам в виде надбавки к заработной плате. У меня были все условия остаться и работать в США со всей семьёй, но я решил вернуться в Москву. Так я стал дважды грузиним России!

---

<sup>1</sup> НАСА — Национальное управление по воздухоплаванию и исследованию космического пространства — National Aeronautics and Space Administration, (NASA).

К тому времени ЛАЗМА уже была внедрена в ряд научных центров в СНГ и ФРГ, и это существенно облегчило мне продвигать свои работы. Появились и новые клиенты. Роальд рассказал про наши успехи в США и про возможности ЛАЗМЫ заведующему отделом Института прикладной физики Университета Джона Хопкинса профессору Тому Криминигису. Оказалось, что этот отдел, занимающийся космическими исследованиями, очень заинтересован в разработке бортового прибора такого типа. Он был необходим для исследования элементного и изотопного состава реголита и минералов планет и малых тел Солнечной системы. После детального обсуждения было принято, что лабораторный прототип бортового прибора ЛАЗМА будет в сжатые сроки собран и отлажен мною для этого отдела. Всё было выполнено в срок, и на второй день после запуска инструмента (но не в космос) приехала делегация из НАСА, чтобы посмотреть и засвидетельствовать это важное событие.

Изготовленный для лаборатории Лос-Аламоса прототип прибора ЛАЗМА после успешной контрольной калибровки был своевременно поставлен заказчику. Эта лаборатория подобна всёпоглощающей чёрной дыре, поэтому у меня нет никакой информации о дальнейшей судьбе моего прибора.

Позже, уже в ИКИ, была создана модификация ЛАЗМЫ с лазерным излучателем, работающим от диодной накачки. Такой лазер способен обеспечить скважность импульсов до  $10^3$  Гц, позволяет сократить разброс энергии в импульсе до 1 % и уменьшить длительность временного воздействия до 1 нс. При этих параметрах воздействия и наличии гомогенной мишени обеспечивается высокая воспроизводимость отдельных спектров, что позволяет накопить их в блоке памяти прибора. Разработанная программа обработки данных способна точно распознать массовые пики элементов и изотопов, отождествить их. Результаты количественных измерений этих величин формируются в виде таблицы, которая включает также и погрешности их определения.

Разработка этого прибора с программой обработки данных была предназначена для проведения измерений порошкообразных проб боксита и определения его чистоты. Измерения подобного рода требуются в современной металлургии для производства алюминия и являются сложными и трудоёмкими. С помощью прибора ЛАЗМА эта задача была успешно решена.

Совсем недавно была создана и космическая версия прибора ЛАЗМА, предназначенная для исследования элементного и изотопного состава реголита Фобоса и Луны. Этот инструмент, представленный на рис. 12, был задействован в проекте ФОБОС-ГРУНТ с запуском в конце 2011 года, а также будет использован в проектах ЛУНА-РЕСУРС и ЛУНА-ГЛОБ. По принципу работы эти версии приборов несущественно отличались от инструментов, представленных выше, за исключением длины пролётной базы прибора. В бортовой модификации база анализатора была укорочена на 25 %. В космической модификации прибора использовался лазер с ламповой накачкой, который мог обеспечить воздействие с периодичностью в 10...12 с.

Основные научные задачи прибора ЛАЗМА в миссии ФОБОС-ГРУНТ детально были изложены в различных публикациях. Для Луны научные задачи, решаемые при помощи прибора ЛАЗМА, были связаны с исследованием реголита в полярных областях и поиском паров воды или льда в этих ранее не исследованных местах. Важно, что, несмотря на сокращение пролётной части анализатора, в космической модификации

прибора удалось увеличить массовое разрешение и обеспечить идентичность аналитических характеристик для серии инструментов.

О габаритах бортового прибора ЛАЗМА можно судить по рис. 13. Масса не превышает 2,3 кг.

Массовый спектр элементного и изотопного состава симулятора лунного грунта JSC-1, полученный в одном лазерном воздействии с помощью этого прибора, представлен на рис. 14.

## **5. МАСС-РЕФЛЕКТРОН ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ВТОРИЧНЫХ ИОНОВ МАНАГА**

Впервые идея о возможности определения усреднённого по поверхности химического состава безатмосферных космических тел по регистрации потока вторичных ионов, генерируемых под воздействием ионов солнечного ветра, как отмечалось выше, была предложена в работе Г. Манагадзе и Р. Сагдеева в 1988 году. В ней было показано, что водородные ионы солнечного ветра, несмотря на их относительно малую энергию, равную  $\sim 1$  кэВ, способны с высокой эффективностью выбивать вторичные ионы с подстилающей поверхности. Было также показано, что величина потока солнечного ветра в области астероидного кольца достаточна для проведения надёжных масс-спектрометрических измерений с использованием современных бортовых инструментов. Там же рассматривалась возможность использования этих измерений для определения усреднённого химического состава реголита спутника Марса в проекте ФОБОС. Для подобных задач в ИКИ РАН началась разработка высокочувствительного ВП-масс-спектрометра для низкоэнергичных ионных потоков, которая привела к созданию прототипа бортового прибора МАНАГА-Ф (рис. 15). В процессе этой работы были опробованы разнообразные конструкции инструмента. Выбранная оптимальная конструкция бортового масс-анализатора могла обеспечивать чувствительность  $\sim 10^{-5}$  см<sup>-3</sup> и массовое разрешение  $\sim 200$ , при эффективной поверхности сбора ионов, равной  $\sim 10 \dots 20$  см<sup>2</sup>. Этот инструмент был включён в состав научной аппаратуры проекта ФОБОС-ГРУНТ для определения элементного и изотопного состава вторичных ионов, а также массы молекулярных ионов. Прибору было присвоено название МАНАГА-Ф. Детальное описание прибора приводится ниже.

Основная идея проведения измерений такого типа в космосе появилась благодаря лабораторному эксперименту В. Т. Черепина, в котором исследовались величины коэффициентов вторично-ионной эмиссии (ВИЭ) в зависимости от массы первичных ионов, состоящих из  $H^+$  и  $Ar^+$ . Эти результаты оказались несколько неожиданными. Так, для широкого класса элементов, содержащихся в мишени, от Ti до Au, ион  $H^+$ , по сравнению с  $Ar^+$ , в среднем оказался эффективнее для выбивания вторичных ионов. Водород был также более выгодным ещё и потому, что величина ВИЭ слабо зависела от начальной энергии первичных ионов. Величина коэффициента ВИЭ для  $H^+$ , как и для  $He^+$ , в диапазоне энергии от 500 В до 10 кВ, оказалась приблизительно равна  $10^{-2} \dots 10^{-3}$ .

Принимая во внимание физические процессы, величины ионных потоков и сценарий проведения измерений, мы сделали вывод, что бортовой прибор должен сочетать в себе максимально высокую чувствительность при надёжной защите детектора от ультрафиолетового (УФ) излучения Солнца и обеспечить массовое разрешение не ниже 100, а также высокое быстродействие. Для выбора оптимального инструмента,

наиболее полно отвечающего вышеизложенным требованиям, был проведён системный анализ, в котором сравнивались основные аналитические характеристики наиболее часто используемых в условиях космоса масс-аналитических инструментов.

После проведения системного анализа стало понятно, что времяпролётные инструменты наиболее полно отвечают требованиям, изложенным выше. Это было, в первую очередь, обусловлено тем, что только у инструментов этого типа при увеличении чувствительности за счёт увеличения области сбора частиц не падает массовое разрешение. Различное конструктивное решение для этих инструментов может обеспечить надёжную защиту от УФ-излучения Солнца, кроме того, они обладают массовым разрешением, достаточным для хорошего разделения основных массовых пиков ожидаемого спектра. Время регистрации одного спектра для этих инструментов не превышает 50 мкс с параллельной регистрацией всех элементов периодической системы. Высокая, до 20 кГц, повторяемость регистрации спектров позволяет отслеживать быстрые временные изменения процесса. Для решения поставленной научной задачи был отобран оптимальный инструмент, наиболее полно отвечающий критериям выбора, и этим инструментом оказался ВП-масс-анализатор рефлекторного типа. Следует отметить, что создание масс-спектрометра МАНАГА-Ф целиком осуществлялось в ИКИ РАН.

Прибор МАНАГА-Ф представляет собой ВП-масс-анализатор ионов. Для увеличения чувствительности и уменьшения общих габаритов в анализаторе используется система отражающих ионных зеркал, позволяющая обеспечить надёжную защиту детектора от солнечного УФ-излучения. Система ионных зеркал (см. рис. 15) устроена так, что прежде чем достичь детектора, ионы семикратно отражаются от сильно поглощающей УФ-поверхности. Специальное поглощающее покрытие из чёрного хрома, сеток и отражающих поверхностей за сетками позволяет ослабить УФ-излучение более чем в  $10^{12}$  раз и обеспечивает нормальную работу детектора, в случае прямого попадания во входное окно прибора солнечного излучения.

Прибор состоит из следующих основных функциональных узлов:

- узла защитной крышки;
- анализатора, включающего в себя формирователь ионного потока (ФИП), систему ионных зеркал, рефлектора и детектора на основе МКП (микрочанальные пластины) (ВЭУ);
- модуля управления и питания.

Масс-спектрометр работает следующим образом. В ФИП осуществляется накопление влетающих во входное окно ионов, после чего электрооптический затвор с частотой 10 кГц выталкивает накопленные ионы в область, в которой осуществляется их доускорение до энергии  $\sim 1$  кэВ. После ускорения ионный пакет попадает в область дрейфового пространства, где происходит разделение ионов по времени пролёта. Далее, разделённые во времени ионы регистрируются ВЭУ, работающим в счётном режиме. С выхода ВЭУ сигнал поступает на быстродействующий усилитель-формирователь импульсов, после чего импульсы фиксируются в гистограммирующем устройстве, работающем в режиме «время-счёт». Данное устройство позволяет распределить поступающие на него импульсы по 2048 индивидуальным временным ячейкам, длительностью 20 нс каждая. В результате накопления этих импульсов получается спектральная гисто-

грамма, которая сохраняется во внутренней памяти прибора. Анализ гистограммы позволяет определить массовый состав исследуемых ионов. Кроме того, по интегралам ионных пиков, после соответствующих калибровок, можно определить относительное количество частиц с данной атомной массой в составе ионной компоненты.

Массовый спектр дихлорметана и остаточного газа в вакуумной камере, полученный в процессе калибровки прибора МАНАГА-Ф, представлен на рис. 16.

Помимо функциональных узлов прибор МАНАГА-Ф включает высоковольтные источники питания детектора и ионной оптики, а также источники системного низковольтного питания.

Бортовой прибор МАНАГА-Ф, так же как и бортовой прибор ЛАЗМА, прошёл полный цикл предполётных испытаний и калибровок и своевременно был поставлен в КБ им. С. А. Лавочкина для его интеграции в состав малых космических аппаратов (МКА).

Высокая чувствительность прибора, обеспечиваемая наличием надёжной защиты от фоновой засветки, сделала этот инструмент востребованным для проведения дистанционных измерений летучих компонент, находящихся в реголитах малых тел Солнечной системы и безатмосферных спутников планет. Рассматривается возможность включения прибора МАНАГА в состав бортовой аппаратуры межпланетной космической станции, разрабатываемой ЕКА для исследования ледовых спутников Юпитера, в рамках миссии ЛАПЛАС. Аналитические характеристики прибора также позволяют регистрировать ионы воды с орбитального КА — спутника Луны. Прибор МАНАГА также востребован для исследования микроионосферы Европы в составе научной аппаратуры посадочного модуля на ледовый спутник Юпитера.

К сожалению, прибор МАНАГА-Ф постигла та же судьба, что и прибор ЛАЗМА.

Важно отметить, что ведущим по приборам ЛАЗМА и МАНАГА на протяжении ряда лет является научный сотрудник А. Е. Чумиков. За время работы в ИКИ он стал не только экспериментатором высокой квалификации, но и успешно совмещает исследовательские работы в лаборатории с большим объёмом организационных работ ведущего по созданию лётных приборов.

Большой вклад практически во все работы лаборатории внёс инженер А. И. Кузнецов. Он универсальный специалист, имеющий высокую квалификацию, как в электронике, так и в механике. У него «золотые руки» — имея высший разряд, на токарном или фрезерном станке он может изготовить сложнейшие детали бортовых инструментов.

Из «доперестроечной» команды продуктивно трудятся научные сотрудники А. Л. Бондаренко, Г. З. Саралидзе и кандидат технических наук Н. Г. Манагадзе.

## **6. ФОЛЬГОВЫЙ МАСС-РЕФЛЕКТРОН МТОФ**

Из сказанного ранее следует, что первые успехи по созданию инструментов нового поколения, столь необходимых для исследования космического пространства, были достигнуты в изучении вещества, находящегося в твёрдой фазе. Для этого были использованы импульсные источники плазменных ионов в сочетании с ВП-системами, которые были сопряжены с рефлектором. Однако с первых дней работы над созданием этих приборов предпринимались также попытки разработки аналогичных приборов для более надёжной регистрации элементного и изотопного состава вещества, находящегося в газовой или плазменной фазах с использованием ВП-масс-рефлекторов.

Фольговый масс-рефлектор, предложенный в ИКИ Г.Г. Манагадзе в 1983 году, впервые позволил измерить массовый и изотопный состав тяжёлых ионов в плазме солнечного ветра.

В те времена в США, Германии и Швейцарии уже были сформированы хорошо известные научные сообщества зрелых учёных, которые успешно занимались исследованием элементного и изотопного состава солнечного ветра. В США подобные исследования проводились в Мэрилендском университете, и возглавлял их Г. Глеклер. Он не только исследовал ионный состав солнечного ветра, но и был известным изобретателем бортовых приборов для этих исследований. В Германии подобной проблемой занимались в Институте Макса Планка, расположенного недалеко от Мюнхена. Здесь тон задавали такие учёные как Д. Ховештадт, Е. Мёбиус, которые уже внесли значительный вклад и в исследование состава солнечного ветра, и в создание новых инструментов. В Швейцарии работы по этой тематике возглавлялись знаменитым учёным И. Гейсом и велись в Бернском университете под руководством П. Бошлера при участии П. Вурца.

В конце семидесятых годов общими усилиями учёных из Германии, США, Швейцарии, а возможно и других стран, был предложен и принят к реализации долгосрочный международный космический проект по исследованию Солнца, под названием СОХО. Я не принимал в нём участия, у меня хватало задач по проектам ВЕГА и ФОБОС, но однажды директор зачем-то дал мне посмотреть проспект проекта СОХО (SOHO — SOlar and Heliospheric Observatory), в котором были представлены практически все бортовые измерительные приборы этой миссии. Из проспекта следовало, что новых приборов для изучения элементного и изотопного состава тяжёлой компоненты солнечного ветра просто не было. А в состав комплекса бортовой научной аппаратуры были включены «архаичные» линейные фольговые ВП-масс-спектрометры, которые не отличались достаточно высоким массовым разрешением.

В этих приборах ионы солнечного ветра доускорялись до 75 кВ и, пробив тонкую углеродную фольгу ( $2 \text{ мг/см}^2$ ), выбивали электрон, формирующий сигнал «старт». Сигнал «стоп» возникал при регистрации иона с помощью МКП, расположенного в конце бесполового участка анализатора. Зная начальную энергию иона и время его пролёта, можно было определить его массу. Массовое разрешение этого прибора из-за разброса энергии иона при прохождении фольги составляло не более 10. Такое разрешение с трудом позволяло разделить по массам углерод и азот и не обеспечивало определения изотопных соотношений элементов с массой, превышающей массы кислорода.

Не все изобретения требуют продолжительного раздумья. Бывают и такие случаи, когда решение возникает сразу, и оно оказывается правильным. Это был тот случай. Я понимал, что с использованием фольговых методик можно создать ВП-инструмент, в котором массовое разрешение было бы увеличено до 200. Однако при этом одновременно можно было уменьшить ускоряющее напряжение, доставляющее много хлопот из-за регулярных пробоев, и эту величину можно было изменить в два с половиной раза — с 75 до 30 кВ. Несмотря на то, что изначально эта идея могла показаться нереализуемой, решение, тем не менее, было найдено, и оно оказалось простым и корректным.

В предложенной новой конфигурации, представленной на рис. 17, после углеродной фольги устанавливалось электрическое поле, отражающее ионы, или рефлектор.



Это обеспечивало пространственно-временную фокусировку ионов с компенсацией их энергетического разброса, возникающую после прохождения фольги. В новой конфигурации сигнал «старт», как и раньше, формировался при регистрации электрона ионом, выбитым из фольги. При цилиндрической конфигурации прибора этот же ион, отражённый в поле рефлектора, мог быть зарегистрирован при попадании на генерирующую вторичные электроны поверхность или, при V-образной конфигурации инструмента, регистрировался детектором ионов, установленным под углом к входному окну. В инструменте была предусмотрена также регистрация нейтральных частиц.

Проведённые оценки показали работоспособность предложенной конфигурации. Их результаты демонстрировали, что при ускоряющем напряжении всего 30 кВ обеспечивается массовое разрешение до 200. Однако они также показали, что осуществить разработку и изготовление прибора в СССР не удастся, так как поставку в нашу страну наносекундных электронных компонент не позволяло существовавшее в то время на них эмбарго.

Немцы были в восторге от удачи, что найден способ проводить столь важные измерения. Они быстро приехали в Москву, и мы подписали конфиденциальное соглашение о включении меня в список участников СОХО в качестве соисполнителя. Прибору дали временное название МТОФ, что означало Managadze-TOF, и которое в итоге осталось навсегда. Года два они приезжали ко мне, когда я находился в Европе, пока не узнали всё, что я знал о приборе и, кстати, не скрывал от них.

Изготовление лётных приборов МТОФ, представленных на рис. 18, проводилось в Швейцарии и США. В них в полном объёме была использована основная концепция инструмента, представленная в описании изобретения в патенте США, а также в патентах, защищённых в Австрии, Франции и Германии. Инструменты были установлены на космических аппаратах СОХО, ВИНД (WIND) и АИСИ. С помощью МТОФ впервые были измерены изотопные соотношения железа и никеля, представленные на рис. 19, которые находились в составе солнечной плазмы, и, двигаясь со скоростью солнечного ветра, достигали энергии в 50...60 кэВ.

Необходимо отметить, что проект СОХО, так же как и проекты ВИНД и АИСИ, был на редкость удачным. Во всех этих запусках прибор МТОФ работал по полной программе и дал ценнейшие научные результаты. Это, безусловно, была заслуга не только изобретателя МТОФ, но и специалистов из США и Швейцарии, разработавших и изготовивших сами приборы.

В процессе подготовки и реализации миссии, согласно предварительной договорённости, меня в обязательном порядке приглашали на все рабочие встречи. Однако, при кажущихся дружественных отношениях, мои американские коллеги не обсуждали вопросы, связанные с моим изобретением, и всячески старались не афишировать мой вклад в общее дело. Это выглядело странно, подобное было неприятно и непонятно, так как мы представляли одну научную команду. Причина такого поведения моих коллег выяснилась позже. Она состояла в том, что, как я понимаю теперь, гордые американцы никак не могли смириться с тем, что инструмент, позволивший осуществить их многолетнюю мечту, предложили не они, а человек со стороны. А решение на протяжении многих лет лежало на поверхности.

Американские учёные в составе Г. Глеклера, Д. Гамильтона и других за моей спиной предприняли не очень этичную попытку обойти мой патент, незначительно

изменив конфигурацию сеточных электродов. Это выглядело довольно странно ещё и потому, что первая реализация прибора была добровольно передана мною команде СОХО. Тогда это было для меня крайне опасной затеей, сопряжённой с большими неприятностями, например, по линии КГБ (Комитет государственной безопасности СССР), и не только для меня, но и для директора Института космических исследований. Дело было в том, что после получения закрытого авторского свидетельства я не имел права до получения патента США кому-либо раскрывать суть изобретения. Но в этом случае изготовление прибора могло не успеть к запуску.

Вот почему, если американцами планировалась работы по улучшению прибора, то из чувства благодарности за мой риск и за мой вклад и по всем канонам элементарной порядочности они должны были пригласить меня участвовать в них. Или, по крайней мере, обсудить эти вопросы со мной, так как и у меня имелись конструктивные предложения по усовершенствованию прибора, позволяющие обойти мой же патент. Насколько мне известно, они хотели включить в соавторы этого не очень благородного документа Д. Ховерштадта и Е. Мёбиуса, но те, как люди порядочные, отказались от этого. Так, к сожалению, за моей спиной произошёл раскол в сильной и сплочённой команде СОХО.

Вероятно, американцы получили патент на инструмент, который они назвали V-MASS и который представлял последующую генерацию МТОF, однако название это не привилось, возможно, и потому, что члены команды СОХО хорошо понимали происходящее.

Были и более поздние отголоски этой безнравственной истории. Так, в 1998 году Объединением американских геофизиков был опубликован двухтомник под названием «Измерительная техника космической плазмы». Первый из этих томов посвящался измерению излучения, а второй — измерению частиц, в нём был опубликован обзор сотрудника Юго-Западного исследовательского центра, доктора Мартина Уэста, известного эксперта по ВП-технике: «Времяпролётная техника измерения ионного состава космической плазмы». В этой публикации детально рассматривалась история возникновения данного важнейшего направления, приводились основополагающие работы, определяющие дальнейшее развитие техники времяпролётных измерений, и были представлены практически все типы ВП-инструментов.

Один из разделов этого обзора, под заглавием «Инструменты типа «Манагадзе», посвящён новым инструментам, в которых в полном объёме использовалось изобретение Г. Г. Манагадзе, заключающееся в сочетании рефлектора с методом регистрации ионов с помощью фольги. Ещё до публикации двухтомника М. Вест был вызван в редакцию, где ему настоятельно было рекомендовано переработать статью и, по возможности, убрать из неё не только приведённый выше раздел, но и упоминание о значительном вкладе учёного из ИКИ. Эту историю рассказал мне сам Мартин Вест, с которым мы подружились и дружим до настоящего времени. Так как книга издавалась Геофизическим сообществом США, куда входили все упомянутые выше учёные, то, как говорится, комментарии тут излишни.

Скорее всего, это был «несчастный случай», Глеклер и его окружение не могли простить мне моё изобретение. И это вместо благодарности. Меня стали ревновать к нему. К счастью, подобных ситуаций не возникало ни в продолжительной совместной работе с иностранными учёными в рамках проектов АРАКС, ни в проекте ФОБОС

(по приборам ЛИМА-Д и ДИОН), ни за мою десятилетнюю работу в США в различных организациях, в том числе и в Институте прикладной физики Университета Д. Хопкинса и компании АРТИ, где я часто придумывал новые вещи.

## **7. И ВНОВЬ НЕУДАЧА, И ГДЕ ВЫХОД?**

Миссия ФОБОС-ГРУНТ ещё до запуска отняла у участников огромное количество энергии, силы и нервов. Запуск смещался несколько раз, и каждый раз на два года. В процессе работы стресс постоянно преследовал нас, ломал психику и разрушал иммунитет.

После запуска аппарат, на котором были установлены ЛАЗМА и МАНАГА-Ф, так и не долетел до Марса. Он какое-то время находился на околоземной орбите, не подавая признаков жизни и, наконец, упал в океан.

Подготовка этой миссии, первой после мучительных девяностых, всем участникам без исключения давалась с трудом: любая мелочь становилась проблемой. Для нас это была вторая неудача. Подготовка двух проектов заняла около пятнадцати лет (пять лет — «Фобос», и десять лет — «Фобос-Грунт»), и перестройка забрала лет двадцать. Следовательно, мы потеряли примерно тридцать пять лучших лет из своей зрелой жизни. И сегодня мы находимся всё ещё очень далеко от научно-технического благополучия в нашей стране. Но руки мы не опустили, и будем бороться до конца жизни. Я вот так думаю, потому что сама жизнь на любом уровне развития живой материи есть борьба.

Как быть? Быть или не быть? Что делать? Всё это значительно «круче», чем у Шекспира или Ленина! А может, в скверные времена безвременья мы идём не туда? Думая об этом постоянно, судорожно искал выход из бесперспективности нашего существования и пытался, по крайней мере, частично реализовать те научные задачи, о решении которых я мечтал всю жизнь.

У меня есть все основания считать, что любая область знаний имеет свои, зачастую не очень приятные особенности. Они могут быть связаны, в частности, с трудностями реализации новой научной идеи за относительно короткую жизнь автора, доведения её до победного конца. Космическим исследованиям это присуще, пожалуй, в наибольшей степени.

На Земле реализации новой идеи в условиях лаборатории часто бывает достаточно для широкого признания этого достижения. Если с помощью нового инструмента были получены высокие аналитические результаты, то дальнейшее внедрение этого прибора в науку или промышленность является важным, но не обязательным этапом. Если на прибор найдутся заказчики и изготовители, — можно считать, что прибор состоялся, а если нет — его лабораторная реализация может быть рассмотрена как конечный результат и быть признана как достижение.

В космическом приборостроении создание инструмента нового поколения, его лабораторное воплощение является важным, но только промежуточным этапом. Воплощение лабораторного прототипа любого инструмента будет свидетельствовать о том, что прибор в условиях космоса обеспечит измерение необходимых физических величин, и всё. Для космических приборов наиболее важным этапом является получение новых результатов при их успешном функционировании в космическом пространстве. Поэтому завершающим этапом реализации космического прибора считается новый

научный результат, полученный в условиях космоса. И если нет такого результата, то нет практически и прибора. Его мгновенно забывают, как забыли прибор ЛИМА-Д.

Эта специфика требует наличия тесной связи между учёным-изобретателем нового инструмента и научно-техническим персоналом, от квалификации и подготовки которого полностью зависит доставка инструмента к исследуемому объекту и получение научной информации. От качества работы этого персонала полностью зависит успех космического эксперимента в целом и получение результатов. Его ошибки, как правило, сводят «на нет» огромный труд создателя нового инструмента, будь он хоть трижды гениален. И тут сделать ничего нельзя.

Это хорошо понимают специалисты, которых мы называем «объектовщиками». Однако мы не очень хорошо знаем их, и они — нас. Они прикладывают максимальные усилия для реализации проекта в целом. Но, работая на самом передовом рубеже науки и техники, они не всегда могут принимать правильные решения. К сожалению, за подобные ошибки вместе с ними расплачиваемся и мы — изобретатели, предлагающие инновации и честно и до конца выполняющие свои обязанности. Статистика космических запусков многих стран показывает, что у этой проблемы практически нет решения, и это часто сводит к нулю многолетний труд исследователей и научных коллективов высокой квалификации, разрушает их планы на будущее, надежды.

Подобные технические аварии в космическом пространстве научно-техническим персоналом переносятся очень тяжело, и только неистребимое стремление к познанию заставляет тех, кто прошёл через это, снова и снова ввязываться в новые проекты и забывать о тех неудачах, которые произошли ранее не по их вине. Это удивительное свойство учёного-исследователя, которое достойно самого детального изучения. Было бы справедливо, если тем учёным, которые испытали это на себе, и несмотря ни на что продолжают работать по космической тематике, присваивали уместное для этого случая специальное звание. Например, звание «Неутомимый исследователь космоса». Можно ввести и степени, при первой неудаче — Первой, Второй степени при двух неудачах и так далее, и чтобы всем было хорошо известно, что означает это.

Какой же выход мне удалось найти из этой патовой ситуации?!

При серьёзном подходе к космической масс-спектрометрии в лаборатории одновременно уделялось большое внимание проведению экспериментов по моделированию и воспроизведению космических процессов. В этих опытах были широко использованы лабораторные прототипы новых инструментов, созданных для исследований космоса. И в этом случае результаты работ, естественно, зависели только от нас. И эти работы оказались незаменимыми в процессе подготовки молодых специалистов и стали уникальной школой для познания космической диагностики. В представленных ниже кратких аннотациях этих работ масс-спектрометрические и другие, разработанные в лаборатории, инструменты сыграли определяющую роль и обеспечили получение законченных результатов и их успешную публикацию. Вот наиболее интересные из них.

### **7.1. Плазменная концепция возникновения условий для появления простейших форм живой материи с нарушением симметрии аминокислот**

В конце 1990-х годов в лабораторных экспериментах при воздействии наносекундных лазерных импульсов на твёрдотельную мишень было обнаружено новое свойство

плазменного факела. Было показано, что в плазменном факеле лазерного воздействия, представляющего собой близкий аналог факела ударного воздействия, могут синтезироваться новые химические соединения, в том числе и органические. Продолжительные исследования этого явления показали, что взаимодействия электрических и магнитных полей в плазменном факеле с излучением плазмы могут обеспечить генерацию истинных локальных хиральных физических полей и предположительно привести к нарушению зеркальной симметрии энантиомеров. Этот процесс, происходящий в плазменном факеле ударной природы, мог иметь непосредственное отношение к возникновению условий для появления простейших форм живой материи. В этих опытах, моделирующих высокоскоростной удар метеорита, в качестве воздействия использовался лазер от прибора ЛАЗМА и в качестве анализатора — масс-рефлектор того же прибора.

На основе полученных экспериментальных результатов была предложена новая оригинальная плазменная концепция возникновения условий появления живой материи, согласно которой процессы, происходящие в плазменном факеле, могли способствовать этому важнейшему процессу в природе. Для более углублённого изучения процессов, происходящих во время разлёта плазменного факела, было необходимо от опытов, моделирующих удар, перейти к экспериментам, воспроизводящим этот природный феномен в условиях лаборатории. Поэтому экспериментальное исследование процесса нарушения зеркальной симметрии протеиновых аминокислот, синтезированных в процессе разлёта плазменного факела ударной природы, было воспроизведено в лаборатории в полном объёме. При этом сверхскоростной удар метеорита воспроизводился на метательной установке, представленной на рис. 20, 21 в условиях, когда в целях минимизации земных загрязнений для изготовления ударника и мишени использовался  $^{13}\text{C}$ . Эта работа была нацелена на экспериментальное исследование абиогенных процессов в неживой природе, которые могли обеспечить возникновение важнейшего структурного свойства, необходимого для оживления материи — гомохиральности.

Согласно современным и общепринятым представлениям, гомохиральность в живой материи отвечает за репликацию и за передачу этих свойств в будущие поколения. Поэтому без наличия гомохиральности жизнь изначально не могла бы зародиться. На протяжении ста тридцати лет после открытия Л. Пастером неизвестного ранее уникального свойства живой материи, связанного с нарушением симметрии, проблема гомохиральности оставалась и остаётся главным барьером для появления новых гипотез о возникновении живой субстанции. Это в первую очередь связано с тем, что до последнего времени не удавалось разгадать природу её происхождения, так как не были обнаружены природные механизмы её возникновения.

Впервые возможность абиогенного синтеза сложных органических соединений (ОС) в плазменном факеле метеоритного удара нами была экспериментально показана ещё 2001 году. Позже, в 2012–2014 годах в процессе выполнения работ по программе № 22 Президиума РАН, опытным путём удалось показать, что в процессе разлёта плазмы ударного воздействия одновременно с синтезом протеиновых аминокислот происходит нарушение зеркальной симметрии этих соединений со «знаком», совпадающим с биоорганическим. Важность полученных результатов не вызывает сомнений, так как подобные результаты, открывающие путь к познанию процессов зарождения жизни,

были получены впервые. Статья, подготовленная по результатам этих исследований, направлена в международный журнал *Letters of Geophysical Research* и подготовлена к публикации.

В процессе подготовки и проведения этой работы большую помощь нам оказал Равиль Назиров. Он искренне интересовался деятельностью нашей лаборатории, а также этим экспериментом, и постоянно спрашивал, как шла работа на метательной машине и каковы её результаты. Это происходило, возможно, и потому, что ещё совсем юным он работал лаборантом на ускорительной установке ударного типа. И дальше — любовь на всю жизнь. В нашей работе мы выразили ему заслуженную благодарность.

## **7.2. Оригинальный способ и аппаратура нового поколения, предназначенная для выявления биомассы земного типа на космических объектах Солнечной системы по определению элементного состава биомаркеров с борта десантируемого модуля с помощью лазерного ВП-масс-спектрометра при использовании устройства подготовки пробы или без него**

В работе предложена концепция компактного бортового масс-спектрометра, способного проводить экспресс-измерения по регистрации элементного состава пробы с целью выявления внеземной биомассы с обеспечением высокой надёжности и достоверности полученных результатов. Предлагаемая бортовая аппаратура может быть использована для предварительного быстрого определения наличия микробных сообществ в различных местах поверхности планет и спутников планет Солнечной системы. В случае получения положительного результата можно будет уже целенаправленно проводить более глубокие и трудоёмкие масс-спектрометрические исследования.

Способ для определения биомассы в составе минеральных сред по элементному составу, используемый в работе, имеет большое преимущество перед бортовыми приборами нового поколения и способами, в которых для выявления микроорганизмов предлагается использовать сложные в управлении и настройке масс-спектрометры, предназначенные для анализа комплексных ОС, требующие труднореализуемой в условиях космоса подготовки пробы. Трактовка полученных результатов в этих случаях усложняется тем, что ОС в отобранной пробе могут быть синтезированы в процессах метеоритного удара и не являться фрагментами биомассы.

Основа методики по определению биомассы в минеральных образцах — в использовании соотношений биологически значимых элементов, таких как P/S и K/Ca, измеренных с помощью лазерного времяпролётного масс-спектрометра, который обеспечивает измерение объёмного элементного состава пробы, а не только её верхнего слоя. Для увеличения достоверности результатов рассматриваются дополнительные, матричные маркеры N и C, имеющие высокую концентрацию в пробе. В ходе лабораторной отработки нового способа были проведены измерения чистых культур микроорганизмов, минеральных стандартов земных пород, искусственных моделей биологических проб, также был измерен элементный состав различных полярных грунтов. Для сравнения на график наносились известные данные соотношения элементов для марсианского реголита, отвечающие земным биомаркерам.

Результаты проведённых исследований позволили выделить на диаграмме «зону микроорганизмов». В случае попадания в эту зону результатов неизвестной пробы,

взятой за пределами Земли, можно будет сделать заключение, что в пробе содержится биомасса микроорганизмов земного типа. И это будет означать, что в областях забора пробы следует провести дальнейшие детальные исследования внеземных микроорганизмов более сложными бортовыми приборами будущего и при специальной трудоёмкой подготовке пробы.

Аппаратура для проведения выявления биомассы состоит из описанного выше прибора ЛАЗМА (см. разд. 4), модифицированного и доработанного, узла экстракции микроорганизмов и подготовки пробы. Так как прибор ЛАЗМА достаточно полно представлен ранее, в этом разделе подробно остановимся на узле пробоподготовки. Необходимо отметить, что прибор для выявления биомассы, состоящий из прибора ЛАЗМА и узла пробоподготовки, был назван АБИМАСС, он представлен на рис. 22. По решению жюри, отбиравшего инструменты для миссии ЭКЗОМАРС, прибор АБИМАСС был включён в состав бортовой научной аппаратуры.

Полноценная работа прибора АБИМАСС требует наличия на борту грунтозаборного устройства и системы экстракции микроорганизмов из реголита, представленного на рис. 23, который также был отобран жюри. Однако при отсутствии грунтозаборника прибор АБИМАСС можно использовать для определения элементного и изотопного состава пылевой компоненты атмосферы Марса. В этой конфигурации узел грунтоподготовки можно исключить, что сможет обеспечить экономию массы примерно в 500 граммов. Загрузка прибора АБИМАСС без грунтозаборника может осуществляться в процессе посадки аппарата и во время работы тормозных реактивных двигателей, а также в процессе пылевых бурь на поверхности планеты.

Приятно отметить, что в этой работе, в частности в проведении лабораторных экспериментов, в подготовке заявки на изобретения и в подготовке публикации для журнала *Astrobiology* самое активное участие принимали наши молодые специалисты, младший научный сотрудник аспирант ИКИ Константин Лучников, выпускник Физтеха<sup>1</sup> и почвовед, инженер Анастасия Сафронова, выпускница МГУ<sup>2</sup>.

Примерно в это время ушла на пенсию наша опора, инженер Л. В. Романова. Вместо неё в штат лаборатории была зачислена Ирина Гордадзе, которая взяла на себя многочисленные заботы, связанные с обеспечением материалами и компонентами проводимых в лаборатории работ и успешно справляется с этим. Это существенно изменило средневозрастной состав лаборатории в лучшую сторону. Более того, молодёжь оказалась хорошо подготовлена и гармонично вписалась в лабораторную тематику. В частности, с использованием нового способа они выполнили значительный объём трудоёмких исследований по выявлению биомассы земных микроорганизмов, населяющих высокоширотные почвы, отождествляли результаты по полученным масс-спектрам, с высокой достоверностью проводили обработку и интерпретацию данных. За относительно короткое время они стали специалистами, результатам которых можно доверять. Характерный массовый спектр элементного состава биомассы микроорганизмов, зарегистрированный с помощью прибора АБИМАСС, представлен на рис. 24.

---

<sup>1</sup> Физтех (*неофици.*) — Московский физико-технический институт (ныне Московский физико-технический институт (государственный университет), МФТИ).

<sup>2</sup> МГУ — Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова.

### **7.3. Новый механизм синтеза воды при взаимодействии водорода звёздных ветров с оксидами, расположенными на поверхности безатмосферных космических тел или находящимися в небуле вокруг молодой звезды**

В этой работе природный механизм синтеза воды в космическом пространстве воспроизводился под воздействием потоков ионов водорода звёздных ветров на вещества, содержащие кислород и находящиеся в твёрдой фазе на поверхности безатмосферных космических объектов и/или частиц межзвёздной пыли. Результаты представляют значительный научный интерес, так как дают основания считать, что при реализации подобного процесса в условиях космоса, в «горячем пятне» ионного удара, так же как и в условиях лаборатории, будет происходить синтез новых химических соединений, в том числе и воды. Результаты работы могут быть использованы для правильной интерпретации научных данных, получаемых в космических экспериментах с активным воздействием на окружающую среду пучками ионов средних энергий, генерируемых природными источниками.

Вода является ключевым компонентом, необходимым для зарождения и эволюции жизни, подобной земной. Вода также необходима и для колонизации планет и малых тел Солнечной системы. Этими факторами в значительной степени объясняется повышенный интерес современной науки к наличию воды на космических объектах и к природным механизмам её синтеза в космосе. Результаты измерений с помощью инфракрасного орбитального телескопа ISO (Infrared Space Telescope, ESA) с хорошей достоверностью показали высокую распространённость воды во Вселенной. Вода оказалась важным компонентом, обеспечивающим зарождение новых звёзд. Исследования, проведённые в рамках космических миссий, направленных к спутникам Юпитера и Сатурна, показали высокую концентрацию воды в Солнечной системе, она обнаружена на Марсе и есть основания считать, что имеется и на Луне.

Существующие общепринятые механизмы синтеза воды в космическом пространстве, связанные с её формированием в газовой фазе или на поверхностях частиц межзвёздной пыли, не могут иметь высокую эффективность. Поэтому на протяжении более сорока лет в условиях лаборатории велись поиски более высокоэффективного механизма синтеза воды, в том числе и при воздействии потоков ионов водорода звёздных ветров на вещества поверхности космических объектов или частиц межзвёздной пыли, содержащих кислород и находящихся в твёрдой фазе. Методика этих исследований являлась аналогом лабораторной методики вторично-ионной масс-спектрометрии — ВИМС, в которой по массовому составу вторичных ионов, генерируемых воздействием на мишень пучка первичных ионов, определялся элементный и изотопный состав исследуемой мишени.

Эксперименты по лабораторному моделированию этого процесса, проводимые ещё в середине 1970-х годов, показали, что под воздействием ионов H и D с энергиями от 10 кэВ до 10 МэВ на оксиды кремния, алюминия и титана образуются только гидроксилы. В этих опытах с хорошей достоверностью не удалось обнаружить молекулы воды. Это означало, что при начальных условиях проведённых опытов синтез воды в ионно-столкновительных процессах не происходил.

Обнаруженные с помощью оптических спектрометров полосы поглощения воды, наблюдаемые в процессе исследования поверхности Луны, не рассматривались в ка-



честве доказательства синтеза воды под воздействием ионно-столкновительного механизма.

Наблюдаемые эффекты поглощения объяснялись наличием на лунной поверхности гидроокисла. Были попытки объяснить подобное поглощение осаждением влаги на оптических элементах бортовых приборов или выходом воды на поверхность из недр Луны. К тому времени уже имелись результаты, свидетельствующие о возможности в процессах ионной бомбардировки синтеза более сложных соединений, чем молекула воды.

Возможность синтеза воды была показана в лабораторных экспериментах при воздействии ионов H и D на кислородные молекулы, находящихся в твёрдой фазе при температуре от 12 до 28 К. Однако этот механизм вряд ли мог иметь широкое распространение в условиях космоса.

В работе Г. Манагадзе в 2009 году была предпринята попытка объяснить наблюдаемое обилие воды во Вселенной ионно-столкновительными механизмами. Высокая концентрация воды на планетах, сформированных вокруг звёзд, была принята как условие, необходимое для возникновения жизни, подобной земной.

Для обеспечения высокой надёжности результатов было решено по возможности точно воспроизвести основные параметры воздействия в условиях природы. Это означало, что энергия ионов должна была находиться в интервале от 1 до 4 кэВ. Вакуум должен быть не хуже  $10^{-7}$  мм рт.ст. Было необходимо и обеспечение высокой чистоты поверхности мишени. Не менее важно было обеспечить непосредственную регистрацию молекулярных ионов воды при значительном расширении номенклатуры исходных веществ мишени, включив в неё некоторые лунные минералы и окислы металлов. Для «отстройки» от «лабораторной» воды в качестве первичного ионного пучка было решено использовать ионы дейтерия.

Работы по решению поставленной задачи велись совместными усилиями сотрудников лаборатории активной диагностики ИКИ РАН, руководимой Г.Г. Манагадзе, и лаборатории масс-спектрометрии Института металлофизики Национальной академии наук Украины, руководимой В.Т. Черепиним. Обработка и интерпретация результатов велась совместно с И.Г. Шкуратовым, директором Астрономической обсерватории Харьковского университета. опыты проводились в Киеве в Институте металлофизики на сверхвысоковакуумной установке УСУ-4 в вакуумной камере, в которой были расположены аналитические приборы и вспомогательные узлы.

Физический механизм процесса синтеза молекул воды можно связать с общепринятыми каскадными механизмами взаимодействия, возникающими под бомбардировкой мишеней, содержащих кислород, ионами дейтерия. Обладая энергией 3 кэВ, ионы могли обеспечить разрыв связи между кислородом и атомами химических соединений, входящими в состав мишени. Часть атомарного кислорода благодаря тем же каскадным процессам и высокой химической активности успевала присоединить атом дейтерия, а иногда и два. Более детально с результатами данной работы можно ознакомиться в публикации *Simulating OH/H<sub>2</sub>O formation by solar wind at the lunar surface*, опубликованной в журнале *Icarus*.

Ранее было высказано предположение, что вода в небольшом количестве может быть синтезирована в плазменном факеле метеоритного удара. Многочисленные исследования, проведённые в условиях лаборатории, до последнего времени не давали

однозначного ответа. Это было связано с присутствием в пробе азота, который при взаимодействии с водородом в процессе разлёта факельной плазмы мог синтезировать аммиак ( $\text{NH}_3$ ) с массой 17 а. е. м., а не равный по массе пик окисла водорода (ОН).

В настоящее время после проведения экспериментов только с окислами металлов были получены результаты, которые однозначно показывают, что наличие О и Н в спектрах факельной плазмы обеспечивают синтез ОН и  $\text{H}_2\text{O}$  в количествах, в сотни раз превышающих пики изотопов кислорода с массой 17 и 18 а. е. м.

Работы в этом направлении в настоящее время ведутся.

## 8. ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Полувековой юбилей нашего славного института, к сожалению, мы будем отмечать в непростое для космической науки время, что нам, сотрудникам, совсем не безразлично.

Институт для многих из нас, по моему искреннему убеждению, является вторым домом, где проводим значительную часть своей жизни, занимаясь тем, что нас интересовало со школьной скамьи, и этот интерес не пропадает с возрастом. Мы прожили в этом истинном Храме науки много счастливых дней, встретили и подружились со многими интересными и достойными людьми, исследовали множество загадочных явлений природы, вдоволь поехали, побывали в различных экзотических уголках нашей удивительной планеты, увидели фантастическое разнообразие существ, населяющих её. Что ещё надо для любопытного человека, основная цель в жизни которого — познание?

Более того, администрация и профсоюз института всегда заботилась о нашем здоровье. Всегда находились средства на аренду кортов или для устройства тира, приобреталось большое количество спортивного инвентаря — от столов для тенниса и виндсерферов до горных лыж и палаток, которые любой из нас мог брать в аренду бесплатно. А когда у нас возникали неприятности или болезни, институт всегда приходил на помощь. Помогал не только морально и физически, но и материально. Только неблагодарный человек может не оценить эти заботы. И вот таким неблагодарным «лилипутам» в «Лилипутии» грозила «вышка».

Правда, как и в любом сообществе учёных, и здесь бывало, что какой-нибудь «учёный в законе» пытался «обжудить» нас, но мы быстро забывали это, так как, к счастью, плохое забывается в первую очередь. Такова природа нормального человека.

Но сегодня институту, как и его сотрудникам, живётся совсем не сладко. Это связано не только с противостоянием, возникшим между Западом и Россией из-за украинского кризиса, который не решается мирным путём и не может быть решён с применением силы. Глобальные проблемы усугубляются ещё и локальными, связанными, в частности, с реформой Академии наук. Они имеют непосредственное отношение к будущему нашего института. Несмотря на значительные успехи, достигнутые учёными института в исследовании космического пространства, и постоянные старания руководства обеспечить полноценную работу, к сожалению, будущее космической науки у нас не поддаётся прогнозированию. Не исключено, что в создавшейся обстановке стал работать хорошо забытый нами «принцип Питера», заключающийся в следующем: «В иерархической системе каждый индивидуум имеет тенденцию подняться до уровня своей некомпетентности». И уровень этой некомпетентности в последние десятилетия

значительно повысился и продолжает расти в связи с падением уровня образования в стране в целом.

Учёным это хорошо видно по уровню подготовки студентов, приходящих в институт на преддипломную практику и диплом, по их деятельности после получения диплома. Так, за последние десять лет только подготовленных в нашей лаборатории не менее пяти способных и подающих надежд дипломников-физиков ушли в коммерцию, уехали за рубеж или стали программистами. Эти ребята имели относительно хорошую подготовку, потому как были физиками. И было жаль терять их.

Однако подавляющее большинство студентов других специальностей после завершения учёбы в вузах всё ещё не компетентно для работы врачами, учителями, конструкторами, пилотами, исследователями, юристами, финансистами, судьями и т. д. И это плохо подготовленное постперестроечное поколение уже десять лет приходит и начинает работать в различных ответственных сферах деятельности, умножая несчастные случаи на дорогах, в метро, в авиации, в больницах и во многих других областях.

Наше общество стало понимать, что пока мы не изживём некомпетентность, дилетантство, кумовство, идолопоклонничество к вышестоящим и коррупцию, мы будем жить в не правовом государстве, где нет истинного гражданского общества и достойной и конструктивной оппозиции, где могут происходить непредсказуемые антинародные реформы и заказные суды. И пока у нас будет общепринято, что важнейшими научно-техническими отраслями и разработками могут управлять гуманитарии, не будет конца неразберихе на любом уровне в государственных и административных структурах. Для выхода из «эры некомпетентности» необходимо сделать так, чтобы руководитель был бы умнее и профессиональнее своих подчинённых.

Относительно реформы Академии наук и судьбы нашего института следует отметить, что такую реформу должны проводить сами учёные, и они есть в Академии. Они хорошо понимают, что из-за большого дефицита молодых учёных, к сожалению, наблюдается заметное «старение» науки. Однако, если мы не сохраним старые кадры, — завтра некому будет обучать молодых специалистов и передавать им уникальный, веками накопленный опыт Академии.

Недопустимо, что многие молодые ретивые и малограмотные руководители реформы, не зная специфики Академии, всех возрастных и пожилых учёных поголовно воспринимают как маразматиков, бездельников, неспособных к постановке и решению новых задач, и от которых следует избавляться. За подобное отношение к немолодым учёным мы всегда ругали США, а в настоящее время вводим плохо обоснованные возрастные ограничения, не отвечающие нуждам современной науки и обстановке в нашей стране.

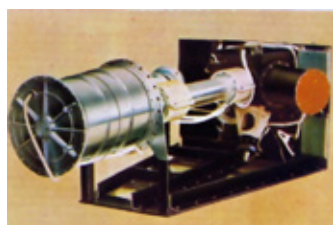
Нам также не стоит забывать, что космические исследования являются демонстрацией научно-технического прогресса и высокого уровня индустриализации. Это как вывеска, показывающая, что раз страна способна проводить такие исследования наивысшего ранга, значит, её общий уровень развития достиг высот. Следовательно, без надёжного базиса трудно или невозможно заниматься исследованиями космоса. И не трудно понять, какие гигантские усилия нужно приложить, чтобы вести эти работы там, где практически полностью разрушена научно-производственная индустрия. Сегодня в России только камикадзе возьмётся за реализацию серьёзного космического проекта

или сложного бортового инструмента, так как для столь ответственной работы у нас просто нет элементарных условий.

Наша Академия наук за время своего существования прошла славный, временами героический путь своего становления и развития. Наш институт унаследовал эти великие традиции и за пятьдесят лет успешной и насыщенной работы над важнейшими научными проблемами исследования космоса стал всемирно признанным оплотом передовой науки. Уникальные достижения, полученные талантливым коллективом учёных института, без сомнения, должны сыграть определяющую роль в дальнейшем формировании науки. Поэтому в настоящее время нам следует надеяться, как минимум, на более или менее сносное существование в недалёком будущем.



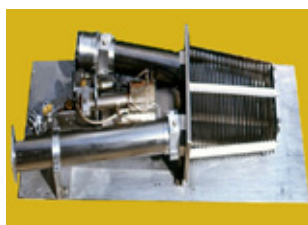
**Рис. 1.** Остров Кергелен — «Остров Экзотики», где, как и везде, жизнь — борьба за выживание!



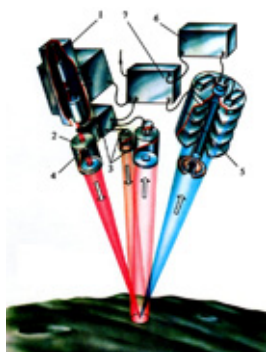
**Рис. 2.** Бортовой прибор РІА для миссии ДЖОТТО, изготовленный в Германии



**Рис. 3.** Бортовой прибор ПУМА для миссии ВЕГА, созданный в ИКИ АН СССР



**Рис. 4.** Прототип лётного ВП-масс-анализатора с лазерной абляцией пробы ЛИМА, созданный в ИКИ АН СССР



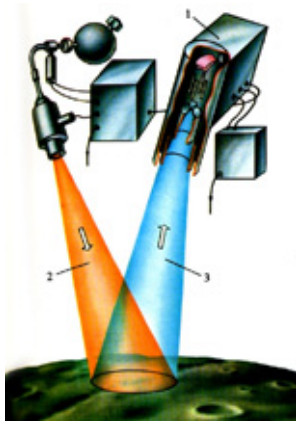
**Рис. 5.** Принципиальная схема прибора ЛИМА-Д



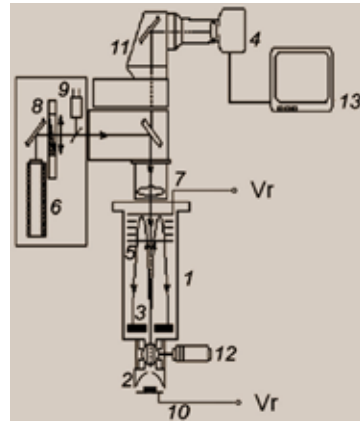
**Рис. 6.** Запасной бортовой прибор ЛИМА-Д, который экспонируется на выставке ИКИ РАН



**Рис. 7.** Австрийский рейх-канцлер Фред Зиновац (второй справа) внимательно слушает рассказ Г. Манагадзе о научных задачах миссии ФОБОС и о приборах ЛИМА-Д и ДИОН. Третий справа — посол СССР в Австрии Михаил Ефремов, на заднем плане заместители директора ИКИ В. Балебанов и Г. Тамкович



**Рис. 8.** Принципиальная схема прибора ДИОН



**Рис. 9.** Схема прибора ЛАЗМА



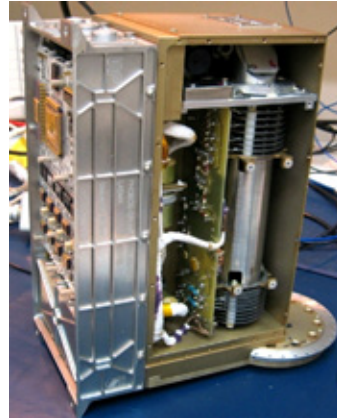
**Рис. 10.** Лабораторный прибор ЛАЗМА-2000, созданный в ИКИ АН СССР для экологических исследований



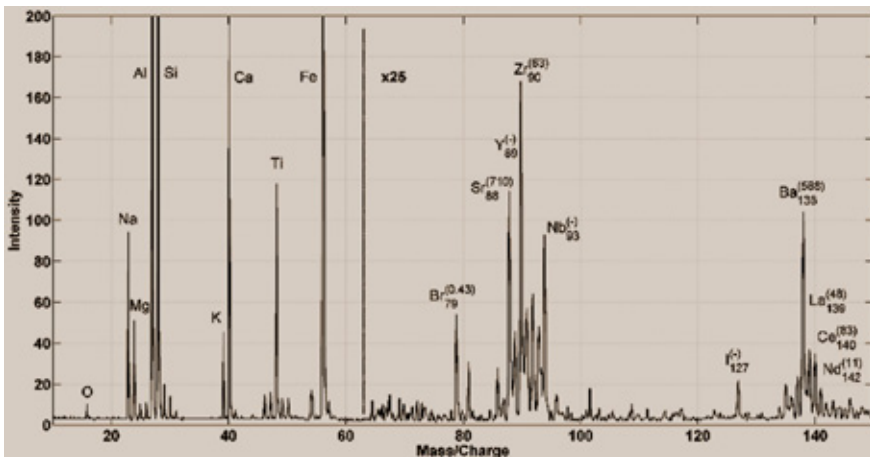
**Рис. 11.** Прототип прибора ЛАЗМА, изготовленный в компании АРТИ, США



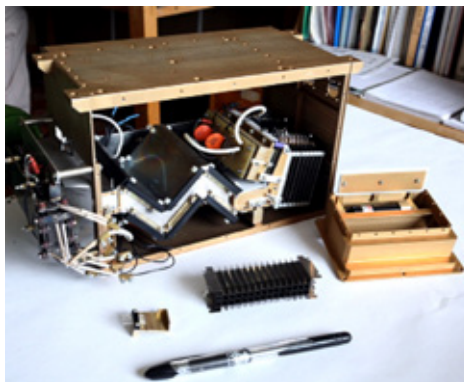
**Рис. 12.** Лабораторный прототип  
лётного прибора ЛАЗМА



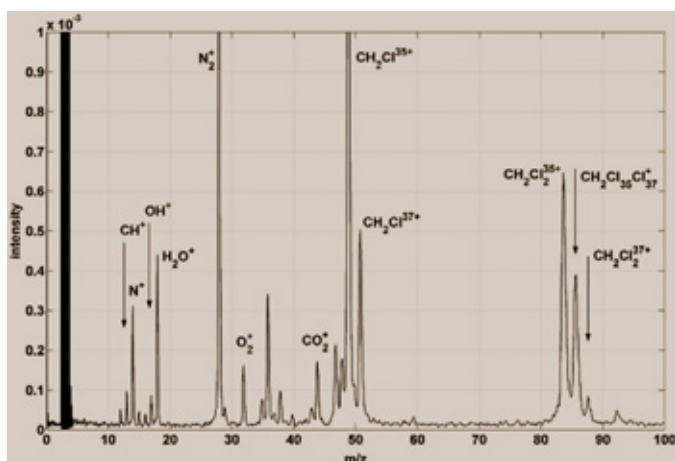
**Рис. 13.** Бортовой прибор ЛАЗМА,  
подготовленный для проведения калибровок



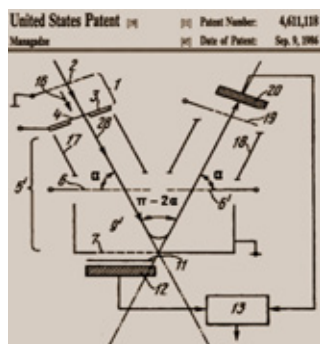
**Рис. 14.** Массовый спектр элементного и изотопного состава симулятора лунного грунта JSC-1, был получен с помощью прибора ЛАЗМА в одном лазерном воздействии



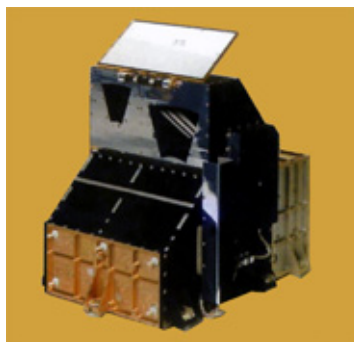
**Рис. 15.** Бортовой прибор МАНАГА-Ф в процессе сборки



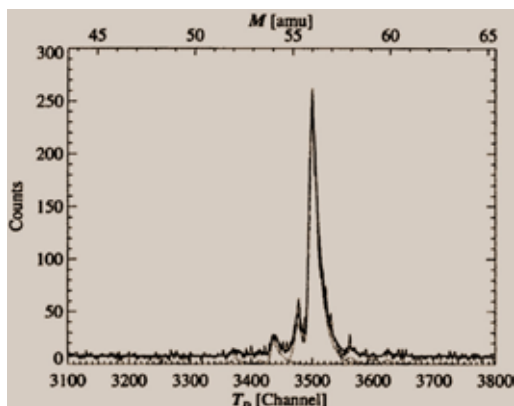
**Рис. 16.** Массовый спектр дихлорметана и остаточного газа в вакуумной камере, полученный в процессе калибровки прибора МАНАГА-Ф



**Рис. 17.** Принципиальная схема прибора МТОФ. Прибор был запатентован в США и в пяти странах Европы



**Рис. 18.** Бортовой прибор МТОФ



**Рис. 19.** С помощью прибора МТОФ впервые были определены изотопные соотношения железа в солнечном ветре

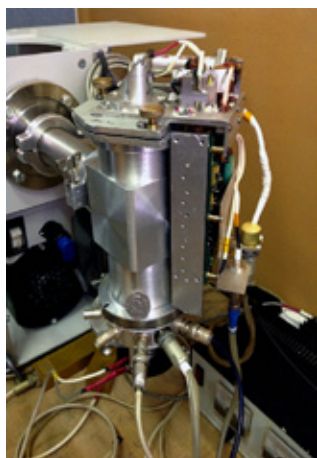




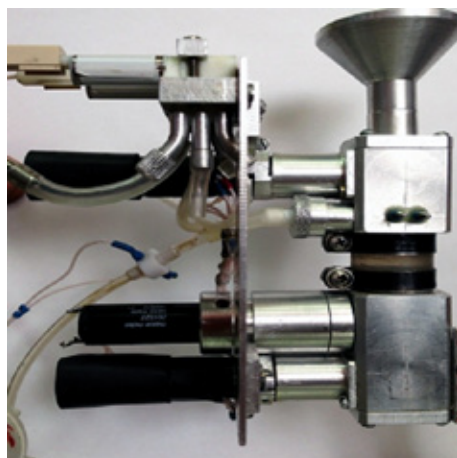
**Рис. 20.** Алмазные ударники для группового метания. Ударники были выращены из тринадцатого изотопа углерода в Технологическом институте сверхтвёрдых и новых углеродных материалов в Москве



**Рис. 21.** Многоцелевая модельная баллистическая установка ЦНИИмаш была использована как метательная машина ударников, обеспечивающая скорость удара 7 км/с

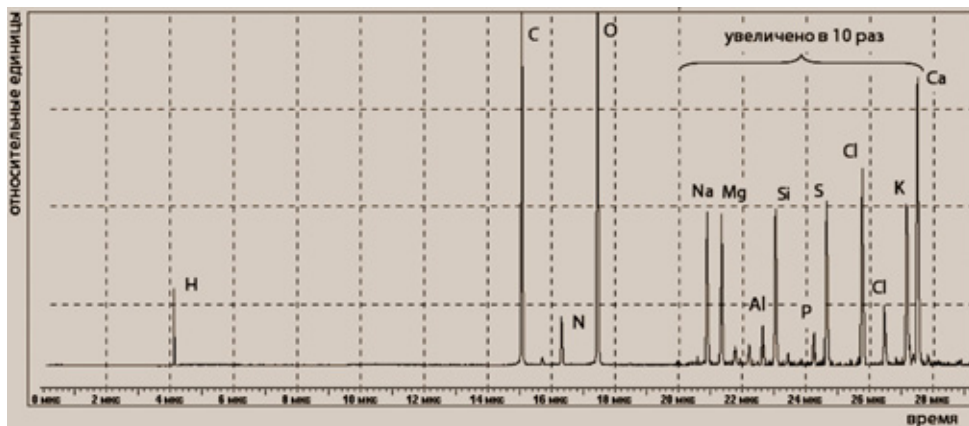


**Рис. 22.** Лабораторный прототип прибора АБИМАСС с вакуумной камерой и с системой лазерного воздействия



**Рис. 23.** Лабораторный прототип бортовой системы подготовки пробы





**Рис. 24.** Характерный массовый спектр элементного состава биомассы микроорганизмов, зарегистрированный с помощью прибора АБИМАСС

# ВЕХИ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ

*В. А. Котцов*

Сегодня космические снимки широко используются для решения самых разных задач, включая наблюдение за природой и изучение влияния на неё человека. В интернете на космических снимках каж-

дый теперь может найти свой дачный участок. Ежегодные конференции по дистанционному зондированию Земли, которые организует в нашем институте уже многие годы Е. А. Лупян, — одни из самых крупных — они собирают разных специалистов со всей страны. Но так было не всегда.

После окончания школы мои увлечения привели меня в Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъёмки и картографии на аэрофотогеодезический факультет. Для картографирования огромных территорий страны широко использовалась аэросъёмка, снимки обрабатывались оптическими фотограмметрическими приборами, привязка на местности выполнялась геодезическими методами, координаты опорных пунктов определялись астрономическими измерениями. Институт космических исследований в это время ещё не существовал.

Во время моей учёбы в области космических исследований происходило множество интересных событий: летали космонавты, начиналось активное исследование Луны — на неё сел космический аппарат «Луна-9», были получены изображения её обратной стороны...

Уже со второго курса я начал работать на кафедре аэросъёмки, параллельно учился и занимался спортом. Параллельно учебному процессу при этой кафедре велись разработки образцов съёмочной и навигационной аппаратуры, разрабатывались технологии повышения информативности результатов съёмки, методов координатной привязки и дешифрирования снимков.

Заведующим кафедрой аэросъёмки был Б. Н. Родионов, его заместитель, Я. Л. Зиман, читал нам курс аэросъёмочного самолётовождения, Б. С. Дунаев вёл практические занятия по съёмочной аппаратуре, Ю. И. Фивенский — по аэрофотографии, Ю. Л. Бирюков преподавал математику... Со многими из этого коллектива позже я работал в ИКИ.

Надо сказать, что для нашей кафедры работы по космической тематике начались задолго до создания института. С развитием космонавтики потребовались серьёзные разработки методов и аппаратуры космической съёмки. Инициатором начала этих работ на кафедре аэросъёмки был известный специалист в области космической связи — Юрий Сергеевич Быков. Его инициативу поддержал ректор МИИГАиК<sup>1</sup>, П. С. Закатов, и начатые при кафедре аэросъёмки под руководством Бориса Николаевича Родионова работы объединили энтузиастов этого нового направления исследований.

Первые опыты разработки космического телевидения, необычные проекции съёмки, мелкомасштабные изображения, кривизна Земли и другие особенности первых съёмок требовали своего осмысления.

В те годы наиболее эффективным методом получения видеoinформации было фотографирование. Изображение, получаемое на фотоплёнке, имело высокое разрешение и большой динамический диапазон. Телевидение в тот период ещё не обеспечивало требуемого качества. Электронные фотоприёмники и сегодня уступают по не-

<sup>1</sup> МИИГАиК — Московский государственный университет геодезии и картографии.

которым параметрам. Фотоплёнка, помимо получения изображения, обеспечивала возможность выполнять фотограмметрические (геометрические) и фотометрические измерения, а также являлась средством хранения видеоинформации и позволяла тиражирование. Однако аппаратура, применяемая при аэросъёмке, и методы управления аэросъёмкой не соответствовали требованиям работы в космосе. Потому на кафедре и шла работа по созданию аппаратуры для мелкомасштабной съёмки, вводилось электронное управление, выполнялась высотная аэросъёмка, оценивались дешифровочные возможности этих снимков. Космические снимки отличались от самолётных обзорностью и детальностью отображения. Поэтому шёл поиск путей повышения информативности получаемых снимков, поиск методов их эффективного применения.

В фотографию в эти годы из радиофизики проникали частотные методы оценки качества изображения в рамках теории линейных систем. Работая на кафедре, я научился применять новые идеи оптимизации, где все этапы получения изображения можно было представить математически. Талантливый математик Ю. Л. Бирюков, который впоследствии возглавил сектор в ИКИ РАН, разъяснял нам математические разделы, выходящие за рамки изучаемого в вузе курса.

Для повышения информативности снимков Ю. И. Фивенский начал изучать сдвиг изображения как составную часть процесса фотографирования. Он привлёк меня к этим работам и обучил всем тонкостям фотографической сенситометрии. Современных компьютеров, на которых можно было бы выполнять реальную обработку снимков, в это время ещё не существовало. Все наши преобразования изображений выполнялись аналоговым путём. Вместе с Юрием Ивановичем мы научились выполнять пятикратное уменьшение смаза изображения, использовать фильтрующие свойства, применять их для измерений параметров изображения. Фундаментальные результаты его исследований были позже изложены в книге «Методы повышения качества аэрокосмических снимков» издательства Московского университета, а влияние сдвига на измерительные свойства снимков стало темой моей дипломной работы.

Помимо обычных двух семестров в нашем вузе был и третий — геодезические и аэросъёмочные спецпрактики, а на старших курсах была уже полевая работа на предприятиях аэрогеодезического профиля. И вот, перед заключительным курсом, я вернулся после полевого сезона из дальневосточной экспедиции и узнал, что моя кафедра аэросъёмки за это время почти в полном составе ушла из МИИГАиК и образовала отдел в только что созданном Институте космических исследований РАН. Из-за этого у меня возникли сложности с дипломом, который я готовил на кафедре, помог мне декан аэрофотогеодезического факультета, М. И. Буров, известный исследованиями серебристых облаков.

В 1969 году, в начальный период своего существования, ИКИ ещё не имел собственного здания, шло строительство главного корпуса, а за ним, в «парикмахерских» размещались административные подразделения и вычислительный отдел, а основная масса была разбросана по разным районам города. Наш отдел занимал небольшую комнату в одной из этих «парикмахерских», а основной состав размещался тогда в подвальном помещении на улице Осипенко рядом со знаменитой ТЭЦ (теплоэлектроцентралю) на Москве-реке напротив Кремля. Лабораторно-производственного оснащения и штатного расписания отдела на начальном этапе не хватало, что компенсировалось

тесным сотрудничеством в эти годы с Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова (МГУ).

Наш отдел в ИКИ продолжал заниматься разработкой систем и методов космической съёмки, которые были начаты на кафедре. Ю. М. Чесноков возглавил лабораторию фотографических методов, в которой продолжались работы по лунным и первым марсианским проектам, разрабатывались методы повышения информативности фотографической информации. Фотограмметрией занимался В. В. Киселёв. Работы по звёздной координатной привязке съёмки велись в лаборатории Я. Л. Зимана. Б. В. Непоклонов занимался навигационными задачами «Лунохода-1», а вычислительными методами — В. А. Красиков. Конструированием аппаратуры занимались А. С. Дорофеев и Б. С. Дунаев — один из создателей фотоаппаратуры для космонавтов. После защиты диссертации в Институте связи в отдел пришёл Г. А. Аванесов, который возглавил лабораторию телевизионных систем наблюдения. Некоторое время в отделе работал А. П. Михайлов, который сегодня возглавляет кафедру фотограмметрии в МИИГАиК. Отслужив в армии, пришёл его одноклассник, талантливый инженер В. С. Савостьянов, ставший ведущим специалистом отдела, переходя постепенно от фотографических к электронным матричным съёмочным системам. В этот же период пришёл И. В. Баринов, выпускник Института связи, ставший ведущим специалистом по бортовым телевизионным системам.

Места для работы и штатных единиц в ИКИ не хватало, и немало наших сотрудников отдела, в том числе и я, в первые годы прошло через штаты МГУ. На географическом факультете МГУ есть лаборатория аэрокосмических методов кафедры картографии, в то время она называлась ещё лабораторией аэрофотометодов. Наш отдел многие годы был неформально, но тесно связан с ней. Работая по договорам с ИКИ, лаборатория выполняла исследования в рамках наших текущих космических проектов. В течение многих лет и до настоящего времени её возглавляет Ю. Ф. Книжников, который много сделал для практического применения космических методов. В наших работах непосредственно участвовали ведущие специалисты лаборатории В. А. Кравцова, И. А. Лабутина и другие. Проводимый ими анализ и публикации полученных результатов придавали многим нашим работам практический смысл.

Для выполнения наших работ эта лаборатория оснащалась необходимым современным оборудованием. Многие работы в отделе и лаборатории были неразделимы. Направляясь в служебную командировку в это время, командировочное предписание я получал в МГУ, а справку о допуске к работам — в ИКИ.

Я входил в группу Ю. И. Фивенского, который перешёл в МГУ с кафедры аэросъёмки МИИГАиК. В ИКИ наша группа работала как подразделение лаборатории Ю. М. Чеснокова, который был нашим научным руководителем, ставил задачи и обсуждал с нами решения. Мы продолжали разработку и совершенствование новых методов космической съёмки, начатых ещё на кафедре аэросъёмки. В состав нашей группы входили опытные специалисты по аэрофотографии: Е. К. Козлова, Л. Я. Крауш и другие. Была также группа, работавшая в составе лаборатории Я. Л. Зимана в ИКИ, которая решала навигационные и фотограмметрические задачи.

Первым проектом, который Юрий Михайлович Чесноков поручил мне в ИКИ, было участие в подготовке съёмочной аппаратуры марсианской программы 1969–1971 годов. Она разрабатывалась в НИИП<sup>1</sup>, в отделе А. С. Селиванова. В проекте были

---

<sup>1</sup> НИИП — Научно-исследовательский институт космического приборостроения.

орбитальный и спускаемый аппараты. Фототелевизионная аппаратура орбитального аппарата была подобна той, что несколькими годами ранее передала изображение обратной стороны Луны, только существенно меньше по габаритам, так как использовалась в два раза более узкая фотоплёнка. Планировалось получение цветного изображения Марса.

Съёмка выполнялась на фотоплёнку, которая после съёмки проявлялась на борту, а затем изображение сканировалось и передавалось по радиоканалу. Последовательная съёмка с тремя светофильтрами позволяла получить цветное изображение. Ю. М. Чесноков предложил мне заняться колориметрией цветного изображения, цветовыми измерениями в колориметрическом пространстве, расчётом съёмочных систем для правильного воспроизведения цвета. Математика сводилось к интегральным преобразованиям — позже эта работа помогла мне перейти к многомерному представлению результатов многозональной съёмки. Для определения сквозных фотометрических характеристик канала съёмки мы работали вместе с сотрудниками лаборатории М. К. Нараевой в НИИП. Я впечатывал в технологические образцы фотоплёнок оптический клин, выполнял измерения сенситометрических и спектрофотометрических характеристик фотоплёнок и светофильтров. В тот же период В. В. Киселёв экспериментально определял цветовые возможности съёмки с тестовыми цветами в широкоугольном коллиматоре. По снимкам, выполненным с тремя светофильтрами при полёте «Марс-2» в 1971 году, аддитивным способом были получены цветные изображения Марса.

Было интересно оценить эффективность этой цветометрической съёмки в земных условиях. Был выбран тестовый участок, и в одно время с начала весны по конец осени мы регулярно фотографировали его с инженером О. Чубининым из окна лаборатории на двадцать втором этаже МГУ. Мы выполняли эту съёмку с технологическим комплектом светофильтров на фотоплёнку типа 17, которая по спектральной чувствительности соответствует фотоплёнке, используемой на борту. Перед проявлением мы впечатывали сенситометрический клин, а по полученным результатам рассчитывали цветовые координаты контрольных объектов. При каждой съёмке выполнялось фенологическое описание. Получились интересные результаты наблюдения за годовой динамикой изменения цвета растительности. Эти результаты были опубликованы в одном из сборников ИКИ.

В тот же период шла программа лунных исследований. Ещё со времён работ на кафедре аэросъёмки взаимодействовали с разработчиками телевизионных систем для «Лунохода-1» из отдела А. С. Селиванова в НИИП. Б. Н. Родионов, Б. В. Непоклонов, В. В. Киселёв и другие принимали участие в этих работах. В поле зрения камер с горизонтальной осью панорамирования можно видеть датчик вертикали, предложенный Б. Н. Родионовым. Конструктором этого датчика был сотрудник кафедры А. А. Стулов, который позже тоже пришёл работать в одно из подразделений ИКИ РАН. Изображения панорам передавали на Землю по радиоканалу. Персональных компьютеров ещё не существовало, изображение обрабатывали на больших ЭВМ, что занимало много времени, а для вывода из них изображения использовали доработанные фототелеграфные аппараты. Доработкой этих аппаратов для подключения к ЭВМ занимался В. Д. Глазков. Фрагменты панорам выводились на фототехнической плёнке, а с неё делались контактные отпечатки на фотобумаге, которые мы склеивали в длинные панорамы.

Б. В. Непоклонов (рис. 1) входил в состав научного руководства группы управления «Луноходом». Он хорошо ориентировался на лунной поверхности и активно участвовал в принятии навигационных решений, как научный руководитель группы, а в МИИГАиК он читал нам курс по основам космической геодезии. В воспоминаниях участников управления «Луноходом-1» он остался одним из лидеров, обеспечивших успех этой миссии. Вскоре он перешёл на должность заместителя директора в ЦНИИГАиК<sup>1</sup>. Там была хорошая техническая библиотека, и когда нам приходилось обращаться к нему за помощью, он с удовольствием нам помогал. К сожалению, Борис Викторович рано ушёл из жизни.

Технические аспекты работы на поверхности Луны были подробно изложены в книге издательства «Наука» «Передвижная лаборатория на Луне «Луноход-1». В то время только сотрудники организаций Академии наук и НИИП могли в ней подписаться своими настоящими именами.

Мы занимались исследованиями Марса и Луны, но понимали необходимость поиска применения результатов наблюдения из космоса и в интересах народного хозяйства. Этому способствовал опыт работы в МИИГАиКе, а также наша близость с географическим факультетом МГУ.

Лаборатория аэрофотометодов в МГУ имела большой практический опыт в этом направлении. Первый многозональный фотоаппарат был изготовлен в 1950-е годы И. Г. Индиченко (рис. 2) в лаборатории аэрофотометодов для выбора характеристик спектральной фотоплёнки, эффективных для геологических целей. Этот аппарат имел три независимых канала для фотоплёнки шириной 7 см, 9 объективов с фокусным расстоянием 75 мм и позволял устанавливать перед каждым из них светофильтры для проведения сравнительных исследований по выбору наиболее эффективных зон спектральной чувствительности. В лаборатории выполнялись также спектрометрические измерения различных типов подстилающей поверхности. В первых американских статьях по многозональной съёмке мне попадались ссылки на эти работы.

В проведении полевых натурных наблюдений был заинтересован Всесоюзный институт мелиорации. По инициативе Ю. М. Чеснокова я восстановил этот многозональный фотоаппарат Индиченко, подобрал для него комплект фотоплёнок и светофильтров, и осенью поехал в Ташкент с инженером-географом О. Чубининым. Там мы согласовали районы съёмки, нас снабдили транспортом и раздвижной вышкой. С этой вышкой мы проехал всю Голодную степь и, выполнив программу съёмок, вернулись уже из Самарканда. Полученные результаты обрабатывались мелиораторами. Позже, когда в отделе появился самолёт-лаборатория, одним из главных наших полигонов стала Ферганская долина.

Первые опыты получения снимков из космоса показали как отличия от снимков, сделанных с самолёта, так и перспективность их использования в разных областях. Эти снимки обладали высокой степенью обзорности, что позволяло эффективно выделять границы различных природных ареалов на больших территориях, а также проследить взаимосвязи между природными факторами. В то же время увеличение отдельных областей фотоизображения позволяло переходить к их анализу с разной степенью детальности.

---

<sup>1</sup> ЦНИИГАиК — Центральный научно-исследовательский институт геодезии, аэросъёмки и картографии.

Пилотируемые полёты удобны тем, что полученные на орбите фотоматериалы возвращаются на Землю. Для фотосъёмки земной поверхности на космической станции «Салют» использовались доработанные для использования на космическом аппарате серийные аэрофотоаппараты АФА-БА, которые выполняют съёмку на аэрофотоплёнку шириной 19 см. Б.С. Дунаев и В.С. Савостьянов занимались их доработкой в части затворов для использования на борту, после чего они получили наименование БА-ЗК.

Эксперимент по съёмке земной поверхности с космической станции «Салют» открывал для нас новые перспективы, но и имел много последствий. При её подготовке был использован опыт применения нового метода оценки качества изображения. Съёмка со станции выполнялась на аэрофотоплёнку типа 18, которая предназначалась для аэросъёмки с больших высот, давала изображения с высоким контрастом и была недооценена по своим характеристикам. Её мелкозернистая структура была близка к фотоплёнкам типа микрат. Ю.И. Фивенским была разработана оптимальная технология её обработки. С помощью правильного выбора параметров съёмки, а также подбора сенситометрических параметров фотохимической обработки удалось получить значительное увеличение динамического диапазона и разрешающей способности фотоснимков, получаемых с космической станции «Салют».

Эти снимки обладали потенциально очень высокими изобразительными свойствами. Съёмка земной поверхности со станции была выполнена в масштабе 1: 1 000 000, который в то время был разрешён для широкого использования в дистанционном зондировании Земли (ДЗЗ). Но если обычные снимки допускали только пятикратное увеличение для их дешифрирования, то снимки, получаемые в нашем эксперименте, обеспечивали тридцатикратное увеличение без потери информации. На кадре очень детально запечатлевались огромные территории. Это быстро нашло своё отражение в публикациях по результатам интерпретации объектов, выполненных по этим снимкам. В результате разрешённый масштаб для широкого использования нормативно уменьшили в два раза. В книге «Союз-22» исследует Землю<sup>1</sup>, которая была издана у нас и в ГДР, приведён пример одного из таких снимков и его фрагмент с тридцатикратным увеличением.

В 1972 году руководителем отдела стал Я.Л. Зиман, и тематикой работ полностью стало исследование Земли из космоса. Основным направлением было создание видеоинформационных приборов и методов для дистанционного зондирования Земли. Аэрофотосъёмка давно и широко применялась не только для картографирования страны, она также эффективно использовалась в аэросъёмочных структурах ведомственного подчинения: Леспроект, Сельхозаэросъёмка, Аэрогеология и других — для решения прикладных задач.

Конечно, отдел, который был создан на базе аэросъёмочной кафедры, не мог обойтись без лётных экспериментов. Усилиями Я.Л. Зимана в распоряжении отдела появился самолёт. Это был Ил-14 Мячковского авиаотряда, оборудованный для проведения аэросъёмки. В днище у него открывались люки для установки аэрофотоаппаратуры, сканера и тепловизора, а место оператора оборудовано прибором для навигационных измерений ОПБ-1 и средством связи с экипажем. Из-за открытых люков этот

---

<sup>1</sup> «Союз-22» исследует Землю: совместное издание АН СССР и Академии наук ГДР / Редкол. Р.З. Сагдеев (отв. ред., СССР) и др., Х. Штиллер (отв. ред., ГДР) и др. М.: Наука, 1980. 231 с.

самолёт не был герметичен, и на высотах выше 3000 м нам приходилось пользоваться кислородными масками. Самолёт позволял доводить разрабатываемую нами аппаратуру, а также выполнять экспериментальные съёмочные работы по заказам других организаций.

Для лётных экспериментов Б. С. Дунаев и В. С. Савостьянов изготовили из нескольких АФА-39 необходимое оборудование для съёмки в разных зонах спектра, а я занимался выбором для него набора светофильтров. Эксперименты показывали, что многозональная съёмка имеет хорошие перспективы в дистанционном зондировании. Ю. М. Чесноков был её активным сторонником.

Большое разнообразие природных объектов и нестационарность условий их наблюдения требуют оптимизации выбора системы наблюдения. Одно из решений — выбор статистически эффективной спектральной чувствительности каналов съёмки. Свой выбор можно также сделать для любой частной задачи с ограниченным числом объектов наблюдения. Спектрофотометрические исследования отражательной способности образцов растительности, почв и горных пород, выполненные многими исследователями, дают представительную картину для выбора. Существуют разные подходы к этой задаче. Мы с Ю. М. Чесноковым предложили использовать для этого разложение Карунена-Лозва статистического ансамбля спектральных характеристик наблюдаемых объектов. После успешного доклада на научной сессии отделения общей физики и астрономии в ФИАН<sup>1</sup> у академика А. М. Прохорова наша публикация об этом появилась в журнале «Успехи физических наук».

Первый космический эксперимент по многозональной съёмке был выполнен с аппарата «Союз-12» космонавтами В. Лазаревым и О. Макаровым с помощью 9-объективной камеры ЛКСА-3 (рис. 3). Камера была разработана заводом «Арсенал» для съёмки космонавтом на поверхности Луны. Она имела три независимых плёночных канала для разных типов плёнки 35 мм с тремя параллельно работающими объективами в каждом канале. Виталий Савостьянов доработал и подготовил эту камеру к полёту. Я подбирал комбинацию спектральной чувствительности фотоматериалов и светофильтров. Проявление фотоплёнок выполнялось Ю. И. Фивенским в МГУ. В полёте было получено большое число мелкокомасштабных снимков в разных зонах спектра, которые дали первый опыт их эффективного дешифрирования. Интересные результаты были получены на шельфе северного Каспия, в районе полуостровов Мангышлак и Бузачи.

Эта съёмка запомнилась мне тем, что на снимках Закавказья была видна гора Арарат, которая привлекла всеобщее внимание, а также тем, что принесла нам загадку оазиса Куфра в Северной Африке. Дело в том, что в этом районе ведётся поливное земледелие. Воду берут из скважины в центре поля, трубу оросительной системы длиной 400 м трактором вращают по кругу, и необычные круглые контрастные изображения полей посреди пустыни можно было легко принять за ракетные позиции. Значительное число таких кругов в пустыне на некоторое время привлекло внимание наших военных. Разгадку нашла в зарубежных публикациях студентка Географического факультета МГУ.

Несмотря на очевидный успех съёмки со станции «Салют», мы были недовольны. Анализ результатов фотографирования показывал, что возможности применяемой фотографической плёнки очень существенно ограничивает оптика. Нет предела со-

---

<sup>1</sup> ФИАН — Физический институт имени П. Н. Лебедева РАН.



вершенству. Частотный подход к выбору параметров съёмки позволяет рассматривать атмосферу, объектив, экспозицию, фотоприёмник, условия фотохимической обработки и условия дешифрирования как цепочку элементов системы, определяющих конечный результат своими передаточными характеристиками. Слабым звеном в нашей цепи оказалось недостаточное качество объектива. Для реализации потенциала применяемой фотоплёнки Ю. М. Чесноков предложил требуемую расчётную частотно-контрастную характеристику объектива, приближающуюся к дифракционному пределу. Мы стали искать для него изготовителя на отечественных предприятиях оптической промышленности. Однако в этот период специалисты ещё не решались взяться за такую работу. Высказывалось и такое мнение, что объектив с требуемыми характеристиками сделать нельзя.

Отвлекаясь, справедливости ради надо сказать, что на Красногорском оптическом заводе для лунной программы сделали камеру с хорошим объективом под фотоплёнку высокого разрешения. В конце 1960-х шла борьба за первенство на Луне. Рассматривались варианты её облёта и даже посадки человека на поверхность. Критичным было наличие больших камней на месте посадки. Поэтому для его выбора требовалась съёмка с высоким разрешением. Мы с Б. С. Дунаевым и Ю. М. Чесноковым проводили оценочные технологические работы с этой камерой в ЦКБЭМ<sup>1</sup>. Там же, в цеху, нам довелось видеть модуль для возможного полёта на Луну человека. Но из-за высокой степени риска от выполнения этой программы отказались.

По воле случая наше предложение попало в ГДР и немецкие специалисты на Народном предприятии «Карл Цейс Йена» согласились изготовить подходящий объектив. Но наши аппетиты к этому времени выросли. После многозональной съёмки с «Союз-12» и «Союз-13» мы уже смотрели вперёд, и хотелось, чтобы этот объектив можно было использовать для съёмки в разных зонах спектра, по предварительным оценкам и плану — в шести — для видимого и ближнего инфракрасного диапазона. Это усложняло задачу, но с нашим предложением согласились, и началась совместная работа по разработке МКФ-6 — многозональной камеры нового поколения с шестью съёмочными каналами (рис. 4).

Наши немецкие партнёры предложили для каналов МКФ-6 уникальный объектив «Пинатар» 4/125 с минимальной дисторсией для топографической съёмки, который существенно приближался к необходимой дифракционной характеристике. Его разрешающая способность была на порядки выше, чем у объектива БА-3К. Кроме того, конструкция обеспечивала независимую корректировку масштаба изображения и резкости для разных зон спектра. Это было необходимо для дальнейшего совместного анализа снимков, чтобы получать идеально совмещаемые по геометрическим характеристикам изображения в разных каналах. Для этого совмещения на прикладном стекле были нанесены координатные метки, которые идеально совпадали во всех шести каналах. Качество оптики было настолько хорошим, что при выравнивании плёнки прижимом к стеклу в узких зонах спектра на изображении наблюдались интерференционные арт-эффекты. Для их устранения пришлось модернизировать узел выравнивания фотоплёнки. Кроме того, на фотоплёнку шириной 7 см помимо изображения

---

<sup>1</sup> ЦКБЭМ — Центральное конструкторское бюро экспериментального машиностроения (ныне ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С. П. Королёва»).

размером 55×81 мм в момент экспонирования в край каждого кадра впечатывался также оптический клин для фотометрических определений.

Съёмка с космических аппаратов «Союз-16» и «Союз-19», выполненная среднеформатной камерой «Киев-С» завода «Арсенал» с красным светофильтром, в период работ наших на предприятии в Йене моделировала нам условия фотографирования в одном из каналов будущего МКФ-6. Она также позволила проверить некоторые экспонетрические условия съёмки. Обработку полученного фотоматериала выполнял в ИКИ опытный специалист отдела А. М. Савельев.

Работы по созданию МКФ-6 шли достаточно напряжённо. Координацией работ от ИКИ занимался заместитель директора Ю. К. Ходарев. Юлий Константинович — участник съёмки обратной стороны Луны, как опытный инженер, иногда сам готов был взяться за паяльник. Сроки разработки были очень сжатые. Рабочие встречи шли попеременно в ИКИ, в Институте электроники АН ГДР в Берлине и на НП «Карл Цейс Йена». Шла конструкторская разработка узлов и их испытания.

Редко, но возникали критические ситуации. То при испытаниях дисковых затворов разлетелись диски, вращающиеся с большой скоростью, то при неправильной стыковке разъёма типа РС на заводе умудрились сжечь один из блоков электроники. Критической была большая масса камеры, её уменьшали ещё в чертежах. В ходе работ спланировался интернациональный коллектив, повышалась квалификация наших специалистов. Большой вклад в эту работу внесли В. С. Савостьянов, В. М. Муравьёв, Б. С. Дунаев и А. С. Дорофеев. Кроме сотрудников нашего отдела свою лепту внесли также специалисты комплексного отдела ИКИ и участвовавшие в работе специалисты проектно-исследовательского отдела ЦКБЭМ.

От программы СОЮЗ-АПОЛЛОН оставался резервный космический аппарат, который предложили использовать для запуска МКФ-6, его ресурс заканчивался в 1976 году. Это и определяло предельные сроки разработки. Разработка лётной модели МКФ-6 была выполнена в рекордные два с половиной года. Для установки камеры на «Союз-22» сам космический аппарат тоже был доработан. Вместо узла стыковки с «Аполлоном» у него появился дополнительный отсек с иллюминатором большого диаметра из кварцевого стекла и защитной крышкой. При испытаниях камеры МКФ-6 на заводе я провёл в нём не один день. Компенсация сдвига изображения производилась качанием аппарата в момент фотографирования. Для движения большой массы использовались достаточно мощные двигатели, силовые кабели которых производили наводку на бортовое оборудование космического аппарата. Именно прокладка этих кабелей опытным путём заняла много времени.

При съёмке с космического аппарата «Союз-22» фокусное расстояние камеры обеспечивало получение изображений в масштабе 1:2 000 000, что позволяло использовать их для свободного распространения отраслевым специалистам по ДЗЗ. Охват территории 160×110 км — меньше, чем у снимков со станции «Салют». В двух последних каналах съёмка выполнялась на инфракрасную плёнку, где разрешение было ниже. Однако окончательный результат получали в комбинации с изображением каналов высокого разрешения. Качество изображений позволяло обеспечить решение большого числа исследовательских и народно-хозяйственных задач.

Для совместного анализа набора изображений нашим немецким коллегам пришлось изготовить специальный синтезирующий проектор МСП-4. Комбинация изобра-

жений разных каналов проецировалась на экран с разными светофильтрами, и аддитивным способом на экране формировалось цветное изображение. Для уменьшения расходимости проекций с экраном совмещалась линза Френеля. Исходные изображения можно было проецировать с разной степенью яркости, использовать комбинацию негативных и позитивных копий, выбирать цвет светофильтра для проекции в каждом канале. При визуальном дешифрировании результат очень сильно зависел от опыта и интуиции оператора. Сегодня такой анализ выполняют компьютеры.

Эксперимент «Радуга» с космического аппарата «Союз-22» выполнялся при координации Совета «Интеркосмос»<sup>1</sup>. Это был новый этап сотрудничества социалистических стран, и Я.Л. Зиман предложил запустить с камерой космонавта из ГДР. Но время для подготовки было ограничено, и немецкий космонавт, Зигмунд Йен, полетел позднее. Спустя много лет, во время старта на Байконуре аппарата «Марс-Экспресс», мы делились воспоминаниями с бывшим зампредом «Интеркосмоса» В.И. Козыревым об этом периоде, и он рассказывал, как собирали интернациональный отряд космонавтов.

В период полёта «Союз-22» была организована трёхсменная работа наших специалистов в Центре управления полётом (ЦУП). В составе каждой смены работал метеоролог, специалист по планированию съёмки и специалист по функционированию съёмочной аппаратуры. Оперативное планирование съёмки с учётом прогноза облачности по каждому витку обеспечивало фотографирование каждого запланированного участка при максимальной видимости. После выполнения программы съёмок мы с Э.А. Горбушиной проанализировали эффективность такого планирования по метеорологическим материалам, с которыми мы работали в ЦУП. Получилась интересная методическая статья — эффект планирования оказался значительным. Некоторые из этих результатов приведены в книге «Союз-22» исследует Землю».

Многозональная съёмка привлекала внимание своими возможностями разные отрасли народного хозяйства. В отделе появился новый специализированный аэросъёмочный самолёт Ан-30. Его особенности — вынесенная остеклённая штурманская кабина в передней части самолёта под кабиной пилотов и наличие застеклённого люка для съёмочной аппаратуры. Место штурмана было оборудовано для выполнения программного разворота. Во время съёмки самолётом управлял он, а навигационные курсовые промеры для него выполнял борт-оператор. Пилоты во время съёмки могли отдыхать. Один из первых образцов такого самолёта после испытаний стал нашей летающей лабораторией. К этому времени в дополнение к АФА и телевизионной сканирующей системе он был оснащён ещё и многозональной камерой МКФ-6.

Это было время активного международного сотрудничества по программам «Интеркосмос». Всех интересовали возможности дистанционного зондирования с целью контроля окружающей среды, прогнозирования хода природных событий, возможности оценки потерь и урожайности. Кроме необъятных просторов нашей страны мы также выполняли аэросъёмку территорий ГДР, Болгарии, Монголии (рис. 5)... Нередко в отдельные полёты в качестве наблюдателей с нами летали отраслевые специалисты и космонавты.

---

<sup>1</sup> «Интеркосмос» — Совет по международному сотрудничеству в области исследования космического пространства при АН СССР.

Функции бортоператоров выполняли сотрудники отдела (рис. 6). При аэросъёмке участка территории самолёт облетает площадь параллельными маршрутами с разворотом на  $180^\circ$ . Из-за ветра ось самолёта всегда ориентирована под углом к курсу, а скорость меняется при изменении направления полёта. При съёмке для определения угла сноса на каждом маршруте оператор выполнял навигационные промеры с оптическим визиром ЭКП и сообщал результаты штурману. На каждом галсе<sup>1</sup> оператор разворачивал на этот угол АФА, а также по фактической скорости полёта задавал интервал фотографирования для выдерживания заданного перекрытия между кадрами. При ошибках оператора параллельные маршруты разойдутся, и получатся «штаны». Операторами АФА летали В. Савостьянов, М. Жаворонков, А. Сафиулин, а со сканером работали Р. Смирнов, С. Сосин, В. Крале-Марков. Самолёт перелетал из одного района работ в другой, базировался на разных аэродромах, и для обеспечения прохода все бортоператоры были приписаны к Мячковскому авиаотряду и имели соответствующие пропуска.

По договору с «Аэрофлотом» наш институт должен был обеспечивать полное лётное время его эксплуатации. Мы выполняли большой объём съёмочных работ по заказам различных организаций, как на территории нашей страны, так и за рубежом. Каждая командировка была продолжительной и часто ограничивалась только санитарной нормой: для членов экипажа это 75 часов налёта в месяц. Состав операторов периодически менялся от полёта к полёту. Однако случалось и так, что после возвращения выяснялось, что замены нет, и приходилось лететь ещё раз — ещё на месяц... Налёт дополнительно оплачивался, но длительная регулярная оторванность от дома иногда принималась просто.

Талант Я. Л. Зимана в этот период вышел далеко за рамки руководства отделом: он инициировал работы по анализу материалов съёмки, организовывал множество публикаций по результатам эксперимента «Радуга», привлёк к работе ведущих специалистов географического факультета МГУ. Понимая важность нового направления, он предложил издавать журнал «Исследование Земли из космоса» и соответствующий реферативный журнал в ВИНИТИ<sup>2</sup>. Ведущих сотрудников отдела и наших смежников он привлекал к реферированию зарубежных статей.

Надо отдать ему должное — это не только расширяло кругозор, но со временем я стал довольно сносно понимать профильные статьи на английском, французском, изредка на итальянском языках, а иногда приходилось разбираться даже с японским или китайским.

В этот же период начиналась эпоха массовой компьютерной обработки изображений. Работы, выполняемые до этого на больших ЭВМ, были сложными и малоэффективными по ряду причин. Лаборатория В. А. Красикова получила для работы специализированную ЭВМ (электронно-вычислительную машину) фирмы «Оптроникс». Новым направлением активно занимались В. Шамис, М. Хатунцева и В. Собчук. Появились первые публикации в сборниках ИКИ. Сегодня компьютеры обеспечивают анализ изображений для всех направлений исследований.

---

<sup>1</sup> Галс — отрезок прямолинейного пути самолёта от поворота до поворота при аэросъёмке площадного участка земной (или водной) поверхности.

<sup>2</sup> ВИНИТИ — Всероссийский институт научной и технической информации РАН.

Вспоминая нашу международную активность в этот период, замечу, что в рамках «Интеркосмос» проводились различные международные встречи по исследованию природной среды из космоса, мы выступали с докладами о наших успехах и перспективах. Значительный вес их организации нёс Г. А. Аванесов. Будучи старше и опытнее меня, он иногда давал мне ценные советы. Сожалею, что я не всегда им следовал.

Но не только на земную поверхность смотрели наши камеры. Комплект съёмочной аппаратуры на борту станции «Салют» состоял из двух камер БА-ЗК. Одна из них была ориентирована для съёмки вертикально вниз, в надир<sup>1</sup>, а вторая — вверх для синхронной съёмки звёздного неба. Из-за различий условий фотографирования при доработке камеры оснащались разными затворами. Некоторые результаты этих работ на станции были описаны в книге «Салют на орбите» (М.: Машиностроение, 1973. С. 160).

Идеологом технологии использования звёзд для координатной привязки результатов фотографирования был Ян Львович, который обладал большим практическим опытом военного штурмана. По его предложению на предприятии «Карл Цейс» началось проектирование первых датчиков звёздной ориентации на матричных фотоприёмниках. Важный вклад в их разработку внесли наши специалисты В. С. Савостьянов и В. А. Ваваев. Уникальное математическое решение задачи координатной привязки по группам звёзд предложил В. А. Красиков и реализовал его со своей командой — В. Собчук и Н. Снетковой.

Первые звёздные приборы были большими и тяжёлыми. Уже в наше время эти работы по координатной привязке послужили основой для широкой разработки серии уникальных датчиков для звёздной и солнечной ориентации в отделе под руководством Г. А. Аванесова. Эти электронные приборы сегодня автономно обеспечивают координатную привязку любых носителей.

Шло время активного международного сотрудничества в космосе. На одном из «Салютов» проходил французский эксперимент «Пирамиг», его участником был Б. С. Дунаев. Он первый побывал в Париже и потом рассказывал нам о нём.

Проявление фотоплёнки по эксперименту выполнялось в лаборатории Ю. М. Чеснокова, и Борис Дунаев привлёк меня для работы в «тёмной» комнате в качестве переводчика.

Во время перерыва на чай я попытался объяснить, из чего сделано овсяное печенье. Слова «овёс» я не знал. «Ну, это то, что лошади любят есть...» — это был мой первый опыт неформального общения с зарубежными коллегами.

Отвлекаясь, скажу, что впоследствии я много лет успешно сотрудничал с французскими специалистами по созданию разных приборов для космических исследований. Многие из них стали моими друзьями.

Мой интерес к оптическим методам обработки изображений и желание глубже понять возможности частотных методов подтолкнули меня к поступлению на инженерный поток физического факультета МГУ. Среди наших преподавателей был, ещё молодой тогда, Ю. П. Пытьев, на работы по морфологическому анализу изображений которого сегодня часто ссылаются в докладах на конференциях по техническому зре-

---

<sup>1</sup> Надир — направление, указывающее непосредственно вниз под конкретным местом, то есть это одно из двух вертикальных направлений, ортогональных горизонтальной плоскости в данной точке; противоположное надиру направление называется зенитом.

нию, проходящих в ИКИ. Полученный во время учёбы практический опыт работы с когерентной оптикой позволил мне заняться поиском новых методов получения видеoinформации. Вместе с В. Л. Мешкой, который имел опыт работы с лазерами и создал в нашем КИС (контрольно-испытательной станции) экспериментальный оптический стенд, мы проверяли их эффективность. Некоторые из них удалось запатентовать.

Материалы съёмки внедрялись, но их потенциальные возможности не были исчерпаны полностью. Административные ограничения не позволяли нам дать потребителям высокоинформативные снимки с высоким разрешением. Получение набора изображений в разных зонах электромагнитного спектра давало возможность эффективно дешифровать площадные объекты по их спектральным особенностям даже при сравнительно невысоком пространственном разрешении съёмочной системы. Однако многие задачи требуют наблюдения деталей пространственной структуры объектов. Это важно при решении таких задач как определение пород и возрастного состава деревьев, наблюдения характера волн в акваториях морей и поиск судов в океане, определение ориентации барханов в пустынях, анализ геологических структур разломов и многих других. Однако, несмотря на имеющиеся технические возможности, ограничения допустимого для распространения масштаба снимков в то время зачастую не позволяли нам использовать аппаратуру с требуемыми характеристиками для обеспечения необходимой детальности изображений. Мы долго думали с Ю. М. Чесноковым над этой проблемой. Для получения информации о характере пространственных деталей изображения нами был предложен способ структурозональной съёмки. Его активно поддержал Я. Л. Зиман, который опубликовал первую статью на эту тему.

Как и при многозональной съёмке, идея состояла в получении набора изображений, каждое из которых содержало бы информацию о пространственных структурах разной частоты. Для этого применялась довольно сложная технология. Производилась съёмка с высоким разрешением по типу сканирующих систем, но с промежуточным запоминанием последовательности участков мгновенного поля зрения, наблюдаемых в процессе сканирования. Затем этот участок на промежуточном носителе освещался когерентным излучением с оптическим преобразованием изображения в его пространственный спектр Фурье, затем, уже в спектре, выделялись отдельные зоны по пространственной частоте или направлению. Интегральные оценки, получаемые в разных зонах пространственного спектра, содержат информацию о деталях разного размера и их направленности, а развёртка их, как результат сканирования, может быть представлена в форме набора изображений. Формально разрешение такого изображения определяется размером мгновенного поля зрения при сканировании, а информационное содержание позволяет оценивать характеристики мелкой структуры в нём. Эти изображения набора зон пространственного спектра могут быть также представлены в виде псевдоцветного изображения, как это делают при многозональной съёмке. Области различных цветов в таком изображении характеризуют области распространения объектов с определёнными пространственными характеристиками.

Работы по структурозональной съёмке выполнялись с большим энтузиазмом. Было получено несколько изобретений. По заданию Ю. М. Чеснокова первое макетное устройство для него с преобразованием Фурье было собрано К. А. Крауш. На нём были выполнены первые эксперименты по структурозональному преобразованию реальных снимков. Конструкторскую разработку рабочей версии устройства для такого

преобразования выполнила группа А. Н. Дроханова. Много позднее он повторил это устройство в ФИАН. С расширением этих исследований в работу включились смежные соисполнители. В Специализированном конструкторско-технологическом бюро (СКТБ) «Оптоэлектроник» Кишинёвского государственного университета (КГУ) разрабатывался узел промежуточного запоминания изображения на термопластичном носителе. Его директор, А. А. Форш, позже стал заведующим нашим отделом в ИКИ. Технические возможности создания аппаратуры структурозонального анализа в рамках сотрудничества прорабатывали также в ГДР, где были получены интересные результаты. В Лаборатории аэрокосмических методов МГУ и в Институте физики Земли в Потсдаме (ГДР) изучали практические возможности метода в применении к задачам дешифрирования. По результатам некоторых из этих работ был издан сборник статей в ИКИ РАН в рамках Географического общества СССР.

К сожалению, по ряду объективных и субъективных причин эти работы были закрыты. Техническая сложность и быстрое развитие электронных средств наблюдения отодвинуло этот метод. Однако, как метод преобразования и выделения целевой пространственной информации, он далеко не исчерпан и сегодня. В продолжение наших совместных работ, анализируя структурное содержание аэрокосмических изображений на основе представлений волновой физики, Ю. И. Фивенский в Лаборатории аэрокосмических методов МГУ получил диплом на открытие под названием «Малые кольцевые структуры рыхлых отложений земной коры». Опыт его приложения к задачам поисковой геологии показал, что на этой основе существует эффективная альтернатива опасному для природы геофизическому методу сейсморазведки.

Эпоха космических фотографирующих систем для нас заканчивалась. Их место сегодня заняли электронные съёмочные системы с новыми возможностями. Кроме применения многозональных съёмочных систем всё шире начинают использоваться видеоспектрометры. Мало кто знает, что первая лётная конструкция видеоспектрометра была изготовлена по заданию Г. А. Аванесова для спутника «Метеор» специалистами кафедры спектроскопии и КБ ЛИТМО<sup>1</sup> под руководством К. Н. Чикова и В. М. Красавцева и при участии нашего специалиста В. А. Ваваева. К сожалению, по непонятным причинам его не запустили.

С приходом Р. З. Сагдеева к руководству институтом направление работ отдела опять повернуло в сторону планетных исследований.

Все хорошо помнят эпохальный для ИКИ проект ВЕГА («Венера» и «Галлей»), который разрабатывался в широкой международной кооперации. Под руководством Г. А. Аванесова для него был изготовлен цифровой телевизионный видеоинформационный комплекс, впервые для космического применения — на матричных фотоприёмниках. Большая команда наших специалистов работала с Г. А. Аванесовым в Венгрии. Среди них И. В. Баринов, В. И. Тарнопольский, а также специалисты из нашего СКБ КП (Специального конструкторского бюро Космического приборостроения ИКИ РАН) и ЛИТМО. Фотоприёмные матрицы космического применения были специально изготовлены для этого на Ленинградском предприятии НПО «Электрон» под руководством И. Н. Сурикова. Для оснащения основных телекамер двух станций «Вега» были

---

<sup>1</sup> КБ ЛИТМО — Конструкторское бюро Ленинградского института точной механики и оптики (ныне Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики).

изготовлены два варианта зеркальных длиннофокусных объективов — французский и российский. Российский вариант был разработан в ЛИТМО на знаменитой русиновской кафедре прикладной оптики Г. И. Цукановой при участии КБ ЛИТМО под руководством Д. М. Румянцева.

Телевизионный комплекс размещался на подвижной платформе АСП-Г (автоматическая стабилизированная платформа), которая разрабатывалась кооперацией чешских предприятий. С нашей стороны руководил этими работами Б. С. Новиков, в его команде было много хороших специалистов. В том числе опытные инженеры — Г. Сасин, А. Матвеев, В. Ерёмин, Г. Зубенко, и молодые — А. Киселёв, А. Бубнов. АСП-Г была оборудована собственной цифровой и аналоговой системами наведения. Вместе с Б. Дунаевым и В. Савостьяновым мне довелось участвовать в разработке для неё аналогового датчика наведения АДН-8 и испытаниях всего комплекса. Мы работали на динамическом стенде в Москве и в Чехословакии на заводе VPZ Běchovice<sup>1</sup> в Праге, где были изготовлены платформы АСП-Г для проекта ВЕГА и станции «Мир». В работе нам помогали там наши контролёры Б. Кругляк и Р. Мельников. Вся страна следила за полётом двух аппаратов к комете Галлея. Вспоминаю, как мы радовались, когда на втором аппарате сработал АДН-8 — аналоговый датчик, который числился резервным. Успех проекта был высоко оценён.

После феерического успеха ВЕГИ в 1988 году был предпринят полёт на Фобос. На борту космической станции находился видеоспектрометр «ВСК Фрегат», который разрабатывался в кооперации с болгарскими специалистами команды Д. Н. Мишева — среди них А. Крумов, Д. Петков и многие другие. С нашей стороны работала большая команда, в которую входили специалисты разного профиля. Большой вклад внесли в его создание оптики из ЛИТМО К. Н. Чиков, В. М. Красавцев, а также работавшие с нами в Болгарии В. Кананыхин и С. Марков. На сборке работали наши монтажники. Организацией работ занимался В. Фёдоров, электроникой — В. Дятловский и И. Бариннов, механикой — В. Панфёров, я выполнял оптическую юстировку и спектральные измерения, Г. Голубков выполнял контроль и помогал нам в испытаниях. Два года мы работали с болгарскими коллегами как общая команда. Одновременно в ГДР для видеоспектрометра делали блок памяти, в чём участвовал В. Муравьёв. «ВСК Фрегат» тоже был прибором на матричных фотоприёмниках. Он имел три канала телевидения с цветными светофильтрами, два из которых — широкоугольные (красный и синий), один — длиннофокусный (зелёный), а также — четвёртый — спектрометрический канал. Перед объективами отклонялось общее для всех каналов зеркало-крышка, которое позволяло изменять направление наблюдения с несколькими фиксированными углами, а в закрытом положении производить калибровку. Планетарный механизм открытия крышки разработали для него в Армении. Мы предложили использовать телевизионный канал при навигационных определениях. Для этого была разработана технология юстировки камер при сборке с привязкой к посадочному месту и предусматривалась выставка на борту космического аппарата. Хотя посадка на поверхность не была осуществлена, тем не менее, при полёте к Фобосу было получено большое количество новой интересной информации, которая была опубликована. По получен-

---

<sup>1</sup> VPZ Běchovice — завод в Беховице, Vývojová a provozní základna výzkumných ústavů (чешск.) (развития и оперативной базы научно-исследовательских институтов).



ным материалам издательством «Наука» была издана книга «Телевизионные исследования Фобоса».

Ещё одним большим проектом с международным участием, в котором важная роль отводилась съёмочным системам, был космический аппарат «Марс-96». Научным руководителем был В. И. Мороз. Основные научные видеоинформационные приборы были размещены на подвижной платформе «Аргус» (рис. 7), которую разработали в НИИ Трансмаш<sup>1</sup>. Координацию работ по этим приборам осуществлял Г. А. Аванесов. Среди них были две немецкие телевизионные камеры на линейках твердотельных фотоприёмников — длиннофокусная HRSC (High Resolution Stereo Camera) и широкоугольная — WAOSS (Wide-Angle Optoelectronic Stereo Scanner). Они должны были обеспечивать стереосъёмку по трассе полёта. Объектив для камеры WAOSS изготовили в ЛИТМО. Для определения автономной ориентации на платформе использовался датчик звёздной ориентации.

Основным научным прибором на платформе «Аргус» был видеоспектрометр ОМЕГА, который разрабатывался французскими специалистами в кооперации с итальянскими и российскими. Несколько лет мы работали бок о бок с нашими французскими коллегами. Техническим руководителем работ по прибору был А. Суффло, конструктором оптической части был молодой П. Рабу, тепловые вопросы решал А. Семери, Идеологию программной части прибора создавал И. Ланжевен, а подготовкой испытательных программ занимались Ж. Березне и Ж.-Ф. Руаг.

Во Франции разработали несущую конструкцию с системой охлаждения и основной двухканальный спектрометрический длинноволновый блок спектрометра. В Италии для него сделали видимый канал спектрометра на голографической решётке. Наша сторона поставляла зеркальный объектив для основного инфракрасного канала спектрометра, сканирующую систему с качающимся зеркалом и электроникой управления для развёртки изображения поперёк полёта, а также полупроводниковые тепловые трубы для системы охлаждения фотоприёмника. Это был прибор нового поколения, который должен был обеспечить получение 256 изображений в разных зонах спектра в широком диапазоне от 0,35 до 5 мкм. Для калибровки видеоспектрометра в полёте по солнечному свету на борту был установлен отражающий диффузный экран, разработанный вместе с ВНИИОФИ<sup>2</sup> под руководством С. П. Морозовой.

Платформа «Аргус» обеспечивала разворот прибора в калибровочное положение. Элементы зеркального объектива также изготовили во ВНИИОФИ, а его сборку традиционно выполнили под руководством Д. М. Румянцева в ЛИТМО. Конструкцию сканирующего узла разработали специалисты нашего СКБ КП ИКИ в Тарусе Э. Рожавский и В. Летуновский, а электронику для него — П. Моисеев. Сканирующее зеркало подвешивалось на упругом торсионе. Такой механизм не требует смазки, а значит — не загрязняет оптический канал спектрометра. К сожалению, старт проекта был неудачным. Это было большой потерей для Института и для всех разработчиков.

---

<sup>1</sup> НИИ Трансмаш — ныне ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт транспортного машиностроения» («ВНИИТрансмаш»).

<sup>2</sup> ВНИИОФИ — Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений.

Чтобы в какой-то мере её компенсировать, ЕКА<sup>1</sup> решило запустить резервные приборы в составе европейского аппарата «Марс-Экспресс». В.И. Мороз предложил мне организовать наше участие в этом проекте с резервными приборами. Однако баллистические условия функционирования на орбите Марса в этом проекте отличались от тех, что были заложены в «Марс-96». Менялись требования к механизму развёртки, к жёсткости торсиона. К этому времени изменился также состав выпускаемых электронных компонент, из-за чего механизм сканирования для видеоспектрометра ОМЕГА пришлось делать заново. Замечательную команду специалистов собрал для этой работы Ж.-П. Бибринг. В организации работ участвовал Ж.-К. Баррер, электронику вёл П. Энь, много сил в отработку прибора вложила Б. Гонде...

В 2003 году космический аппарат «Марс-Экспресс» был запущен с космодрома Байконур. В 2013 году мы отметили 10 лет с начала успешной работы видеоспектрометра ОМЕГА на орбите Марса. В связи с юбилеем я был отмечен Сертификатом ЕКА за вклад в осуществление проекта. За прошедшее время было выполнено огромное количество наблюдений Марса, получены уникальные научные данные. Большой коллектив специалистов из разных стран использует теперь полученные материалы в своих исследованиях. Опубликована не одна сотня статей. Приборы на КА «Марс-Экспресс» продолжают работать.

Сейчас мы готовим новые инструменты для полёта на Меркурий по проекту «БепиКоломбо» (BepiColombo). Это ультрафиолетовый спектрометр «Фебус», который мы изготавливаем в кооперации с французскими и японскими специалистами для европейского аппарата МРО (Mercury Planetary Orbiter), и натриевая камера для японского аппарата ММО (Mercury Magnetospheric Orbiter), которую мы разрабатываем вместе с японскими специалистами. Координатор работ по приборам — В.И. Гнедых. Научный руководитель — О.И. Кораблёв.

Важную роль в создании этих приборов сыграло Научно-производственное предприятие «Астрон Электроника», организованное П.П. Моисеевым в Орле.

Запуск планируется в 2016 году. К приборам предъявляются повышенные требования — их ждёт шесть лет перелёта...

Работа продолжается — впереди снова Луна, Марс, Меркурий, спутники Юпитера...

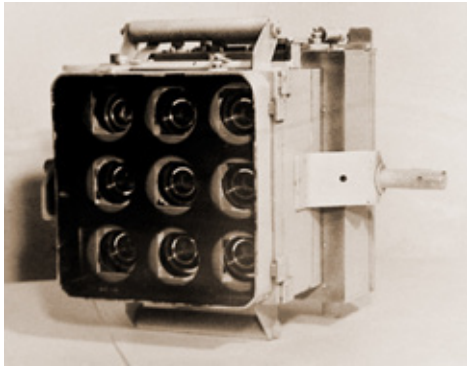
Моё беглое повествование, конечно, не даёт полной картины всего сделанного, не называет всех, с кем я работал. Это только отдельные моменты нашей истории. Я хотел лишь отметить вехами тот длинный путь, который был пройден нами за многие годы, напомнить, как изменилась за это время применяемая техника, и вспомнить, как много разных людей внесло свою лепту на каждом его этапе. Этот путь не был усыпан розами, чаще мы натыкались на шипы.

---

<sup>1</sup> ЕКА — Европейское космическое агентство (European Space Agency — ESA).



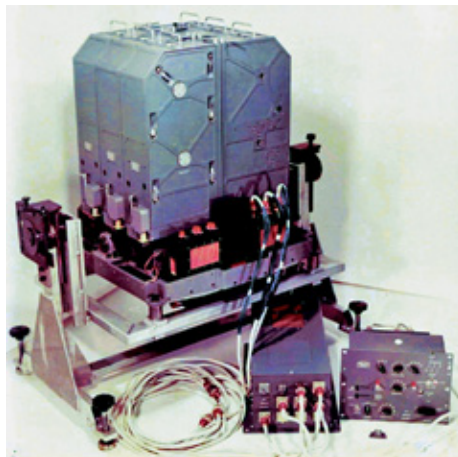
**Рис. 1.** Экипаж «Лунохода». Непоклонов — второй справа



**Рис. 2.** Многозональная камера  
И.Г. Индиченко



**Рис. 3.** Установка камеры ЛКСА-3



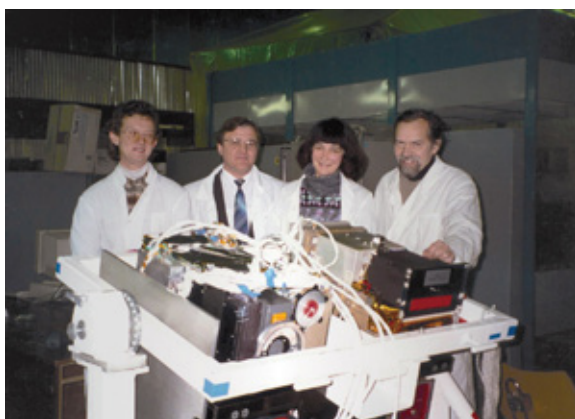
**Рис. 4.** Прибор МКФ-6



**Рис. 5.** Экипаж Ан-30 с монгольскими космонавтами



**Рис. 6.** Слева направо: В.С. Савостьянов, Ю.М. Чесноков, В. Дятловский, В.А. Котцов



**Рис. 7.** Приборы на платформе «Аргус». Слева направо: Оливье, Муравьев, Зарецкая, Котцов

# БИТВА ЗА МАРСИАНСКОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

*О.Л. Вайсберг*

Марс с самого начала был одной из основных целей Советской космической программы. Фридрих Цандер — один из основателей ГИРД<sup>1</sup> и конструктор первых отечественных жидкостных ракет в начале 1930-х годов провозгласил лозунг: «Вперёд на Марс!»

Для Сергея Павловича Королёва задача достижения Марса тоже была приоритетной: он был автором амбициозного марсианского проекта и конструктором «Марса-1», запущенного 1 ноября 1962 года, к сожалению, переставшего выходить на связь с Землёй после удаления от неё на 106 млн км.

Долгое время Марс был среди целей космической программы СССР, ввиду чего первым большим проектом недавно образованного ИКИ стал МАРС-69. Помню, с каким энтузиазмом научные работники и инженеры института трудились над этой, тогда грандиозной, миссией.

В содружестве с инженерными фирмами были разработаны, изготовлены и испытаны два многотонных космических аппарата (КА), которые были запущены летом 1969 года с помощью ракет «Протон». В тот период произошло несколько аварий при пусках этих ракет. Две из них несли спутники к Марсу. Первая ракета с марсианским зондом долетела до Кызыла, а вторая упала на старте.

Помню, с каким ужасным настроением я уходил из московского центра управления в Хамовниках после этих запусков. Среди большой научной нагрузки МАРС-69 был и энерго-масс-спектрометр РИП-803 для отдельного измерения ионов солнечного ветра, который мы с моими молодыми, как я, коллегами придумали, а сотрудники СНИИП<sup>2</sup> во главе с удивительным человеком и гениальным инженером Борисом Исааковичем Хазановым разработали и изготовили. Это был первый энерго-масс-анализатор для исследования межпланетной плазмы, но в результате аварий «Марс-69» нас опередили американцы, запустившие похожий прибор на спутнике IMP в 1971 году Кис Огилви (Keith Ogilvie).

Ранее созданный для исследования Марса прибор, РИП-801, работал на КА «Прогноз-2» в 1972 году и позволил получить интересные данные о солнечном ветре и ударных волнах в космической плазме.

В ИКИ при работе над проектом МАРС-69 не возникало возражений по поводу того, что приборы для исследования магнитного поля и плазмы у планет, и в частности, у Марса, являются важной частью планетных исследований. Поэтому на МАРС-69 были установлены три прибора для исследования околомарсианского пространства: магнитометр (руководитель — Шмая Шлёмович Долгинов из ИЗМИРАН<sup>3</sup>), плазменные

<sup>1</sup> ГИРД — Группа изучения реактивного движения — научно-исследовательская и опытно-конструкторская организация, занимавшаяся разработкой ракет и двигателей к ним.

<sup>2</sup> СНИИП — ОАО «Специализированный научно-исследовательский институт приборостроения».

<sup>3</sup> ИЗМИРАН — Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН.

ловушки для ионов и электронов (руководитель — Константин Иосифович Грингауз из Радиотехнического института АН СССР) и наш энерго-масс-спектрометр РИП-803.

После неудачи проекта МАРС-69 на заседании под руководством Мстислава Всеволодовича Келдыша в актовом зале Института прикладной математики (ИПМ) состоялось обсуждение проекта МАРС-71. На заседаниях и семинарах в ИПМ тогда присутствовали практически все научные работники страны, занятые в космических исследованиях.

На этом заседании К. И. Грингауз, Ш. Ш. Долгинов и я представляли предложения по экспериментам. Неожиданно ведущий планетолог из ИКИ выступил против включения в программу экспериментов по исследованиям магнитного поля и плазмы у Марса под предлогом того, что эти исследования не имеют отношения к исследованию планеты.

Я, тогда ещё молодой человек, не имевший собственных экспериментальных исследований в космосе, попросил слова и у доски изложил стоявшему рядом М. В. Келдышу, что можно ожидать от плазменных и магнитных измерений у Марса. При этом я использовал рисунки, поясняющие проблему и предлагаемый эксперимент (рис. 1). М. В. Келдыш слушал внимательно и принял решение о включении предлагавшихся нами трёх экспериментов в программу МАРС-71.

В это время мы договорились с Б. И. Хазановым об использовании в наших приборах нового типа детекторов — канальных электронных умножителей (КЭУ), которые уже использовались американскими исследователями в плазменных приборах. Это были миниатюрные детекторы, позволяющие делать многоканальные приборы. В СССР такие детекторы не выпускались, и мне удалось договориться с директором Всесоюзного научно-исследовательского института электроннолучевых приборов (ВНИИЭЛП) Георгием Сергеевичем Вильдгрубе о разработке первых в СССР приборов этого типа.

Тогда слово «космос» имело особый смысл и вес, часто открывавшие важные двери, и даже я — молодой человек — мог свободно договариваться с таким известным и влиятельным лицом как Г. С. Вильдгрубе о новой работе. Он даже отдавал мне хранящиеся в его шкафу образцы приборов.

Так в СССР появились первые КЭУ, и они были использованы в приборах для экспериментов на спутниках Марса и Венеры.

С лёгкой руки М. В. Келдыша три эксперимента достаточно успешно работали на первых спутниках Марса «Марс-2» и «Марс-3». На самом деле, в программе МАРС-71 было изготовлено три межпланетные станции: две — с посадочными аппаратами и одна — без него. Она и стартовала первой, была выведена на парковую околоземную орбиту, но на ней и осталась. Говорили, что в его вычислительную машину неверно было введено время, а младшие разряды были введены на место старших, и наоборот. Оставшемуся на парковой орбите «Марсу-2» дали имя «Космос-419». Так «Марс-3» и «Марс-4» превратились в «Марс-2» и «Марс-3» (рис. 2). Оба они достигли Марса и стали первыми его искусственными спутниками. Для меня и для моих коллег это были первые осуществлённые космические эксперименты.

Некоторые мои хорошие знакомые-учёные считают, что надо гордиться научными результатами, а не космическими проектами, в которых ты участвовал. Конечно, для научного работника важны научные результаты. Но для того, кто готовил эксперименты для космических проектов, реализованные проекты имеют особенно большое значение.

Эксперимент готовится долго, в наше время — не менее пяти лет. И если твой прибор улетел в космос и дал данные для интересной научной работы, то это основание гордиться участием в этом проекте. В моей жизни было много приборов, которые погибли при запусках, и тем ценнее стали те, которые долетели до цели.

Что касается межпланетных станций «Марс-2» и «Марс-3», то первые результаты измерений нашим прибором РИЭП-2801 были получены при пролёте магнитно-плазменного шлейфа Земли на пути к Марсу на расстоянии 3 млн км. Для нашей молодой группы это было особым событием — увидеть данные измерений прибора, в создании которого мы принимали участие, — необыкновенное наслаждение, особенно в первый раз, а если из этого получен новый результат — то удовольствие вдвойне. В моей жизни эти первые измерения были особенно значимы, так как позволили отбить атаку недоброжелателей, которые пытались закрыть для меня и моих коллег доступ к планетным исследованиям (потом оказалось, что это была не последняя попытка).

Когда «Марс-2» и «Марс-3» достигли цели и передали на Землю данные с нескольких орбит вокруг Марса, у нас появилась уверенность, что наши приборы обнаружили ударную волну в потоке околосолнечного солнечного ветра. На самом деле, первый признак такой ударной волны был получен американским пролётным космическим аппаратом и основывался на возрастании магнитного поля на фланге Марса. Однако эти данные не были достаточно убедительными, о чём свидетельствовало несколько противоречащих друг другу публикаций американских исследователей. Наши же данные обнаружили скачкообразные возрастания температуры, сопровождающие торможение потока плазмы, и эти скачкообразные изменения ложились на характерную кривую для околосолнечной ударной волны. Поэтому я решил срочно опубликовать эти данные — до того как остальные участники проекта убедили директора ИКИ академика Г. И. Петрова коллективно обсудить все измерения плазмы и магнитного поля. В этом мне помог заместитель директора Георгий Степанович Нариманов, подписавший представление статьи в журнал «Доклады Академии Наук СССР». Я считал важным зафиксировать приоритет результата, особенно в связи с предшествующими событиями.

Советские результаты исследования плазмы и магнитного поля возбудили большой интерес у американских исследователей, особенно у известного учёного Нормана Несса (Norman Ness), одного из первооткрывателей околосолнечной ударной волны. Он приезжал в СССР, чтобы самолично ознакомиться с советскими результатами.

Измерения плазмы и магнитного поля К. И. Грингаузом, Ш. Ш. Долгиновым и нами совместно с нашими коллегами стали основой многочисленных обсуждений и довольно большого количества публикаций, причём весьма противоречивых. Одним из серьёзных причин возникших противоречий было то, что аппараты «Марс-2» и «Марс-3» имели большую высоту перицентров орбит над поверхностью Марса — более 1 тыс. км. Так как ударная волна у Марса расположена на дневной стороне, на сравнительно близком от планеты расстоянии, а орбиты «Марс-2» и «Марс-3» во время активного их существования не пересекали плазменно-магнитную оболочку Марса на ночной стороне, то основная информация о положении и размере этой оболочки могла быть получена только из положения ударной волны (то, что «Марс-2» на некоторых витках всё-таки пересекал её, выяснилось позже).

Таким образом, на первых порах внимание К. И. Грингауза, Ш. Ш. Долгинова и моё было сосредоточено на положении ударной волны. Это всем нам казалось особенно

существенным, так как все увлекались положением ударной волны как индикатора размера препятствия потоку солнечного ветра у Марса. Для анализа использовалось сравнение с гидродинамической моделью обтекания препятствия. Хотя первые модели не учитывали влияния магнитного поля, правомерность вытекала из результатов успешного сравнения положения околоземной ударной волны и границы препятствия у Земли — магнитопаузы.

Так как число зарегистрированных пересечений ударной волны было невелико (включения нашей группы приборов было ограничено из-за более низкого присвоенного приоритета по сравнению с приборами для исследования атмосферы), положение подсолнечной точки определялось по сравнению наблюдавшихся пересечений с моделями, выбранными участниками трёх экспериментов независимо. Тем не менее, при всей разнице оценок, полученное положение ударной волны было дальше от планеты, чем можно было объяснить предположением о том, что препятствием потоку солнечного ветра является ионосфера Марса.

К этому времени не было достаточного понимания процессов взаимодействия солнечного ветра с газовыми препятствиями. Поэтому К. И. Грингауз и Ш. Ш. Долгинов заключили, что относительно удалённое положение ударной волны от Марса объясняется наличием у него собственного планетного магнитного поля. Сделав оценки размера препятствия по газодинамической модели с использованием измеренных положений ударной волны, необходимую величину магнитного момента Марса они вычислили уже по полученным результатам.

Наши расчёты на основе измерений ионов давали несколько более близкое положение ударной волны, чем расчёты группы К. И. Грингауза, основанные на измерениях электронов, которые давали несколько более удалённое её положение.

С использованием собственной аппроксимации полученных результатов мы получили более близкое к Марсу положение ударной волны, но заключили, что помимо ионосферы для зарегистрированных пересечений ударного фронта необходимо что-то ещё.

Определённое основание для того, чтобы подвергнуть сомнению заключение К. И. Грингауза и Ш. Ш. Долгинова о существовании собственного планетарного магнитного поля Марса, возникло у нас ввиду регистрации нашим прибором потоков ионов относительно малых энергий, порядка нескольких десятков электронвольт, на ближайших к планете участках орбиты аппаратов-спутников.

Мы посчитали регистрацию низкоэнергичных ионов входом в препятствие солнечному ветру и назвали эту область ионной подушкой. Вместе с моим коллегой, Анатолием Владимировичем Богдановым, мы сравнили наблюдения на КА «Марс-2» и «Марс-3» с измерениями посадочного модуля «Венера-4» и пролётного аппарата у Венеры «Маринер-5» и пришли к выводу о схожести процессов у Марса и Венеры. Оснований считать, что у Венеры есть собственное магнитное поле, не было. Таким образом, наш вывод, отличный от выводов К. И. Грингауза и Ш. Ш. Долгинова, состоял в том, что одним магнитным полем Марса нельзя объяснить полученные данные.

Мы жили в счастливое время, когда зонды к Марсу и Венере запускались с интервалом приблизительно в два года. Ожидать следующих экспериментов было достаточно оснований. Главный конструктор Научно-производственного объединения (НПО) им. С. А. Лавочкина, Георгий Николаевич Бабакин, отличался смелостью и умением



создавать надёжные космические аппараты. И, действительно, за МАРС-71 последовал МАРС-73.

Программа двух спутников обсуждалась заново. Мы опять столкнулись с возражением главного специалиста по планетам в ИКИ на включение в программу исследований магнитного и плазменных экспериментов. В этот раз М. В. Келдыш не стал принимать решения сам, а поручил вице-президенту АН СССР, академику Б. П. Константинову, разобраться с программой. Я приехал на заседание его комиссии и изложил свои аргументы в пользу нашей с К. И. Грингаузом и Ш. Ш. Долгиновым программы. На этом заседании против наших экспериментов выступил и директор ИКИ академик Г. И. Петров, но Б. П. Константинов, тем не менее, принял решение включить плазменно-магнитный комплекс в программу МАРС-73.

В программе проекта было четыре аппарата: два пролётных и два спутника. Пролётные аппараты «Марс-6» и «Марс-7» сбросили посадочные модули на Марс, «Марс-5» вышел на орбиту спутника, а «Марс-4», к сожалению, пролетел мимо планеты. Но для трёх наших групп это всё равно был праздник. Хотя «Марс-5» также имел достаточно высокий перицентр, его орбита на больших высотах проходила частично на ночной стороне, а это открывало новые возможности.

Наши измерения на дневной стороне не добавили ничего нового, чтобы изменить выводы групп К. И. Грингауза и Ш. Ш. Долгинова, с одной стороны, и нашей группы, с другой. Но измерения на ночной стороне дали исключительно интересный материал.

На начальной стадии анализа измерений мне пришлось довольно туго. Дело в том, что наш прибор РИЭП-2801 (номенклатура СНИИП) имел несколько электростатических анализаторов, в которых в качестве датчиков ионов были КЭУ ВНИИЭЛП.

Эти анализаторы измеряли ионы в разных диапазонах энергий. Два из них измеряли спектр солнечного ветра и во время перелёта регистрировали его с разной чувствительностью (это характерно для так называемых ненасыщенных детекторов). Однако на орбите Марса эти два анализатора регистрировали разные по форме энергетические спектры ионов, в отличие от измерений в солнечном ветре, и не было ясно, какому из них верить, — в этом состояла вся серьёзность проблемы. Мы не знали, не связаны ли эти расхождения с каким-то важным недостатком одного из приборов.

Было понятно, что необходимо провести тщательный анализ работы запасного прибора и, в особенности, КЭУ того типа, что установлены в приборе на «Марс-5». В то время наша наземная экспериментальная база была недостаточно состоятельной, чтобы провести тщательный анализ. Я обратился к заведующему лабораторией нашего института Владасу Брониславовичу Леонасу, у которого была богатая экспериментальная база для исследования элементарных атомных процессов. Он согласился предоставить мне возможность работать на одной из установок, на которой я смог провести анализ работы КЭУ при регистрации ионов разных масс и энергий. Благодаря этому я установил, что КЭУ, работающие в ненасыщенном режиме, имеют разную чувствительность к тяжёлым (например, кислород) и лёгким (водород и гелий) ионам. При этом при изменении общей чувствительности КЭУ различие в эффективности регистрации тяжёлых и лёгких ионов тоже изменяется.

Таким образом, у нас в руках оказалось два уравнения (разные КЭУ двух анализаторов) с двумя неизвестными (тяжёлые и лёгкие ионы). Это позволило нам по показаниям этих анализаторов нашего прибора на «Марс-5» разделить спектры лёгких

(в основном, протоны) и тяжёлых (скорее всего, по данным измерений, ионы кислорода) ионов. Наши измерения на «Марс-5» показали, что чем ближе аппарат-спутник к Марсу, тем больше в потоке плазмы ионов кислорода.

С этими результатами я выступал от имени нашей группы на международной конференции «Взаимодействие солнечного ветра с планетами Меркурий, Венера и Марс», которая состоялась в Москве в 1975 году. Там было сделано замечательное коллективное фото (рис. 3) участников конференции, где запечатлены почти все учёные, занимавшиеся проблемой взаимодействия солнечного ветра с этими планетами.

Одним из убедительных свидетельств правильности интерпретации наших измерений для меня стало то, что тяжёлые ионы были только добавкой в потоке плазмы на большем расстоянии от оси Солнце-Марс на ночной стороне планеты, но являлись преобладающим компонентом потока ближе к оси. При приближении к ней смена между двумя режимами происходила резко, и эта граница совпадала со скачком магнитного поля.

Таким образом, обработанные нами результаты измерений показали наличие плазменного хвоста планетарного происхождения, совпадающего с магнитным хвостом. Наши измерения также показали, что через хвост Марса происходят существенные атмосферные потери, индуцированные солнечным ветром (рис. 4).

К. И. Грингауз со своими сотрудниками пришли к другой интерпретации на основе своих измерений ионов и электронов в хвосте Марса. Они интерпретировали их как измерения в шлейфе без резкой границы, заполненном горячей плазмой. И Ш. Ш. Долгинов, и К. И. Грингауз приводили новые оценки магнитного момента Марса, исходя из размеров полости, образуемой планетой в потоке солнечного ветра (рис. 5).

Следующим этапом обсуждений явился замечательный симпозиум по физике солнечно-планетной обстановки в Боулдере (Boulder), США, проводившийся летом 1976 года. Грингауз, Долгинов и я были среди докладчиков. Оба моих оппонента защищали концепцию планетарного магнитного поля Марса. Я рассказал о своей интерпретации измерений, подтверждавшей поток планетарных ионов, идущих через хвост Марса, и указал на противоречия в доказательстве существования планетарного магнитного поля. Удивил меня и некоторых участников доклад Ш. Ш. Долгинова, который после краткого введения о своих результатах перешёл на критику моих работ. Его доклад продолжался около часа, несмотря на попытки конвенера остановить его по истечении установленного времени. Другим «неудалёмым с трибуны» был гость симпозиума космонавт Виталий Севастьянов, который с энтузиазмом в течение часа рассказывал учёным о своих подвигах.

После нашей сессии ко мне подошёл известный американский учёный Дейв Эванс и высказал мне свои сомнения по поводу моей интерпретации измерений с помощью КЭУ. Я не мог не прислушаться к замечаниям Дейва, который был высшим авторитетом в области применения КЭУ в космосе и начал использовать их в своих экспериментах раньше меня.

В Москву я вернулся с определённым беспокойством и намерением продолжить работу по анализу данных измерений у Марса. Всегда сомневаться в своих и чужих результатах — одно из необходимых качеств научного работника.

В Москве скоро произошло приятное событие: новый директор ИКИ, академик Р. З. Сагдеев, решил преобразовать мою группу в лабораторию. Его отношение ко мне

колебалось от отрицательного к благоприятному. По-видимому, он посчитал моё участие в Боулдерском симпозиуме (я также выступал с нашими результатами по исследованию Венеры) достаточно удачным.

Был продолжен анализ наших измерений у Марса. Помимо замечаний Дейва, а также необходимости найти дополнительные свидетельства правильности (или ложности) интерпретации наших измерений, надо было ответить на критику К.И. Грингауза и его сотрудников, которую они изложили в научной печати. В своей работе они утверждали, что наша интерпретация не верна, что связано с незамеченной нами зависимостью чувствительности детекторов от энергии ионов.

Наши измерения у Марса с двумя детекторами, практически на одной энергии, я проверил, что позволило полностью исключить зависимость от энергии в сравнении данных двух детекторов. В результате оказалось, что основной признак изменения состава ионного потока у Марса сохраняется: отношение концентрации тяжёлых ионов к концентрации лёгких, выражающееся в данном случае в отношении сигналов двух детекторов, увеличивается по мере приближения к Марсу.

Таким образом, подтвердился вывод о том, что в потоке плазмы вблизи Марса доля тяжёлых ионов увеличивается по мере приближения к планете, а в её хвосте тяжёлые ионы доминируют.

К тому же я нашёл подтверждение наших результатов в измерениях энергетических спектров ионов и электронов на «Марс-5», проделанных группой Грингауза с помощью широкоугольных анализаторов (типа цилиндров Фарадея, которые они называли ловушками). Отношение измеряемого потока ионов к потоку электронов по этим измерениям резко падало в хвосте Марса, что К.И. Грингауз объяснил изотропизацией (переходом углового распределения от направленного к всенаправленному) потока ионов. Это укрепило их точку зрения о планетарном магнитном поле Марса, так как всенаправленный поток характерен для хвоста магнитосферы Земли с собственным магнитным полем.

Однако наши измерения с узконаправленными электростатическими анализаторами показывали, что поток ионов в хвосте Марса является направленным. Таким образом, резкое падение отношения измеряемого приборами К.И. Грингауза потока ионов к потоку электронов также убедительно показало изменение ионного состава. Более того, величина падения отношения этих показаний приблизительно соответствовала переходу от преимущественно протонного потока солнечного ветра, обтекающего Марс, к потоку преимущественно ионов кислорода в хвосте планеты, оценённому по нашим измерениям.

Через несколько месяцев Дейв Эванс прислал мне отпечаток статьи Джеймса Берча (James Burch)<sup>1</sup>, одного из самых известных космофизиков США, и его коллег с результатами исследований количественного выхода вторичных электронов при ударе в мишень ионов. Они обнаружили, что выход вторичных электронов при ударе тяжёлых ионов больше, чем при ударе лёгких. При этом они сослались на нашу работу, как демонстрирующую тот же эффект. Действительно, при работе КЭУ в ненасыщенном режиме, как в нашем случае, средняя амплитуда импульсов при попадании на вход КЭУ тяжёлых ионов будет больше, что даёт возможность фактически проводить масс-анализ

---

<sup>1</sup> *Fields S. A., Burch J. L., Oran W. A. Mass-dependent channel electron multiplier operation // Review of Scientific Instruments. 1977. V. 48. No. 8. P. 1076.*

(конечно, по своей разрешающей способности сильно уступающий традиционной масс-спектрометрии). Так мы неожиданно для нас самих смогли обнаружить этот эффект и с его помощью открыть поток ускоренных атмосферных ионов из верхней атмосферы Марса.

Приблизительно в 1985 году известный космофизик профессор Кристофер Рассел (Christopher Russell) пригласил меня сделать на симпозиуме доклад о хвосте Марса. При подготовке я решил использовать в качестве эпиграфа фразу из повести-сказки «Винни-Пух и Все-Все-Все» Алана Милна (в переводе Б. Заходера): «Well, either a tail is there or it isn't there. You can't make a mistake about it» («Хвост либо есть, либо — нет. Тут нельзя ошибиться»). Я поместил этот эпиграф на первой «прозрачке» (тогда ещё не было PowerPoint<sup>1</sup>), и аудитория оценила такое начало моего выступления. В этом докладе, помимо всего прочего, я привёл ещё и достаточно любопытный график оценок собственного магнитного поля Марса. Там были отражены вариации оценок, фигурировавших в публикациях с 1972 по 1983 год, сделанных преимущественно Ш. Ш. Долгиновым и К. И. Грингаузом.

Проведённая мной через точки прямая должна была при экстраполяции пересечь горизонтальную ось приблизительно в 1991 году, что позволило мне предсказать результат «отмены» собственного магнитного поля Марса примерно в это время.

История с эпиграфом имела неожиданное продолжение. Я рассказал её моему молодому соавтору Антону Артемьеву, очень продуктивному и успешному теоретику нашего плазменного отдела ИКИ. Через некоторое время он мне принёс неожиданный подарок: кружку, украшенную горельефом Иа-Иа, ослёнка из книжки про Винни-Пуха, изображением магнитосферы и частью эпиграфа из моего доклада (рис. 6). Антон сказал, что он пересказал историю своему знакомому скульптору, Нине Штаревой, и история произвела на неё такое впечатление, что она создала диковинную кружку — подарок Антона мне. Я думаю, что идея всё-таки принадлежала Антону. А кружка стала заметным экспонатом в моей коллекции необычных вещей.

В 1988 году к Марсу были запущены две советские автоматические станции «Фобос-1» и «Фобос-2». Директор ИКИ академик Р.З. Сагдеев, как и во времена ВЕГИ, не допустил меня к участию в проекте, даже на стадии отбора экспериментов. На спутниках был установлен магнитометр ИЗМИРАН и три плазменных прибора: ионный энерго-масс-спектрометр ASPERA<sup>2</sup> Шведского космического института (Рикард Лундин — Rickard Lundin), ионный энерго-масс-спектрометр TAUS совместной германо-советской разработки (Гельмут Розенбауер — Helmut Rosenbauer из Института им. Макса Планка и К. И. Грингауз) и электронный спектрометр (К. И. Грингауз).

«Фобос-1» вышел из строя на пути к Марсу, видимо, в результате недостаточно продуманной концепции системы космического аппарата, разработанного уже после смерти генерального конструктора НПО им. С. А. Лавочкина Георгия Николаевича Бабакина.

«Фобос-2» стал спутником Марса и, хотя он не выполнил основную задачу посадки на Фобос и возврат на Землю грунта, но за время работы на орбите позволил получить большой объём измерений плазмы и магнитного поля. И ASPERA и TAUS работали до-

<sup>1</sup> PowerPoint — многофункциональная программа подготовки и просмотра презентаций, являющаяся частью офисного пакета приложений Microsoft Office.

<sup>2</sup> ASPERA — Analyzer of Space Plasma and Energetic Atoms.

статочно успешно. Ирония с работой энерго-масс-спектрометра TAUS состояла в том, что он не сработал по назначению, а лишь позволил разделять лёгкие и тяжёлые ионы, то есть выполнял ту же функцию, что и наш прибор на «Марс-5». В результате TAUS не позволил получить массовый спектр ионов, хотя и дал интересную информацию, полученную благодаря тому, что для исследования магнитосферы Марса орбита «Фобос-2» оказалась более подходящей, чем орбита «Марс-5».

Фактически, TAUS подтвердил наши результаты с «Марс-5» и в части того, что хвост Марса заполнен, в основном, тяжёлыми ионами. Это не помешало К.И. Грингаузу и его коллегам продолжать утверждать, что их измерения на «Фобос-2» правильные, а наши измерения на «Марс-5» — неправильные. Что касается прибора ASPERA, то он мог отдельно измерять основные ионы и показал, что хвост Марса заполнен, в основном, потоками  $O^+$  и  $CO^+$  (по отождествлению Р. Лундина поздние измерения состава прибором ASPERA-2 на спутнике «Mars-Express» были интерпретированы как смесь  $O^+$ ,  $O_2^+$  и  $CO_2^+$ ) с протонами в качестве примеси. Вслед за нашим выводом по измерениям на «Марс-5», Р. Лундин со своими коллегами показал, что поток атмосферных ионов в хвосте Марса, возникающий в результате взаимодействия с солнечным ветром, достаточно велик, чтобы привести к значительной потере атмосферы Марсом за срок его существования. Обсуждение этого очень важного вопроса продолжается и по сей день, что, впрочем, выходит за рамки данного сообщения.

Несомненно, эксперименты на «Фобос-2» позволили значительно более подробно исследовать взаимодействие солнечного ветра с Марсом благодаря усовершенствованной аппаратуре, более удачной орбите у Марса и существенно большему объёму переданной информации. Что касается вопроса существования собственного планетарного магнитного поля Марса, то после работы «Фобос-2» группа К.И. Грингауза продолжала интерпретировать свои измерения как подтверждение существования собственного планетарного магнитного поля Марса.

Развязка наступила после выхода на орбиту Марса американского космического аппарата Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) в 1997 году. На этом спутнике были установлены магнитометр и энерго-спектрометр электронов. По измерениям магнитометра на первых витках орбиты вокруг Марса (руководителем эксперимента был хорошо известный магнитометрист Марио Акунья — Mario Acuña) на сайте NASA<sup>1</sup> было опубликовано сенсационное сообщение об обнаружении собственного планетарного магнитного поля Марса. Я тут же написал письмо Кристоферу Расселу — он, также как и я, подвергал сомнению обнаружение планетарного магнитного поля на Марсе: «Неужели мы были такие дураки, что не смогли обнаружить собственное магнитное поле при анализе измерений?»

Буквально через несколько дней сообщение об обнаружении собственного магнитного поля Марса было удалено с сайта NASA. Оказалось, что на Марсе действительно есть магнитное поле, но не планетарное, а магнитное поле аномалий на части его поверхности. На этом вопрос о собственном магнитном поле Марса был закрыт.

Что касается магнитных аномалий, то они играют определённую роль во взаимодействии солнечного ветра с атмосферой Марса, но это в основном относится к ситуации, когда при суточном вращении планеты её сторона, на которой есть значительные магнитные аномалии, оказываются дневной. В целом, существование магнитных

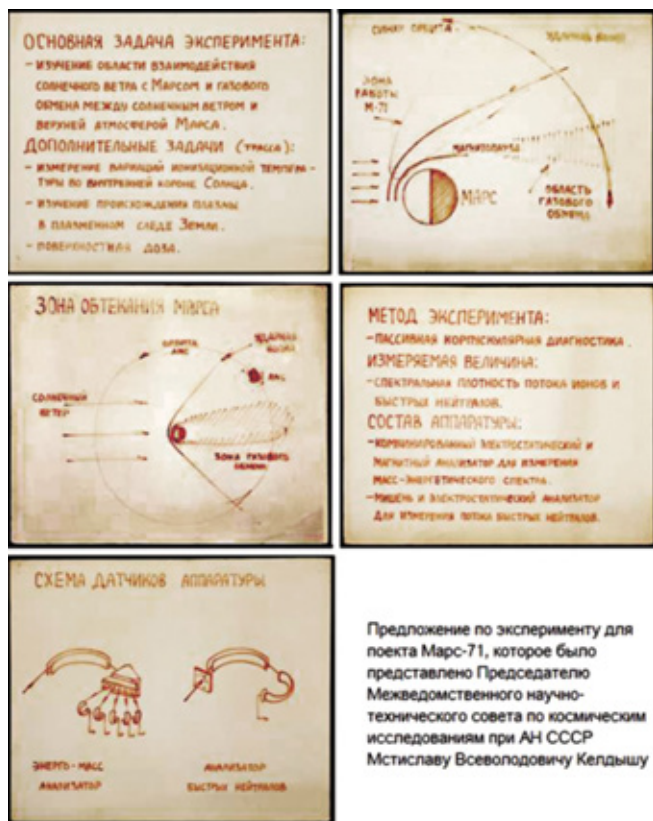
---

<sup>1</sup> NASA — National Aeronautics and Space Administration.

аномалий вносит небольшой вклад как во взаимодействие солнечного ветра с Марсом, так и в атмосферные потери планеты.

Наше соперничество с К. И. Грингаузом и Ш. Ш. Долгиновым, в целом, принесло пользу в вопросах исследования Марса и его взаимодействия с солнечным ветром. Конкуренция всегда полезна и приводит к определённому прогрессу и в науке. В нашем случае она также помогла обратить внимание на важность проблемы магнитного поля Марса и утвердить, вопреки сопротивлению некоторых советских планетологов, изучение взаимодействия солнечного ветра с Марсом важной частью программы исследования этой планеты. Результатом этого является вывод на орбиту Марса в 2014 году американского космического аппарата MAVEN<sup>1</sup>, целиком посвящённого исследованию верхней атмосферы Марса и её взаимодействия с солнечным ветром.

Я очень рад тому, что работал над этой проблемой в начале своей научной карьеры в области космических исследований и продолжаю делать это до сих пор.



**Рис. 1.** Предложение по эксперименту для проекта МАРС-71, которое было представлено председателю Межведомственного научно-технического совета по космическим исследованиям при АН СССР Мстиславу Всеволодовичу Келдышу

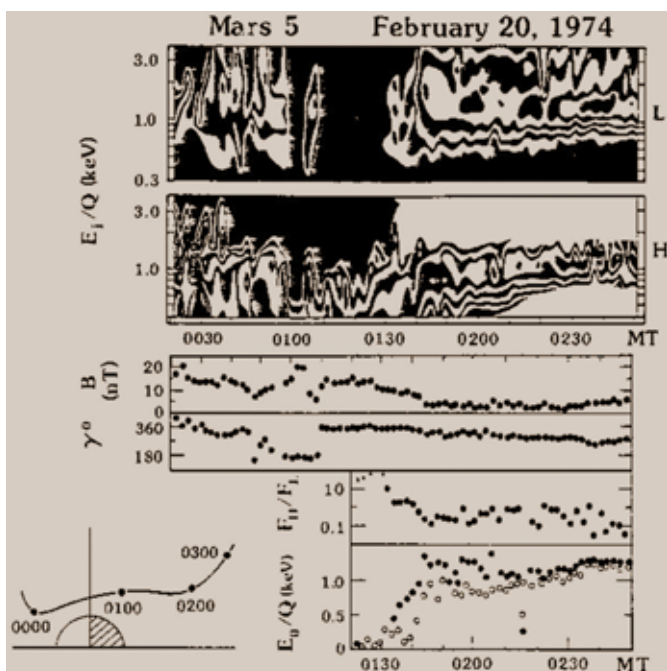
<sup>1</sup> MAVEN — Mars Atmosphere and Volatile Evolution (эволюция атмосферы и летучих веществ на Марсе).



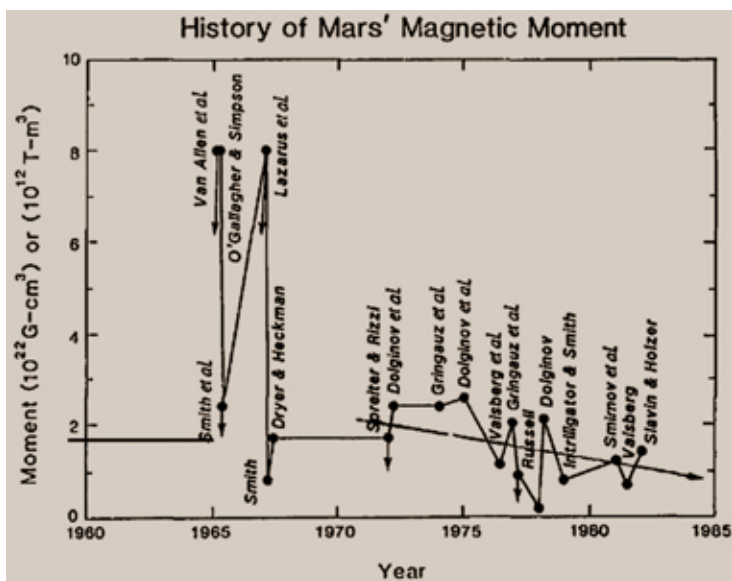
**Рис. 2.** Копии вымпелов, устанавливавшихся Научно-производственным объединением (НПО) им. С. А. Лавочкина на межпланетных автоматических станциях, запускавшихся к Марсу. Вверху — первая станция «Марс-2» (без спускаемого аппарата), оставшаяся на парковой орбите. Ниже — «Марс-3» и «Марс-4», ставшие после выведения в космос «Марсом-2» и «Марсом-3». Внизу — «Марс-4», «Марс-5» и Фобос



**Рис. 3.** Участники конференции «Взаимодействие солнечного ветра с планетами Меркурий, Венера и Марс» в Москве в 1975 году. Слева направо: сидят — Джон Спрайтер, Олег Вайсберг, Алекс Десслер, Херберт Бридж, Май Изаков, Тамара Бреус, Игорь Подгорный, Олег Белоцерковский, Велиор Шабанский, Норман Несс, Н. Жигулёв, Шмая Долгинов, Александр Липатов, Константин Грингауз, Зигфрид Бауэр; стоят — Альберт Галеев, Н. Савич, Лев Жузгов, Станислав Романов, Евгений Ерошенко, Георгий Застенкер, Лев Зеленый, Эдуард Дубинин, Анатолий Богданов, Валерий Смирнов, В. Митницкий и Поль Клотье



**Рис. 4.** Обнаружение истечения планетарных ионов через хвост Марса (Vaisberg O. L., Smirnov V. N., Bogdanov A. A., Kalinin A. P., Karpinsky I. P., Polenov B. V., Romanov S. A. Ion flux parameters in the region of solar wind interaction with Mars according to measurements // Space Research. 1976. V. 16. P. 1033–1038)



**Рис. 5.** Оценки величины собственного магнитного поля Марса и «экстраполяция его эволюции со временем» (Vaisberg O., Smirnov V. The Martian magnetotail // Advances in Space Research. 1986. V. 6. No. 1. P. 301–314)





Рис. 6. Кружка

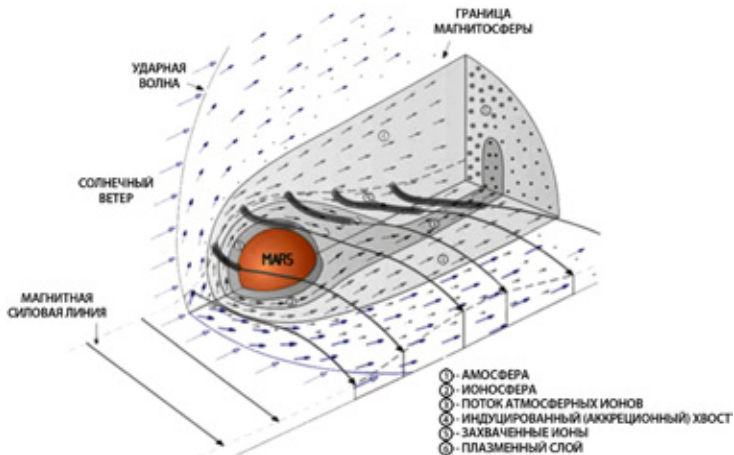


Рис. 7. Структура магнитосферы Марса по результатам наблюдений и с использованием модели аккреционной магнитосферы, предложенной нами со Львом Матвеевичем Зеленым (Vaisberg O. L., Zelenyi L. M. Formation of the Plasma Mantle in the Venusian Magnetosphere // Icarus. 1984. V. 58. P. 412–430; Zelenyi L. M., Vaisberg O. L. Venusian Interaction with the Solar Wind Plasma Flow as a Limiting Case of the Cometary Type Interaction // Advances of Space Plasma Physics / Ed. Buti. World Scientific, 1985. P. 59–76)

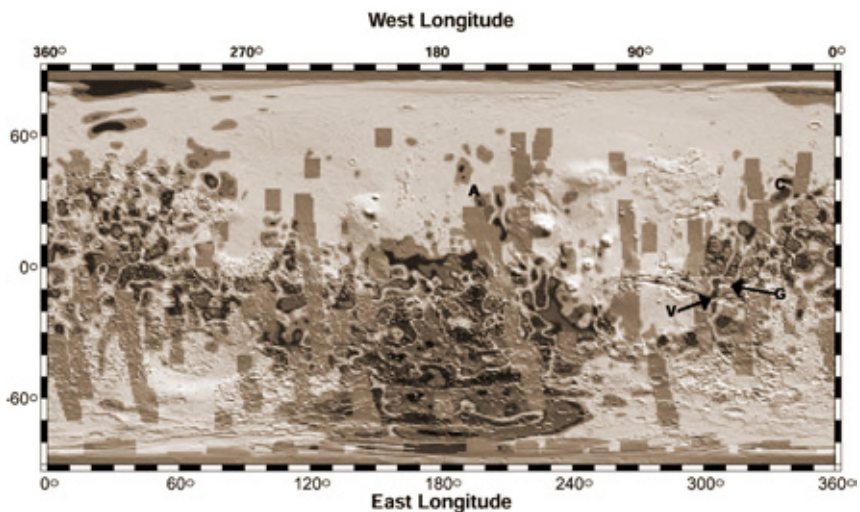


Рис. 8. Карта Марса с указанием расположение магнитных аномалий (чёрно-белый вариант рисунка с сайта <http://astro.wsu.edu/worthey/astro/html/lec-mars.html>)

# ИСТОРИЯ ОТДЕЛА АСТРОФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

*Р. А. Сюняев, С. Ю. Сазонов,  
А. А. Лутовинов, М. Г. Ревнивцев,  
М. Н. Павлинский, М. Р. Гильфанов,  
Е. М. Чуразов, Р. А. Буренин,  
С. А. Гребенев*

Организация и становление отдела астрофизики высоких энергий ИКИ неразрывно связаны с именем одного из крупнейших физиков, Трижды Героя Социалистического Труда, академика Я. Б. Зельдовича. В начале 1960-х годов он создал в Институте прикладной математики АН СССР отдел теоретической астрофизики. В первые десять лет своего существования этот отдел рос в основном за счёт молодых выпускников МГУ<sup>1</sup> и МФТИ<sup>2</sup>. Талант

и энергия Я. Б. Зельдовича позволяли ему найти интересную задачу для каждого сотрудника, и они на глазах становились высококлассными специалистами в релятивистской астрофизике и физической космологии. Это было потрясающее время открытий реликтового излучения Вселенной, квазаров, радиопульсаров, первых компактных рентгеновских источников — аккрецирующих нейтронных звёзд и чёрных дыр. Школа Я. Б. Зельдовича в ИПМ<sup>3</sup> уже тогда стала одной из лидирующих в этой области науки.

Вскоре после своего назначения директором Института космических исследований академик Р. З. Сагдеев, один из оппонентов по докторской диссертации Р. А. Сюняева, обратился к Я. Б. Зельдовичу и Р. А. Сюняеву с предложением организовать в институте отдел теоретической астрофизики. Переговоры шли почти год, и в июле 1974 года в ИКИ был организован отдел № 25 теоретической астрофизики. В его состав вошли два сектора во главе с молодыми докторами физико-математических наук И. Д. Новиковым и Р. А. Сюняевым. Основной костяк отдела составили сотрудники и аспиранты Я. Б. Зельдовича из Института прикладной математики, а сам он принял на себя руководство отделом и вошёл в состав Учёного совета ИКИ. Через несколько лет в результате реорганизации сектор И. Д. Новикова перешёл в отдел астрофизики ИКИ, которым руководил член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский. Оставшиеся в отделе теоретической астрофизики сотрудники и аспиранты в тесном контакте с Я. Б. Зельдовичем продолжали исследовать космологию, наблюдательные проявления горячего газа в скоплениях галактик и процессы формирования спектров излучения в аккреционных дисках вокруг чёрных дыр и нейтронных звёзд. Не прерывалось активное сотрудничество с ИПМ (с И. М. Соболев и его коллегами) в части расчётов комптонизации методом Монте-Карло. Аналитические методы теории комптонизации развивались в сотрудничестве с Л. Г. Титарчуком из МИИТ<sup>4</sup>. С Ю. Н. Гнединым (ЛФТИ<sup>5</sup>)

<sup>1</sup> МГУ — Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова.

<sup>2</sup> МФТИ — Московский физико-технический институт.

<sup>3</sup> ИПМ — — Институт прикладной математики имени М. В. Келдыша.

<sup>4</sup> МИИТ — Московский институт инженеров транспорта (ныне Московский государственный университет путей сообщения).

<sup>5</sup> ЛФТИ — Ленинградский физико-технический институт (ныне Физико-технический институт имени А. Ф. Иоффе РАН).

велись работы по спектрам излучения замагниченных аккрецирующих нейтронных звёзд. Продолжалось сотрудничество с ГАИШ<sup>1</sup> МГУ: с блестящими астрономами-наблюдателями В. М. Лютым и А. М. Черепашуком, с Н. И. Шакуркой по теории аккреции. С Л. А. Вайнштейном и И. Л. Бейгманом из ФИАН<sup>2</sup> занимались рентгеновской спектроскопией. Совместно с Я. Б. Зельдовичем исследовался рост возмущений плотности во Вселенной с нейтрино конечной массы. Ряд интересных задач по теории взаимодействия вещества и излучения в ранней Вселенной, рентгеновским источникам и квазарам был решён в те годы аспирантами П. И. Кольхаловым и Ю. Э. Любарским. В. А. Королёв и Л. А. Якубцев первыми проанализировали задачу о микроволновом излучении скоплений галактик при больших красных смещениях. Студенты МФТИ М. Р. Гильфанов и Е. М. Чуразов работали над задачами диффузии элементов в скоплениях галактик и сверхтонкой структуре высокозарядных ионов, рассеяния рентгеновского излучения в резонансных линиях металлов в межгалактическом газе скоплений галактик, томсоновского рассеяния излучения радиоисточников. Работы группы Р. А. Сюняева в области теоретической астрофизики, выполненные в ИКИ с 1974 по 1983 год, получили заметный резонанс во всём мире. Двенадцать из них набрали от 100 до 900 ссылок каждая, к настоящему времени только на них имеется больше 4100 ссылок. Я. Б. Зельдович всегда отмечал важность экспериментальной проверки теории и ратовал за тесные контакты с экспериментальными группами. Он активно поддерживал важнейший космологический проект РЕЛИКТ, интересовался результатами, полученными И. А. Струковым и Д. П. Скулачевым в ходе этого эксперимента, и способствовал тому, чтобы его ученики из ИПМ и ГАИШ подключились к интерпретации полученных данных.

Во второй половине 1970-х, после прихода академика Р. З. Сагдеева, Институт прошёл через стадию громадных изменений. Из конфедерации полунезависимых научных отделов и лабораторий, пришедших из разных институтов АН СССР, промышленности и учебных заведений и связанных лишь тем, что их наука требовала выноса приборов за пределы атмосферы, институт медленно приобретал чёткую структуру, выделялись основные задачи и направления, появлялись проекты, использующие гигантские возможности института как целого. Большое внимание уделялось созданию собственной приборостроительной, испытательной и современной вычислительной базы, средств отображения данных и повышению научной обоснованности проектов. В институт пришли теоретики с мировым именем: Я. Б. Зельдович, А. А. Галеев, Г. М. Заславский, В. Д. Шапиро. Именно в это время руководство страны приняло курс на широкое международное сотрудничество в области космических исследований, и ИКИ стал его главным научным центром. Естественно, как всегда, преобразования шли медленно, с трудом, часто наталкивались на серьёзное сопротивление. Тем не менее, сегодня многие сотрудники института, особенно бывшие тогда молодыми, тепло вспоминают начало и середину 1980-х годов, когда усилия были объединены важнейшим проектом полёта двух аппаратов к комете Галлея и сбросом баллона в атмосферу Венеры. Отдел астрофизики не принимал участия в проекте ВЕГА («Венера» и «Галлей»), но помнятся залы и коридоры, заполненные учёными и инженерами, активно обсуждающими свои проблемы и планы, прямые трансляции пролёта через комету и с радиозонда на баллоне

<sup>1</sup> ГАИШ — Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга.

<sup>2</sup> ФИАН — Физический институт имени П. Н. Лебедева РАН.

в атмосфере Венеры. Никогда ни до, ни после авторитет института не был столь высок. К сожалению, такого больше не повторялось ни в 1990-е годы, ни в прошедшие годы нового тысячелетия. Косвенным образом отдел астрофизики сильно выиграл от всех произошедших перемен: к созданию части приборов, разрабатываемых в отделе, было привлечено Особое конструкторское бюро (ОКБ) ИКИ в городе Фрунзе (ныне Бишкек), и эти приборы прекрасно показали себя на орбитальных обсерваториях на модуле «Квант» и спутнике «Гранат». Многие помнят, как жёсткое рентгеновское излучение сверхновой 1987А, зафиксированное приборами на «Кванте», появилось на экране комплекса цифровой обработки видеоинформации СВИТ, созданного в лаборатории Л. С. Чесалина. Громадную роль в успехе наших обсерваторий сыграли комплексные отделы Б. С. Новикова, О. Ф. Прилуцкого и В. Г. Родина, группы космической навигации и первичной обработки данных в отделе П. Е. Эльясберга и Р. Р. Назирова, отделы, отвечающие за испытания приборов, передачу данных из Евпатории, конструкторский отдел и производство, плановый отдел, бухгалтерия. Важно, что когда это было нужно, службы института работали чрезвычайно надёжно и эффективно. А приём и обработка данных шли и днём, и ночью в течение многих лет. За это мы благодарны дирекции — В. М. Балебанову, Г. С. Нариманову, Г. М. Тамковичу, В. В. Высоцкому и всем сотрудникам технических отделов ИКИ.

В 1982 году из-за внутреннего конфликта лаборатория рентгеновской астрономии А. С. Мелиоранского выразила желание перейти из отдела астрофизики, руководимого И. С. Шкловским, в отдел теоретической астрофизики. Шкловский ответил, что согласится на это лишь в случае, если экспериментальным отделом будет руководить Р. А. Сюняев. Это было неожиданно, но после нескольких дней переговоров Я. Б. Зельдович и И. С. Шкловский дали согласие на преобразование отдела теоретической астрофизики в отдел астрофизики высоких энергий во главе с Р. А. Сюняевым. Отказ Сюняева забросить теорию, где дела шли совсем неплохо, и перейти на руководство экспериментальным отделом, не имея никакого опыта в этом деле, никто не захотел принимать во внимание. Вопрос был поставлен ребром: либо соглашаешься, либо уходишь из ИКИ. Научное руководство отделом Я. Б. Зельдович оставил за собой. Вместе с ближайшими сотрудниками А. С. Мелиоранского во вновь созданный отдел перешли активный и изобретательный экспериментатор Н. С. Ямбуренко, который занимался созданием многопроволочных позиционно-чувствительных камер и приборами с кодирующей маской, а также А. В. Кузнецов, имевший большой опыт работы с гамма-всплесковой аппаратурой.

Тем не менее, было совершенно очевидно, что силами небольшого числа теоретиков и сотрудников лаборатории А. С. Мелиоранского решить все возникающие перед отделом задачи будет очень трудно. И тогда Я. Б. Зельдович договорился с министром среднего машиностроения СССР Е. П. Славским о передаче в ИКИ десяти ставок с целью развёртывания в отделе работ по космической рентгеновской астрономии. В результате в ИКИ пришли десять молодых выпускников МИФИ<sup>1</sup>, ставших в дальнейшем ядром экспериментального отдела. В их числе были О. В. Терехов (ныне доктор физико-математических наук) и ныне заместители директора ИКИ доктор физико-математических наук М. Н. Павлинский и И. В. Чулков. Я. Б. Зельдович также договорился

---

<sup>1</sup> МИФИ — Московский инженерно-физический институт (ныне Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»).

с министром о квоте на создание приборов в СНИИП — Специализированном научно-исследовательском институте приборостроения Минсредмаша (Министерство среднего машиностроения СССР) и в Научно-производственном объединении (НПО) «Буревестник» (Ленинград).

Входить в экспериментальную рентгеновскую астрономию было очень непросто — отечественное космическое приборостроение находилось далеко не в лучшем состоянии. С другой стороны, страна обладала колоссальными возможностями для вывода на орбиту тяжёлых спутников. Продолжалось и усиление собственной приборостроительной базы ИКИ в городе Фрунзе, а затем и в подмосковной Тарусе и на базе производства в самом институте. Большое значение имело и расширение международного сотрудничества в космических исследованиях, позволившее осуществлять совместные эксперименты на советских космических аппаратах с использованием возможностей западного приборостроения. Молодые сотрудники отдела прошли хорошую школу в подготовке к запуску и обработке данных советско-французского эксперимента СНЕГ-2МР9 (SNEG) по регистрации гамма-всплесков на спутнике «Прогноз-9». Это были первые экспериментальные результаты, полученные отделом. Самым интересным было обнаружение сильной эволюции спектра ярчайшего космического гамма-всплеска 1 августа 1983 года и открытие источника мягких повторных всплесков Sgr 1806-20 в созвездии Стрельца.

В середине 1980-х годов в отдел влилась лаборатория гамма-астрономии, работавшая над проектом обсерватории «Гамма». Опытные экспериментаторы В. А. Акимов, В. Е. Нестеров, Л. Ф. Калинин и их коллеги отдавали все силы подготовке этого проекта, который из-за досадной неисправности дал гораздо меньше научных результатов, чем мог бы.

В начале 1980-х годов руководство Советского Союза и Академии наук СССР инициировало и поддержало расширение международного сотрудничества в области космических исследований. В основном это было сотрудничество в области планетных исследований и исследований околоземной и межпланетной плазмы. К этому же времени относится заключение соглашений с Техническим центром Европейского космического агентства (ESTEC<sup>1</sup>), голландским Центром космических исследований (SRON<sup>2</sup>) в Утрехте и Институтом внеземной физики Общества Макса Планка (MPE<sup>3</sup>) в Гархинге (Германия) о возможности установки рентгеновских приборов, изготовленных в этих институтах, на первом модуле, получившем впоследствии название «Квант», проектируемой космической станции «Мир». С советской стороны отвечать за эту программу было поручено Институту космических исследований. Создание обсерватории «Рентген» было поддержано председателем «Интеркосмос»<sup>4</sup> академиком В. А. Котельниковым, директором ИКИ академиком Р. З. Сагдеевым и академиком Я. Б. Зельдовичем. Научным руководителем программы астрофизических исследований на модуле «Квант» был член-корреспондент АН СССР (ныне академик РАН) Р. А. Сюняев.

<sup>1</sup> ESTEC — European Space Research and Technology Centre.

<sup>2</sup> SRON — Netherlands Institute for Space Research.

<sup>3</sup> MPE — Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics.

<sup>4</sup> «Интеркосмос» — Совет по международному сотрудничеству в области исследования и использования космического пространства при АН СССР, затем — Программа по совместным работам в области исследования и использования космического пространства в мирных целях.

В состав рентгеновской обсерватории на модуле «Квант», изготовленном заводом им. Хруничева, было включено четыре прибора, три из которых были изготовлены в западноевропейских институтах: телескоп с теневой маской ТТМ, способный строить изображения участков неба размером  $15 \times 15^\circ$  с угловым разрешением около 2 мин дуги в диапазоне энергий 2...30 кэВ (А. Бринкман, SRON; Дж. Скиннер и П. Вилмор, Бирмингемский университет, Великобритания); газовый счётчик высокого давления GSPC («Сирень-2»), предназначенный для наблюдений в диапазоне энергий 2...100 кэВ (Р. Андресен и А. Пикок, ESTEC), и рентгеновский спектрометр ГЕКСЕ (HEXE — High Energy X-ray Experiment), представлявший собой детектор типа фосфич на основе сцинтилляционных кристаллов NaI/CsI с качающимся коллиматором, чувствительный в диапазоне энергий от 15 до 200 кэВ (И. Трюмпер, ныне иностранный член РАН, и К. Реппин, МПЕ; Э. Кендзиорра, Тюбингенский университет — Университет Эберхарда и Карла, Eberhard Karls Universität Tübingen).

Лаборатория А. С. Мелиоранского в ИКИ отвечала за создание жёсткого рентгеновского телескопа «Пульсар X-1». Сконструированный на основе детекторов из кристаллов NaI/CsI, он был способен строить спектры излучения в жёстком рентгеновском и гамма-диапазоне энергий от 30 до 800 кэВ. В его создании участвовали производители кристаллов в Усолье-Сибирском и Харькове, механическая структура прибора, источники высокого напряжения и часть электроники были изготовлены в Институте космических исследований АН Азербайджанской ССР в Баку, под руководством Коркмаза Эффендиева, а цифровая электроника — в ОКБ ИКИ во Фрунзе.

Модуль «Квант» был выведен на орбиту ракетой «Протон» с космодрома «Байконур» 31 марта 1987 года. После запуска должна была произойти стыковка модуля с космической станцией «Мир». Две попытки стыковки завершились неудачей. Серьёзно стоял вопрос о затоплении модуля в Тихом океане. В ходе бессонной и драматичной для многих людей ночи выяснилось, что в стыковочный узел попали материалы, которых в нормальной ситуации там не должно было быть. Совершив выход в открытый космос, космонавты смогли удалить эти материалы из стыковочного узла, и третья попытка стыковки оказалась успешной. Через несколько недель, после проверки всех бортовых систем и рентгеновских детекторов, началась регулярная работа обсерватории. Руководство (в первую очередь генеральный конструктор, ныне академик Ю. П. Семёнов, руководитель полётов В. Благов, генеральный конструктор гироудинов, академик Н. Н. Шереметьевский) и технический персонал НПО «Энергия» и Центра управления полётами делали всё возможное для её успеха. Техническое курирование обсерватории «Рентген» осуществлял комплексный отдел ИКИ под руководством О. Ф. Прилуцкого и В. Г. Родина. Приём и расшифровку телеметрической информации осуществляли программисты отдела баллистики под руководством профессора П. Е. Эльясберга, а затем его ученика доктора технических наук Р. Р. Назирова, и Е. А. Гаврилова.

В отделе астрофизики высоких энергий Р. А. Сюняев собрал динамичную команду молодых и активных астрофизиков, разработавших алгоритмы и создавших программное обеспечение для обработки данных научных инструментов обсерватории, костяк которой составили М. Гильфанов (ныне профессор), доктор физико-математических наук, С. Гребенев, В. Ефремов, выпускник МФТИ А. Каниовский (ныне кандидат физико-математических наук), И. Лапшов (ныне кандидат физико-математических наук)

и Е. Чуразов (ныне член-корреспондент РАН). После запуска обсерватории «Гранат» в декабре 1989 года эстафету успешной работы с прибором ТТМ приняли К. Н. Бороздин (ныне кандидат физико-математических наук), В. А. Арефьев (ныне кандидат физико-математических наук) и Н. Л. Александрович. Благодаря усилиям всех этих людей на протяжении нескольких лет данные научных приборов обсерватории «Рентген» обрабатывались в ИКИ практически в режиме реального времени. Независимую обработку данных также вели зарубежные участники проекта, как в ИКИ, в специально выделенном для этой цели помещении на пятом этаже, так и в своих лабораториях за рубежом. Сотрудничество и соревнование с зарубежными коллегами определило незабываемую атмосферу в отделе в те годы.

Незадолго до запуска модуля «Квант», 23 февраля 1987 года, в ближайшей к нам галактике, Большом Магеллановом Облаке, вспыхнула сверхновая звезда, которая в пике яркости была видна на пределе чувствительности человеческого глаза. Это была самая яркая сверхновая за последние четыреста лет со времён Бориса Годунова. Она получила название Сверхновая 1987А. Телескопы «Кванта» начали систематические наблюдения практически сразу после запуска модуля, в надежде увидеть рентгеновское излучение от расширяющейся оболочки сверхновой. Одновременно теоретики в отделе астрофизики высоких энергий ИКИ пытались предсказать спектр излучения, возникающего вследствие радиоактивного распада никеля-56, синтезированного при коллапсе и гибели звезды, выброшенного в околосвёздное пространство вместе с её внешними слоями. Первые же оценки показали, что оптическая толщина расширяющейся оболочки по комптоновскому рассеянию очень велика, и гамма-линии радиоактивного распада никеля-56, превращающегося в кобальт-56, а затем в привычное нам железо, не имеют никаких шансов выйти из неё. Будучи аспирантом, С. А. Гребенев под руководством Р. А. Сюняева рассчитал ожидаемый спектр излучения сверхновой. Оказалось, что на более поздней стадии сверхновая должна стать видимой в жёстких рентгеновских лучах. И вот, в один из вечеров, А. С. Каниовский обнаружил ожидаемый необычный сигнал с направления на Сверхновую 1987А. Объект наблюдался приборами ГЕКСЕ и «Пульсар X-1» на энергиях, превышавших 20 кэВ, и имел очень жёсткий спектр. Основная светимость приходилась на фотоны самых высоких энергий, доступных «Кванту». При этом телескоп ТТМ не регистрировал никакого сигнала от сверхновой на более низких энергиях. Измеренный спектр оказался похож на результаты расчётов Гребенева и Сюняева. Это позволило молодой команде отдела астрофизики высоких энергий убедить западных коллег, что действительно наблюдается сигнал от взрыва сверхновой звезды, в ходе которого было синтезировано около семи процентов массы Солнца в виде радиоактивного никеля-56. Результаты наблюдений были опубликованы в журнале Nature.

Большое поле зрения и хорошее угловое разрешение телескопа ТТМ оказались отлично приспособлены к мониторингованию больших участков неба в рентгеновском диапазоне. На основе этих данных М. Р. Гильфановым и Е. М. Чуразовым были получены уникальные карты области центра Галактики в рентгеновском диапазоне. Было открыто много новых рентгеновских источников, которые теперь носят название KS (KvantSource).

Телескопы обсерватории провели детальные исследования центральной области Галактики и дали первые важные ограничения на яркость источника Стрелец А\* —

сверхмассивной чёрной дыры в центре нашей Галактики, показав, что её светимость не превышает  $10^{35}$  эрг/с.

Несмотря на то, что подавляющее большинство астрофизиков не сомневалось в существовании чёрных дыр звёздной массы, получить прямые доказательства, что источник, излучающий в рентгеновском диапазоне длин волн, действительно является чёрной дырой, оказалось совсем не простым делом. Такие объекты в эпоху работы обсерватории на модуле «Квант» было принято называть «кандидатами» в чёрные дыры. Дело в том, что источником рентгеновского излучения является не сама чёрная дыра, а падающее на неё вещество с соседней обычной звезды, которое разогревается до температур, превышающих миллиард градусов; угловой момент закручивает вещество в диск, излучение которого и видят рентгеновские телескопы. Приборы обсерватории «Квант» покрывали широкий диапазон энергий от 1 до 300 кэВ и позволили исследовать спектры многих рентгеновских двойных с нейтронными звёздами и чёрными дырами. Среди них было и много рентгеновских новых — транзитных чёрных дыр, в частности, такие известные объекты как GS 2023+338 или GRO J0422+32. Во многом благодаря результатам «Кванта» широкополосная спектроскопия компактных рентгеновских источников стала общепризнанным методом определения природы компактного объекта и его темпа аккреции.

Обсерватория на модуле «Квант» активно исследовала рентгеновские пульсары и барстеры — нейтронные звёзды, аккрецирующие вещество с соседней звезды-компаньона. Аккреция вещества может ускорять вращение нейтронной звезды до периода в 1...2 мс. Яркий источник KS1731-260, обнаруженный по данным телескопа ТТМ 16 августа 1989 года М.Р. Гильфановым и Е.М. Чуразовым в центральной области Галактики, оказался одной из наиболее быстро вращающихся известных нейтронных звёзд, с периодом вращения 1,9 мс. После открытия «Квантом» объект оставался одним из ярчайших на небе в течение пятнадцати лет, после чего его светимость упала в 10 тыс. раз. С помощью наблюдений обсерватории Chandra в 2000-х годах на месте источника излучения была обнаружена остывающая нейтронная звезда с температурой поверхности около 3 млн градусов. Скорее всего, она была разогрета во время активной фазы аккреции, наблюдавшейся обсерваторией на модуле «Квант».

В 2001 году модуль вместе со станцией «Мир» был затоплен в Тихом океане. На «Кванте» «выросло» и стало профессионалами в обработке данных с рентгеновских телескопов более десятка молодых учёных в отделе астрофизики высоких энергий. На основе его данных защищено восемь кандидатских диссертаций и опубликовано около ста статей, набравших более тысячи ссылок в мировой астрофизической литературе.

Практически одновременно с подготовкой запуска модуля «Квант» в ИКИ велись разработки по созданию космической обсерватории на самостоятельном спутнике для проведения детальных исследований астрофизических объектов в диапазоне энергий от 2 кэВ до 100 МэВ. Она получила название «Гранат». Проект осуществлялся совместно советскими, французскими, датскими и болгарскими учёными. Замечательный и безотказный спутник был создан на базе межпланетных аппаратов «Венера» в НПО им. С. А. Лавочкина под руководством генерального конструктора члена-корреспондента АН СССР В.М. Ковтуненко. Основными приборами обсерватории «Гранат» были телескопы АРТ-П и СИГМА (SIGMA), которые работали по принципу кодирующей апер-



туры и дополняли друг друга, имея перекрывающиеся рабочие диапазоны энергий: 2...60 кэВ (АРТ-П) и 30 кэВ – 2 МэВ (СИГМА).

Телескоп АРТ-П был разработан специалистами отдела астрофизики высоких энергий ИКИ и ОКБ ИКИ (Фрунзе, ныне Бишкек). Ключевую роль в разработке телескопа АРТ-П сыграли главный конструктор проекта Е. А. Корнев из ОКБ ИКИ, Н. С. Ямбуренко и М. Н. Павлинский из ИКИ. Стоит отметить «отчаянную» смелость руководства ОКБ ИКИ, главного инженера В. И. Фукса и его заместителя С. А. Табалдыева, в принятии решения об изготовлении очень сложного рентгеновского детектора собственными силами, несмотря на то, что никакого практического опыта в создании подобных приборов у ОКБ ИКИ на тот момент не было, а НПО «Буревестник» в Ленинграде — специализированное предприятие с большим опытом работы, отказалось разрабатывать детектор для АРТ-П ввиду его сложности. Несколько помогало то, что в момент разработки АРТ-П Н. С. Ямбуренко интенсивно занимался рентгеновским телескопом ТТМ на модуле «Квант» станции «Мир», который разрабатывался Великобританией и Нидерландами. Это позволило в самом начале избежать хотя бы «детских» ошибок при проектировании. Телескоп АРТ-П состоял из четырёх одинаковых модулей, каждый из которых содержал позиционно-чувствительный газовый пропорциональный счётчик и кодирующую маску. Каждый модуль имел эффективную площадь около 600 кв. см и поле зрения  $1,8 \times 1,8^\circ$ . Угловое разрешение телескопа составляло 5 угл. мин, временное разрешение — 3,9 мс, энергетическое разрешение 22 % на энергии 6 кэВ.

Гигантский телескоп СИГМА с кодированной маской, позволяющей строить изображения в жёстких рентгеновских и мягких гамма-лучах, был изготовлен под руководством профессора Ведрена, Жака Поля, и Пьера Мандру и при громадной поддержке сотрудницы космического агентства Франции Женевьев де Бузи в Ядерном центре Франции в Сакле и Космическом центре в Тулузе. На «Гранате» были установлены также монитор гамма-всплесков ФЕБУС (PHEBUS), изготовленный в Институте исследования космического излучения в Тулузе под руководством Клода Бара, и монитор всего неба ВОТЧ (WATCH), созданный в Институте космических исследований Дании под руководством Нильса Лунда.

Коллектив отдела вёл работы по калибровке и настройке приборов «Граната», и, прежде всего, это касалось телескопа АРТ-П. Заметную роль в подготовке калибровочных стендов сыграли организационные способности Е. И. Синайко. При выборе оптической схемы телескопа АРТ-П, особенно в момент поиска оптимального решения для коллиматора и многомотивной маски, в помощь к Н. С. Ямбуренко и М. Н. Павлинскому привлекался Ю. Э. Любарский. В конечном итоге им удалось найти оригинальное решение для оптической схемы телескопа АРТ-П. На этапе отработки комплекса приборов обсерватории огромное значение имели опыт и дипломатические способности технического руководителя проекта Б. С. Новикова и его коллег. Работы по телескопу СИГМА от ИКИ курировали Д. К. Степанов и С. Н. Юнин под руководством А. В. Кузнецова. Следует также упомянуть Н. И. Миронова, который был ведущим по второму российскому прибору АРТ-С, разработанному СНИИП и НПО «Буревестник».

«Гранат» был запущен 1 декабря 1989 года с космодрома «Байконур» ракетой «Протон». Замечательная орбита «Граната», с апогеем 200 тыс. км и периодом четырёх суток, позволяла проводить непрерывные наблюдения в течение трёх из них, когда спутник был за пределами магнитосферы Земли. Контроль полёта и приём данных

осуществлялся Центром дальней космической связи в Евпатории. Гигантская семидесятиметровая антенна Центра блестяще справлялась со своими задачами, качество получаемой информации было очень высоким. Удалось наладить оперативную передачу данных из Евпатории в ИКИ и планирование наблюдений, программа которых быстро согласовывалась с французскими специалистами в Тулузе и Сакле благодаря электронной почте, факсам и выделенной телефонной линии.

Огромный вклад в создание спутника, управление им, планирование научных наблюдений, баллистическую поддержку и приём научных данных внесли сотрудники НПО им. С. А. Лавочкина: В. Е. Бабышкин, Ю. Н. Глинкин, Р. С. Кремнев, К. Г. Суханов, А. И. Ульяшин и И. Д. Церенин и сотрудники ИКИ: Н. Г. Хавенсон и А. В. Дьячков.

С самого начала интересные результаты давали телескопы АРТ-П и СИГМА, приборы ВОТЧ и ФЕБУС. Для обработки данных, поступающих с телескопа АРТ-П, и создания математического обеспечения к Н. С. Ямбуренко и М. Н. Павлинскому подключился С. А. Гребенев. Ядром группы, работающей с телескопом СИГМА, стали М. Р. Гильфанов и Е. М. Чуразов. Вокруг них выросли серьёзные исследователи — бывшие студенты и аспиранты. Заметный вклад в интерпретацию данных АРТ-П внёс М. Л. Маркевич (ныне кандидат физико-математических наук), в успех телескопа СИГМА — А. В. Вихлинин (ныне доктор физико-математических наук). Замечательные результаты по прибору ВОТЧ получили И. Ю. Лапшов (ныне кандидат физико-математических наук) и С. Ю. Сазонов (ныне доктор физико-математических наук), по прибору ФЕБУС — О. В. Терехов и его студенты и аспиранты.

Одним из главных результатов наблюдений с помощью АРТ-П стало получение надёжного доказательства, что центр Галактики очень слаб в рентгеновских лучах — его светимость оказалась на много порядков меньше критической эддингтоновской светимости для сверхмассивной чёрной дыры с массой 3...4 млн солнечных масс. Однако телескоп АРТ-П зарегистрировал протяжённое жёсткое (8...22 кэВ) рентгеновское излучение от гигантского молекулярного облака Стрелец В2, находящегося примерно в 100 парсеках от сверхмассивной чёрной дыры. Сюняев, Маркевич и Павлинский предположили, что это отражённое молекулярным газом излучение чёрной дыры, которая раньше (около 300 лет назад) была примерно в миллион раз ярче, чем сейчас. Было предсказано существование переменного во времени излучения во флуоресцентной линии железа с энергией 6,4 кэВ. Этот результат и предсказание были спустя почти пятнадцать лет блестяще подтверждены наблюдениями обсерваторий проекта ИНТЕГРАЛ<sup>1</sup> (в жёстких лучах), ASCA, ВерроSAX, XMM-Newton и Chandra (в линии железа).

По данным телескопа СИГМА Гильфанов и Чуразов получили первые изображения области центра Галактики в жёстких рентгеновских и мягких гамма-лучах (в широчайшем диапазоне — от 35 до 600 кэВ). В первых же наблюдениях был открыт ранее неизвестный источник GRS 1758-258 с аномально жёстким спектром, было предположено, что он, скорее всего, является чёрной дырой. Названия источников, открытых «Гранатом», начинаются с букв GRS, то есть Granat Source. Регулярные наблюдения зоны Галактического центра весной и осенью в течение девяти лет привели к откры-

---

<sup>1</sup> ИНТЕГРАЛ — INTEGRAL, INTERNATIONAL Gamma-Ray Astrophysics Laboratory.

тию ещё целого ряда новых рентгеновских источников — чёрных дыр и нейтронных звёзд.

Очень важным стало открытие в августе 1992 года с помощью прибора ВОТЧ рентгеновского источника GRS 1915+105, самого мощного в Галактике. ВОТЧ следил за переменностью этого объекта, и в марте 1994 года С.Ю. Сазонов с коллегами зафиксировали сильное увеличение потока от него. Инициированные этим событием наблюдения на американской решётке апертурного синтеза VLA позволили обнаружить два релятивистских выброса, один из которых перемещался в картинной плоскости неба со скоростью, превышающей скорость света. Так был открыт первый в Галактике источник со «сверхсветовым» разлётом радиокомпонент. До этого такие объекты наблюдались лишь в ярчайших внегалактических радиоисточниках, связанных с активностью сверхмассивных чёрных дыр. Объект, невидимый до 1992 году, с тех пор проявляет себя на разных уровнях активности почти четверть века.

Приборы ВОТЧ и ФЕБУС, а также телескоп СИГМА позволили выполнить исследования гамма-всплесков в широчайшем диапазоне энергий от 8 кэВ до 100 МэВ. ФЕБУС зафиксировал 208 космических гамма-всплесков. С помощью прибора ВОТЧ было локализовано 47 источников гамма-всплесков с точностью около  $0,5^\circ$ .

Очень интересными оказались и наблюдения солнечных вспышек прибором ФЕБУС. Начальная стадия работы «Граната» пришлась на максимум солнечной активности, в результате ему удалось наблюдать вспышки с ярчайшей линией 2,2 МэВ синтеза дейтерия. В каждой из таких вспышек на поверхности Солнца было синтезировано несколько тонн дейтерия. Очевидно, затем этот дейтерий был вынесен солнечным ветром в межпланетное и межзвёздное пространство.

К сожалению, не заработал прибор «Подсолнух». Идея его была удивительно красивой. Гамма-всплесковые детекторы «Конус» группы ЛФТИ должны были фиксировать яркие гамма-всплески и локализовать их с точностью нескольких градусов. Поворотная платформа, созданная в ОКБ Фрунзе и СКБ КП (Специальное конструкторское бюро Космического приборостроения) в Тарусе, должна была разворачиваться за считанные секунды в направлении всплеска и наводить на него рентгеновский прибор и маленький оптический телескоп. В.Г. Родин и его отдел приложили много усилий, чтобы сделать этот прибор работоспособным. Известно, что по командам с Земли платформа действительно могла разворачиваться в космосе на большие углы, но, к сожалению, из-за ряда проблем данные на Землю не передавались. Это было, пожалуй, самой большой неудачей «Граната», поскольку был упущен шанс получить важнейшую информацию о гамма-всплесках и их послесвечениях в рентгеновском и оптическом диапазонах намного раньше, чем это сделал итальянский спутник ВерроSAX. С самого начала были обнаружены и проблемы при работе другого российского прибора — АРТ-С, который имел большую эффективную площадь — 2 тыс. кв. см и был оснащён качающимися коллиматорами для вычитания фона. Все попытки наладить работу прибора не увенчались успехом. Причиной проблем были высоковольтные источники питания, которые вышли из строя практически сразу после включения из-за пробоя на остаточной атмосфере и при возможном загрязнении высоковольтных разъёмов.

В сентябре 1994 года, после практически пяти лет работы на орбите в режиме направленных наблюдений, рабочее тело для двигателей разворота подошло к концу, после чего «Гранат» был переведён в режим сканирования и провёл обзор неба

в жёстких рентгеновских лучах. Передача данных была закончена 27 ноября 1998 года, обсерватория разрушилась при входе в атмосферу 25 мая 1999 года.

Плодом деятельности обсерватории «Гранат» стали более трёхсот научных статей, опубликованных в ведущих научных журналах и собравших более 3500 ссылок.

В 1990 году «Интеркосмос» и Совет по внеатмосферной астрономии АН СССР выступили с инициативой вывода на мощнейшей советской ракете-носителе «Энергия» комплекса астрофизических приборов из европейских стран. При этом было очевидно, что обсерваторию в странах Европы можно создать лишь под менее тяжёлую ракету «Протон». В конечном итоге были предложены три проекта: запуск гигантской радиоантенны на носителе «Энергия», гамма-обсерватории на «Протоне» и инфракрасной обсерватории, также на «Протоне».

Идея запуска гамма-обсерватории нашла поддержку в странах Европы и в итоге воплотилась в проект ИНТЕГРАЛ Европейского космического агентства (ЕКА<sup>1</sup>). Отбор проектов в ЕКА проходил уже после распада Советского Союза, и вновь созданное Российское космическое агентство, Российская академия наук и Правительство России поддержали участие нашей страны в этом проекте.

В ходе переговоров с ЕКА российская сторона предложила условия, по которым всё дополнительное наблюдательное время, которое даст вывод спутника на орбиту ракетой «Протон» по сравнению с запуском американским носителем, должно принадлежать России. При этом европейским учёным не нужно будет оплачивать сам запуск, и им гарантируется тот же объём наблюдений, как и в случае использования собственного носителя. Предварительные расчёты, сделанные в ИКИ кандидатом технических наук Н. А. Эйсмонтом, показали, что орбита, обеспечиваемая «Протоном», даёт в полтора раза больше полезного времени наблюдений, чем при запуске американским носителем. В результате напряжённых переговоров с представителями ЕКА в ИКИ РАН было принято и закреплено соглашением между Росавиакосмосом и ЕКА компромиссное решение, что Россия получает четверть наблюдательного времени проекта. Научным руководителем от России был назначен академик Р. А. Сюняев. Успеху переговоров с ЕКА способствовала поддержка учёных со стороны Академии наук, особенно академиков А. Е. Чудакова и Ю. А. Осипьяна, и руководства Росавиакосмоса в лице Ю. Н. Коптева и А. И. Медведчикова.

Обсерватория «Интеграл» была успешно выведена на высокоапогейную орбиту 17 октября 2002 года с космодрома «Байконур» с помощью ракеты-носителя «Протон» Государственного космического научно-производственного центра (ГКНПЦ) им. М. В. Хруничева с разгонным блоком ДМ ракетно-космической корпорации «Энергия». Выведение обсерватории на промежуточную высокоэллиптическую орбиту, предложенную и рассчитанную Н. А. Эйсмонтом, было выполнено с более высокой точностью, чем гарантировалось. Это позволило значительно сократить расход топлива при формировании окончательной орбиты двигателями космического аппарата и, с учётом оптимизации процедур управления ориентацией, дало возможность увеличить операционное время жизни обсерватории с 5 лет до 24–26 лет, то есть запаса топлива на борту спутника должно хватить до 2028 года. Запуск обсерватории «Интеграл» стал возможен в результате многолетнего труда и поддержки специалистов и учёных Роскосмоса,

---

<sup>1</sup> ESA — European Space Agency.

ГКНПЦ им. Хруничева под руководством В. К. Караска, РКК (Ракетно-космическая корпорация имени С. П. Королёва) «Энергия», Российской академии наук, ИКИ РАН.

Основными приборами обсерватории «Интеграл» являются гамма-телескоп IBIS (разработчики INAF/IASF<sup>1</sup>, Италия и CEA-Saclay<sup>2</sup>, Франция) и спектрометр SPI (разработчики CCSR<sup>3</sup>, Франция и MPE, Германия), позволяющие строить изображения рентгеновского неба и проводить спектральный анализ излучения в диапазоне энергий от 15 кэВ до 10 МэВ. В качестве вспомогательных приборов используются рентгеновский телескоп JEM-X (Joint European X-Ray Monitor) (DSRI<sup>4</sup>, Дания) и оптический монитор ОМС (INTA/LAEFF<sup>5</sup>, Испания). Общая масса обсерватории составляет около четырёх тонн, что фактически является пределом для современной технологии построения изображений и регистрации фотонов жёсткого рентгеновского и мягкого гамма-диапазонов.

Для обсерватории «Интеграл» впервые в России реализован принцип «национальной обсерватории». Это значит, что любой учёный из любого российского научного института, университета или обсерватории может подать заявку на проведение наблюдения любого объекта и, в случае, если заявка будет одобрена российским и европейским комитетами по распределению наблюдательного времени, получить данные наблюдений для их последующей обработки и анализа.

Вся научная информация, полученная в рамках российской квоты наблюдательного времени, поступает в Международный центр научных данных обсерватории «Интеграл» (ISDC<sup>6</sup>, Женева, Швейцария), а затем становится доступной для российских учёных через Российский центр научных данных (РЦНД) обсерватории «Интеграл», организованный в отделе астрофизики высоких энергий ИКИ.

С использованием результатов наблюдений обсерватории «Интеграл» за двенадцать лет вышло более двухсот пятидесяти публикаций российских учёных в ведущих научных журналах, собравших более четырёх тысяч ссылок, защищено двенадцать диссертаций.

Проводимые с 2003 года обсерваторией «Интеграл» наблюдения в жёстком рентгеновском диапазоне энергий позволили открыть несколько сотен новых рентгеновских источников и провести исследование статистических свойств объектов разных классов. В нескольких областях неба были проведены сверхглубокие наблюдения (со временем экспозиции от нескольких мегасекунд до нескольких десятков мегасекунд), которые позволили практически достичь пределов возможностей телескопов с кодирующей апертурой. Ключевую роль в построении высококачественных рентгеновских изображений неба играют алгоритмы, разработанные Е. М. Чуразовым. За составление карт всего неба, составление и обновление каталога жёстких рентгеновских источников отвечает кандидат физико-математических наук Р. А. Кривонос.

---

<sup>1</sup> INAF/IASF — Istituto Nazionale di Astrofisica / Istituto di astrofisica spaziale e Fisica Cosmica.

<sup>2</sup> CEA-Saclay — Saclay Nuclear Research Centre de Commissariat à l'énergie atomique.

<sup>3</sup> CCSR — Centre d'Etude Spatiale des Rayonnements.

<sup>4</sup> DSRI — Danish Space Research Institute.

<sup>5</sup> INTA/LAEFF — Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial / Laboratorio de Astrofisica Espacial Fisica Fundamental.

<sup>6</sup> ISDC — INTEGRAL Science Data Centre.

С помощью спектрометра высокого разрешения SPI Е. М. Чуразов с коллегами исследовали гамма-излучение балджа и диска нашей Галактики. В измеренных спектрах выделяются линии на энергиях 511 кэВ и 1,8 МэВ, связанные с аннигиляцией электрон-позитронных пар и распадом радиоактивного изотопа алюминия, синтезируемого массивными звёздами. Наиболее вероятным поставщиком позитронов являются термоядерные взрывы сверхновых типа Ia, синтезирующие радиоактивный изотоп никеля, который в процессе распада  $56\text{Ni} \rightarrow 56\text{Co} \rightarrow 56\text{Fe}$  производит позитроны. Однако нельзя исключить и более экзотические сценарии рождения позитронов в центральной зоне Галактики.

В результате проведённых обсерваторией «Интеграл» глубоких наблюдений Большого Магелланова Облака С. А. Гребеневым, А. А. Лутовиновым и С. С. Цыганковым было зарегистрировано жёсткое рентгеновское излучение от остатка Сверхновой 1987А в линиях на энергиях 67,9 и 78,4 кэВ, связанное с распадом радиоактивного  $44\text{Tl}$ . Это первое прямое доказательство образования титана во время взрыва этой сверхновой, ближайшей к нам за последние 400 лет. По измеренному потоку излучения удалось оценить количество  $44\text{Tl}$ , синтезированного при взрыве, — около 0,0003 массы Солнца, и объяснить наблюдающееся поведение яркости сверхновой в последние 20 лет.

15 января 2014 года в галактике М82 взорвалась сверхновая типа Ia, получившая название SN2014J. Она оказалась самой близкой сверхновой этого типа за всю эпоху наблюдений космических обсерваторий. В отличие от сверхновых типа II, например, SN1987A, вызванных коллапсом массивных звёзд, сверхновые типа Ia связаны с термоядерными взрывами белых карликов с массой порядка Чандрасекаровского предела (1,4 массы Солнца). В процессе взрыва синтезируется большое количество радиоактивного Ni-56, распад которого должен сопровождаться излучением характерных линий в гамма-диапазоне. Высокая скорость разлёта и небольшая масса оболочки должны приводить к раннему выходу гамма-излучения. При поддержке Российского научного комитета проекта ИНТЕГРАЛ программа наблюдений была оперативно изменена, чтобы обеспечить максимальный приоритет наблюдениям сверхновой. В результате Е. М. Чуразову, Р. А. Сюняеву, С. А. Гребеневу и С. Ю. Сазонову удалось впервые напрямую подтвердить термоядерную природу сверхновых такого типа, измерить массу радиоактивного Ni-56 и скорость разлёта и сравнить предсказания детальных моделей с наблюдаемыми спектрами в гамма-диапазоне.

Жёсткий рентгеновский обзор неба, составленный по данным наблюдений обсерватории «Интеграл», позволил впервые провести систематический поиск активных ядер галактик второго типа, в которых сверхмассивная чёрная дыра скрыта от наблюдателя в других диапазонах длин волн толстым слоем пыли и холодного газа. «Интеграл» обнаружил уже несколько десятков новых объектов такого типа. Для их исследования в России и других странах проводятся обширные программы наблюдений на рентгеновских, оптических и инфракрасных телескопах. С. Ю. Сазоновым с коллегами получен интересный результат, что относительная доля активных ядер второго типа падает с увеличением светимости. Считается, что активные ядра галактик вносят основной вклад в космический рентгеновский фон — излучение, пронизывающее всё космическое пространство. К сожалению, чувствительности современных жёстких рентгеновских детекторов не хватает для того, чтобы разрешать рентгеновский фон

на отдельные источники в жёстком диапазоне (на энергиях выше 10 кэВ), на который приходится максимум его интенсивности. Однако важную недостающую информацию об истории роста сверхмассивных чёрных дыр во Вселенной можно получить и другим способом — измеряя спектр жёсткого рентгеновского фона. Специально для решения этой задачи в 2006 году учёными отдела астрофизики высоких энергий была инициирована уникальная программа наблюдений Земли обсерваторией «Интеграл». При этом наша планета использовалась как гигантский экран, на время закрывающий от приборов обсерватории излучение далёких источников, составляющих фон. В результате Е. М. Чуразову с коллегами впервые удалось построить спектр фона в широком диапазоне энергий от 3 до 150 кэВ с точностью около 10 %.

Большие поля зрения и хорошее угловое разрешение телескопов обсерватории «Интеграл» впервые позволили получить карты и спектры так называемого хребта Галактики — слабого протяжённого рентгеновского излучения вдоль галактической плоскости, представлявшего собой загадку более 25 лет. Р. А. Кривонос, доктор физико-математических наук М. Г. Ревнивцев и их коллеги смогли показать, что излучение хребта Галактики в жёстком рентгеновском диапазоне энергий 10...60 кэВ представляет собой суммарное излучение миллионов аккрецирующих белых карликов. На энергиях выше 100 кэВ вклад этих источников становится малым и в протяжённом излучении Галактики начинает преобладать излучение межзвёздной среды.

Уже первые наблюдения нашей Галактики обсерваторией «Интеграл» принесли М. Ревнивцеву и его коллегам открытие нового семейства нейтронных звёзд, окружённых «коконами» пыли и газа. Являясь яркими объектами жёсткого рентгеновского неба, такие объекты практически невидимы в обычном рентгеновском диапазоне (ниже 10 кэВ). Оказалось, что это двойные системы с нейтронными звёздами, которые аккрецируют вещество с молодых звёзд с очень мощными ветрами. К настоящему времени «Интегралом» открыто уже несколько десятков таких источников. Кроме того, при активном участии сотрудников отдела астрофизики высоких энергий С. А. Гребенева, доктора физико-математических наук А. А. Лутовинова и кандидата физико-математических наук С. В. Молькова был открыт новый класс массивных рентгеновских двойных систем, в которых нейтронные звёзды, аккрецирующие вещество с массивных звёзд, могут вспыхивать на короткий период времени, повышая свою яркость иногда в сотни и тысячи раз. Возможно, такие вспышки являются результатом эпизодического преодоления веществом звёздного ветра центробежного барьера на границе магнитосферы нейтронной звезды.

В ходе многолетнего обзора Галактики приборами обсерватории «Интеграл» уже зарегистрировано более сотни массивных рентгеновских двойных систем, при этом почти половина из них является новыми. Это позволило А. А. Лутовинову, М. Г. Ревнивцеву и их коллегам измерить распределение поверхностной плотности таких объектов в Галактике, показать, что оно коррелирует с локальным темпом звездообразования, и сравнить расположение массивных рентгеновских двойных систем с областями их предполагаемого образования.

Телескоп IBIS обсерватории «Интеграл» зарегистрировал жёсткое рентгеновское излучение на энергиях от 20 до 150 кэВ от гигантского молекулярного облака Стрелец В2 в центральной области нашей Галактики, подтвердив результат, полученный ранее, но на более низких энергиях, с помощью телескопа АРТ-П обсерватории «Гранат».

Последующие наблюдения «Интеграла» позволили обнаружить затухание этого излучения на масштабе десяти лет. Тем самым подтверждается гипотеза, что сверхмассивная чёрная дыра активно аккрецировала вещество примерно триста лет назад и что мы наблюдаем эхо этой активности.

Рентгеновские пульсары являются уникальными лабораториями для исследования взаимодействия излучения с веществом в сверхсильных (порядка  $10^{12}$  Гс) магнитных полях. Резонансное рассеяние фотонов на электронах в магнитосфере нейтронной звезды приводит к образованию циклотронных линий поглощения в спектрах пульсаров, по положению которых можно определять напряжённость магнитного поля у поверхности нейтронной звезды. С. С. Цыганкову и А. А. Лутовинову удалось обнаружить и измерить положение не только фундаментальной, но и более высоких гармоник в спектрах ряда пульсаров. Кроме того, ими впервые было детально исследовано изменение энергии циклотронных линий в зависимости от темпа аккреции на нейтронную звезду и получены сведения о строении аккреционных колонок пульсаров с точностью до нескольких сотен метров. Эти исследования дали толчок для построения новых моделей излучения рентгеновских пульсаров и формирования циклотронных линий.

Гамма-всплески до недавнего времени оставались одной из загадок астрофизики высоких энергий. Сейчас мы знаем, что, по крайней мере, часть из них связана со взрывами массивных звёзд в далёких галактиках. Обсерватория «Интеграл» регистрирует и локализует порядка десяти гамма-всплесков в год. Один из них (GRB 031203) попал в поле зрения телескопа IBIS 3 декабря 2003 года. Его положение на небе было определено с точностью 2,5 угл. мин и распространено с помощью Интернета уже через 20 с после начала всплеска. Последующие наблюдения наземными оптическими телескопами позволили обнаружить послесвечение всплеска, галактику (на красном смещении 0,11), в которой произошёл всплеск, и сверхновую, связанную со всплеском. Анализ данных обсерватории «Интеграл», проведённый С. Ю. Сазоновым, А. А. Лутовиновым и Р. А. Сюняевым, показал, что хотя временные и спектральные характеристики излучения GRB 031203 вполне обычны, его полная энергия не превышает  $10^{50}$  эрг, что на три порядка меньше обычных значений. Тем самым получено указание на то, что такие слабые всплески могут происходить во Вселенной гораздо чаще «стандартных».

В 2014 году специальная комиссия ЕКА, рассмотрев полученные результаты и возможные перспективы, признала работу обсерватории «Интеграл» успешной и требующей дальнейшего продолжения. Решением ЕКА финансирование обсерватории (управление спутником, приём и передача данных, наземная поддержка) гарантировано до конца 2016 года, с возможностью его продления. Принимая во внимание оставшиеся запасы топлива на борту и хорошее состояние телескопов, есть все основания полагать, что обсерватория «Интеграл» будет работать на орбите ещё несколько лет, а значит, учёных ждут новые неожиданные открытия и результаты. Важную роль в решении ЕКА сыграло открытие сотрудниками отдела астрофизики высоких энергий гамма-излучения радиоактивного Co-56 от сверхновой типа Ia (SN2014J) в галактике M82. Это открытие подтвердило теоретическую концепцию того, что причинами сверхновых типа Ia являются гигантские термоядерные взрывы белых карликов, сверхплотных остатков звёзд. Коллектив отдела астрофизики высоких энергий приобрёл большой опыт при работе с обсерваториями «Квант», «Гранат», «Интеграл» и активно использует



его при работе с архивными и вновь поступающими данными многих других рентгеновских и гамма-обсерваторий, в первую очередь ROSAT (Röntgensatellit), Chandra, XMM-Newton (X-ray Multi-Mirror Mission — рентгеновская многозеркальная миссия). Это позволило получить такие широко известные результаты как: ограничения на космологические параметры Вселенной по эволюции функции масс скоплений галактик; теорию нагрева межгалактической плазмы за счёт развития всплывающих пузырей релятивистской плазмы, связанных с активностью центральной сверхмассивной чёрной дыры; открытие холодных фронтов в межгалактическом газе скоплений галактик; свойства популяций активных ядер галактик, рентгеновских двойных систем и слабых рентгеновских источников; дискретная природа рентгеновского свечения хребта Галактики; широкополосный спектр космического рентгеновского фона. Широко известны результаты отдела по исследованию рентгеновских двойных и ультраярких источников в других галактиках, по происхождению сверхновых типа Ia, а также по популяционному синтезу сверхмягких источников и других типов аккрецирующих белых карликов. Сотрудниками отдела предложен новый метод диагностики звездообразования по рентгеновскому излучению галактик, который сейчас успешно используется для исследования истории звездообразования во Вселенной.

В 1987 году, во время празднования 30-летия запуска первого спутника, в Москве состоялся большой международный симпозиум, на котором учёные из нескольких стран предложили концепцию высокоапогейной обсерватории с рентгеновскими телескопами косоугольного падения, в сотни раз более чувствительных по сравнению с приборами с кодирующей апертурой. Проект получил широкую поддержку многих научных групп, и вскоре в СССР было принято решение о создании в НПО имени С. А. Лавочкина крупнейшей международной рентгеновской обсерватории «Спектр-Рентген-Гамма» (СРГ) с участием Великобритании, Дании, Италии, США, Финляндии, Израиля, Германии, Венгрии и Турции. К сожалению, из-за распада Советского Союза запуск обсерватории несколько раз откладывался, а затем, в 2002 году, был и вовсе отменён, несмотря на то, что основные телескопы обсерватории были изготовлены и готовы к работе в космосе (один из них, JET-X, был в 2004 году запущен на борту американского спутника Swift, позволил получить интереснейшие научные данные и до сих пор успешно работает на орбите). Отмена запуска спутника СРГ была страшным ударом для сотрудников отдела, отдавших почти пятнадцать лет жизни этому крупнейшему проекту.

Тем не менее, начиная с 2003 года отдел начал искать пути продолжения проекта СРГ. Обнадёживал успешный старт аппарата «Интеграл» 17 октября 2002 года. Уже в 2003 году начали рассматривать переход на платформу «Ямал» РКК «Энергия» с частью телескопов от «старого» варианта СРГ, прежде всего телескопа JET-X. Рассматривалась околоземная орбита для «нового» варианта СРГ. 1 февраля 2003 года произошла катастрофа шаттла (Space Shuttle — «космический челнок») «Колумбия», что изменило расстановку в научной программе ЕКА на МКС. В результате к ИКИ обратились учёные из Германии с проектом ROSITA (ROentgen Survey with an Imaging Telescope Array) с предложением установить их на «новом» СРГ или запустить попутным грузом. В 2004 году состоялись первые переговоры на эту тему, и вскоре стало понятно, что для «нового» СРГ требуется разработка новых приборов. В «новом» СРГ на первый план вышел прибор ROSITA, который был в первоначальном варианте основан на потерпевшем неудачу немецком проекте ABRIXAS (A Broad Band Imaging X-ray

All-Sky Survey). Алексей Вихлинин, который активно работал со скоплениями галактик по данным обсерваторий ROSAT и Chandra, и Р. А. Сюняев, опиравшийся на результаты моделирования, приложили немало сил для убеждения немецких коллег существенно расширить возможности ROSITA и в конечном итоге Р. А. Сюняев уговорил директора МРЕ, в то время профессора Гюнтера Хайзенгера, нарастить число оболочек телескопа в два раза, до пятидесяти четырёх, что позволяло регистрировать до 100 тысяч скоплений галактик в ходе четырёхлетнего обзора. Проект был переименован в eROSITA (впереди добавлено слово *extended*, что означает в переводе «расширенный»).

В части разработки российского прибора в отделе были развёрнуты работы по телескопу АРТ-ХС в кооперации с РФЯЦ-ВНИИЭФ<sup>1</sup> (Саров). Была предпринята попытка разработки отечественных рентгеновских зеркальных систем косоугольного падения, которая оказалась вполне успешной, но не настолько, чтобы их уже можно было посылать в космос. В 2011 году к созданию жёстких рентгеновских зеркал подключился Космический центр имени Маршалла (НАСА, США). Для регистрации рентгеновского излучения в фокальной плоскости в отделе начались разработки полупроводниковых детекторов на основе теллурида кадмия (CdTe), и здесь огромную роль сыграла группа Василия Левина, быстро вышедшая на очень высокий уровень и сумевшая создать уникальные DSSD-детекторы.

В итоге в середине 2000-х годов учёными отдела астрофизики высоких энергий ИКИ и Института внеатмосферной физики общества им. Макса Планка (Германия) была предложена принципиально новая концепция обсерватории «Спектр-Рентген-Гамма», научные задачи и состав научной аппаратуры которой отвечали запросам современной астрофизики. В настоящее время новая обсерватория «Спектр-Рентген-Гамма» готовится к запуску. Она является крупнейшим совместным проектом России и Германии в области астрофизики и призвана пролить свет на многие фундаментальные вопросы космологии — свойства и эволюцию Вселенной, природу тёмной энергии и тёмной материи, возникновение и рост сверхмассивных чёрных дыр и поиск наиболее редких объектов. Обсерватория будет запущена во внешнюю точку либрации Солнце-Земля и должна проработать там как минимум семь лет. Главной целью первых четырёх лет работы обсерватории должен стать обзор всего неба в рентгеновских лучах с рекордной чувствительностью. Ожидается, что в ходе обзора неба «Спектр-Рентген-Гамма» обнаружит все скопления галактик в наблюдаемой части Вселенной (около 100 тыс. скоплений), около 3 млн аккрецирующих сверхмассивных чёрных дыр, сотни тысяч аккрецирующих белых карликов и звёзд с активными коронами, десятки тысяч звездообразующих галактик и многие другие объекты, в том числе неизвестной природы. В рамках проекта СПЕКТР-РЕНТГЕН-ГАММА российские учёные получают половину данных телескопа eROSITA и все данные телескопа АРТ-ХС. Научный руководитель проекта — академик Р. А. Сюняев, его заместители — заместитель директора ИКИ РАН доктор физико-математических наук М. Н. Павлинский и член-корреспондент РАН Е. М. Чуразов.

Одновременно с созданием телескопа АРТ-ХС в настоящее время в отделе астрофизики высоких энергий заканчивается изготовление «Монитора Всего Неба» (МВН), который планируется установить на российском сегменте Международной косми-

---

<sup>1</sup> РФЯЦ-ВНИИЭФ — Российский федеральный ядерный центр, Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики.

ческой станции (РС МКС). Главной научной задачей этого эксперимента является измерение поверхностной яркости космического рентгеновского фона (КРФ) с высокой точностью. При помощи МВН планируется также решить ряд технологических задач, таких как проверка полупроводниковых CdTe-детекторов в условиях открытого космоса, изучение эффектов поляризации CdTe-кристаллов, измерение фоновых условий на МКС.

Сотрудники отдела астрофизики высоких энергий работают над предложениями для перспективных обсерваторий будущего. В частности, ими предложена концепция обсерватории «Рентгеновский микрофон» с собирающей площадью более десяти квадратных метров, предназначенной для тонкого временного анализа и спектроскопии релятивистских компактных объектов. В качестве первого шага в создании такой обсерватории и отработки технических решений планируется установка инструмента площадью около одного квадратного метра на МКС. В отделе также начались работы по созданию и отработке элементов перспективной системы автономной навигации космических аппаратов по сигналам рентгеновских пульсаров.

Для отождествления рентгеновских источников и определения их природы необходимы наблюдения в оптическом диапазоне. С этой целью в 1994 году были начаты работы по установке «Российско-турецкого полутораметрового телескопа» (РТТ-150) на горе Бакырлы-Тепе в шестидесяти километрах к северу от Анталии (Турция). Научные наблюдения на телескопе начались в 2000 году, по завершении этапа установки и юстировки телескопа. Телескоп был изготовлен на Ленинградском оптико-механическом объединении (ЛОМО) для Казанского государственного университета ещё в конце 1980-х годов. Изначально предполагалось, что он будет установлен в Узбекистане, на горе Майданак, однако с распадом СССР это оказалось невозможным. Внутри России нет мест с таким хорошим астроклиматом. Кроме того, в начале 1990-х годов было почти невозможно получить существенное финансирование для постройки инфраструктуры, необходимой для установки такого телескопа.

Согласно договору с Государственным комитетом по науке и технологии Турции, все расходы по возведению и обустройству инфраструктуры на горе, включая дороги, общежития, здание и купол телескопа, взяла на себя турецкая сторона. Взамен турецкие университеты получили 40 % наблюдательного времени телескопа. С российской стороны в проекте участвуют Казанский федеральный университет и ИКИ РАН, которые получили 45 и 15 % наблюдательного времени соответственно. Добиться таких условий и согласия на установку телескопа за рубежом было очень непросто. Огромное значение играла заинтересованность турецких астрофизиков во главе с профессором Али Альпаром в создании национальной обсерватории, поддержка министра иностранных дел Турции Эрдала Иненю и руководства Совета по научным и технологическим исследованиям Турции TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu). С российской стороны проект поддержали руководство РАН, Роскосмоса, ЛОМО<sup>1</sup>, ректор КФУ<sup>2</sup>, Академия наук и политическое руководство Республики Татарстан и дирекция ИКИ. Были чрезвычайно важны активность и понимание абсолютной необходимости срочного решения вопроса со стороны профессора Н. А. Сахибуллина (КФУ) и академика Р. А. Сюняева (ИКИ). Громадную роль в становлении телескопа и его оснащении

<sup>1</sup> ЛОМО — Ленинградское оптико-механическое объединение имени В. И. Ленина.

<sup>2</sup> КФУ — Казанский (Приволжский) федеральный университет .

современной аппаратурой сыграл профессор И. Ф. Бикмаев (КФУ) — профессиональный спектроскопист, прошедший школу многолетней работы на шестиметровом телескопе БТА САО РАН<sup>1</sup>. В конце 2014 года действие договора по РТТ-150 было продлено ещё более чем на десять лет. Здесь ключевую роль сыграл заместитель директора ИКИ РАН М. Н. Павлинский. Предполагается, что основной научной задачей телескопа станет поддержка рентгеновского обзора всего неба обсерватории «Спектр-РГ».

В настоящее время РТТ-150 представляет собой надёжный, высококачественный инструмент, оснащённый полным набором самых современных приборов. Одной из наиболее успешных программ, проводимых на телескопе, является многолетняя серия наблюдений скоплений галактик, отобранных по рентгеновским данным телескопа ROSAT, под руководством кандидата физико-математических наук Р. А. Буренина. Этот обзор является самым большим рентгеновским обзором богатых скоплений на высоких красных смещениях. В течение последних нескольких лет Р. А. Буренин совместно с коллегами из КФУ (Н. А. Сахибуллин, И. Ф. Бикмаев, кандидат физико-математических наук И. М. Хамитов) проводит наблюдения на телескопе РТТ-150 (а также шестиметровом телескопе БТА) скоплений галактик, обнаруженных по наблюдению эффекта Сюняева-Зельдовича в обзоре всего неба обсерватории «Планк». Спектроскопические наблюдения на телескопах РТТ-150 и БТА внесли существенный вклад в общую программу измерений красных смещений скоплений Планка. Отметим, что Р. А. Сюняев является одним из научных руководителей наиболее результативного прибора HFI на спутнике «Планк», а Е. М. Чуразов и М. Р. Гильфанов внесли заметный вклад в обработку данных этого замечательного европейского спутника.

Кроме наблюдений скоплений галактик, на телескопе РТТ-150 проводятся наблюдения и многих других объектов. Так, например, были проведены наблюдения более сотни оптических послесвечений космических гамма-всплесков, включая наблюдения начальной стадии послесвечения гамма-всплеска 030329 — одного из наиболее близких и ярких гамма-всплесков за всю историю наблюдений. Большое количество интересных результатов было получено в работах по оптическому отождествлению жёстких рентгеновских источников из обзора всего неба обсерватории «Интеграл», при исследовании быстрой оптической переменности рентгеновских двойных систем и в других работах.

Всего, за всё время работы телескопа РТТ-150, было опубликовано около ста научных статей и более ста астрономических циркуляров, в которых были использованы данные телескопа. Эти статьи и циркуляры к настоящему времени собрали более двух с половиной тысяч ссылок.

Опыт, полученный сотрудниками отдела при работе на телескопе РТТ-150, позволил также получать наблюдательное время и проводить наблюдения на многих других телескопах в России и за рубежом. В частности, в последние годы большое количество наблюдений было выполнено на шестиметровом телескопе БТА. Недавно, при активном участии ИКИ РАН, были начаты работы по дооснащению новыми приборами телескопа АЗТ-ЗЗИК Саянской обсерватории ИСЗФ СО РАН<sup>2</sup>. Это позволит также под-

---

<sup>1</sup> БТА САО РАН — Большой телескоп азимутальный Специальной астрофизической обсерватории РАН.

<sup>2</sup> ИСЗФ СО РАН — Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук.

ключить этот телескоп к работам по наблюдениям источников, обнаруженных по их излучению в рентгеновском диапазоне.

Отдел продолжает активно работать по широкому кругу задач космологии и астрофизики высоких энергий (как в области теории и интерпретации данных наблюдений, так и по чисто наблюдательным программам). Это позволило успешно проводить в ИКИ уже четырнадцать лет каждый декабрь всероссийские конференции по астрофизике высоких энергий, собирающие по сто пятьдесят — двести участников из ведущих научных центров страны и из-за рубежа. В 2004 и 2014 годах отдел успешно провёл в ИКИ международные конференции в связи с девяностолетним и столетним юбилеями основателя отдела Я. Б. Зельдовича; в 2006 году — Международную конференцию по проекту ИНТЕГРАЛ; в 2012 году, в Казани, — Международную конференцию по проекту СПЕКТР-РЕНТГЕН-ГАММА. Все эти конференции также собрали по 150–200 участников.

В июле 2015 года исполнится сорок один год, как академик Я. Б. Зельдович перевёл часть своих сотрудников в ИКИ. Всё это время отдел считался и считается молодым. Хочется верить, что он останется таким и дальше, что молодёжь будет продолжать приходить в отдел и работать в нём во имя будущего науки. Следующее десятилетие обещает быть золотым десятилетием для астрофизики высоких энергий. Никогда в космосе не было такого количества уникальных рентгеновских телескопов, решающих различные задачи наблюдательной рентгеновской астрономии. Отдел мечтает видеть в их ряду обсерваторию «Спектр-Рентген-Гамма» с её уникальными возможностями для проведения сверхчувствительного обзора всего неба в интересах космологии, внегалактической и галактической астрофизики. Коллектив отдела продолжает свою работу и надеется на поддержку других отделов института при работе над крупнейшим проектом современной астрофизики высоких энергий.

# НАЧАЛА

В. В. Безруких

*Все события, изложенные в предлагаемых записках, происходили с участием или в присутствии автора*

Так уж случилось, что по окончании Московского инженерно-физического института (МИФИ<sup>1</sup>) я был направлен на работу не на уральские предприятия Средмаша<sup>2</sup> (как большая часть моих сокурсников — это было первым моим везением в период определения профессии), а в НИИ-885 (Головной институт по системам управления баллистических ракет дальнего действия и зенитных управляемых ракет), в котором создавались системы управления полётом ракет. Причиной стал жирный красный крест в справке о состоянии здоровья, появившийся там после прохождения серьёзной средмашевской медицинской комиссии и не позволявший мне работать на предприятиях атомной промышленности. Второй раз фортуна улыбнулась мне, когда я попал в сравнительно небольшую лабораторию, где велись пионерские работы по исследованию ионосферы Земли при помощи «вертикальных» ракет, поднимавшихся выше максимума слоя F2, области, где наземные методы исследования ионосферы были в то время невозможны. Начальником этой лаборатории, инициатором и научным руководителем работ был Константин Иосифович Грингауз.

В январе 1956 года я приступил к работе. Для начала мне поручили разработать электронный блок зонда Лэнгмюра, предназначавшегося для измерения температуры и концентрации электронов в ионосфере с помощью вертикальной ракеты Р2. Задание оказалось не очень сложным. Работа продвигалась к завершению... И тут гром среди ясного неба — Константин Иосифович сообщил, что мне предлагается участие в создании прибора, который должен быть установлен на первом искусственном спутнике Земли (ИСЗ)! Назначение прибора — измерение концентрации положительных ионов вдоль орбиты спутника. Нетрудно себе представить, какой энтузиазм это предложение вызвало у только что закончившего институт, молодого, в меру романтически настроенного парня, который ещё в раннем школьном возрасте засыпал с книгой К. Фламмарiona. Ни секунды не сомневаясь, я ответил: «Есть!»

Примерно за полгода до описываемых событий в газете «Правда» (и, возможно, в «Известиях») было напечатано (как водится, пети́том), что в США объявлено о предстоящем запуске искусственного спутника Земли. Спустя некоторое время вице-президент АН СССР И. П. Бардин также заявил, что в СССР ведутся работы по созданию спутника. Помнится, из-за абсолютной фантастичности этих сообщений, я не придавал им никакого значения и вскоре забыл о них, как о не имеющих ко мне никакого отношения. И вот — на тебе — такое умопомрачительное поручение. Приступив к работе, я узнал, что действительно в СССР начаты работы по подготовке к запуску искусственного спутника, образована Межведомственная комиссия по запуску объекта «Д» под председательством М. В. Келдыша. Комиссия регулярно собирается, на ней рассматриваются проекты экспериментов, предлагаемых для включения в научную программу спутника. В случае одобрения экспериментов принимаются решения об установке соответствующих приборов на спутник. На одном из заседаний этой комиссии после

<sup>1</sup> Ныне — Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

<sup>2</sup> Средмаш — Министерство среднего машиностроения СССР.

обсуждения доклада Грингауза было принято решение о включении в научную программу Первого спутника эксперимента, в ходе которого должна измеряться концентрация положительных ионов в ионосфере вдоль орбиты спутника.

На начальном этапе в группу, которая занималась подготовкой эксперимента на объекте «Д», вошли научный руководитель эксперимента, К. И. Грингауз, М. Х. Зеликман, уже имевшие опыт в проведении ракетных экспериментов, и я. Позднее группу дополнили Саня Альперина — выпускница Московского электротехнического института связи (МЭИС), и Юра Гавашвили — радиомонтажник экстра-класса, которого мне удалось перетащить в нашу лабораторию из радиомонтажного цеха. В свои неполные двадцать лет Юра уже имел в активе «ходку» в исправительно-трудовой лагерь «по хулиганке», однако лагерный опыт, по счастью, не отразился на его человеческих качествах, квалификации и отношении к работе. В нашем коллективе Юра проработал более десяти лет. В 1980-х годах я узнал, что он работает начальником экспедиции Строительно-монтажного управления в Тюратаме.

Главным предприятием по проекту, точное название которого я не помню (что-то вроде «Подготовка и запуск объекта «Д»), было, разумеется, ОКБ-1 Сергея Павловича Королёва. Проектирование и компоновка спутника были поручены проектному отделу № 9, по-моему, специально сформированному Сергеем Павловичем для создания спутника. Начальником отдела был Михаил Клавдиевич Тихонравов, уже очень немолодой человек в ту пору, давний сотрудник Королёва. В этом отделе осуществлялось также взаимодействие ракетчиков с научными группами из различных академических и отраслевых институтов, готовивших научные эксперименты. Не надо пояснять, что проектирование спутника, тем более первого, который должен был нести более десятка научных приборов, требовало решения бесконечной цепи постоянно возникавших научно-технических проблем. Несмотря на это, начальник отдела — М. К. Тихонравов, его ведущие сотрудники, Е. Ф. Рязанов, Г. Ю. Максимов и весь состав отдела, — всегда крайне внимательно, с неизменным желанием создать наилучшие условия для проведения научных экспериментов, рассматривали наши предложения, направленные, как нам казалось, на повышение достоверности научных результатов, которые могли быть получены в предстоящем полёте. Я не знаю случая, когда сотрудники отдела № 9 к этим предложениям отнеслись бы, как к ненужным фантазиям, только усложняющим жизнь проектантов. При малейшей возможности наши пожелания удовлетворялись. Подобный и, по-моему, единственно правильный стиль взаимодействия проектантов и экспериментаторов сохранился и при работах в ОКБ-1 по лунной программе. К сожалению, в дальнейшем этот стиль вследствие разных причин (в том числе и объективных) заметно изменился, что не могло, как мне кажется, не оказать влияния на качество получаемых научных результатов. Позже я встретил столь же высокую степень взаимопонимания между научными группами и сотрудниками ОКБ (Опытно-конструкторское бюро) им. С. А. Лавочкина (на всех уровнях, начиная с Главного конструктора Г. Н. Бабакина) во время подготовки к пуску первого искусственного спутника Луны — «Луна-10».

Возвращаясь к работам на спутнике. Электроника всей научной аппаратуры была выполнена с использованием устойчивых к механическим перегрузкам электронных ламп серии «Дробь», одним из главных недостатков которых было высокое энергопотребление. Следствием этого стала большая масса источников питания. К сожалению,

альтернатив этим лампам не было, так как только они были разрешены тогда для использования в ракетной аппаратуре. В полёте энергопитание каждого эксперимента должно было осуществляться от индивидуальных источников тока, содержащих необходимый для каждого эксперимента набор окисно-ртутных батарей и серебряно-цинковых аккумуляторов. Масса блока питания для нашего прибора составляла около 12 кг, тогда как, например, суммарная масса электронного блока и двух сферических ионных зондов со штангами метровой длины (ионных ловушек, как тогда говорили) не превышала 2,5 кг. Электроёмкость всех батарей была рассчитана на обеспечение работы аппаратуры в течение 10–12 дней. В поисках путей увеличения продолжительности работы прибора в полёте мы пришли к выводу, что необходимые режимы работы зондов могут быть обеспечены при уменьшенном вдвое напряжении накала ламп. После получения положительных результатов испытаний прибора при пониженном напряжении лётные приборы были переведены в «экономический» режим, в результате чего прибор во время полёта проработал около одного месяца.

Наконец, 16 мая 1958 года спутник был запущен. Успешный запуск вызвал восторг всего населения полигона. Вместе с тем у меня и, возможно, у других непосредственных участников работ к чувству ликования примешивалось некоторое разочарование, вызванное тем, что к моменту запуска спутника его порядковый номер превратился из первого в третий. Это превращение произошло в результате космической гонки между СССР и США. Чтобы «застолбить» приоритет СССР в космосе, наверху было принято решение о запуске в как можно более ранние сроки двух простейших спутников, получивших названия ПС-1 и ПС-2. ПС-1 был выведен на орбиту 4 октября 1957 года, ПС-2 — в первых числах ноября 1957 года.

После установления связи с третьим спутником и получения сведений, что он выведен на орбиту, близкую к расчётной, что все системы бортовой аппаратуры работают нормально, что научные данные поступают на Землю, ТАСС (Телеграфное агентство Советского Союза) сообщил о запуске на орбиту научной лаборатории (рис. 1).

Во время полёта спутника при помощи ловушек был получен большой объём экспериментальных данных о концентрации заряженных частиц в ионосфере на высотах от 220 до 1000 км. Наиболее важные данные, необходимые для построения надёжной модели ионосферы, были получены в совершенно не изученной ранее области на высотах от 500 до 1000 км.

Ранним утром следующего дня я летел в Москву. И снова — удивительная новость: ЦК и Совмин выпустили постановление о начале штурма Луны. Формирование научной программы также было поручено комиссии Келдыша, лунный аппарат получил шифр «объект Е». Успех нашего эксперимента на «Спутнике-3» во многом предопределил решение Комиссии об участии группы Грингауза в создании лунной ракеты. Главная цель эксперимента — обнаружение предположительно существующей ионосферы Луны. Планировалось также включение научной аппаратуры на высоте 2000 км и выполнение измерений в процессе полёта космического аппарата по траектории Земля-Луна, в межпланетном пространстве, как тогда полагали.

К сожалению, сведения даже о ближайшей к Земле области пространства в 1950-х годах были крайне скудны. Предполагалось, в частности, что земная ионосфера простирается до высот ~500 км, где она граничит с межпланетным пространством. Правда, уже в середине мая 1958 года, незадолго до запуска лунных ракет, наша ап-



паратура, установленная на ИСЗ-3, показала, что на высотах  $\sim 1000$  км концентрация холодной плазмы всё ещё составляет  $10^3 \text{ см}^{-3}$ . Что касается концентрации плазмы на больших удалениях от Земли, то, согласно измерениям Стори, на высоте  $\sim 13\,000$  км концентрация составляет  $\sim 600 \text{ см}^{-3}$ . Причём сам автор полагал, что полученная им величина характеризует концентрацию электронов в межпланетном пространстве. И это всё, что было известно в то время о холодной плазме в пространстве, в котором должны были лежать траектории лунных ракет. Приступая к разработке методики эксперимента, мы исходили из того, что на ближайшем к Земле участке траектории и вблизи Луны (если у Луны существует ионосфера в общепринятом смысле слова) космический аппарат может пересечь области, заполненные холодной плазмой, что где-то траектория пройдёт в межпланетном пространстве, где прибор сможет зарегистрировать корпускулярное излучение Солнца. На всякий случай, просто для расширения возможностей прибора, была предусмотрена возможность измерения потоков мягких электронов ( $E > 200 \text{ эВ}$ ).

Информативность телеметрической системы на первых лунных ракетах была крайне низкой (например, для нашего эксперимента было выделено четыре шестибитных канала, опрашиваемых с интервалом в минуту, то есть в терминах сегодняшнего дня 0,4 бит/с). Дополнительные трудности в проведении эксперимента возникали в связи с отсутствием принудительной ориентации космического аппарата в пространстве. Сочетание этих факторов не позволяло осуществить в полёте спектральные измерения малоэнергичной плазмы. Поэтому был предложен прибор, в состав которого входили четыре трёхэлектродные ловушки. Ловушки предполагалось установить на космическом аппарате по углам вписанного в сферу тетраэдра, что должно было уменьшить влияние на интерпретацию результатов измерения неопределённости величины угла атаки (угла между осью симметрии ловушки и вектором скорости космического аппарата). Конструкция ловушки также подверглась изменению — для подавления фототока с коллектора был введён третий электрод — супрессорная сетка. Без неё величина фототока могла на несколько порядков превосходить величины ожидаемых токов среды. Для оценки энергии и определения природы регистрируемых потоков внешние сетки ловушек предполагалось поддерживать под различными потенциалами:  $-10$ ;  $-5$ ;  $0$ ;  $+15 \text{ В}$ . Разработка и изготовление ловушек происходили в Научно-исследовательском институте вакуумной техники (НИИВТ) им. С. А. Векшинского, в лаборатории Р. Е. Рыбчинского, специально организованной для создания приборов, способных регистрировать малоэнергичную космическую плазму и определять её характеристики.

Примерно через полтора-два месяца после запуска «Спутника-3», в июле 1958 года, состоялся первый запуск ракеты на Луну. Неудача. Для участников работ по «объекту Е» вся вторая половина 1958 года превратилась в непрерывную, повторяющуюся цепь: изготовление аппаратуры, испытания в Особом конструкторском бюро (ОКБ) в Подлипках, выезд на полигон, испытания, запуск... И так пять раз вплоть до 2 января 1959 года, когда ракета ушла к Луне. Правда, она не попала на Луну, а пролетела в 5000 км от её поверхности. В коммюнике о запуске ракеты к Луне специально сообщалось, что пролётная траектория была выбрана для увеличения времени пребывания ракеты в окрестности Луны. В ознаменование успешного запуска по команде начальника экспедиции (от ОКБ-1) М. В. Сухопалько личный состав испытателей был

собран на плацу площадки, ограниченной с четырёх сторон жилыми бараками, один из которых, ничем не отличаясь от остальных, скромно назывался «люксом» и предназначался для приезжего начальства. Передав стандартные поздравления испытателям от имени Центрального Комитета (ЦК) и Совета Министров (Совмина), лично от Никиты Сергеевича, он закончил свою краткую, но энергичную речь словами: «Увижу трезвого — наложу взыскание». В ответ — всеобщий восторг и ликование собравшихся. В ту ночь и следующий за ней день наказанных не оказалось.

Следующий запуск на Луну состоялся 12 сентября 1959 года. На этот раз космический аппарат попал на Луну. Это случилось 14 сентября.

Телеметрическая информация, зарегистрированная во время полёта лунной ракеты на наблюдательных пунктах на электрохимических бумажных лентах и фотоплёнке, сосредоточивалась в Отделении прикладной математики на Миусской и обрабатывалась в расчётном бюро, которым руководил Г. Н. Злотин. Результаты обработки информации экспериментаторы получали в виде таблиц «время-параметр». Визуализацию результатов измерения (то есть превращение телеметрических (ТМ) отсчётов в величины измеренных токов) и нанесение их на бесконечную миллиметровку выполняли Володя Озеров и я. Результаты измерений поступали отдельными кусками, не упорядоченными по времени и поэтому нельзя было сразу представить общую картину. Но с первых минут было ясно: прибор живёт, и мы впервые получаем информацию о межпланетном пространстве (в то время о таких мелочах, как магнитосфера Земли, известно не было). Трудно передать волнение, которое не покидало нас всё время, пока мы получали расшифровки разрозненных кусков ТМ-информации (прежде всего, определяли, работает прибор или нет и потом уже, что там, на траектории, и нет ли каких-то неожиданностей на Луне). Чувства, испытываемые тогда нами, были сродни тем, которые испытывают первопроходцы и кладоискатели, заступ которых во время поиска сокровищ натывается на кованый сундук.

Результаты измерений показали, что плазменная оболочка Земли (ионосфера) простирается до высот 20 тыс. км и заканчивается резким спадом. Позже плазменная оболочка Земли получила название «плазмосфера», её резкая граница — «плазмопауза». Последующие исследования показали, что зарегистрированные на удалении от Земли на расстоянии от 45 тыс. до 75 тыс. км отрицательные токи образованы потоками электронов плазменного слоя, а положительные токи образованы солнечным корпускулярным излучением, впоследствии получившим название «солнечный ветер».

Обсуждение научных результатов, полученных с помощью аппарата «Луна-2» (рис. 2), происходило в Отделении прикладной математики на Миусской, в кабинете М. В. Келдыша. Доклады Шмаи Шлёмовича Долгинова по магнитным измерениям и Сергея Николаевича Вернова по результатам измерения потоков заряженных частиц высоких энергий, особенно в зоне радиационных поясов, так же как и доклады по результатам других экспериментов, были одобрены и рекомендованы для публикации. Доклад, который сделал К. И. Грингауз по нашему эксперименту, вызвал острую и небеспристрастную критику со стороны многих участников совещания. Например, видный специалист по верхней ионосфере Я. Л. Альперт утверждал, что обнаруженное резкое падение токов на высоте 20 тыс. км — ошибочный результат, так как, по его мнению, в природе резких границ не бывает. Объединённая группа физиков из Научно-исследовательского института ядерной физики (НИИЯФ) имени Д. В. Скобельцына

МГУ и Физического института им. П. Н. Лебедева РАН (ФИАН) поставила под сомнение методику и результаты нашего эксперимента на том основании, что ловушки не «заметили» радиационных поясов, а зарегистрировали потоки электронов в области, в которой «молчали» счётчики Гейгера. Их позиция подкреплялась тем, что максимальные величины потоков энергичных электронов в радиационных поясах, измеренные на лунных ракетах группой астрофизика Дж. Ван Аллена, хорошо согласовывались между собой. Впрочем, впоследствии выяснилось, что величины потоков энергичных электронов, измеренные его группой, были многократно завышены вследствие неучёта вторичных эффектов. К сожалению, во время обсуждения результатов измерений, полученных на лунных ракетах, этого ещё не было известно. Временами дискуссия принимала и вовсе абсурдный характер. Более того, в пылу дискуссии было высказано фантастическое предположение о том, что первичная обработка нашей ТМ-информации в расчётном бюро была выполнена с искажениями, и возможно, не случайными, так как она происходила под давлением соавторов эксперимента на сотрудниц бюро (Володи Озерова и моим). Тут же была организована повторная обработка спорных участков в условиях строгой изоляции сотрудниц РБ от внешних влияний, которая, конечно же, новых результатов не дала. Не могу не отметить позицию И. С. Шкловского и его тогда ещё молодых сотрудников В. И. Мороза и В. Г. Курта, поддержавших наши результаты. Обсуждение их происходило на двух заседаниях комиссии Келдыша.

Вместо разрешения на публикацию было решено передать описание методики эксперимента и результаты, полученные в полёте, на рассмотрение специально созданной экспертной группе, состоящей из физиков Лаборатории измерительных приборов АН СССР (ЛИПАН) под председательством М. А. Леонтовича. Результатом работы этой группы явилось резюме, которое, практически, не содержало критической оценки ни методики эксперимента, ни его результатов. Тогда у меня сложилось впечатление, что липановцы просто не пожелали вмешиваться в конфликтную ситуацию.

Статья с описанием методики и результатов эксперимента с ловушками на первых космических ракетах «Луна-1» и «Луна-2» была опубликована только через год после первого обсуждения у Келдыша<sup>1</sup>.

Спустя несколько лет результаты, полученные нами на первых космических ракетах, нашли подтверждение в работах Д. Л. Карпентера, основанных на изучении характеристик распространения вистлеров, а также в экспериментах на американских высокоапогейных спутниках IMP-1, OGO-1 (Orbiting Geophysical Observatory) и OGO-3.

Соавторам описываемого эксперимента — К. И. Грингаузу, В. В. Безруких, В. Д. Озерову и Р. Е. Рыбчинскому, были выданы дипломы на открытие: № 27 — за обнаружение плазменной оболочки Земли, плазмосферы и её резкой границы, плазмопаузы, и № 32 — за обнаружение за пределами радиационных поясов зоны существования мягких электронов.

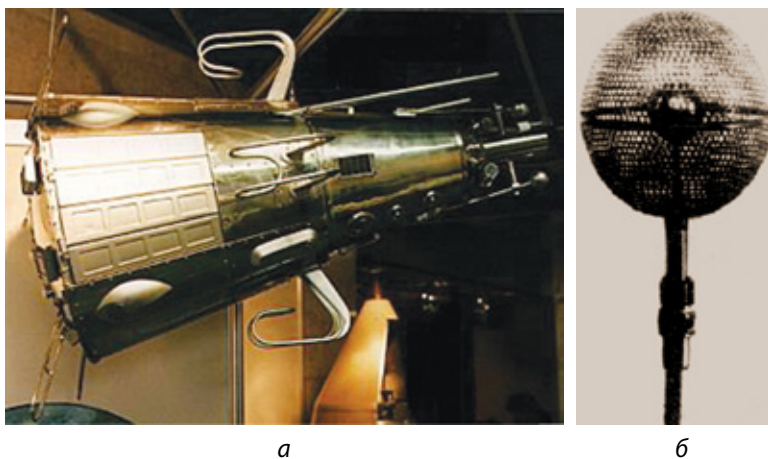
И сегодня, по прошествии более полувека после первых полётов к Луне, меня не оставляет убеждение, что методика осуществлённого нами эксперимента на

---

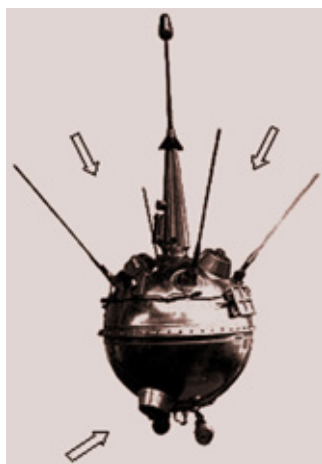
<sup>1</sup> Грингауз К. И., Безруких В. В., Озеров В. Д., Рыбчинский Р. Е. Изучение межпланетного ионизованного газа, энергичных электронов и корпускулярного излучения Солнца при помощи трёх-электродных ловушек заряженных частиц на второй советской космической ракете // ДАН СССР. 1960. Т. 131. С. 1302–1304.

траектории Земля — Луна, в ходе которого были получены новые сведения о плазменном окружении Земли, была в то время близка к оптимальной. Представившаяся нам уникальная возможность не была упущена.

Более подробно перипетии борьбы за признание корректными наших результатов изложены в книге *The Earth's Plasmasphere*<sup>1</sup>.



**Рис. 1.** Общий вид «Спутника-3» с установленными на нём ловушками (а); двухэлектродная ловушка (б)



**Рис. 2.** Общий вид КА «Луна-2» с установленными на нём ловушками. Стрелками показано положение ловушек

---

<sup>1</sup> Lemaire J. F., Gringauz K. I. *The Earth's Plasmasphere*. Cambridge University Press. 1998. 372 p.

# К ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ И РАБОТЫ ОТДЕЛА КОСМИЧЕСКОЙ ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ В ИКИ АН СССР

*В. Б. Баранов*

Где-то в начале 1966 года Президент АН СССР М. В. Келдыш предложил моему учителю академику Георгию Ивановичу Петрову стать директором вновь создаваемого в рамках Академии наук СССР Института космических исследований (ИКИ АН СССР). Георгий Иванович согласился, чем вызвал волнение в рядах сотрудников возглавляемой им Четвёртой лаборатории

Научно-исследовательского института тепловых процессов (ныне Научно-исследовательский центр им. М. В. Келдыша), над которой в это время нависла угроза сокращения штатов. Многие надеялись быть приглашёнными Георгием Ивановичем в новый академический институт. Однако такое приглашение получил только я. Это было большой неожиданностью для всех, включая и меня самого. Мне казалось, что невозможно создавать новый коллектив без определённого количества верных тебе людей, на которых можно опереться и которым можешь полностью доверять. Много лет спустя я убедился, что мои предчувствия оказались верными...

## РОЖДЕНИЕ НАУЧНОГО ОТДЕЛА ПРИ ПЕРВОМ ДИРЕКТОРЕ ИКИ АН СССР

Небольшой кабинет директора на втором этаже старого здания Института прикладной математики АН СССР, что на Миусской площади, с так называемом «предбанником», за небольшим столом которого сидел, по-моему, один из наиболее ценных в то время сотрудников зарождавшегося института — референт директора Лариса Константиновна Пронина. Штат института состоял тогда из не более трёх десятков других сотрудников, для которых не было вначале выделено никаких комнат. Всё это называлось п/я 5326, которому впоследствии суждено было стать Институтом космических исследований АН СССР.

Георгий Иванович, хорошо понимая, что без научного коллектива, на который он мог бы опереться при выработке программы исследований нового института, обойтись невозможно, создал при себе Отдел космической газовой динамики. Его первоначальный бесструктурный состав выглядел довольно разношёрстным (впрочем, как и научный состав всего института в дальнейшем), хотя и состоял из одних кандидатов физико-математических наук. Приглашённым в отдел геофизику Маю Николаевичу Изакову, физику-экспериментатору Владасу Бронислово Леонасу и занимавшемуся определением плотности атмосферы Земли по траекторным расчётам движения спутников Михаилу Яковлевичу Марову, ставшему впоследствии учёным секретарём Межведомственного научно-технического совета при Президиуме АН СССР (МНТС), трудно было в начале функционирования отдела найти общий научный язык со мной и Инной Марковной Яворской, окончившими механико-математический факультет Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (МГУ) и мыслившими поэтому в категориях дифференциальных уравнений. К счастью, стремление понять друг друга, искреннее желание помочь интеллигентному и демократичному Георгию

Ивановичу в становлении нового института оказалось главным в наших взаимоотношениях, а примерно одинаковые в то время представления о нравственных критериях позволили сохранить и дружеские чувства на многие годы... К сожалению, вскоре М. Я. Маров возвратился в прежний свой Институт прикладной математики АН СССР, а М. Н. Изаков был переведён в отдел планетных исследований.

После НИИ Тепловых процессов, где каждый знал своё место в служебной и научной иерархии, мне трудно было привыкнуть к нездоровой обстановке нового института, в котором активная борьба за эту иерархию только начиналась. Я не мог не быть втянутым в неё, поскольку своим долгом считал помогать Георгию Ивановичу по административной линии: отдел космической газовой динамики на общественных началах фактически пал на мои плечи. Приходилось писать научные планы и отчёты, присутствовать на разных собраниях и заседаниях, заниматься проблемами набора научных кадров, принимать участие в различных общественных мероприятиях, организовывать отдельные научные семинары, которые, в силу привилегированного положения отдела, как директорского, фактически являлись институтскими семинарами. Загруженность административной работой, конечно же, отражалась на моей научной работе, но я старался не давать себе расслабиться. Отсутствие постоянного рабочего места в Институте космических исследований компенсировалось тем, что большую часть своего времени я проводил в научном зале библиотеки им. Ленина. Я изучал азы тех наук, которыми мог бы заняться, пытался самостоятельно разобраться в тех научных проблемах в области космической газовой динамики, которые можно было бы поставить для их решения, пытался постичь уровень тех задач, на который предстояло выйти для продолжения моей научной работы. Для плодотворной поисковой работы пришлось охватить довольно широкий круг незнакомых ранее научных проблем. Солнечный ветер, магнитосфера Земли и планет, исследование динамики верхних атмосфер планет, газодинамические оболочки звёзд и Солнца, структура галактик — вот далеко неполный перечень проблем, которые пришлось изучать в то время. Для пополнения своего образования я стал посещать спецкурс известного астрофизика Соломона Борисовича Пикельнера «Строение звёзд», который он читал на физическом факультете МГУ, а в мае 1967 года отправился в двухнедельную командировку в Крымскую астрономическую обсерваторию (КРАО) для изучения проблем, связанных с физикой Солнца. В августе 1967 года вместе с Леонасом и Маровым я провёл чудесные две недели на Байкале в бухте Песчаной, где проходила в то время геофизическая школа, собравшая весь цвет советской геофизической науки.

Переход в Институт космических исследований возлагал на меня ещё одну дополнительную ответственность, связанную с тем, что Георгий Иванович был заведующим кафедрой аэромеханики и газовой динамики механико-математического факультета МГУ, где я работал доцентом по совместительству. Наиболее талантливые выпускники нашей кафедры должны были в дальнейшем составить костяк Отдела космической газовой динамики. Молодые научные сотрудники нуждались в нашей поддержке не только как непосредственных начальников, но и как старших товарищей. Они ждали помощи в освещении того круга научных задач, в котором они могли бы плодотворно трудиться. Трудности заключались в том, что, во-первых, возникавшие научные проблемы для меня также были новыми и приходилось постигать их впервые, и, во-вторых, мехматовское образование воспитало во мне привычку ставить задачи,

отталкиваясь не от научных проблем исследования того или иного физического объекта, а от научных проблем, связанных с возможностью решения тех или иных дифференциальных уравнений применительно к различным задачам физики. В физике же и, в частности, в астрофизике хорошая идея, основанная на приближённых оценках, на приближённых и очень упрощённых моделях, часто ценится гораздо выше, чем скрупулёзное, достигаемое длительными и трудоёмкими расчётами решение математически точно поставленной проблемы. Изменения наших представлений об окружающем нас мире часто происходят быстрее, чем время, затрачиваемое на решение точно поставленной задачи. И в этом отношении качественные и быстрые оценки бывают важнее длительных количественных исследований тех или иных научных проблем. Диалектика взаимодействия двух таких подходов, по-моему, аналогична взаимодействию активной и пассивной систем во всяком механическом устройстве: например, гироскоп (пассивная система) предохраняет ракету от отклонения её траектории от расчётной. Главное — использовать оба подхода в разумной пропорции.

Я на всю жизнь запомнил высказывание известного американского физика Р. Фейнмана в его популярных лекциях по физике: «Каждый, кто хочет всерьёз анализировать свойства вещества, должен сначала написать основные уравнения и попытаться решить их. Но каждого, кто начинал с этого, ждала неудача. Успех приходил лишь к тем, кто подходил к делу как физик: у этих людей сначала не было ничего, кроме грубой идеи, а затем они находили верное приближение, соображая, что в этой трудной ситуации можно считать большим, а что малым. Задачи в этой области столь сложны, что даже не очень чёткая и половинчатая идея оправдывает затраченное на неё время, и можно то и дело возвращаться к одной и той же задаче, приближаясь понемногу к её точному решению»<sup>1</sup>.

Поскольку новое пополнение Отдела космической газовой динамики ИКИ АН СССР часто состояло из выпускников кафедры Георгия Ивановича, то естественно, что ему были присущи недостатки мехматовского мышления. Опыт почти семилетней работы в прикладном НИИ Тепловых процессов пригодился мне здесь в полной мере. Продолжая работать в духе мехматовского образования над проблемами исследования линейных и нелинейных волн в разреженной плазме, я не оставлял размышлений о необходимости создания хороших математических моделей для окружающих нас в космическом пространстве физических явлений. Мне было ясно, что для успеха должна возникнуть какая-то хорошая идея, но я ещё не представлял, в какой из областей космической физики. Первая удача пришла абсолютно неожиданно. Хотя она и не стала источником моих последующих исследований, но явно придала мне уверенности в правильности избранного пути.

Осенью 1967 года на семинаре отдела космической газовой динамики состоялся доклад И. М. Подгорного на тему «Лабораторное моделирование обтекания магнитосферы Земли солнечным ветром». Известный физик-экспериментатор из отдела академика Л. А. Арцимовича в Институте атомной энергии (ИАЭ) им. И. В. Курчатова в своём докладе хотел заинтересовать Георгия Ивановича экспериментальными исследованиями, которые начал проводить в ИАЭ по проблеме лабораторного моделирования

---

<sup>1</sup> Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 4: Кинетика. Теплота. Звук. М.: Мир, 1965. С. 6.

обтекания магнитосферы Земли солнечным ветром. Эти же исследования он собирался развивать в стенах ИКИ.

Во время семинара у меня возникло много чисто научных вопросов по поводу принципа ограниченного моделирования, провозглашённого Подгорным. Мне показалось, что некоторые из используемых им безразмерных параметров для отождествления физических явлений, наблюдаемых в лабораторном эксперименте, и физических явлений, наблюдаемых в околоземном космическом пространстве, мягко говоря, некорректны. Подгорный довольно нервно реагировал на вопросы, а своими ответами не смог развеять мои сомнения. Поэтому после семинара я в течение двух месяцев пытался чисто теоретически разобраться в возможностях лабораторного моделирования сложных физических явлений, связанных с земной магнитосферой. Результатом стала статья в журнале «Космические исследования» (№ 1 за 1969 год) под названием «К вопросу моделирования обтекания магнитосферы Земли и планет межпланетной плазмой». Это была моя первая работа, полностью соответствовавшая научной тематике института. Эта работа, которую я сам оценивал как просветительскую, прояснила мне ситуацию в эксперименте, предложенном Подгорным. И, в частности, я понял, что в его эксперименте не выполняется одно из главных соотношений, которое имеется в реальной магнитосфере Земли, а именно, малость ионного ларморовского радиуса по сравнению с размером магнитосферы, что должно было приводить к некоторым другим физическим явлениям в лабораторном эксперименте.

## **РОЖДЕНИЕ ХОРОШЕЙ НАУЧНОЙ ИДЕИ**

С трудом давались мне вначале поиски научных задач в области космической газовой динамики. Где-то весной 1969 года, размышляя о чисто математической проблеме сращивания решения для сверхзвукового солнечного ветра с решением для окружающей Солнечную систему межзвёздной среды, мне удалось узнать от Димы Курта, сотрудника И. С. Шкловского, что все звёзды и, в частности, Солнце движутся друг относительно друга со скоростью, равной примерно 20 км/с (так называемое «пекулярное» движение звёзд). Мне пришла в голову мысль, что при таком движении звёзд они с той же скоростью могут двигаться относительно межзвёздного газа. Если это так, то при температуре межзвёздного газа в 10 тысяч градусов Солнце движется в нём со сверхзвуковой скоростью. Возникает интереснейшая газодинамическая задача о взаимодействии сверхзвукового солнечного ветра со сверхзвуковым потоком межзвёздной среды. Необходимо было сделать следующий шаг: построить математическую модель возникающего при этом сложного течения. Удача сопутствовала мне.

Сентябрь 1969 года. В Крыму, в одном из санаториев Мисхора, проводится Шестой Международный симпозиум «Космическая газовая динамика». Присутствует весь цвет советской и иностранной астрофизической науки. Здесь же и Андрей Геннадиевич Куликовский (ныне академик РАН), с которым нас связывают не только тёплые чувства друг к другу, но и старые научные связи, совместные работы. Он не астрофизик. Талантливый и скромный ученик академика Л. И. Седова, будучи ещё студентом третьего курса механико-математического факультета, одним из первых в СССР начал заниматься вопросами магнитной гидродинамики. Работая в Математическом институте АН СССР им. Стеклова, Андрей свободно владел математическим аппаратом механики. При этом обладал и прекрасной физической интуицией, что чрезвычайно редко быва-



ет в математической среде. Именно ему я и рассказал в Крыму про возникшую идею построения модели взаимодействия солнечного ветра с межзвёздной средой. Андрей очень удивился, что такая задача математически ещё не решена, и предложил решить её в упрощённом гиперзвуковом приближении тонкого слоя. Лёжа на пляже под ещё палящими лучами щедрого южного солнца, мы составили основные уравнения, которые описывали возникающее газодинамическое течение, и пришли к заключению, что для их численного решения в наиболее общем случае необходимо привлечь кого-нибудь из молодых научных сотрудников. К счастью, здесь же, на конференции, находился сотрудник нашего отдела Костя Краснобаев (ныне профессор, заведующий кафедрой аэромеханики и газовой динамики МГУ Константин Васильевич Краснобаев). Ему мы и предложили численно решить поставленную задачу. Наша совместная статья была подготовлена к печати в феврале 1970 года и представлена академиком Г.И. Петровым в журнал «Доклады АН СССР». В этом журнале она и опубликована под названием «Модель взаимодействия солнечного ветра с межзвёздной средой»<sup>1</sup>.

Подробно рассказываю об этой работе только потому, что, во-первых, она стала классической, если под этим термином понимать те работы, на которые имеются ссылки в научной литературе по истечении более 40 лет после их опубликования, и, во-вторых, она на долгие годы определила одну из основных тематик нашего отдела космической газовой динамики. Докладывая её в январе 1971 года на семинаре в GSFC<sup>2</sup>, я ещё не предполагал, что она послужит источником ряда идей в таких астрофизических проблемах, как обтекание межзвёздных глобул межзвёздной средой или взаимодействия звёздных ветров в двойных системах и др. И, тем более, я не предполагал, что уже в этом году будет экспериментально доказано наличие движения межзвёздной среды относительно Солнечной системы с такой же скоростью (на основе изучения рассеянного солнечного Лайман-альфа излучения), а во второй половине 1970-х годов в США будут запущены четыре космических аппарата Voyager 1 и 2, Pioneer 10 и 11, основной целью которых станет исследование внешних областей Солнечной системы. Как результат, наша модель стала основой для интерпретации экспериментов, выполняемых на таких космических аппаратах.

## **НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ, РАЗВИВАВШИЕСЯ В ОТДЕЛЕ**

В начале 1972 года отдел космической газовой динамики разделился на две лаборатории: экспериментальную, которая состояла из двух подразделений, В. Б. Леонаса и И. М. Подгорного, и теоретическую, заведующим которой официально был назначен автор этих строк. К сожалению, Георгий Иванович, придерживаясь ложно скромного тезиса интеллигента не выдвигать на начальственные посты близких себе людей, не придавал официального статуса заведующего экспериментальной лабораторией умнице и высоко порядочному человеку Владасу Леонасу, что в дальнейшем привело к не очень приятным коллизиям внутри экспериментальной лаборатории без официально назначенного её начальника. Эта проблема была решена только в 1973 году после прихода в качестве директора ИКИ Р. З. Сагдеева. Леонас был официально назначен

---

<sup>1</sup> ДАН СССР. 1970. Т. 194. С. 41.

<sup>2</sup> GSFC — Goddard Space Flight Center, NASA, USA (Центр космических полётов имени Годдарда, США).

заведующим экспериментальной лабораторией в составе отдела космической газовой динамики, а Подгорный выделился в отдельную лабораторию.

Высококвалифицированный физик-экспериментатор в области молекулярных столкновений Владас вместе с рядом своих учеников перешёл в ИКИ АН СССР с кафедры молекулярной физики физического факультета МГУ. К моменту этого перехода его научная группа имела уникальные экспериментальные результаты по определению потенциалов взаимодействия атомов и молекул при малых их сближениях. Уже в 1960-х годах эти результаты вошли в справочники по атомной физике и широко использовались специалистами. В отделе космической газовой динамики под его руководством была создана великолепная экспериментальная база для изучения фундаментальных проблем, связанных с определением эффективных сечений столкновений пар молекул, наиболее часто встречающихся в атмосферах планет и Земли. После преждевременной кончины Леонаса в октябре 1992 года эти исследования продолжались в Институте проблем механики РАН под руководством его ученика А. П. Калинина.

Где-то в начале 1980-х годов В. Б. Леонасом вместе с молодым его сотрудником М. С. Грунтманом была предложена оригинальная идея прямой регистрации на космических аппаратах высокоэнергичных (порядка килоэлектронвольт) нейтральных атомов водорода и гелия в солнечном ветре. Был создан оригинальный прибор для таких измерений и проведена его калибровка. К сожалению, такие пионерские эксперименты так и не были проведены в космических условиях и не по вине создателей установки. Их проведение планировалось сначала в проекте ФОБОС, но в последний момент не оказалось места для постановки соответствующего прибора на борту аппарата.

Будучи директором ИКИ (с 1966 по 1973 год), Георгий Иванович принимал активное участие в разработке программ исследования планет, комет и других тел Солнечной системы. В частности, его чрезвычайно волновала проблема образования кратеров на некоторых планетах, а также на Луне. С этой целью он создал в Отделе космической газовой динамики специальный сектор для организации экспериментов по высокоскоростному удару, заведующим которого был назначен кандидат технических наук Лев Владимирович Леонтьев. Для проведения расчётов по данной проблеме в сектор был приглашён кандидат физико-математических наук Юрий Георгиевич Малама. С приходом Роальда Зиннуровича Сагдеева в качестве директора ИКИ этот сектор был расформирован, а Малама стал одним из основных сотрудников моей лаборатории.

Часть теоретической лаборатории (К. В. Краснобаев, М. С. Рудерман) начали работать над усовершенствованием предложенной нами модели взаимодействия солнечного ветра с межзвёздной средой в свете всё новых данных, получаемых из космоса. В частности, в середине 1970-х годов нас начали волновать проблемы, связанные с проникновением атомов водорода из межзвёздной среды в Солнечную систему с образованием высокоэнергичных протонов, и их влияние на нашу модель, а также модуляция галактических космических лучей в гелиосфере. Главным ответственным за последнюю проблему стал молодой сотрудник лаборатории, выпускник мехмата Серёжа Чалов, который в настоящее время является одним из известных учёных в этой области исследований. В работе над моделью нас вдохновляли упоминавшиеся выше обстоятельства, связанные с тем, что уже в 1971 году на космических аппаратах OGO-5 (Orbiting Geophysical Observatory) методом изучения рассеянного солнечного излу-

чения на длине волны в 1216 ангстрем было открыто сверхзвуковое течение межзвёздной среды относительно Солнечной системы, которое мы предположили в нашей модели, а в середине 1970-х американцы запустили космические аппараты Voyager 1/2 и Pioneer 10/11, цель которых состояла в исследовании внешних областей Солнечной системы. Эта тематика вплоть до настоящего времени продолжается в моей лаборатории, но уже в другом институте.

Многие предсказания физических явлений, полученные в разработанной нами современной модели, уже подтверждены экспериментами. Продолжая эти работы, мы, естественно, учитывали, что аппараты Voyager и Pioneer должны были передавать научную информацию и в следующем столетии, а запуски таких космических аппаратов как Hubble Space Telescope, Ulysses, SOHO и др. уже в это время давали ценную научную информацию, что заставляло нас интенсивно работать над моделью в тесном контакте с экспериментаторами.

Приятным сюрпризом для теоретической лаборатории был приход в неё уже сформировавшегося учёного в области теоретической физики Ю. А. Рылова, который в то время имел ряд фундаментальных работ, одна из которых цитируется, например, в книге Л. Д. Ландау и И. М. Лифшица «Теория поля». В лаборатории он в течение многих лет развивал теорию, связанную со структурой магнитосферы пульсаров, предпринимал попытки на её основе объяснить их радиоизлучение. Будучи чрезвычайно щепетильным и скромным человеком, он, по-моему, считал себя просто обязанным работать в лаборатории над проблемами космической газовой динамики, хотя его научные интересы лежали в области квантовой теории и теории относительности.

В начале 1970-х годов старший научный сотрудник моей лаборатории Инна Марковна Яворская вместе с организованной для неё научной группой предложила идею изучения проблем устойчивости течений в сферических слоях, часто встречающихся в условиях космического пространства. Она не ограничилась только теоретическими исследованиями. Благодаря огромной энергии ей удалось осуществить через КБ (конструкторское бюро) ИКИ, которое Георгий Иванович организовал в столице Киргизской ССР Фрунзе (ныне Бишкек), создание экспериментальной установки, состоящей из двух концентрических стеклянных сфер, между которыми заливалась жидкость. Сферы могли вращаться друг относительно друга с различной угловой скоростью вокруг некоторой оси, создавая в исследуемой жидкости так называемое сферическое течение Куэтта. Предметом изучения стали фундаментальные проблемы, связанные с устойчивостью таких течений, возникновение вторичных течений, их неединственность, переход к турбулентным режимам и т. п. Экспериментальные работы по этой тематике принял на себя Институт механики МГУ. Там эти работы велись под руководством ученика Леонаса физика-экспериментатора Ю. Н. Беляева. Теоретические же работы в Отделе космической газовой динамики по этому направлению проводились под руководством И. М. Яворской, в научной группе которой активно работали Н. М. Астафьева, Н. И. Фомина, А. Б. Богоявленский.

Для чистоты трактовки получаемых результатов применительно к планетам Солнечной системы была предложена оригинальная идея проведения аналогичного эксперимента на борту спутника Земли, чтобы избавиться от влияния земной гравитации. Для моделирования сферически-симметричного поля гравитации планеты предлагалось использовать радиальное электрическое поле, которое должно было

воздействовать на соответствующую жидкость-диэлектрик. К сожалению, преждевременная кончина в 1991 году не позволила Инне Марковне осуществить такой эксперимент уже в стенах Института проблем механики (ИПМех) АН СССР.

## **УЧАСТИЕ ОТДЕЛА В ПРОГРАММЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМЕТЫ ГАЛЛЕЯ**

Примерно в 1982 году ИКИ АН СССР начал активную подготовку к исследованию кометы Галлея при помощи запуска к ней космических аппаратов. В марте 1986 года эта комета, период вращения которой вокруг Солнца составляет 76 лет, должна была довольно близко подойти к Земле. Предполагалось запустить к комете Галлея два советских космических аппарата «Вега-1» и «Вега-2», и одним из основных приборов на этих аппаратах должен был стать прибор по анализу пылевых частиц, истекающих из кометы — пылеударный масс-анализатор (прибор ПУМА). Дирекция ИКИ поручила Леонасу лабораторную калибровку этого прибора, а также проведение вместе с учёными из Германии лабораторных экспериментов по высокоскоростному удару. Теоретическая проработка проблемы была поручена сотруднику моей лаборатории Ю. Г. Маламе, который уже имел богатый опыт расчётов соударения твёрдых частиц с мишенью, связанный с проблемами образования кратеров на лунной поверхности. Леонас и Малама с энтузиазмом взялись за подготовку к уникальным экспериментам. На базе своей лаборатории Леонас наладил установку для калибровки прибора ПУМА, совместно с немецкими учёными провёл эксперименты по соударению твёрдых частиц с мишенью. К сожалению, кинетическая энергия пылевых частиц в немецкой лабораторной установке была существенно меньше энергии пылевых частиц, которые должны были попадать в прибор ПУМА в космическом эксперименте. Поэтому Ю. Г. Малама провёл детальные расчёты соударения при ожидаемых в действительности энергиях, что должно было привести к принципиально другим физическим явлениям. Неожиданно, примерно за год до запусков аппаратов «Вега», Леонас был отстранён Р. З. Сагдеевым от дальнейшей его работы по проекту, а его лабораторная установка вместе с частью сотрудников была переподчинена другой лаборатории даже без информирования об этом заведующего отделом космической газовой динамики академика Георгия Ивановича Петрова. Мне кажется, что причиной гнева Сагдеева стала принципиальная позиция Леонаса, требовавшего для достоверности научных результатов по прибору ПУМА установки на аппараты «Вега-1» и «Вега-2» идентичных приборов, с чем был не согласен Роальд Зинурович и как директор ИКИ, и как научный руководитель проекта. Для самолюбивого и принципиального Леонаса это отстранение было, конечно, сильным моральным ударом.

Трудоёмкие и чистые по исполнению расчёты Ю. Г. Маламы, наголову превосходящие расчёты других авторов (каждый, кто хочет в этом убедиться, может прочитать выпущенный им совместно с В. Б. Леонасом препринт ИКИ Пр-885, 1984), хотя и были использованы в дальнейшем для интерпретации результатов экспериментов, но по каким-то неизвестным мне причинам в то время подверглись резкой критике со стороны руководителей эксперимента ПУМА. Ограждая Маламу от дальнейших переживаний, я предложил ему заняться проблемами, связанными с взаимодействием солнечного ветра с межзвёздной средой и, в частности, использовать метод Монте-Карло для описания движения межзвёздных атомов водорода и для исследования их влия-

ния на газодинамическую картину течения. По этой проблеме, уже работая в Институте проблем механики им. А. Ю. Ишлинского Российской академии наук (ИПМех РАН), мы опубликовали совместную с ним статью<sup>1</sup>, которая стала одной из основополагающих работ в этой области исследований.

Работа Маламы в проекте «ВЕГА» («ВЕНера» и «ГАллей») не была единственной в теоретической лаборатории. Примерно за полгода до получения научных результатов по исследованию кометы Галлея в марте 1986 года нам удалось построить осесимметричную модель взаимодействия солнечного ветра с кометными атмосферами. По сути, наша модель представляла собой полное численное решение газодинамической проблемы, поставленной, но не решённой Бирманом, Бросовским и Шмидтом<sup>2</sup>. Нам казалось, что руководство проекта будет гордиться тем, что именно в ИКИ АН СССР впервые создана такая двумерная модель, которая имела предсказательную ценность (наша первая статья была принята к печати в «Письма в Астрономический журнал» в январе 1986 года и опубликована в его июльском номере. Однако мы оказались идеалистами. Ни меня, ни сотрудников лаборатории ни разу не пригласили на какое-либо совещание или какую-либо конференцию, посвящённую результатам экспериментов по исследованию кометы Галлея. В советской научной литературе наша работа практически замалчивалась, хотя многие её предсказания подтвердились экспериментами (например, наличие сильного замедления солнечного ветра около кометной ионопаузы вследствие эффекта «нагрузки», которое в своей работе мы назвали «сдвиговым слоем», положение и форма головной ударной волны, распределение параметров солнечного ветра вдоль траектории японского аппарата *Suissei* и т.д.). В этих условиях я заплатил собственные деньги, чтобы отправиться во Францию в качестве научного туриста на очередную XXVI Сессию COSPAR<sup>3</sup>, где центральной темой было обсуждение результатов экспериментов по исследованию кометы Галлея при помощи космических аппаратов «Vega-1 и 2», *Giotto*, *Suissei* и *Sakigake*.

## **МОТИВЫ ПЕРЕХОДА ОТДЕЛА В ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МЕХАНИКИ АН СССР**

Впечатление от научных заседаний на сессии COSPAR укрепило меня в уверенности в том, что в разработке научных проблем Отдел космической газовой динамики находится на правильном пути. Наши работы ценятся, а модель взаимодействия солнечного ветра с межзвёздной средой, разработанная в моей теоретической лаборатории, находится в центре внимания мировой научной общественности. Я понял, что прохладное отношение к нашим работам в ИКИ АН СССР носит ненаучный характер.

Случайно мои наблюдения на сессии COSPAR совпали по времени с предложением академика А. Ю. Ишлинского, университетского товарища и однокурсника академика Г. И. Петрова, перейти всем отделом космической газовой динамики в Институт проблем механики АН СССР, директором которого был в то время Александр Юльевич. В конце декабря 1986 года вопрос о нашем переходе был согласован Г. И. Петровым,

<sup>1</sup> *Baranov V. B., Malama Yu. G.* Model of the solar wind interaction with the local interstellar medium: numerical solution of self-consistent problem // *J. Geophys. Res.* 1993. V. 98. No. A9.

<sup>2</sup> *Biermann L., Brosowski B., Schmidt H. U.* The interaction of the solar wind with a comet // *Solar Physics.* 1967. V. 1. P. 254.

<sup>3</sup> COSPAR — Committee on Space Research, Тулуза, июль 1986 года.

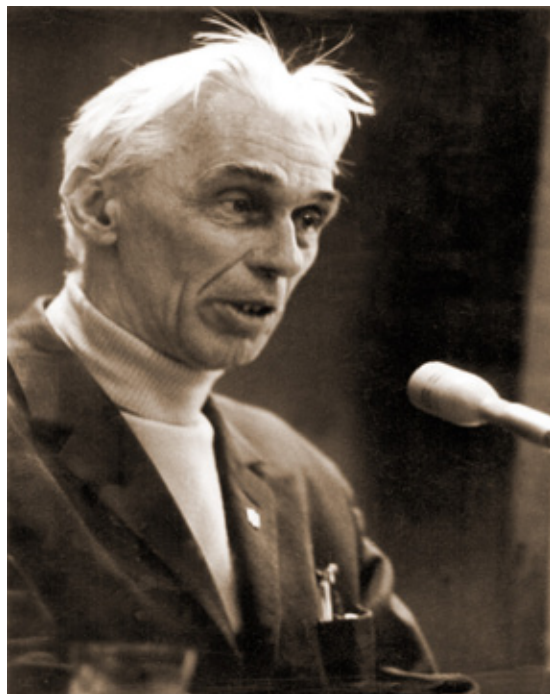
Р.З. Сагдеевым, А.Ю. Ишлинским, академиками-секретарями соответствующих отделений К.В. Фроловым и А.М. Прохоровым, а приказ подписан вице-президентом АН СССР академиком Е.П. Велиховым. Появившиеся несколько позже в печати статьи И.М. Подгорного, а затем В.Г. Истомина, с критикой обстановки в ИКИ АН СССР содержали неверные утверждения о том, что Р.З. Сагдеев якобы насильственным путём выгнал наш отдел из своего института. Вполне ответственно утверждаю, что «развод» произошёл самым что ни на есть цивилизованным путём и по нашей инициативе. Более того, руководство ИКИ АН СССР проявило понимание и разрешило в течение почти двух лет переводить экспериментальную базу В.Б. Леонаса из ИКИ в ИПМех. Кроме того, всем желающим сотрудникам отдела оставили пропуски на вход в Институт космических исследований, которыми мы и пользуемся до настоящего времени.

В чём же была причина нашей решимости перехода в другой институт? Обдумывая впоследствии этот шаг, я решил, что он был почти интуитивным. «Дискомфорт» продолжения нашей работы в стенах Института космических исследований был обусловлен, по-моему, двумя причинами. Нам казалось странным, что, с одной стороны, дирекция требовала от научных сотрудников участвовать в различных экспериментальных проектах, а, с другой — Р.З. Сагдеев просил не включать в эти проекты сотрудников отдела космической газовой динамики. Мотивировалось это тем, что участие отдела в проектах, якобы, будет вынуждать его часто по мелочам беспокоить Георгия Ивановича. Мы чувствовали также некоторое пренебрежительное, как нам казалось, отношение Р.З. Сагдеева и его окружения (в основном состоявшее из специалистов в области плазменных исследований) к космической газовой динамике вообще и к нашим работам, в частности. Мы же были уверены в правильности избранного нами в космических исследованиях пути и достаточной ценности получаемых нами научных результатов. Наша оценка полностью подтвердилась моими наблюдениями на сессии COSPAR во Франции и дальнейшим развитием наших научных исследований. Решение о переходе далось нелегко, поскольку история Института космических исследований фактически началась с создания отдела космической газовой динамики» при первом директоре, нашем друге и учителе академике Георгии Ивановиче Петрове. С 1-го января 1987 года отдел оказался в составе нового для нас Института проблем механики РАН.

Уже на следующий год мы получили доказательство признания достижений отдела космической газовой динамики мировой научной общественностью, когда в октябре 1988 года уже в новом Институте нам с Леонасом удалось организовать и провести международную конференцию «Космическая газовая динамика», на которую съехались многие ведущие экспериментаторы и теоретики в области космических исследований как из зарубежных стран, так и СССР (с отчётом об этой конференции можно познакомиться по нашей с В.Б. Леонасом статье в журнале «Вестник АН СССР» № 8 за 1989 год). После этой конференции, совпавшей с начальным этапом так называемой «перестройки» М.С. Горбачёва, для нас открылась возможность широкого и независимого научного сотрудничества с учёными капиталистических стран. В настоящее время сохранившаяся часть отдела космической газовой динамики, потерявшая в связи с преждевременной кончиной наших замечательных Г.И. Петрова, И.М. Яворской, В.Б. Леонаса, А.Б. Богоявленского, Ю.Г. Маламы, продолжает активно трудиться в области космических исследований под названием «Лаборатория физической газовой динамики» ИПМех им. А.Ю. Ишлинского РАН.

Вместе с зарубежными экспериментаторами мы продолжаем развивать нашу модель взаимодействия солнечного ветра с межзвёздной средой, учитывая всё новые и новые физические явления в свете экспериментальных данных, полученных и получаемых на космических аппаратах Voyager, Ulysses, SOHO (SOlar and Heliospheric Observatory), HST (Hubble Space Telescope), IBEX (Interstellar Boundary Explorer) и др. Нас особенно вдохновляли те экспериментальные открытия на этих аппаратах, которые подтвердили наши теоретические предсказания (пересечение ударной волны торможения солнечного ветра аппаратами Voyager 1 и Voyager 2 в 2004 и в 2007 годах, соответственно, образование «водородной стенки» вблизи гелиопаузы, открытое на HST в 1996 году, рождение так называемых «захваченных протонов» и др.). Эстафету развития наших первых работ в этой области исследований успешно принял ныне заведующий лабораторией ИКИ РАН, доктор физико-математических наук В. В. Измоде-нов, который под моим научным руководством начинал эти исследования ещё будучи студентом кафедры аэромеханики и газовой динамики мехмата МГУ.

Несмотря на то, что уже более 25 лет наша лаборатория работает в Институте проблем механики им. А. Ю. Ишлинского РАН, мы всегда будем с благодарностью помнить, что все основные наши научные идеи родились в отделе космической газовой динамики Института космических исследований АН СССР. Мы благодарны директору ИКИ РАН академику Л. М. Зеленому, который в мае 2012 года стал одним из организаторов двухдневной конференции, посвящённой столетию со дня рождения первого директора ИКИ АН СССР академика Георгия Ивановича Петрова.



Георгий Иванович Петров



1970 год. Посещение обсерватории Китт-Пик (США, штат Аризона)



Отдел космической газовой динамики ИКИ АН СССР в день 70-летия заведующего отделом академика Г.И. Петрова (слева от него И.М. Яворская, справа — Л.К. Пронина)





Выставка в библиотеке ИКИ РАН, посвящённая 100-летию со дня рождения Г.И. Петрова

# ВОЙНА, АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ, ФИЗИКА КОСМОСА

*И. М. Подгорный*

Оканчивая школу, я мечтал заниматься физикой и астрономией. Смастерил телескоп и наблюдал движение спутников Юпитера. В городском доме пионеров изготовил электромагнитную пушку,

стреляющую патефонными иголками, за которую получил первую премию на городской выставке. Однако судьба сложилась иначе.

В августе 1942 года, вместе с другими семнадцатилетними ребятами был мобилизован на строительство противотанковых укреплений вокруг Краснодара. Один раз над нами пролетел немецкий разведчик, но приближающейся катастрофы никто не ощущал. 8 августа начальник участка дал мне увольнительную записку на ночь: «Отправляйся домой, помойся!». В 6 утра меня разбудили несколько взрывов, но радио сообщало о боях под Куцевкой в 250 км от Краснодара, а ещё через полчаса загрохотали орудия, стали раздаваться автоматные очереди. В город ворвались немецкие танки и мотопехота. Через день немцы расклеили приказ — всем мужчинам старше 14 лет зарегистрироваться на бирже труда. Ещё через 10–15 дней на главной улице было повешено несколько человек с табличкой на груди: «Я не пошёл на биржу».

Пытаясь выжить с больной матерью и малолетней сестрой, выменивал оставшиеся от отца вещи на муку или хлеб. На рынке меня задержали полицаи, проверили отсутствие в паспорте печати биржи труда и отвели на биржу. Переводчик направил на работу в санитарную автоколонну. Там вместе с другими, присланными с биржи, мыл машины, мостил дорогу. Месяца через четыре неожиданно подъехали жандармы со специальными грузовиками для перевозки пленных. Нас под конвоем вывезли в лагерь в станицу Крымскую. Затем были другие лагеря, в том числе и «трудоу». Испытал все ужасы фашистской неволи. В 1944 году, воспользовавшись конфликтом немцев с румынами, бежал, перешёл линию фронта, прошёл проверку в СМЕРШ<sup>1</sup> и НКВД<sup>2</sup> и вступил в Красную армию. После восстановления в госпитале был направлен в действующие войска. Воевал наводчиком станкового пулемёта «Максим». Два тяжёлых ранения, полгода в госпиталях. Демобилизовался инвалидом войны второй группы и поступил в университет.

В то время находившиеся в оккупации и бывшие военнопленные были ограничены в правах. Поэтому не написал в анкете о пребывании в немецкой неволе. Одновременно с учёбой работал лаборантом в Харьковском физико-техническом институте, где выполнил две работы, которые делались по заказу И. В. Курчатова. После окончания университета Игорь Васильевич потребовал распределения меня в Институт атомной энергии (тогда Лаборатории № 2). После обсуждения проблемы нагревания плазмы он предложил мне заняться термоядерными исследованиями. Нам с женой предоставили жильё в Москве.

Далее я заведовал лабораторией в отделе Л. А. Арцимовича. Работа шла исключительно успешно. Мы смогли нагреть плазму до миллиона градусов и наблюдать нейтронное излучение при разряде в дейтерии. Нами была предложена идея создания электродинамического ускорения плазмы и изготовлен первый в мире ускоритель

<sup>1</sup> СМЕРШ — «Смерть шпионам!»

<sup>2</sup> НКВД — Народный комиссариат внутренних дел СССР.

плазмы. Сейчас такой ускоритель пытаются усовершенствовать для использования в качестве космического оружия. Эти результаты я демонстрировал в Женеве на второй международной конференции по мирному использованию атомной энергии.

В 1963 году на имя нового (после смерти И. В. Курчатова) директора ИАЭ<sup>1</sup> академика А. П. Александрова пришёл донос из Краснодарской психбольницы, в котором утверждалось, что я якобы сотрудничал с немецкими оккупантами и никогда не служил в Красной армии. Позже выяснилось, что донос был написан маминной соседкой, страдающей паранойей. Александров направил этот донос в КГБ<sup>2</sup>. Я был вызван на Лубянку и дал объяснения. Никаких претензий ко мне предъявлено не было. Однако А. П. вызвал меня и, находясь в полной парадной форме при орденах, заявил, что он помнит себя семнадцатилетним, гордится этими годами, как коммунист осуждает мою беспомощность, проявленную в зрелом возрасте, и поручает парткому института провести полное расследование, хотя я никогда в партии не состоял.

Он также подчеркнул, что запрещает мне читать лекции в МГУ<sup>3</sup>, потребовал сдать в отдел кадров мои боевые награды и нагрудный знак лауреата Ленинской премии. Мне ничего не оставалось, как послать его подальше. Партком полностью поддержал Александрова.

Долгое время он, используя своё высокое положение, препятствовал рассмотрению моего обращения в суд о защите чести и достоинства. В разное время протесты против этого беззакония направляли в ЦК КПСС и Правительство многие деятели науки и культуры. Среди них академики Л. А. Арцимович, В. А. Амбарцумян, С. Н. Вернов, А. М. Будкер, Е. К. Завойский, писатель С. С. Смирнов, маршал К. К. Рокоссовский, лётчик М. В. Водопьянов. Наконец моим делом заинтересовался Генеральный прокурор СССР. Было проведено прокурорское расследование, и решением Верховного суда РСФСР дирекция ИАЭ обязывалась опубликовать опровержение клеветнических обвинений.

Ещё до решения суда Президент АН СССР М. В. Келдыш и академик-секретарь Л. А. Арцимович решили перевести меня в Институт космических исследований, где я мог бы продолжать плодотворно работать. Это предложение с энтузиазмом было принято директором института Г. И. Петровым. В ИКИ я решил заняться новым направлением в физике космоса — лабораторным моделированием космических явлений.

Эти исследования были начаты мною, по сути, нелегально, ещё в ИАЭ при поддержке замечательного советского учёного, автора явления парамагнитного резонанса Е. К. Завойского. Евгений Константинович неофициально, без одобрения дирекции, передал мне аспирантов и дипломников (И. Батрака, Г. Манагадзе, Э. Дубинина и др.). Л. А. Арцимович по мере надобности подписывал все необходимые документы на изготовление оборудования в производственном отделе института.

Мною были сформулированы основы лабораторного моделирования космических явлений и опубликованы две работы, впервые излагающие возможность выбора параметров эксперимента для воспроизведения явлений, наблюдаемых в космосе. Этот подход получил название принципа ограниченного моделирования, который оказался исключительно плодотворным при проведении лабораторных экспериментов в ИКИ.

---

<sup>1</sup> ИАЭ — Институт атомной энергии.

<sup>2</sup> КГБ — Комитет государственной безопасности СССР.

<sup>3</sup> МГУ — Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова.

Дело в том, что точное воспроизведение космических параметров в масштабах лаборатории невозможно. Идея состояла в том, что безразмерные параметры системы уравнений магнитной гидродинамики, равные по порядку величины единице, задавались в лаборатории такими же, как и в космосе, а очень большие и очень маленькие параметры брались также соответственно большими и малыми, но их величины могли отличаться от величин космических параметров. При этом терялась высокая точность воспроизведения явления, но возникала возможность проследить главные, неизвестные до тех пор, особенности явления.

Такой подход лёг в основу всех модельных экспериментов, выполненных позже в ИКИ, позволил провести моделирование магнитосфер планет и комет в вакуумной камере диаметром в метр! Впервые в мире нам удалось создать лабораторную модель магнитосферы Земли и показать формирование токового слоя на её ночной стороне. Было также впервые показано образование магнитных щелей (каспов) на дневной стороне магнитосферы. Использование принципа ограниченного моделирования полностью себя оправдало.

Узнав о моих результатах, академик А. М. Будкер прислал мне официальное приглашение на совещание в Новосибирске, где участвовали самые квалифицированные учёные-плазменщики из Европы и Америки. Причём в приглашениях, посланных иностранным учёным, сообщалось о том, что в совещании буду участвовать и я с докладом о моделировании явлений в космосе. Директор ИАЭ Александров был в бешенстве, несколько раз заседал партком. Никак не могли решить, пускать ли меня на международную встречу. Как ни странно, в результате прислушались к мнению самого молодого члена парткома — Лёвы Макарова. Он сказал просто: «Вы что, хотите мирового позора, сколько можно издеваться над инвалидом Отечественной войны?» Все промолчали, а начальник отдела кадров пошёл выписывать мне командировку. Не знаю, как реагировал на это решение Александров, но командировку он подписал.

Доклад в Новосибирске прошёл идеально, меня поздравляли, и вскоре появился обзор ведущего немецкого специалиста по космосу К. Шиндлера, где подчёркивалось преимущество нашего эксперимента по сравнению с работами, выполненными на Западе. По-видимому, это событие, в значительной степени, и стало причиной моего перевода в ИКИ.

Институт в то время был ещё достаточно молодым, главный корпус только начал строиться, и сразу возникли проблемы, где разместить уникальное оборудование, которое нам почти нелегально удалось вывезти из ИАЭ при поддержке Е. К. Завойского и Л. А. Арцимовича. Вскоре, однако, я обнаружил, что на территории имеется небольшой каменный домик с двумя комнатами, предназначенными для хранения горючей плёнки. Переговорив с Г. И. Петровым, получил одну из комнат для переоборудования в крошечный экспериментальный зал.

Сделать это оказалось нелегко. Необходимы были электроэнергия, вода, отопление. С энтузиазмом работали мои главные помощники Г. Манагадзе и Э. Дубинин. Появились лаборанты, затем и дипломники. Вечерами после занятий в институте приходил помогать мой сын Саша.

Интеллектуальная деятельность проходила обычно где-нибудь в углу коридора или в кабинете директора. Это больше всего поражало иностранных учёных, которые считали своим долгом нанести визит в знаменитый уже тогда советский институт

и поговорить с Георгием Ивановичем. Ведь в это время советская космическая наука достигла небывалых высот. В освоении космоса страна лидировала. Следом за первыми спутниками в космос полетел Юрий Гагарин. Одна за другой стартовали лунные и межпланетные автоматические станции. Особенно успешными были исследования Венеры. Атмосферное давление на этой планете было неизвестным. К началу космической эры учёные просто не могли себе представить, что оно превышает земное почти в сто раз! Об этих и других результатах космических исследований Георгий Иванович с увлечением рассказывал на семинарах. Но с ещё большим увлечением он говорил о своих старых работах по аэродинамике, направленных на построение новых типов самолётов.

Нужно сказать, что пропаганде достижений науки и, в частности, космических исследований, а они были тогда колоссальными, уделялось большое внимание. Научно-методический совет по астрономии и космонавтике Всесоюзного общества «Знание» в то время возглавляли сначала Д. Я. Мартынов, а затем академик В. П. Глушко, а ведущую роль в совете играли учёные ИКИ. Вся организационная деятельность и квалифицированный подбор тематики лекций и лекторов лежали на плечах Ю. И. Зайцева. Я руководил секцией печати, которая издавала в год двенадцать брошюр, посвящённых последним достижениям астрономии, физике космоса и космонавтике. Библиотечки этих брошюр выписывались не только научными учреждениями, но и многими школами. Две другие секции возглавляли В. Г. Курт и Л. В. Ксанфомалити.

Все новые работы института обсуждались на семинаре, которым руководил Георгий Иванович. Он проводил его еженедельно без всяких исключений. Подробно выслушивал, старался помочь. Ему нелегко было входить в новую область — физику космоса, и он старался искать аналогии в аэродинамике.

Хорошо помню мой первый доклад. Очень много вопросов задавал молодой кандидат наук В. Б. Баранов. Сразу сложилось впечатление, что он ищет какую-нибудь ошибку в самом эксперименте или в его обосновании. Он никак не мог понять физический смысл главного безразмерного параметра магнитной гидродинамики — магнитного числа Рейнольдса. Не мог понять также, почему не точное задание этого параметра позволяет оценить наиболее важные процессы в космической плазме. Однако общая обстановка была исключительно благоприятной, и Георгий Иванович был очень доволен. Через месяц выступил на семинаре В. Б. Баранов и провёл анализ возможности проведения лабораторного моделирования на основе системы уравнений Власова. Некоторые безразмерные параметры, как и при использовании уравнений магнитной гидродинамики, также на много порядков величины отличались от возможных параметров лабораторных установок. И для выбора возможных условий лабораторных установок В. Б. Баранов использовал сформулированный мною принцип ограниченного моделирования. Работа Баранова была опубликована в журнале «Геомагнетизм и аэрономия», где говорилось, что опубликованные мною вместе Г. Г. Манагадзе модельные эксперименты обладают параметрами, лучшими, чем в работах западных учёных. Исследование на основе анализа безразмерных параметров уравнения Власова к этому времени было опубликовано К. Шиндлером, который прислал нам текст своей статьи. К этому времени появилось также несколько работ по моделированию космических явлений, выполненных в США, Японии и Европе. Шиндлер отмечает, что наиболее правильно параметры плазмы были выбраны в экспериментах, опубликованных мною

с Г.Г. Манагадзе. Однако ссылку на работу Шиндлера Баранов не сделал. В дальнейшем при защите докторской диссертации В.Б. Баранова в отзыве одного из оппонентов утверждалось, что якобы идеи В.Б. Баранова легли в основу моих работ по лабораторному моделированию космоса, выполненных в ИКИ. Утверждение странное, так как никогда ни я, ни мои сотрудники нигде не использовали «теорию Баранова». Мне неизвестно, чтобы кто-нибудь, включая самого Баранова, пытались проанализировать наши или зарубежные эксперименты и получить с помощью этой теории какую-нибудь информацию о том или ином космическом явлении.

После очередного моего доклада на семинаре Георгий Иванович попросил остаться, и мы с ним долго обсуждали перспективы работ по лабораторному моделированию. Его очень интересовала возможность использования моего электродинамического ускорителя в качестве ракетного движка. Я тогда ответил, что не вижу перспектив его использования в качестве двигателя ракеты, выводящей спутники на орбиту, но не исключаю возможности разработки ускорителя малой мощности для коррекции траектории космических аппаратов (КА). По поводу такой возможности у меня были беседы в Отделе науки ЦК КПСС. Там обсуждались также перспективы использования электродинамического ускорения плазмы для создания оружия нового типа, позволяющего уничтожать ракеты в полёте. Однако тогда я был полностью увлечён использованием моих ускорителей для моделирования космических явлений. На прощание Г.И. сказал, что мне давно пора защищать докторскую диссертацию.

Я не знаю, было ли это следствием разговора с Петровым или нет, но примерно через неделю мне позвонила из отделения общей физики Академии наук Екатерина Николаевна Скубур и сказала, что директор ФИАН (Физический институт Академии наук), академик Д.В. Скобельцын, хочет со мной поговорить. Он знал меня ещё по работе в НИИЯФ<sup>1</sup> МГУ, где мои аспиранты использовали для анализа жёсткого рентгеновского излучения газового разряда его любимый инструмент — камеру Вильсона. Позже результаты этих экспериментов позволили понять физику солнечных космических лучей. Дмитрий Владимирович сказал, что учёный совет ФИАН готов вне очереди рассмотреть мою диссертацию. Сразу зашёл разговор о возможных оппонентах. Остановились на Л.А. Арцимовиче, Р.З. Сагдееве и С.Б. Пикельнере.

В диссертацию я включил разработку электродинамического ускорителя плазмы, рассмотрение возможности моделирования в лаборатории космических явлений (принцип ограниченного моделирования), а также эксперименты, демонстрирующие образование ударной волны при взаимодействии солнечного ветра с магнитным диполем и образование токового слоя на ночной стороне магнитосферы. В.Б. Баранов, выполняя обязанности заместителя заведующего отделом, оперативно оформил мои анкеты, представление института и биографию, отметив мои боевые награды и ранения. Г.Г. Манагадзе помог привести в порядок рисунки. Отзывы Л.А. Арцимовича и С.Б. Пикельнера были очень хорошими, а отзыв Р.З. Сагдеева был кратким, положительным, но имел существенное замечание. Утверждалось, что автор диссертации определяет концентрацию плазмы, измеряя длину волны излучения с точностью лучшей одного процента, что невозможно. Мне ещё не успели дать слова для ответа, как из зала кто-то крикнул. «Роальд, ты сошёл с ума, ведь человек использует интерферометр Фабри-Перо, а не твой двухканальный прибор». Л.А. Арцимович только покачал

---

<sup>1</sup> НИИЯФ — Научно-исследовательский институт ядерной физики.

головой и произнёс: «Да-а!» Ролик схватил листки своего отзыва и до конца заседания Совета вернулся с перепечатанными экземплярами. На банкете в зале теперь уже не существующей гостиницы с гордым именем «Россия» Р.З. Сагдеев был мил, остроумен и любезен.

После защиты диссертации я переключился главным образом на лабораторные эксперименты по моделированию магнитосфер планет Солнечной системы. В это время уже большое количество космических аппаратов исследовало околоземное пространство, однако многие явления, наблюдаемые там, продолжали оставаться недоступными для изучения. В частности вопрос о физике инжекции ускоренных частиц в магнитосферу Земли. Лабораторный эксперимент впервые показал, что ускоренные частицы инжектируются в магнитосферу Земли из геомагнитного хвоста. Позже выяснилось, что этот эффект определяет наполнение радиационных поясов при суббурях.

События тех лет развивались на фоне отголосков холодной войны. Развязанная против Советского Союза, она практически прервала научное сотрудничество наших и западных учёных. Первый прорыв блокады был организован Н.С. Хрущёвым. При поездке в Великобританию он включил в делегацию И.В. Курчатова и поручил сделать доклад о наиболее интересных научных результатах, полученных в наших секретных лабораториях. Игорь Васильевич дал команду Л.А. Арцимовичу написать текст доклада о наших работах по управляемым термоядерным реакциям. Доклад был быстро подготовлен, но мы имели право готовить такие документы только с грифом совершенно секретно в особой папке. Секретный документ был готов за три дня до отъезда И.В. Курчатова в Лондон, но в то время никто из нас не мог сделать его квалифицированный перевод на английский, а передать текст не допущенному к секретным работам переводчику запрещал закон. И.В. Курчатова вызвал профессора С.Ю. Лукьянова и меня и поручил вынести документ с грифом из института и вместе с переводчиком из Дома учёных подготовить английский текст. «Если вас задержат на проходной, то вся ответственность ляжет на меня, но если вы оставите текст у переводчика хоть на минуту или листок перевода исчезнет, то у вас могут быть крупные неприятности». Утром английский текст был готов. Мы позвонили И.В., и он ответил: «Не беспокойтесь, мне звонили, процедура рассекречивания прошла».

Доклад Курчатова в Англии имел потрясающий успех. Радиостанции мира на всех языках сообщали о рассекречивании русскими стратегически важных работ. Боясь потерять приоритет, следом за нами свои работы рассекретили англичане и американцы. В 1958 году американцы демонтировали и привезли на Женевскую конференцию не менее двадцати действующих установок. Я демонстрировал там только нашу знаменитую БИГ-1, снабжённую вакуумными камерами для нагрева плазмы до 1 000 000 °С и ускорения плазмы до 200 км/с. Сравнение наших и американских результатов показало, что изоляция Советского Союза от западной науки была просто глупостью. Наша наука не только не пострадала, но сделала гигантский скачок в своём развитии.

Получилось так, что ИКИ, не имея своего приличествующего для приёма зарубежных учёных дома, долгое время не мог играть роль центра международного сотрудничества в космосе. Эту роль блестяще выполнял Ленинградский семинар С.Н. Вернова. Раз в год на базе отдела Г.Е. Кочарова ленинградского Физтеха (Физико-технический институт) Сергей Николаевич проводил международные семинары, на которые приезжали ведущие учёные мира. Он лично приглашал лучших специалистов в области

космической физики, и мне не известен ни один случай отказа от его приглашения. Участники семинара докладывали и свои работы, и работы коллег. Представлялись, главным образом, ещё не опубликованные результаты, и каждый год после недели работы семинара мы были в курсе всех самых последних событий в космической физике в США, Европе и Австралии.

На одном из семинаров приглашённый из США профессор Дж. Винклер рассказывал о зондировании магнитного поля Земли электронным пучком. Инжектированный с борта ракеты вдоль силовой линии магнитного поля он вызывал свечение в верхней атмосфере в другом полушарии. Таким образом, проверялся расчёт конфигурации земного магнитного поля. Доклад Винклера переводил И. А. Жулин и произвёл очень сильное впечатление на всех нас и, в особенности, на Жулина. Вернувшись, он развил кипучую деятельность, направленную на осуществление аналогичных экспериментов с инжектированием электронного пучка с борта ракеты, запускаемой с французского острова Кергелен, и регистрацией вызываемого им свечения в атмосфере Архангельской области.

К этому времени Сагдеев уже приехал в Москву и был привлечён Жулиным к обсуждению проекта. Вскоре академическое звание Сагдеева позволило ему стать главным в этом проекте. Тогда я напомнил о желании Дж. Винклера сотрудничать с нами и предложил написать ему письмо. Сагдеев отверг моё предложение, заявив, что «старый университетский профессор будет только помехой». Эксперимент состоялся, но с очень сомнительным результатом. Позже, оппонируя кандидатскую диссертацию с анализом результатов, я вынужден был сделать вывод, что однозначного заключения об успешной регистрации пучка электронов сделать нельзя, но диссертант проделал большую и ценную работу по разработке аппаратуры, и я не мог не согласиться с суждением этому молодому человеку учёной степени кандидата наук.

Бывая ранее несколько раз в Новосибирске, я контактировал с Сагдеевым и его многочисленными сотрудниками. В журнале «Успехи физических наук» была опубликована наша большая статья, в которой были рассмотрены результаты и перспективы лабораторных исследований, направленных на понимание физики космоса. Взаимодействовал я также с Андреем Михайловичем Будкером. Я не сразу обратил внимание, что с некоторых пор мы перестали встречаться втроём. Когда меня приглашал для беседы А. М. Будкер, в его кабинете не появлялся Сагдеев. В лаборатории Сагдеева я перестал встречать А. М. Будкера. Скоро это обстоятельство прояснилось, Будкер отказался держать Сагдеева у себя в институте.

Как-то поздно вечером, когда мы собрались ложиться спать, раздался звонок в дверь. Открываю — стоит Ролик с бутылкой итальянского ликёра: «Незванный гость хуже татарина». — «Что ты, Роальд, заходи».

Моя супруга быстро организовала стол. Завязался длинный разговор. Не объясняя причин, Сагдеев сообщил, что решил уехать на Кавказ в Специальную обсерваторию и организовать там новую серию лабораторных исследований. Мне эта идея не понравилась. Затем Сагдеев сказал, что пока он будет числиться в Институте высоких температур в Москве и взаимодействовать со мной. Сагдеев также просил познать его с Г. И. Петровым. На другой день я зашёл к директору и сообщил о просьбе Сагдеева. Георгий Иванович был обрадован. Я тут же позвонил Роальду и передал телефонную трубку Г. И. На другой день мы долго сидели втроём за рюмкой коньяка



и чашкой кофе. Академики понравились друг другу. Несколько дней не было никаких вестей от Роальда, и вдруг звонок: «У тебя вечером дома будет Н. Несс из США? Если я к тебе забегу?» Встреча состоялась, было очень интересное обсуждение геомагнитного хвоста. Сравнивали данные измерений в космосе и результаты лабораторных экспериментов. В полночь Р.З. отвёз Н. Несса на такси в гостиницу.

Ещё через пару дней мы с женой были в гостях у Е. Н. Скубур. Она рассказывала, что Сагдеев целые дни проводит в приёмной Л. А. Арцимовича, много ему помогает, возится с бумагами. Ещё через несколько дней сибирский академик Сагдеев был назначен председателем комиссии Академии наук по проверке деятельности ИКИ. Не знаю, с кем он работал, и что проверялось, но в институте я его не видел, как не видел и текста решения комиссии, возглавляемой им. Неожиданно вышел приказ М. В. Келдыша о назначении академика Р.З. Сагдеева директором ИКИ.

Частым гостем института стал И. А. Жулин. Учитывая опыт первого американского эксперимента с электронными пучками в магнитосфере Земли, он стал готовить свою новую программу, которую активно поддерживал Сагдеев. Однако эта дружба продолжалась недолго. Во время очередной поездки за рубеж И. А. Жулин получил от издательства гонорар, разумеется, в валюте. По законам того времени он обязан был сдать её в Госбанк. Или, по крайней мере, задекларировать ввоз. Однако И. А. очень понравилось золотое колечко в ювелирном магазине, и он захотел подарить его жене. При досмотре в Москве ему неожиданно предложили вывернуть боковой карман (явно кто-то наступал). И. А. Жулин был уволен с работы и, насколько я помню, исключён из партии.

Сагдеев отказался принять его для беседы в ИКИ, хотя раньше он проходил в кабинет директора, не предупреждая секретаршу. Пропуск в ИКИ у него был отобран. Для меня изгнание И. А. Жулина из космической науки было большой потерей. Он часто представлял на зарубежных конференциях мои доклады, когда я не имел возможности выезжать. Привозил всегда много важной и интересной информации.

Первые недели на посту директора ИКИ Ролик демонстрировал ко мне нежную дружбу, советовался о преобразованиях института. Как-то обсуждая возможности использования космической техники в военной области и в народном хозяйстве, он поручил мне подготовить справку об американских работах по исследованию Земли из космоса. К тому времени у меня имелось на эту тему несколько препринтов из США. Я просмотрел их, а затем связался с академиком К. Я. Кондратьевым, который занимался этими вопросами у нас в стране. Весть о таком поручении быстро распространилась в ИКИ, и ко мне приходили разные люди, предлагая помощь и высказывая различные пожелания. Недели через две текст на десяти страницах был готов, и я вручил его Сагдееву. Директор был в восторге и тут же заявил, что я должен возглавить эту тематику в институте. Однако у меня прекрасно шли лабораторные эксперименты, и меня никогда не интересовала предлагаемая им работа. Согласия я не дал. Сказал, что нужно пригласить К. Я. Кондратьева, а у нас в ИКИ горят желанием заниматься исследованиями Земли из космоса Г. А. Аванесов и Я. Л. Зиман. Ролик сразу завёлся и вытолкал меня из кабинета, однако позже, послушав меня, привлёк их к этой работе.

Мои отношения с новым директором ещё больше испортились после большой международной конференции по космосу в МГУ. Я уже не помню, какая международная организация её проводила, но это было впервые в Москве, и съехались ведущие

учёные со всего мира. Сагдеев почему-то на конференции не присутствовал. После моего доклада завязалась интересная дискуссия, и я пригласил на вечер к себе домой четырёх американских учёных. Сразу позвонил Сагдееву: «Ролик, приходи ко мне вечером с Тэмой, будут гости из США». Прозвучал ответ: «Нет, завтра в 9:30 жду тебя в моём кабинете». На другой день был тяжёлый разговор, я был обвинён в нарушении режима и получил строгие указания не общаться с иностранцами без специального разрешения.

Нельзя не отметить, что сразу после появления Сагдеева моральная обстановка в институте обострилась. Сложные отношения между подразделениями института подогревались дирекцией. Из ИКИ вынужден был уйти наиболее продуктивно работающий отдел, организованный С. М. Шкловским. После его смерти руководитель этого отдела, Н. С. Кардашёв, вместе со многими сотрудниками перешёл в ФИАН. Институт часто лихорадило сокращениями штата. Они носили формальный характер, через три-четыре недели численность восстанавливалась, однако неугодные дирекции сотрудники из института выгонялись.

Очень тяжёлые воспоминания у меня остались в связи с увольнением кандидата наук, квалифицированного физика В. В. Тёмного, известного своими исследованиями полярных сияний в советско-французском проекте АРКАД. Владимир Владимирович не всегда разделял представления своего официального руководителя, и это портит ему жизнь. Меня неожиданно вызвал В. М. Балебанов и сообщил, что подготовлен и согласован с заведующим лабораторией Ю. И. Гальпериним приказ об увольнении В. В. Тёмного. Я отказался его визировать: первым кандидатом на увольнение собрание отдела выдвинуло Т. М. Мулярчик, не имевшую оригинальных публикаций, однако дирекция предпочла уволить В. В. Тёмного. В дальнейшем, работая в Институте истории науки и естествознания, Владимир Владимирович продолжал сотрудничать с ИКИ. Он организовал несколько конференций об истории космических исследований в СССР и издал интересные воспоминания о начале космической эры.

Несколько месяцев Сагдеев меня не вызывал, и вдруг, в конце 1978 года, неожиданный звонок от В. М. Балебанова — просит зайти. Сообщает о новом проекте — разработке совместного с Болгарией космического проекта, и предлагает мне возглавить научную группу от СССР. Я отвечаю, что это невозможно, поскольку «невыездной». Отвечает: «Роальд всё уладил, готовится приказ, пойдём к нему». Сагдеев встретил меня, как старого друга. Сообщил, что в ближайшие дни меня познакомят с уже разработанным проектом.

Помню первое совещание по советско-болгарскому спутнику с моим участием. Председательствует министр, если не ошибаюсь, общего машиностроения. В зале человек десять-пятнадцать: Андроник Иосифьян, Владимир Адасько, Николай Шереметьевский от ВНИИЭМ<sup>1</sup> — предприятия-разработчика спутника; несколько знакомых сотрудников Института прикладной геофизики. Пока идут общие разговоры, знакомлюсь с проектом. На первой странице среди других утверждающая подпись Сагдеева. В качестве базовой планируется использовать платформу метеоспутника «Метеор». Высокоточная трёхосная ориентация на центр Земли и вектор скорости. Круговая полярная орбита с апогеем 900 км. Сброс информации через каждый оборот. Создатели космического аппарата предлагали установить на корпусе спутника три раздвижные

---

<sup>1</sup> ВНИИЭМ — Всероссийский научно-исследовательский институт электромеханики.

штанги длиной 7,5 м для установки на них датчиков электрического поля. По тем временам всё звучало как сказка. Читаю дальше, и вдруг — о, ужас! Орбита стабилизирована относительно Солнца, то есть спутник находится всё время на одной и той же магнитной широте, и приборы регистрируют явления на пробегающей под спутником Земле. Это очень здорово для наблюдения земной поверхности — фотографируемый участок всё время одинаково освещён Солнцем (основное требование исследователей поверхности Земли), но абсолютно непригодно для исследования магнитосферы. Для этого спутник должен последовательно проходить все широты. Вызываю в коридор Балебанова. Отвечает: «Можешь сказать, но меня не путай». Прошу слова, пытаюсь объяснить. В зале шум. Министр объявляет перерыв на двадцать минут. Меня берёт под руку и выводит в соседнюю комнату академик А. Г. Иосифьян: «Слушай, учёный, объясни спокойно, что ты от нас хочешь?» Внимательно слушает, я рисую на доске форму магнитосферы Земли. А. Г. Иосифьян возмущён: «Почему мне никто не сказал?» Идёт в зал и просит министра сегодня не обсуждать орбиту аппарата. На следующем совещании утверждается необходимая орбита. В дальнейшем я всегда получал колоссальное удовольствие от общения с А. Г. Иосифьяном и его учеником В. И. Адасько. Они неоднократно делали сложные и трудоёмкие изменения в проекте и обеспечили четырёхкратное превышение срока эксплуатации уникального спутника, названного «Интеркосмос-Болгария-1300» (ИКБ-1300).

Началась тяжёлая пора изготовления научной аппаратуры. Руководителями создания двенадцати измерительных приборов были советские специалисты из ИКИ и ИЗМИРАН<sup>1</sup>, остальные изготовлялись болгарской командой, руководимой академиком Кириллом Серафимовым. Особенно успешным было взаимодействие с С. Чапкыновым, братьями Л. и Н. Банковыми, И. Кутиевым, И. Семовой, Р. Колевой. В то время в Болгарии мы чувствовали уважение и благодарность к нам, представителям России, спасшей Болгарию от турецкого ига. Нас возили буквально по всем местам воинской славы России. Памятники и церкви, воздвигнутые в память о наших победах, находились тогда в идеальном состоянии.

Мы постоянно ощущали самое тёплое отношение от всех слоёв общества. Помню, я с одним из наших сотрудников хотел посмотреть американский фильм «Гонимые ветром». Билеты были раскуплены, у кинотеатра стояло человек тридцать в надежде на случайный билет. Я громко спросил по-русски лишний билет. И сейчас же услышал: «Кто это там русский?» Ко мне пробралась через толпу пожилая дама и протянула два билета, категорически отказавшись от денег. Последние годы я был в Болгарии два раза, встречался с друзьями, однако, многое изменилось. Русская речь исчезла, и молодёжь не понимает русского языка. В киосках я не видел русских журналов или газет, но был колоссальный набор печати на английском языке и реклам НАТО<sup>2</sup>.

8 августа 1982 года «Интеркосмос-Болгария-1300» был успешно запущен из Плесецка в присутствии почти всех болгарских участников. Ликовали всю ночь. Через день я уже был в Москве, сидел в центре управления и вместе с Адасько и Иосифьяном расшифровывал первую информацию. Нормально работали все приборы. К обработке

---

<sup>1</sup> ИЗМИРАН — Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова Российской академии наук.

<sup>2</sup> НАТО — Организация Североатлантического договора, Североатлантический Альянс, NATO — North Atlantic Treaty Organization.

информации я подключил ряд сотрудников своего отдела, в том числе Э. М. Дубинина, до этого никакого отношения к космическому аппарату не имевшего. Позже, по непонятному нашему коллективу решению, Эдик Дубинин вместе Балебановым были награждены специальными дипломами «За подготовку, разработку и осуществление запуска ИКБ-1300» и ценными подарками. Вместе с ними получил такую же награду и К. Серафимов. Кирилл высказал по этому поводу возмущение, но так и не смог выяснить, как готовилось это награждение.

Справедливости ради стоит отметить, что в дальнейшем Э. М. Дубинин, работая вместе с Н. С. Николаевой, очень аккуратно обрабатывал спутниковую информацию, скрывая от своих коллег получение неза заслуженной награды. По результатам, полученным на ИКБ-1300, были подготовлены десятки работ, опубликованных в наших и международных журналах, многочисленные доклады на конференциях. Первый доклад я сделал от имени команды участников проекта на Конгрессе международной федерации астронавтики в Будапеште в октябре 1983 года. Кирилл сразу после доклада потащил меня и нескольких своих знакомых иностранных учёных в ресторан, и мы всю ночь проболтали.

Среди многих исследований, выполненных на ИКБ-1300, хочу отметить работу по измерению токов и полей на ночной стороне магнитосферы Земли<sup>1</sup>. Анализируя данные, мы показали, что в токовом слое магнитного хвоста магнитосферы во время суббури генерируется электрическое поле, направленное к Земле. Возникают продольные токи и полярные сияния. Это так называемое поле Лоренца, которое генерируется из-за силы, действующей на ток, переносимый в плазме электронами. К сожалению, эффект не удалось промоделировать в лабораторном эксперименте, так как наше оборудование к этому времени было уже утилизировано: превалировало мнение, что заниматься лабораторными активными экспериментами в ИКИ больше не следует.

Кроме того, основополагающим считалось утверждение Л. М. Зеленого, что ток в токовом слое в хвосте магнитосферы переносится не электронами, а ионами. Я полагал этот вывод ошибочным. Позже для проверки механизма генерации поля Лоренца в лабораторной модели магнитосферы Земли были выделены средства правительством Японии. В университете Осака вместе с профессором Минами мы провели эксперимент, который подтвердил роль электронов в токовом переносе. С нашими выводами согласился и Лев Матвеевич, опубликовав с сотрудниками два года назад статью, в которой говорится — прямые измерения в космосе показали, что перенос тока в токовом слое осуществляется «в основном электронами».

Работая с болгарскими товарищами, я продолжал и лабораторное моделирование. Увлёкся, пожалуй, наиболее загадочными небесными объектами — кометами. Галилей первым установил периодичность появления комет, и стало очевидным, что они являются телами, принадлежащими Солнечной системе. В XX веке ни у кого не было сомнений, что свечение комет вызвано ионизованным газом, который сублимируется, по-видимому, из ледяного ядра при нагревании его солнечным излучением. Во всех учебниках можно было прочесть, что давление солнечного излучения вытягивает об-

---

<sup>1</sup> Podgorny I. M., Dubinin E. M., Israilevich P. L. Nicolaeva N. S. Large-scale structure of the electric field and field-aligned currents in the auroral oval from the Intercosmos-Bulgaria satellite data // Geophysical Research Letters (GRL). 1988. V. 15. P. 1538–1540.

разующиеся ионы, формируя хвост кометы. В 1951 году немецкий учёный Л. Бирман<sup>1</sup> заявил, что давлением излучения невозможно объяснить образование хвоста, что от Солнца идёт поток ионизованных частиц (фактически был предсказан солнечный ветер), и этот поток несёт линии магнитного поля, которые обволакивают плазменную оболочку кометы. При этом вместе с вытянутыми линиями магнитного поля в хвост кометы вытягиваются светящиеся ионы. Гипотеза Л. Бирмана о природе хвоста не отвергалась, но идея о световом давлении продолжала доминировать, хотя первая часть его гипотезы, солнечный ветер, была доказана при полёте советской ракеты к Луне.

Будучи уверенным в правильности взглядов Л. Бирмана, на одной из наших установок мы поставили лабораторный эксперимент, в котором вместо ледяного ядра кометы использовали восковой шарик. Поток плазмы в вакуумной камере с параметрами, соответствующими солнечному ветру, был направлен на этот шарик. Воск сублимировался и ионизовался излучением, и вокруг шарика появлялось облако светящейся плазмы. Когда поток плазмы, то есть наш искусственный солнечный ветер, содержал магнитное поле, как это имеет место в космосе, линии магнитного поля обволакивали облачко плазмы. При этом торможение сверхзвукового потока плазмы вызывало образование ударной волны. Увлекаемое плазменным потоком магнитное поле образовывало кометный хвост. Гипотеза Л. Бирмана, таким образом, была подтверждена, и впервые показано, что перед кометой должна образоваться бесстолкновительная ударная волна.

Эксперименты были трудными, пришлось решать ряд сложных технических задач. Мои аспиранты, сначала Юра Андриянов, а затем Петя Израилевич, проявили исключительный энтузиазм. Первые статьи были опубликованы в 1978 году в журнале *Planetary and Space Science* и в 1980 году — в *The Moon and the Planets*.

11 сентября 1985 года американский космический аппарат *International Comet Explorer (ICE)* провёл исследования кометы Якобини-Циннера. Американские исследователи обнаружили, что кометный магнитный хвост имеет ту же конфигурацию, что и в нашем лабораторном эксперименте. Полученные распределения магнитного поля в лабораторном эксперименте идеально совпали с измерениями в космосе.

Среди других результатов лабораторных экспериментов следует отметить моделирование слабой лунной магнитной активности, обнаруженной американскими космонавтами на Луне. Руководитель этих работ, профессор Ч. Сонет, обратился ко мне с просьбой проверить в лаборатории возможность сжатия магнитного поля на ночной стороне Луны. Эксперимент был выполнен, исследована физика явления. Оказалось, что потерявшие плазму линии магнитного поля на ночной стороне сжимаются солнечным ветром. Результаты опубликованы в США.

Долгие дискуссии велись по объяснению магнитного поля в окрестности Венеры, измеренного в лаборатории Ш. Ш. Долгинова. Активное участие в постановке и проведении этих модельных экспериментов принимали П. Израилевич и С. Школьников. В результате была доказана природа наведённого магнитного поля Венеры. Подробная статья об этом опубликована в журнале «Космические исследования».

---

<sup>1</sup> Бирман Людвиг (полн. Людвиг Франц Бенедикт Бирман, Ludwig Franz Benedikt Biermann) (1907–1986) — немецкий учёный-астроном, член Баварской академии наук, академии «Леопольдина», Национальной академии наук США; автор трудов в области теории внутреннего строения звёзд и физики космической плазмы.

Интересная возможность образования необычной магнитосферы планеты Уран обсуждалась тогда на международных конференциях: что если магнитный момент планеты окажется параллельным скорости солнечного ветра? Такой модельный эксперимент мы поставили с П. Израилевичем. Получилась забавная конфигурация с магнитной воронкой на подсолнечной стороне, в которую втекал сильно сфокусированный поток плазмы. Однако эта красивая конфигурация пока остаётся необнаруженной в Солнечной системе. Чёткости работы нашей установки по моделированию явлений в космосе и разработке новых методов исследования мы в значительной степени были обязаны инженеру Г. Б. Куликову, уволенному, к сожалению, из института при очередном сокращении штатов.

Одновременно в нашей лаборатории продолжался анализ колоссального массива данных ИКБ-1300. Были обнаружены тонкие структуры магнитного и электрического поля, ответственные за локальное ускорение электронов в магнитосфере Земли.

Представленный здесь текст описывает события, связанные с моей работой в ИКИ. При этом я не касался достижений других отдельных лабораторий Института, так как непосредственно не участвовал в этих работах. Тем не менее, хотелось бы отметить большой вклад лаборатории О. Л. Вайсберга в изучение межпланетной среды и ударных волн. В измерениях на КА «Прогноз-7» им впервые был исследован массовый и зарядовый состав солнечного ветра. В лаборатории Н. Ф. Писаренко получены уникальные данные о распространении солнечных космических лучей в межпланетной среде, показано отсутствие ожидаемого теоретиками торможения протонного пучка волнами в плазме. Пришлось пересмотреть выводы теории. Жаль, что не состоялся проект СОЛЯРИС, предложенный О. Л. Вайсбергом. Когда я отстаивал его на Учёном совете, Сагдеев заявил: «Вы просто перекрываете все диапазоны и не думаете о результатах». Руководителем проекта был назначен А. Галеев, а затем проект СОЛЯРИС вовсе исчез из планов.

Когда тематика лабораторного моделирования космических явлений в ИКИ была ликвидирована, я получил из Университета Осаки и Калифорнийского университета приглашение провести на их установках измерения электрического поля в токовом слое лабораторной модели геомагнитного хвоста. Имелось в виду проведение эксперимента по выяснению роли электрического поля в хвосте магнитосферы Земли. Посетив США и Японию, я убедился, что параметры плазмы и магнитного поля их модельных установок полностью соответствуют моему принципу ограниченного моделирования, однако американская аппаратура не позволяла быстро менять параметры для контроля результатов, что делало эксперимент более трудоёмким. Я выбрал Университет Осаки, где очень продуктивно проработал четыре месяца с исключительно дружелюбным физиком-экспериментатором высокой квалификации, профессором Шигеём Минами. Его семья трогательно заботилась о моём быте.

Было показано, что выводы из измерений на советско-болгарском космическом аппарате о генерации электрического поля вдоль геомагнитного хвоста и роли этого поля в появлении системы продольных токов были верными. Электроны, создающие полярные сияния, ускоряются в этих токах. Все эти процессы являются следствием переноса тока в токовом слое хвоста электронами. Широко распространённые теоретические оценки дрейфовых траекторий в заданных магнитных полях, указывающие на перенос тока не электронами, а ионами, оказались ошибочными. Данные лабора-

торного эксперимента о токах и полях в токовом слое были опубликованы в международной печати и широко обсуждались на конференциях.

На этом моя деятельность в ИКИ завершилась. Был подготовлен приказ о моём увольнении. Мотив: институту нужны молодые здоровые люди, а я — инвалид войны. Никаких претензий к научной работе и организационной деятельности дирекция мне не предъявляла. Я обратился к Президенту АН Ю.С. Осипову, и через неделю был переведён в Институт астрономии РАН.



Заведующий отделом ИКИ АН СССР доктор физико-математических наук И. М. Подгорный рассказывает голландскому учёному Корнелиусу де Ягеру (второй слева) о результатах моделирования обтекания солнечным ветром магнитосферы Земли. Справа — В. И. Мороз

# ПЯТНАДЦАТЬ ЛЕТ В ИКИ: МИКРОКАНАЛЬНЫЕ ПЛАСТИНЫ, ПОЗИЦИОННО- ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ДЕТЕКТОРЫ И ЭНЕРГИЧНЫЕ НЕЙТРАЛЬНЫЕ АТОМЫ

*М. А. Грунтман*

## 1. ИЗ ФИЗТЕХА В ИКИ

В начале июня 1977 года мне домой позвонил мой научный руководитель Владас Брониславович (Бронислово) Леонас<sup>1</sup>. Я только что получил диплом инженера-физика по окончании факультета аэрофизики и космических исследований (ФАКИ) (рис. 1) Московского физико-технического института (МФТИ) или Физтеха, как его обычно

называют. Впереди было лето, а затем аспирантура Академии наук (АН СССР) в Институте космических исследований (ИКИ).

«Миша, — сказал Леонас, — есть возможность изменить Вашу ситуацию и взять Вас прямо на работу в ИКИ, как вы того хотели». Моей целью действительно было стать сотрудником института по окончании Физтеха. Но для меня была открыта только возможность поступления в аспирантуру Академии наук в ИКИ, и я без энтузиазма на это решился.

«Со мной только что разговаривал директор института Сагдеев, — продолжал Владас Брониславович. — Он хочет взять к себе одного выпускника из провинции. Но у него нет московской прописки, и он хромает на обе ноги по пятому пункту<sup>2</sup>. На работу в ИКИ его не примут, а в аспирантуру на Ваше место он его может зачислить. Так как вы хромаете только на одну ногу, и у Вас есть подмосковная прописка<sup>3</sup>, Сагдеев сможет протолкнуть Ваше зачисление в штат института инженером. А через год я попытаюсь изменить Вашу должность на младшего научного сотрудника». Я немедленно с радостью согласился.

Хмурый и недоброжелательный начальник отдела кадров ИКИ погонял меня с бумагами существенно больше, чем обычно требовалось. Как потом объясняли мне старшие коллеги, «он ведь и сидит на этой должности для того, чтобы таких, как ты, тут было меньше». Кажется, уже к концу июля меня зачислили инженером в лабораторию Леонаса в 18-м отделе. (Я привожу даты и цитирую по памяти. Когда я покидал СССР в самом начале 1990 года — а это отдельная и не для этой публикации история — я не мог взять с собой никаких записей и бумаг. Тогда я уничтожил практически весь свой личный архив, так как думал, что никогда не смогу больше посетить Москву.)

Моя связь с ИКИ началась значительно раньше, чем зачисление на работу, и продолжалась до конца 1980-х годов. К окончанию второго курса МФТИ весной 1973 года нас, студентов, распределили по группам, связанным с «базовыми кафедрами» в различных научно-исследовательских организациях, или, как их коротко называли, «ба-

<sup>1</sup> В этой публикации я обычно использую или имя или имя и отчество в зависимости от того, как я обращался к упомянутым людям в те времена. Брониславович — это русифицированная форма литовского имени Бронислово.

<sup>2</sup> Указание в документах национальности как факта принадлежности к определённой этнической общности.

<sup>3</sup> Я тогда жил в Подлипках под Москвой.



зами». Я попросился и попал в группу ИКИ, которая обычно состояла из 5–7 человек. Через год, следующая за нами новая группа физтеховских студентов, направленных на кафедру в ИКИ, должна была принадлежать уже новому факультету проблем физики и энергетики (ФПФЭ) МФТИ. Так что мы были последними студентами ФАКИ, которые окончили базовую кафедру ИКИ.

На третьем курсе Физтеха студенты проводили в базовых институтах один день в неделю, слушая лекции. К пятому курсу мы уже были в ИКИ четыре дня в неделю, в основном занятые научной работой под руководством научного руководителя, или, как их обычно неформально называли на Физтехе, «шефа». Только один день в неделю студенты ездили в МФТИ в подмосковный город Долгопрудный («Долгопа»). На последнем, шестом курсе, студенты проводили всё время на базе, работая над дипломом.

Наступающий осенний семестр 1973 года должен был стать для нас, третьекурсников, первым в ИКИ. Перед началом семестра секретарь декана факультета отправила меня отвезти какие-то бумаги на базовую кафедру. «Там сменился директор», — сказала она и назвала фамилию нового директора института, ещё незнакомого ей, в исковерканном виде. Так что в Институт космических исследований я пришёл в один год с Роальдом Зиннуровичем Сагдеевым.

ИКИ был новым институтом Академии наук, основное здание которого было построено в конце 1960-х годов на тогдашней окраине Москвы (рис. 2–4).

Наше студенческое пребывание в ИКИ началось со слушанья специализированных курсов, читаемых сотрудниками института. Это позволяло познакомиться со многими учёными и руководителями института, а сотрудникам ИКИ, как стало понятно позднее, лекции давали отличный приработок. В течение трёх лет лекции нам читали (по алфавиту) Альберт Абубакирович Галеев (будущий директор ИКИ), заместитель директора Валерий Григорьевич Золотухин, Владас Брониславович Леонас, Саша Липатов, Станислав Николаевич Родионов, заместитель директора Юлий Константинович Ходарев, Виталий Донович Шапиро, Валентин Семёнович Эткин и другие. Галеев и Шапиро только что пришли в институт, а Саша Липатов недавно защитился. Директор Сагдеев тоже формально прочитал нам один курс. Он был занятым человеком, и его мы видели только дважды: на первой лекции и на экзамене, когда он раздал нам задачи.

Один интересный для меня курс нам читал неикишный учёный, Владимир Наумович Жарков, из Института физики Земли Академии наук.

Хотя я никогда напрямую не работал с Сагдеевым, он знал меня со студенческих лет и всегда приветливо здоровался при встрече в коридоре. Через несколько лет я защитил кандидатскую диссертацию на его докторском совете. Советская система была жёстко иерархичной, и я за все годы в ИКИ был в его кабинете меньше десяти раз, хотя это и было гораздо «чаще», чем большинство моих сверстников. Через много лет судьба снова свела нас на другом конце Земли как членов комиссии, проводящей экспертную оценку научно-технических работ одного проекта в НАСА.

Трое других студентов из моей физтеховской группы, так же, как и я, стали со временем сотрудниками ИКИ: Миша Герасимов, Галя Котова и Валера Пунгин.

Студенты распределялись по научным руководителям — «шефам», в начале четвёртого курса. В конце третьего курса весной 1974 года Леонид Львович Ваньян, который управлял в ИКИ делами базовой кафедры, поговорил со мной о моих интересах и дал мне на лето прочитать несколько статей из *Journal of Geophysical Research*.

Когда мы вернулись в ИКИ к началу занятий в сентябре, Ваньяна там уже не было в результате административных перестановок. Я его никогда после этого не видел и даже не разговаривал по телефону. Институтская политика была от нас, студентов, очень далека, и мы о ней не имели никакого представления. Со временем этот «пробел» быстро заполнится.

Одним из самых первых наших курсов в ИКИ были лекции Леонаса по экспериментальным методам космических исследований. Эта область мне нравилась, и у меня установились хорошие отношения с Владасом Брониславовичем. Это и определило в значительной мере начало моей научной судьбы.

## 2. ОТДЕЛ КОСМИЧЕСКОЙ ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ

Осенью 1974 года моим научным руководителем стал Владас Брониславович Леонас, с которым я проработал более 15 лет. Лаборатория Леонаса входила в отдел космической газовой динамики (отдел № 18) ИКИ (рис. 5), которым заведовал Георгий Иванович Петров. Другой лабораторией в отделе руководил Владимир Борисович Баранов. В каждой лаборатории было 11–14 сотрудников.<sup>1</sup>

Газодинамик академик Петров был первым директором ИКИ в 1965–1973 годах. Когда Сагдеев сменил его на посту директора в 1973 году, Георгий Иванович, как академик, сохранил за собой отдел. (Академики имели право на «свой» отдел в одном из институтов Академии наук.) Он обычно появлялся в ИКИ один раз в неделю и председательствовал на научном семинаре отдела. Теоретическая группа Баранова концентрировалась на газовой динамике и её применениях в космических исследованиях, что было среди научных интересов Петрова. Лаборатория Леонаса была экспериментальной, основным направлением исследований была физика атомных столкновений.

Тематика внутренних семинаров определялась интересами теоретиков-газодинамиков, и мы, экспериментаторы, бывали на нём не часто. Да и вообще общение между теоретической и экспериментальной лабораториями, расположенными на разных этажах и в разных секциях большого здания ИКИ, было ограниченным. Исключениями была совместная работа на овощной базе, или случаи, когда кому-то из теоретиков требовалась отвёртка или молоток — тогда они спускались к нам со своего седьмого этажа. Лариса Константиновна Пронина выполняла функции секретаря отдела и лаборатории Баранова (рис. 6).

Защищённые «своим академиком», наши завлабы Баранов и Леонас чувствовали себя в институте относительно независимо. Это неизбежно приводило к трениям с директором ИКИ, Сагдеевым. В конце концов, отдел Петрова перешёл в 1987 году в Институт проблем механики (ИПМ) АН СССР. Для меня, младшего научного сотрудника, эта институтская политика и административная возня сначала особой роли не играли, так как я был поглощён своей научной работой. Я следовал совету знатока армейской

<sup>1</sup> Вышедшая в 1999 году книга к 35-летию ИКИ упоминает меня в главе об отделе Петрова и даёт фактически неверную персональную информацию. Эта глава книги подробно описывает основные направления деятельности теоретической лаборатории Баранова, но незаслуженно мало работу экспериментальной группы Леонаса. (Эта глава и была написана В. В. Барановым, что объясняет столь подробное описание его собственной лаборатории. — *Прим. ред.*) Моя статья частично исправляет это опущение.

Другая книга, опубликованная в ИКИ в 2012 году к столетию со дня рождения академика Петрова, даёт неверный инициал в моём имени.

(и вообще российской) жизни — Козьмы Пруткова, который учил, что «не нам, господа, подражать Плинию, наше дело выравнять линию».

В начале 1980-х годов стало ясно, однако, что дружественные и близкие к директору завлабы помогли бы развитию космических приборов и экспериментов, над которыми я работал.

Лаборатория Леонаса состояла из двух групп. Одна группа (к которой я вскоре примкнул) концентрировалась на изучении столкновений и дифференциального рассеяния нейтральных атомов с «высокими» энергиями от нескольких сотен до нескольких тысяч электронвольт. Эти фундаментальные исследования позволяли определять потенциалы межатомных взаимодействий, важные в различных физических применениях. Группа включала Сашу Калинина и Володю Хромова и располагалась вместе с Леонасом, на четвёртом этаже здания ИКИ. Рядом с нами на этаже находились лаборатории Олега Леонидовича Вайсберга, Юрия Ильича Гальперина, Льва Михайловича Мухина и первоначально часть иностранного отдела. Немного дальше, в другой секции, располагалась группа Георгия Манагадзе. Со всеми я быстро познакомился, а Вайсберг стал рецензентом моей дипломной работы.

Вторая группа лаборатории Леонаса работала с «низкоэнергичными» атомами и молекулами, так называемыми тепловыми пучками, с энергиями менее одного электронвольта. Одна из основных стратегических и исключительно тяжёлых экспериментальных задач группы состояла в измерении кинетических энергий и колебательных уровней молекул водорода, образующихся при рекомбинации на холодных поверхностях, что представляло интерес для астрофизики. Евгений Николаевич Евланов был лидером этой группы, которая включала Юру Лебедева, Юру Рыбчинского, Сергея Валентиновича Уманского, и техников, ставших впоследствии инженерами, Серёжу Подколзина и Костю Белоусова (рис. 7). Группа Евланова располагалась на первом этаже, между лабораторным помещением Игоря Максимовича Подгорного и проходной, ведущей во внутренний двор ИКИ. Инженер-электронщик Боря Зубков поддерживал обе группы нашей лаборатории. Когда на пост заместителя директора ИКИ пришёл Геннадий Михайлович Тамкович, в качестве секретаря лаборатории к нам присоединилась его жена Нелли Иосифовна. Ира Родионова и двое студентов МФТИ, Витя Морозов и Алла Демченкова, стали сотрудниками в 1980-х годах.

В начале 1980-х годов группа Евланова, а также Зубков и Хромов, вовлеклись в работы, связанные с разработкой (совместно с учёными из Института ядерной физики Общества Макса Планка в Гейдельберге, ФРГ) пылеударного масс-спектрометра для исследования кометы Галлея на космическом аппарате Вега.

Они фактически выделились в независимую группу и остались в ИКИ, когда отдел 18 перешёл в ИПМ в 1987 году.

18-й отдел был довольно необычным для ИКИ — поначалу в нём не было ни одного коммуниста. Надо сказать, что в узком кругу и Баранов, и Леонас довольно критически относились к советской системе. Позднее Володя Хромов стал членом партии, но это ничего не изменило, так как формирование партийной ячейки требовало наличия трёх коммунистов. Парторг четвёртого отдела ИКИ Сергей Васюков обычно нёс «партийную» ответственность за наш отдел.

Васюков не донимал нас дополнительными глупостями более, чем требовало от него институтское партийное руководство. В один из дней он заглянул к нам, когда

мы отмечали после рабочего дня наступающие Новогодние праздники. Это обычно происходило в лабораторном помещении Евланова на первом этаже. Приняв участие в нескольких «по чуть-чуть» разведённого спирта, он отозвал меня в сторону и предложил поставить меня «в очередь» на членство в партии. Я поблагодарил «за честь» и вежливо отказался. Сергей немного охладел ко мне после этого, но врагом не стал.

Отсутствие членов партии не делало обстановку и разговоры в отделе более открытыми. В этом смысле и институт, и отдел были типичными для Академии наук. Даже те сотрудники, которые скептически относились к советской системе, были с детства вытренированы как себя вести и что, где и как говорить. Среди друзей они иногда «кипели», но потом поступали «как надо». Особенно, если они были выездными или занимали должность начальника. Однажды (в середине 1980-х) в разговоре за праздничным столом у теоретиков Баранова, куда иногда попадал, я сказал, что запрещённый «Архипелаг Гулаг» Солженицына очень просто привезти из заграницы. (Я купил его в английском переводе на барахолке в Варшаве в своей самой первой заграничной командировке.) «Ну что вы, Миша», возразила мне старшая коллега, «как можно! Ведь больше не пустят в поездку, если найдут!»

Через один год после моего поступления на работу нашу группу посетили директор Института атомной и молекулярной физики (AMOLF — Institute for Atomic and Molecular Physics, Amsterdam, Netherland) в Амстердаме Яап Кистемакер (Jaap Kistemaker) и его заместитель Йоп Лос (Joop Los). Во время научных обсуждений встал вопрос о применимости специального детектора в столкновительных экспериментах, на который не было прямого ответа.

Пока голландцы ездили на пару дней в Ленинград, я написал и отладил небольшую программу на ЭВМ и провёл расчёты в течение субботы и воскресенья, которые разрешили возникший вопрос. Работа в ИКИ во время выходных требовала специального разрешения, и поэтому институт был практически пустым. Это открывало возможность ускорить отладку программы. Персональные компьютеры тогда не существовали, и надо было использовать большую ЭВМ (электронно-вычислительную машину), или БЭСМ-6 (большую электронно-счётную машину) или ЕС-1040, с программами на перфокартах. Машины обычно запускали два пакета программ на счёт, один утром, а другой вечером на ночь. Для отладки моей маленькой программы её требовалось запустить, по крайней мере, десяток раз.

Компьютеры не были надёжными, несколько раз в день что-то ломалось, и они останавливались. Перед перезапуском пакета на счёт на ЭВМ после остановки требовалось проверить машину на работоспособность, посчитав какую-нибудь маленькую программу. Дежурный оператор ЭВМ, обычно девушка, выбирала программу для тестирования. Надо было каким-то образом добиться, чтобы она использовала именно мою программку для такого теста. Поскольку я не был в романтических отношениях с операторшами, мне пришлось принести им две или три плитки шоколада, что и позволило мне «прогнать» мою программу несколько раз и отладить её во время выходных.

Когда голландцы снова появились у нас в институте на следующей неделе, у меня уже был готов ответ на вставший вопрос. Вскоре в конце 1978 года директор AMOLF прислал мне приглашение поехать поработать на стандартные три месяца в их институт в Амстердаме. Это приглашение быстро и окончательно определило меня как

невъездного. (Мои коллеги Саша Калинин и Володя Хромов провели там в своё время по три месяца каждый.) Если бы мне тогда разрешили посетить AMOLF, я стал бы, как мне сказал его директор, самым молодым (мне было 23 года) гостем-учёным в истории этого престижного института. Позже, после постоянного давления со стороны польских коллег, меня стали отпускать за границу, но только в «братскую» Польшу, из которой, очевидно, в те времена нельзя было никуда убежать.

На основе проведённого анализа работы детектора и обсуждений с Лосом, я быстро написал и опубликовал свою первую статью на английском языке в иностранном журнале *Journal of Physics E*, издававшемся в Англии. В процессе получения необходимого разрешения на публикацию этой статьи за границей, начальник отдела режима ИКИ, который тоже его подписывал, вызвал меня для беседы. Со строгим видом он долго внушал, что «патриотический долг советского учёного публиковаться в советских журналах».

Как Леонас и обещал, через год моей работы в ИКИ меня перевели с должности инженера в младшие научные сотрудники. Когда на аттестации молодых специалистов я сказал, что хочу стать научным сотрудником, член комиссии Владимир Гдалевич Курт неожиданно стал объяснять мне, как хорошо и почётно быть инженером. Я вежливо слушал и сдержанно повторил, что хочу перевестись в научные сотрудники. У комиссии не было возражений.

С Владимиром Гдалевичем у меня сложились хорошие отношения. Мне кажется, что он, как астроном, живущий в мире ультрафиолетовых фотонов, свысока смотрел на мои попытки напрямую регистрировать нейтральные атомы в гелиосфере, что также укреплялось различием в положении и возрасте. Космические эксперименты заведующего лабораторией Курта регистрировали рассеянные этими атомами фотоны с 1960-х годов. Вдобавок его ультрафиолетовые фотоны были для меня среди самых главных источников фонового сигнала, с которым я постоянно и успешно искал способы борьбы. Наши области пересекались, и Курт стал официальным оппонентом моей кандидатской диссертации.

Первая поставленная мне Леонасом научная задача состояла в поиске путей измерения электрических полей в космосе с использованием пучков электронов или ионов. Леонас искал возможности применить опыт и экспериментальную технику своей области исследований атомных пучков к космическим экспериментам. Я быстро придумал новую, но довольно сложную и труднореализуемую методику.

Тогда, в начале пятого курса, в 1975 году мы решили оценить возможность прямой регистрации нейтральных атомов в космосе. Атомы межзвёздного гелия влетали в Солнечную систему и ускорялись солнечным гравитационным полем до энергий порядка ста электронвольт относительно Земли или космического аппарата.

Такие атомы можно было в принципе регистрировать вторично-электронными множителями (ВЭУ). Это были детекторы, которые применялись в столкновительных экспериментах Леонаса.

Таким образом, моя работа сконцентрировалась на детекторах, нужных для лабораторных исследований высокоэнергичной группы Леонаса, и в то же время она могла привести к новым применениям их в космических экспериментах. Никто в мире тогда не регистрировал отдельные нейтральные частицы в космосе. В нашем отделе был только небольшой общий интерес к изучению нейтральных атомов в гелиосфере

у Владимира Борисовича Баранова, теоретически исследовавшего взаимодействие Солнечной системы с окружающей межзвёздной средой.

Вторично-электронные умножители, такие как каналный электронный умножитель с раструбом открытого типа ВЭУ-6, позволяли регистрировать отдельные частицы. Экспериментальное исследование характеристик ВЭУ-6, предсказание основных характеристик атомов межзвёздного гелия на орбите Земли и описание возможного подхода для их измерения на борту космического аппарата стали содержанием моей дипломной работы на Физтехе, защищённой в 1977 году. Предложенный, довольно наивный эксперимент включал детектор на основе микроканальных пластин (МКП) с позиционной чувствительностью.

С конца 1970-х годов моей долговременной стратегической целью было создание позиционно-чувствительных детекторов (ПЧД) на основе появляющихся МКП, разновидности вторично-электронных умножителей. Первые ПЧД тогда только недавно стали использоваться на Западе в различных физических экспериментах и в космических приборах. Эти детекторы открывали большие возможности в полётных приборах для спектроскопии, астрофизики и плазменных исследований, а также в наших лабораторных экспериментах по измерению дифференциального рассеяния атомных пучков.

Многие экспериментаторы ИКИ были вовлечены в составление технических заданий для промышленных конструкторских бюро, которые разрабатывали и изготавливали полётные приборы. Научные сотрудники и инженеры ИКИ испытывали эти приборы и «ставили» их на борт космических аппаратов, работая вместе с инженерами космической промышленности Министерства общего машиностроения.

Работа нашей группы существенно отличалась от типичной для ИКИ деятельности, так как мы занимались в основном лабораторными экспериментами, и поэтому была больше похожей на то, чем занимались во многих других физических институтах Академии наук. Жизнь физиков-экспериментаторов в СССР была комбинацией бедности и неэффективного использования имеющихся ресурсов. Всего всегда не хватало, всё надо было доставать, и многие комплектующие и оборудование были безнадежно устаревшими. Листвание каталогов вакуумного оборудования и электронных приборов на международных выставках не оставляло сомнений в отставании советской техники. Эта бедность также требовала поисков оригинальных решений. С другой стороны, была возможность тратить большие средства без особого контроля.

Например, нам было важно заменить резиновые прокладки в вакуумных установках на прокладки из специального материала — витона, что делало возможным прогрев камер. Неожиданно нам удалось достать листовой витон. Было очень неэффективно и дорого вырезать из него кольцевые прокладки в опытном производстве ИКИ. Но другого пути не было. Мы также купили этого витона наверно раз в десять больше, чем было нужно. Никто не знал, когда он может понадобиться снова и можно ли его будет тогда раздобыть. Витон же можно было поменять на что-то нужное в будущем.

Как-то на какой-то международной выставке в Москве я увидел специальные замки Swagelock, напоминающие наручники, для быстрого соединения вакуумных магистралей предварительной откачки (форвакуумных труб). После экспериментов со своей доморощенной конструкцией и нескольких сотен часов рабочего времени опытного производства я выработал свой «стандартный» замок. Опытное производство

изготовило мне таких замков на много лет вперёд. Они позволяли быстро и удобно собирать и модифицировать форвакуумные магистрали наших экспериментальных установок. Трудно оценить, во сколько они обошлись.

Или, например, когда появился доступ к модулям электронной системы КАМАК (САМАС) польского производства (рис. 8), мы покупали практически всё, что было доступно. В итоге пара сотен таких модулей пылились на полке.

Наиболее активная и работающая часть сотрудников института больше всех страдала от потери времени от походов на овощную базу и поездок в колхоз. Мы обычно пытались подобрать соответствующую кампанию для таких неизбежных мероприятий. В итоге, например, поездка в колхоз на неделю становилась гораздо более приятной и наполовину развлечением, несмотря на ужасную трату времени. Это происходило по всей стране, но не все были этим огорчены. В институте всегда были сотрудники, которые работали активнее и больше других. В самом начале моей «жизни» в ИКИ меня остановил в коридоре один инженер из отдела комплексных испытаний. Очень дружелюбно он посоветовал мне поговорить с моим начальником, чтобы улучшить мою продуктивность. Видя недоумение на моём лице, он продолжил: «Я вижу, что вы часто остаётесь и работаете после окончания рабочего дня. Вы, наверно, не справляетесь с заданием, которое вам даёт на этот день ваш начальник». Я не знал, что ответить — никто мне не давал заданий, и у меня всегда было гораздо больше идей, чем времени, чтобы их осуществить.

С советским тотальным контролем над людьми службой режима, разными начальниками и партийной организацией некоторые происшествия оставались для администрации неразрешённой загадкой. Институт хранил тайны, как, например, в истории с зимним садом.

Директор института, Сагдеев, смог установить сотрудничество с западными учёными в необычно большом для СССР масштабе. На втором этаже одной секции института, недалеко от кабинета директора, был построен так называемый центр отображения, где иностранные учёные и вовлечённые сотрудники ИКИ могли обсуждать информацию, поступающую с совместных космических экспериментов на советских научных космических аппаратах. Там также были хорошие условия для научных семинаров. Центр вскоре расширился, когда на примыкающем к зданию выступе был построен соединённый с центром зимний сад. Там под стеклянной крышей росли цветы и небольшие деревья.

В один из дней из окна, расположенного где-то над зимним садом, вылетела бутылка, которая, пролетев несколько этажей, пробила стеклянную крышу. К счастью, это произошло вечером, и в саду в тот момент никого не было. Все попытки администрации, службы режима и партийного бюро найти виновного не имели успеха. В течение двух недель отдел главного механика заварил все окна во всей секции института, выходящие на зимний сад. Через два месяца главный «герой» этой истории достоверно показывал мне окно и, разводя руками, говорил: «Ну, так получилось, немного погорячились».

Были, конечно, и случаи, когда администрация знала виновников, но не наказывала. Так, например, один не совсем трезвый старший научный сотрудник из соседней дружественной лаборатории вылез из здания через окно на первом этаже. Его только пожурили, так как в происшествии не было политической нелояльности.

В нашей группе прямой дорогой к защите кандидатской диссертации были измерения дифференциального рассеяния и обработка результатов для двух-трёх столкновительных пар атомов и улучшение методики или техники эксперимента. Володя Хромов был на пять лет старше меня. Он только что защитил свою кандидатскую диссертацию и доброжелательно напутствовал: «Будешь себя хорошо вести и слушаться начальника — защитишься через три года. А будешь огрызаться — это затянется на семь-восемь лет». В этом Володя оказался прав. Хотя я и провёл один год, измеряя рассеяние пучков атомов кислорода на неоне и аргоне, мои интересы постепенно сдвигались к более интересному для меня исследованию потоков нейтральных атомов в космосе и методам и детекторам для их измерения. В итоге, я защитился через шесть с половиной лет после окончания Физтеха.

### **3. МИКРОКАНАЛЬНЫЕ ПЛАСТИНЫ И ПОЗИЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ДЕТЕКТОРЫ**

Работа над созданием позиционно-чувствительных детекторов (ПЧД) на основе микроканальных пластин началась в 1976–1977 годах, с моих студенческих лет. В ПЧД использовались сборки из двух или трёх последовательно установленных пластин. Я сам конструировал и изготовлял такие сборки. В течение десяти лет мы провели серию работ по оптимизации их конструкции и напряжений питания и хорошо разобрались в физике их работы.

В конце 1970-х годов мы начали разработку полётного позиционно-чувствительного детектора на основе МКП в кооперации с двумя ведущими организациями, Всесоюзным научно-исследовательским институтом (ВНИИ) «Электрон» в Ленинграде и Союзным научно-исследовательским институтом приборостроения (СНИИП) в Москве. Михаил Рувимович Айнбунд проектировал во ВНИИ «Электрон» сборку МКП со специальным коллектором электронов — анодом. Заведующие двух лабораторий СНИИП, Борис Исаакович Хазанов и Лев Соломонович Горн, разрабатывали электронику детектора.

И «Электрон», и СНИИП имели большой опыт по созданию полётных космических приборов, что было особенно ценным для ИКИ. А у нас был опыт по разработке лабораторных детекторов и исследования их физики, что позволяло не только досконально испытывать и выявлять проблемы в том, что делалось в «Электроне» и СНИИП, но и предлагать свои решения. И Айнбунд в Ленинграде, и Хазанов и Горн в Москве были отличными специалистами. Последние активно работали с ИКИ много лет и создавали полётные приборы для разных групп института, особенно для космических экспериментов Константина Иосифовича Грингауза и Олега Леонидовича Вайсберга.

В самом начале нашей совместной работы со СНИИП я поехал забрать изготовленный ими упрощённый прототип блока электронных усилителей. Встретившись с Хазановым и Горном в проходной института, я получил коробку и объяснения работы блока. Я стал возражать, что устройство ошибочно, но мне было сказано, в тактичной мягкой форме, что они знают, что делают. Будучи начинающим сотрудником и зная их непререкаемую репутацию и достижения, я не смог возразить и расстроенный побрёл к станции метро «Октябрьское поле».

Дойдя до метро, я развернулся, быстро пошёл назад и позвонил из проходной Горну, который сразу спустился ко мне. Снова выслушав мои аргументы, он согласил-



ся взять блок назад, чтобы разобраться в моих сомнениях. Я был прав. В этот момент Хазанов и Горн меня «заметили». Дальше последовала действительно совместная работа по разработке детектора, в которой я использовал лабораторную электронику и мои сборки МКП для создания прототипов и проверки и оптимизации создаваемых устройств.

Несмотря на разницу в положении и возрасте, с Хазановым и Горном у меня установились дружеские отношения. Со временем они стали рассказывать об их работе с основными заказчиками полётных приборов из ИКИ. Так как я эти истории дальше никому не передавал, мне доверяли интересные детали, всегда с юмором и немного с сарказмом. Как, например, об одном уважаемом заведующем лабораторией ИКИ, который, положив руку на плечо, по-отечески советует снитопповцам не работать с другим заведующим лабораторией института. И как, через час, двумя этажами ниже этот «другой» заведующий лабораторией ехидно спрашивает их - продолжают ли они тратить впустую деньги и время на «никому не нужные» разработки того, первого, заведующего лабораторией.

Наш позиционно-чувствительный детектор включал сборку микроканальных пластин и коллектор, состоящий из 19 дисков-анодов. В начале 1982 года мне удалось собрать в ИКИ весь детектор, состоящий из ещё сырого прототипа сборки МКП с коллектором, построенного Айнбундом, прототипа усилителей и аналоговой электроники, разработанных в СНИИП, и моей лабораторной системы, подхватывающей и оцифровывающей аналоговые сигналы с их последующей обработкой.

В вакуумной камере перед входом в детектор я установил обломок лезвия бритвы легко опознаваемой формы. Собранная система определяла координаты каждой зарегистрированной частицы, записывала их в памяти компьютера и зажигала соответствующую точку на экране телевизионного монитора. Через несколько минут после освещения детектора частицами и накопления сигнала на экране телевизора было отчётливо видно изображение тени лезвия бритвы (рис. 9). Первый позиционно-чувствительный детектор на основе МКП в СССР и во всём социалистическом лагере заработал.

Я получил это изображение примерно в три часа дня и позвал Леонаса из его кабинета. Он сразу спустился на второй этаж к заместителю директора ИКИ по приборам, Вячеславу Михайловичу Балебанову, чтобы привести его в лабораторию и показать этот прорыв. Но у того не было времени, и он заглянул только через пару недель, а может, и через пару месяцев. Руководителя астрофизического отдела, Рашида Алиевича Сюняева, который также интересовался такими детекторами, кажется, не было в тот день в ИКИ. Космические плазменщики не проявили (или, по крайней мере, внешне не показали) никакого интереса.

В разгаре работы над нашим 19-коллекторным ПЧД появилась важная публикация в июльском 1981 года выпуске журнала *Review of Scientific Instruments*. Группа из Университета Калифорнии в Беркли опубликовала статью, где была продемонстрирована новая изящная конструкция коллектора ПЧД, состоящая всего из трёх, вместо наших девятнадцати, элементов. Геометрия этого так называемого коллектора в виде клиньев и полосок была сложной и требовала фотолитографии для изготовления. Зато она позволяла существенно упростить и уменьшить количество электроники.

Журнал *Review of Scientific Instruments* был и остаётся одним из самых престижных в мире по технике физического эксперимента. Он переводился от корки до корки

на русский язык под заглавием «Приборы для научных исследований» и был в своё время аналогом советского журнала «Приборы и техника эксперимента» (ПТЭ). Третьим в мире ведущим журналом в этой области был уже упоминавшийся европейский *Journal of Physics E*, за статью в котором в 1979 году я получил лекцию начальника отдела режима о «патриотическом долге советского учёного». В библиотеке ИКИ журнал *Review of Scientific Instruments* был в подлиннике на английском, но почему-то поступал с задержкой в шесть-восемь месяцев. Так что мы с Леонасом увидели эту публикацию в начале 1982 года.

Советская система обладала огромной инерцией, и изменить технические задания нашей ведущейся разработки на описанный новый многообещающий подход было невозможно. Так что мы продолжали работать совместно с ВНИИ «Электрон» и СНИИП над 19-коллекторным детектором, и вскоре я смог получить первые изображения.

В то же время мы ринулись воспроизвести американские результаты. Леонас нашёл какие-то связи в полупроводниковой промышленности, чтобы изготовить коллектор детектора. Фотолитографический процесс требовал сначала начертить этот сложный коллектор в увеличенном виде (размером около метра), чтобы обеспечить требуемую точность (пару микрон) воспроизведения элементов структуры.

В ИКИ был один иностранный принтер — «Бенсон» (Benson), подсоединённый к большому ЭВМ (кажется ЕС-1040), который позволял начертить коллекторную структуру требуемого размера. Доступ к принтеру был ограничен, но так получилось, что среди моих близких приятелей и приятельниц в ИКИ было несколько инженеров из компьютерных подразделений. Для меня сразу зажёгся «зелёный свет», сопровождаемый тостами за успех. Через один месяц, изведя кучу импортной бумаги и специальных чернил, я спроектировал, рассчитал и воспроизвёл чертёж необходимого коллектора.

Ещё через месяц у меня в руках было несколько изготовленных коллекторов в виде клиньев и полосок. Они были сделаны без каких-либо договоров и контрактов, а только на основе персональных отношений. Леонас отвёз один или два литра спирта своему знакомому в секретном полупроводниковом конструкторском бюро в промышленности, который договорился с соответствующими фотолитографическими подразделениями.

Из имеющейся электроники я быстро спроектировал и собрал новую систему и получил первые изображения. Всё это заняло примерно четыре месяца с того момента, как Владас Брониславович и я увидели публикацию в американском журнале.

В течение нескольких лет я был в уникальном положении единственного в СССР специалиста, который построил «своими руками» позиционно-чувствительные детекторы на основе МКП. Многие были в них заинтересованы, но создать их самим было необычайно трудно. Ни один такой советский или российский детектор с высоким пространственным разрешением не летал на космическом аппарате в 1980-х и начале 1990-х годов, тогда как пара десятков ПЧД на основе МКП использовались в американских и европейских космических и ракетных экспериментах того времени.

В те годы я думал, что при соответствующей поддержке мы могли бы наладить в 1983–1984 годах выпуск в ИКИ (для себя и для других организаций) позиционно-чувствительных детекторов на основе МКП, включая полётные. Экспертизы и энтузиазма было достаточно, но поддержки для такой моей деятельности в ИКИ не было ни на

уровне лаборатории и отдела, ни на уровне института. Дело было, конечно, не в ИКИ и не в людях, а в советской системе.

Мы продолжали искать пути создания улучшенных детекторов с помощью кооперации, инициировав совместные работы с группой Бориса Михайловича Глуховского на Московском электроламповом заводе (МЭЛЗ). Большая работа началась также совместно с НИИ Телевидения в Ленинграде и группой в Институте физики Академии наук Литвы по созданию детектора для фокальной плоскости самого большого в то время в мире шестиметрового телескопа Специальной астрофизической обсерватории (САО) Академии наук в Архызе на северном Кавказе. Все партнёры были хорошими специалистами, но работа продвигалась очень медленно. Позже я вовлёкся в интересную попытку создания большого космического ультрафиолетового телескопа Бюраканской астрофизической обсерваторией в Армении.

Приходилось много ездить в командировки. Поездки на обсерватории были обычно приятными, так как у них имелись служебные гостиницы, а сами они располагались в отдалённых живописных местах. Частые же поездки в Ленинград были самыми неприятными, так как было невозможно получить номер в гостинице. В результате надо было ехать туда ночным поездом, «Красной Стрелой», и после целого дня посещения организаций возвращаться ночным же поездом обратно. Всё это было, естественно, без души и сопровождалось легендарным ненавязчивым советским сервисом.

ИКИ оплачивал проезд по железной дороге в четырёхместном купе и только «в порядке исключения» и с разрешения заместителя директора института — в двухместном купе СВ (спальный вагон) при отсутствии билетов в обычном купе. Разобравшись в бюрократической системе, я просто покупал билет в СВ для частых поездок в Ленинград, а потом писал служебную записку, что билетов в обычное купе не было. Это было очень правдоподобно, так как для неноменклатурного «народа» всего всегда не хватало. Мой начальник не возражал, так как для него это была возможность хоть как-то компенсировать мои усилия и поддержать работу. А заместитель директора ИКИ вообще всегда подписывал мои записки на оплату не глядя.

Моя экспертиза в микроканальных пластинах и позиционно-чувствительных детекторах имела интересные личные последствия. Руководители нескольких лабораторий и групп в ИКИ периодически задавали мне вопросы о том, как работает использующий их тот или иной иностранный космический прибор, описанный в научном журнале. Иногда они просили технически оценить предлагаемый ими детектор для полётного прибора или разобраться в результатах тестирования поставленного в ИКИ прибора с микроканальными пластинами.

Например, несколько раз в год я заходил к Грингаузу по его просьбе, обычно в 7 вечера, когда большинство его сотрудников уже уходило домой. У него были иногда сомнения по некоторым приборным разработкам в его лаборатории, и я помогал ему оценить эти работы. Сотрудник другой лаборатории иногда советовался со мной, но только тогда, когда его завлаба не было в институте, так как последний не хотел, чтобы детали его работы были известны за пределами лаборатории. Я никогда никому не рассказывал о таких встречах и консультациях.

В результате у меня были хорошие отношения и доступ к руководителям многих научных подразделений, довольно необычный для младшего научного сотрудника. Как это часто было в СССР, продвижение по служебной лестнице в научных институтах

определялось годами, проведёнными на занимаемой должности, и участием в партийной деятельности. Так как я тогда ещё не поседел и не был членом партии, то должен был оставаться на своём месте.

Забавный случай произошёл в 1982 году во время семинара по космическому приборостроению в городе Одессе. В семинаре принимало участие несколько десятков человек из ИКИ и много специалистов из различных других институтов и университетов. Так получилось, что Олег Леонидович Вайсберг и я оказались в одном двухместном номере гостиницы.

Организатором семинара была группа Одесского политехнического института, занимавшаяся созданием космических плазменных приборов. Во время семинара у меня установились дружеские отношения с ребятами и симпатичными девушками этой группы. В результате я оказался на вечеринке дома у кого-то из организаторов, празднующих завершение семинара. Там-то я и узнал тайну их повышенного внимания ко мне.

Одесская группа финансировалась ИКИ по хоздоговорам с лабораторией Грингауза. Их начальник хотел расширить кооперацию и начать сотрудничество с конкурирующим Вайсбергом, но не знал, как к нему подойти, не огорчив своего патрона, Грингауза. Он решил, что я должен быть одним из наиболее приближённых к Вайсбергу сотрудников, раз живу с ним в одном гостиничном номере. В результате одесситам последовала команда «найти подход ко мне».

Это было не сложно, так как у нас была взаимная симпатия. Мы долго смеялись на этой вечеринке и стали хорошими друзьями. Пару лет я покупал и пересылал в Одессу моим новым знакомым бритвенные лезвия, которые в Одессе исчезли с прилавков, но потом потерял с ними связь.

Где-то в 1984 или 1985 году меня вызвал заместитель Сагдеева по режиму Георгий Павлович Чернышёв. Он был полковником КГБ и до прихода в ИКИ курировал Большой театр. Оставшаяся связь с Большим театром позволяла ему иногда организовывать сотрудникам ИКИ билеты в театр по большим космическим праздникам, таким как День космонавтики.

Чернышёв сказал мне, что пара «их ребят» завтра приедет в ИКИ поговорить со мной. Я до этого с Георгием Павловичем прямого общения не имел и не без оснований задумался над причиной визита.

Добравшись вечером до дома, я первым делом спрятал имевшуюся у меня книжку Джорджа Оруэлла «Скотный двор» и уничтожил некоторые бумаги.

Двое молодых «ребят», чуть старше меня, появились на следующий день. Оказалось, что они из научно-технического подразделения КГБ и пытаются разработать способ детектирования практически невидимых отпечатков пальцев. У меня уже тогда вышла обзорная статья по позиционно-чувствительным детекторам в ПТЭ, и кто-то указал им на меня, как на ведущего специалиста в ультразвуковых ПЧД. Вместо того чтобы просто позвонить по телефону и организовать встречу, как это делали сотрудники других институтов, они использовали «свои каналы».

Примерно в это время я слышал по западному радио, что в Швеции поймали какого-то европейского бизнесмена, который поставлял в СССР запрещённую к экспорту американскую технику. Вдобавок, большой грузовик доставил недавно в ИКИ большой иностранный компьютер, тоже приобретённый в нарушение эмбарго. Я объяснил моим визитёрам, что они могут просто купить ПЧД, так как они уже реклами-

ровались в западных физических журналах. Я добавил, что эти детекторы наверняка запрещены к экспорту в СССР, но я уверен, что «их ребята смогут их украсть». Не моргнув глазом и усмехнувшись, они ответили без всяких сомнений, что, конечно, запрет не будет проблемой.

Работы над позиционно-чувствительными детекторами, достигшие видимых успехов к 1983 году, продвигались медленно, а ускорить их, несмотря на все усилия, не было возможности. В то же время исследования потоков нейтральных атомов в космосе и методов их регистрации стали занимать всё больше и больше времени.

#### **4. ЭНЕРГИЧНЫЕ НЕЙТРАЛЬНЫЕ АТОМЫ**

В космических исследованиях нейтральный газ обычно локально измерялся масс-спектрометрами, когда его плотность была достаточно велика. Нейтральные атомы с высокими надтепловыми энергиями могли бы выбить с какой-то вероятностью вторичный электрон из поверхности. В таком случае вторично-электронный множитель мог бы их в принципе прямо зарегистрировать как отдельные частицы.

В научной литературе иногда упоминалось возможное существование в Солнечной системе атомов с энергиями порядка сотни или даже тысяч электронвольт, но напрямую их никогда не регистрировали. Так, межзвёздные атомы гелия влетают в Солнечную систему, ускоряясь солнечным гравитационным полем, а вторичные энергичные нейтральные атомы (ЭНА) создаются процессом перезарядки в солнечном ветре и в магнитосферах планет. Очень быстро стало понятно, почему практически никто не занимался прямой регистрацией отдельных атомов. Потоки ЭНА настолько малы, а фон при измерениях был такой большой, что их прямое детектирование выглядело совершенно безнадёжным.

Если поставить ВЭУ на космический аппарат, то скорость отсчётов, вызванных фоновыми ультрафиолетовыми фотонами, будет на 6-8 порядков выше, чем скорость счёта потоков ЭНА. Нужно было придумать, как преодолеть этот гигантский фон и как накопить достаточное число отсчётов в течение реалистичного эксперимента. Это был вызов, на который не было ответа. Наша пионерская работа в ИКИ конца 1970-х и 1980-х годов сыграет значительную роль в становлении этой новой области космических экспериментов по визуализации магнитосфер и гелиосферы в потоках ЭНА.

В СССР, да и в мире, интереса к таким энергичным нейтральным атомам тогда, в 1970-х годах, практически не было. Группа Владимира Гдалевича Курта в ИКИ изучала оптически, как астрономы, рассеяние солнечного излучения межзвёздными атомами водорода и гелия, влетевшими в Солнечную систему. В нашем отделе Владимир Борисович Баранов занимался теоретическими проблемами взаимодействия солнечного ветра с межзвёздным ветром — набегающим потоком частично ионизованного межзвёздного газа. Они были, пожалуй, единственными на весь СССР, кто занимались этим. Подобные оптические и теоретические исследования велись в большем масштабе на Западе. Американские эксперименты в 1960-х годах также обнаружили ионы в солнечном ветре, происходящие от ионизации межзвёздных атомов в гелиосфере.

В 1971 году Баранов предложил модель взаимодействия двух сталкивающихся сверхзвуковых потоков плазмы солнечного ветра и межзвёздного ветра. Он последовательно развивал эту плодотворную концепцию в течение многих лет. В ИКИ только Миша Рудерман иногда работал с ним над этими вопросами, а позже, уже в ИПМ,

к этим исследованиям подключились Юрий Георгиевич Малама и Серёжа Чалов, бывшие сначала сотрудниками 18-го отдела ИКИ (рис. 10).

Я довольно пессимистически рассматривал возможность прямой регистрации атомов межзвёздного гелия с энергиями 50...150 эВ с помощью ВЭУ из-за огромного фона жёстких ультрафиолетовых фотонов. Казалось, что регистрация немного более энергичных нейтральных атомов с энергией в несколько сотен или в тысячу электронвольт будет легче и реалистичнее. Поэтому я стал искать возможность применения ВЭУ для детектирования более энергичных атомов.

В принципе, такие вторичные ЭНА должны были образовываться в процессах перезарядки везде, где присутствовали энергичные ионы и нейтральный газ. Так, ЭНА с энергиями порядка 1...2 кэВ должны были существовать, например, в солнечном ветре. Никаких серьёзных оценок потоков энергичных атомов в научной литературе тогда не существовало.

В одной американской статье 1963 года было высказано предположение, что часть протонов солнечного ветра, когда он достигает области взаимодействия с окружающей межзвёздной средой на расстоянии порядка ста астрономических единиц от Солнца, может там перезарядиться на межзвёздном газе и влететь обратно в Солнечную систему с энергиями несколько сотен электронвольт. Зарегистрировать такие атомы, происходящие из области межзвёздной границы Солнечной системы, выглядело фантастикой. Существенно более энергичные атомы должны были образовываться и в магнитосферах планет, где существовали захваченные энергичные ионы в радиационных поясах и экзосферный нейтральный газ. Энергии таких магнитосферных ЭНА могли бы достигать нескольких десятков килоэлектронвольт.

Следующие десять лет моей работы будут в значительной мере связаны с детектированием нейтральных атомов в дополнение к разработкам ПЧД на основе МКП. Уже к середине 1979 года мне удалось придумать несколько возможных подходов к детектированию энергичных атомов и подавлению фона фотонов. В том году я составил список-программу из пяти или шести возможных новых подходов к регистрации ЭНА. Он включал снижение на 1-2 порядка энергетического порога во времяпролетных приборах на основе тонких фольг, использование столкновений детектируемых атомов с поверхностью для их преобразования в отрицательные ионы и использование прохождения фотонов через отверстия для подавления их потока и улучшения отношения сигнала к фону. Эти, сначала «сырые», идеи требовали серьёзного экспериментального исследования. И все эти три ранние идеи окажутся успешными и будут реализованы в различном виде на космических миссиях, начиная с 2000 года.

Так как тогда практически никого ЭНА не интересовали, то и не было никаких публикаций ни в советских, ни в иностранных журналах. Заниматься ими было поэтому и интересно, и, одновременно, тяжело, так как было не с кем обсудить свои идеи. Леонас нёс основную тяжесть выслушивания моих «приставаний» с разными вопросами и казавшимися в то время фантастическими предложениями, которые отвлекали от атомных столкновений. Он иногда помогал советом. Но самое главное было то, что он позволял мне делать то, что я хотел, хотя и не всегда с одобрением.

Владас Брониславович пытался сконцентрировать меня на улучшении методики и детекторах для измерений дифференциальных сечений. Он не одобрял моего «разбрасывания», особенно когда я делал небольшие теоретические работы, выходящие за

рамки физики детекторов. Я всегда относился к Леонасу с исключительным уважением и держал его в курсе того, что я делал и над чем работал. Я думаю, что в итоге ему оказалось легче позволить мне «отвлечься» от атомных столкновений и заниматься энергичными атомами и разными связанными и не связанными проблемами, так как он всё равно не мог меня «удержать в узде». Предсказание Володи Хромова сбылось, однако, и в результате «непослушанья» начальника защита моей диссертации отодвинулась на пару лет.

В 1979 году произошли первые события, которые помогли преодолеть одиночество. Если бы не они, то интерес к ЭНА наверняка бы со временем заглох, и работы по ним закрылись бы. Но внезапно помощь пришла из-за границы.

У нас начали появляться первые научные связи с иностранными коллегами, тоже заинтересованными нейтральными атомами. А таких учёных в то время в мире можно было буквально пересчитать на пальцах одной руки. Здесь большую роль сыграло и то, что и Леонас, и Баранов тяготились советской системой и присущей ей изоляцией от других стран. Они поддерживали установление сотрудничества с коллегами из-за границы, даже если задачи и не были в кругу их прямых научных интересов.

Одними из самых первых моих научных контактов были профессор Боннского университета в Германии — Ханс Фар (Hans Fahr) и директор Центра космических исследований Польской Академии наук в Варшаве — Станислав Гжендзельски (Stanislaw Grzędzielski). Фар опубликовал несколько самых первых пионерских теоретических работ по втеканию межзвёздных атомов в гелиосферу в конце 1960-х годов. Станислав Гжендзельски руководил маленьким по советским меркам Центром в Варшаве, который активно сотрудничал с ИКИ. У поляков было существенно меньше политических ограничений, и Станислав часто играл роль связующего звена между западными коллегами и нами. Его роль была особенно важной для меня, которого не выпускали за границу. Как у директора института, у него были возможности инициирования сотрудничества, а также лоббирования тематики нейтральных атомов в дирекции ИКИ. Последнее было также важным, поскольку наши завлабы, Леонас и Баранов, не очень-то ладили с директором института Сагдеевым, что начинало сказываться на работе.

В начале 1979 года я увидел одну фразу в ежегодном отчёте ФРГ по космическим исследованиям о том, что они рассматривают возможность прямого детектирования нейтральных атомов в межпланетном пространстве. Я помню, как это только одно единственное предложение неожиданно оказало мне большую поддержку. Теперь я знал, что кто-то ещё в мире интересуется проблемами регистрации индивидуальных атомов.

Вскоре, в апреле этого года, на семинаре в ИКИ выступал директор Института аэронауки Общества Макса Планка в Катленбург-Линдау, ФРГ, Иан Аксфорд (Ian Ax-ford). После выступления я подошёл к нему и спросил о детектировании атомов. Он ответил, что над этим работает его коллега и содиректор института Хелмут Розенбауер (Helmut Rosenbauer). (В институте в Линдау было четыре директора, один из которых, по очереди, занимался в течение года административными вопросами.) Это была большая удача для меня, что теоретик Аксфорд знал о такой экзотической детекторной разработке.

Я послал одну свою публикацию Розенбауеру в Линдау с письмом, где написал, что пытаюсь найти способы регистрации гелия. Я ничего от него не слышал несколько

месяцев, а потом получил большое письмо на двух или трёх страницах, напечатанных через один интервал. Розенбауер извинился за задержку (что не было привычным услышать от директора института в СССР) в связи с большой занятостью и подробно написал о его работе над этой проблемой.

Я сразу отправил ответное письмо, в котором, как помню, написал, что я не очень верю в его подход к детектированию атомов, но пожелал ему успеха. Директор института Розенбауер наверно удивился, получив такой ответ от совершенно неизвестного ему и только начинающего учёного. Через несколько месяцев он вдруг появился в моей комнате-лаборатории, куда его привёл перепуганный ответственный за сопровождение сотрудник другого отдела ИКИ.

Мой икишный коллега был крайне взволнован, так как эта встреча со мной не была в утверждённой программе визита. Надо сказать, что посещение иностранным учёным института требовало заполнения и утверждения иностранным отделом, отделом режима, дирекцией и Управлением внешних сношений АН СССР кучи бумаг, описывающих, где и что и кого он будет посещать, с кем встречаться, и что обсуждать. Гостя всегда должен был кто-то сопровождать из сотрудников ИКИ, передавая с рук на руки от одного утверждённого участника встреч к другому.

Роальд Зиннурович развернул быстро увеличивающееся сотрудничество, включившее полёты западных приборов на советских научных космических аппаратах. Количество визитёров непрерывно росло, и в результате контроль стал ослабляться, так как система просто не могла справиться с этим потоком. Директор ИКИ Сагдеев, несомненно, заслуживает признания за это приоткрытие форточки в мир в той удушающей обстановке.

Хелмут стал регулярно заходить ко мне во время частых поездок в Москву по своим экспериментам, проводимым в основном совместно с лабораторией Грингауза. Учёные ИКИ, ответственные за его приём и сопровождение, боялись отказать ему в таких незапланированных и неутверждённых встречах.

Розенбауер был директором института и мог повлиять на то, кто из сотрудников ИКИ поедет к нему в институт для решения вопросов установки приборов на космических аппаратах. А такие поездки за рубеж были среди самых важных наград, «пряников», для очень многих сотрудников института. Мне же, как невыездному, бояться и надеяться было особенно не на что. Освоившись в ИКИ, Хелмут вскоре стал заглядывать ко мне и без сопровождающих, что было ещё большим нарушением правил. Последнее доставляло ему явное удовольствие. Розенбауер был отличным физиком с разносторонними интересами. Периодические детальные обсуждения с ним моих идей и работы в течение нескольких лет играли для меня исключительно важную роль в профессиональном росте.

Это была большая удача, что уже к началу 1980-х годов были установлены научные связи практически со всеми учёными в мире, кто был тогда заинтересован в детектировании энергичных нейтральных атомов. Их было совсем немного. Вдобавок к немецким и польским коллегам, это был также профессор физики Джонни Ше (K. C. Johnny Hsieh) из Университета Аризоны в Тусоне.

Прибор Розенбауера для регистрации межзвёздного гелия был основан на вторичной эмиссии положительных ионов из специальной поверхности, вызванной ударами детектируемых атомов гелия. Разобравшись в деталях этой техники, я предложил



ему улучшить прибор, добавив внутреннюю чувствительность к направлению прихода регистрируемых атомов, используя специально придуманный необычный времяпролётный метод. Тогда уже было поздно для каких-либо изменений, и его прибор был вскоре установлен на космическом аппарате «Улисс» (Ulysses). Немецкий эксперимент был успешным и впервые в мире напрямую измерил поток межзвёздного гелия.

Розенбауер, как мне кажется, не верил в мою непроверенную идею улучшения его прибора. Через пару лет я смог выкроить время и построил довольно сложный и элегантный детектор для проверки нового подхода и показал в эксперименте, что он будет работать. Ещё через пару лет я опубликовал описание этой работы в статье в американском журнале *Review of Scientific Instruments*, с чем связана характерная история.

Я отправил статью в журнал без каких-либо разрешений моего института и Академии наук. (Мы уже тогда были сотрудниками ИПМ, хотя моё рабочее место оставалось в ИКИ.) Я просто проигнорировал правила, требовавшие получения специальных разрешений. Строгая советская система уже начинала давать сбои, вызванные нарастающей гласностью и перестройкой. Когда мне пришёл ответ из редакции журнала, иностранная переписка уже не контролировалась так детально, как раньше. А свои письма с ответами редакции и новую версию рукописи я просто пересылал через знакомых западных коллег.

В 1970-х и начале 1980-х годов все приходящие в ИКИ из-за границы письма вскрывались сотрудницей — со знанием иностранного языка — иностранного отдела института. Она заносила в специальную книгу, от кого, кому и с каким содержанием пришло письмо. Интересно, что даже во времена Брежнева и Андропова эта сотрудница иногда давала Саше Калинину и мне пришедшие нам письма невскрытыми. Её рабочая комната находилась рядом с нашими, и пару раз в году Саша наливал ей немного спирта для личных целей. Так что мы были «друзьями», да и разлагающая лень, неотъемлемо развивающаяся в любой бюрократии и особенно в социалистической системе, играла роль.

Когда моя статья появилась в *Review of Scientific Instruments* в октябре 1989 года, я зашёл в редакцию переводного издания этого журнала «Приборы для научных исследований» в Москве и предложил редактору нанять меня для её перевода на русский язык. Он немедленно задал вопрос о наличии русской версии. Я ответил, что я написал статью сразу по-английски. Тогда он меня озадаченно спросил, каким образом в этом случае я получил разрешение Академии наук на публикацию за границей. Я сказал, что я опубликовал её без разрешения. Наступила длительная пауза. После раздумья он нанял меня перевести мою статью, что я быстро и сделал. Видимо, начавшаяся эрозия советской системы и практическая необходимость издавать перевод журнала пересилили другие соображения.

Моя статья в *Review of Scientific Instruments* была первой, опубликованной в этом журнале автором из СССР. (Не знаю, были ли раньше какие-то публикации американских учёных с советскими соавторами, но никто напрямую из СССР никогда там не публиковался.) За перевод я получил деньги, что позволило наполовину оплатить мой билет, по которому я навсегда покинул Москву всего через пару месяцев. Десять лет спустя я был очень горд, когда Американский институт физики (American Institute of Physics) утвердил меня членом редколлегии этого журнала.

В 1978–1979 годах я разработал компактную схему лабораторного времяпрелётного прибора для регистрации ЭНА, использующего тонкую, толщиной порядка 15–20 атомных слоёв, самоподдерживающуюся фольгу, и МКП-детекторов. Первую фольгу мне «подарил» Юрий Владимирович Готт из Института атомной энергии (ИАЭ) имени И.В. Курчатова. Затем Виталий Лихтенштейн, тоже из ИАЭ, стал основным поставщиком фольги для моих экспериментов, а потом и для других групп в ИКИ.

В 1980–1981 годах новый прибор подтвердил возможность регистрации потоков ЭНА с низкими энергиями всего в 600 эВ с высокой эффективностью и подавлением шума ультрафиолетовых фотонов. Самая низкая энергия частиц, регистрируемых такими детекторами, тогда была 20 кэВ. Таким образом, удалось реализовать одну из идей из моего списка-программы создания ЭНА-детекторов, снизив энергетический порог на полтора порядка.

Ища пути воплощения другой идеи из того списка 1979 года, я обнаружил в это же время новую технологию так называемых ядерных фильтров. Она могла бы в принципе привести к созданию структур, увеличивающих отношение сигнала к шуму в детекторах ЭНА. В создании ядерных фильтров тогда лидировала группа на ускорителе тяжёлых ионов в Дармштадте в Западной Германии. В СССР некоторые работы велись на ускорителе академика Г.Н. Флёрова в Дубне.

Леонас и я поехали в Дубну, где рассказали Флерову об идее дифракционной фильтрации. Он дал команду своим «ребятам» помочь мне с образцами фильтров. Саша Митрофанов из Физического института Академии наук (ФИАН), который был также заинтересован применением ядерных фильтров в исследованиях жёсткого ультрафиолетового излучения Солнца, стал партнёром в этой работе.

Фильтры продемонстрировали подавление ультрафиолета, но их геометрическая прозрачность была неприемлемо малой и исключала применение в детекторах ЭНА. Только в 1990-х годах мне удалось обнаружить другую технологию создания специальных структур для этой цели, и я смог реализовать эту идею, получив финансирование и быстро продемонстрировав её в лаборатории. Приборы для измерения ЭНА на основе таких фильтров уже слетали на трёх космических аппаратах.

Оценки потоков нейтральной компоненты солнечного ветра в 1980 году позволили начать проработку концепции регистрации таких ЭНА. Интересно, что уже тогда стало ясно, что нейтральный солнечный ветер может далеко проникать в окружающую межзвёздную среду и возмущать налетающий на Солнечную систему межзвёздный ветер. Ранние модели глобального гелиосферного взаимодействия не были самосогласованными. Я сделал небольшую работу, где показал, что в несамосогласованной модели Баранова сверхзвуковой межзвёздный ветер может стать дозвуковым из-за взаимодействия с моим нейтральным солнечным ветром.

В 1981 году я изложил этот результат с осторожными заключениями на семинаре отдела в присутствии Владимира Борисовича. В конце семинара Миша Рудерман задал мне прямой вопрос: правильно ли он понял, что если принять «классическую» модель Баранова со сверхзвуковым межзвёздным ветром, то мой эффект делает эту модель неприменимой. Я подтвердил этот вывод. Всё это выглядело довольно забавно, поскольку на семинаре отдела доминировала строгая мехматовская культура, с обсуждениями проблем в безразмерном виде, где простые физические оценки, типа моих, не были частыми. Баранов потом многим рассказывал об этом моём выступлении,

подчёркивая, что он не только не изгнал меня из храма теоретиков отдела за такое «неуважение» к нему, но что я даже вырос в их глазах. Позже, в 1993 году, Баранов и Малама смогут впервые смоделировать глобальную гелиосферу с взаимодействием между плазмой и нейтральным газом в самосогласованном виде, где они подтвердили существование предсказанного эффекта.

В 1982–1983 годах мы сформулировали идеи прямой регистрации ЭНА в космосе и начали проработку первого космического эксперимента для измерения нейтрального солнечного ветра. Станислав Гжендзельски и его Центр в Варшаве стали нашими партнёрами. Сначала предложенный эксперимент по измерению нейтрального солнечного ветра был включён в состав миссии ФОБОС, планировавшейся на 1986 год. Но уже в 1984 году наш ещё не существующий «в железе» прибор был выведен из состава научных экспериментов при первом сокращении состава научной аппаратуры. Как известно, этот космический аппарат был запущен, но затем «потерялся» на пути к Марсу. Нам же дали место «пассажиров» на очень привлекательной новой миссии РЕЛИКТ-2, с первоначально планируемым запуском в лагранживую точку L2 системы Солнце-Земля в 1987 году.

Теперь наш эксперимент «Газ» состоял уже из трёх детекторов и блока контролирующей электроники. Один детектор, «Газ-1», должен был измерять поток межзвёздного гелия. Это был немного улучшенный аналог западногерманского прибора Розенбауера на миссии ULYSSES, который поставлял Институт аэронавтики в Линдау. Детекторы «Газ-2» и «Газ-3» на основе тонких фольг и времяпролётной техники изготавливали по нашему техническому заданию группы Хазанова и Горна в СНИИП. Они должны были измерить поток нейтрального солнечного ветра («Газ-2») и потоки ЭНА, приходящие из области межзвёздной границы гелиосферы («Газ-3»), Польский Центр космических исследований строил электронный блок, «Газ-Э», управляющий детекторами и служивший интерфейсом для космического аппарата.

Розенбауер и Гжендзельски отвечали за немецкую и польскую части прибора, что укрепляло нашу позицию у директора ИКИ. Видимо, из-за трений с Сагдеевым, Леонас не мог официально возглавлять эксперимент, и его главой формально стал Баранов. Я же был ведущим по прибору, ответственным за проектирование и разработку его и детекторов. Благодаря непрерывному лоббированию Гжендзельским и поддержке Розенбауера меня, наконец, стали отпускать в командировки в «братскую» Польшу, необходимые для работ по совместному эксперименту, но Западная Германия оставалась для меня закрытой, как и другие европейские страны.

Командировки в Центр космических исследований в Варшаве обычно длились одну неделю, а иногда две. В дополнение к работе поездки в Польшу в свободное время — открывали новый мир. (Я мог читать и немного разговаривать по-польски.) Там можно было, например, посмотреть американские фильмы, которые не доходили до СССР, а на барахолке купить книжки Солженицына на английском. Газеты тоже были несравненно более свободными, в отличие от Москвы.

В начале нашей совместной работы в Польше было военное положение, введённое генералом Ярузельским. Однажды, в декабре 1984 года, когда я был в Варшаве, Гжендзельски улетел в середине недели в СССР на запуск космической миссии ВЕГА. Как только я вошёл в центр в понедельник, секретарь директора попросила меня немедленно зайти к Гжендзельскому. Обеспокоенный Станислав объяснил, что ещё

в Москве, возвращаясь домой, он слышал по радио, что были беспорядки и стычки демонстрантов со специальными отрядами милиции (типа советского ОМОН — Отряд милиции особого назначения) в Гданьске. Гжендзельски знал, что у меня были связи с подпольной Солидарностью и что я собирался с их помощью поехать на выходные дни в Гданьск. Я там действительно был и принял участие в митинге и демонстрации, и один раз был близок к тому, чтобы получить милицейской дубинкой по голове. Впервые в жизни я там также испытал на себе слезоточивый газ. Мои друзья предложили мне тогда организовать встречу с недавно выпущенным на свободу Лехом Валенсой, но я по скромности отказался.

Много лет спустя я участвовал в рабочей встрече на территории Стэндфордского университета. Прилетев специально раньше, я провёл несколько часов в библиотеке Гуверовского института, где хранится единственная в США коллекция газеты «Еженедельник Мазовии» (*Tygodnik Mazowsze*), одной из подпольных публикаций Солидарности, издававшейся во время военного положения. Там я нашёл подтверждение, что переданные мною в одну из поездок деньги (выданные мне командировочные) дошли до подпольной Солидарности. Еженедельник публиковал такие подтверждения в каждом номере, используя условные имена людей.

Космическая миссия РЕЛИКТ-2 так и не осуществилась, хотя приборы «Газ-2», «Газ-3» и «Газ-Э» были созданы. Это была бы первая, «героическая» попытка экспериментально зарегистрировать нейтральный солнечный ветер и гелиосферные ЭНА из области межзвёздной границы Солнечной системы. (Я рад, что в 1989 году мы кратко описали и опубликовали эту работу. Иначе эксперимент был бы теперь полностью забыт.) Нейтральный солнечный ветер так до сих пор никто и никогда напрямую не детектировал. А вот ЭНА, рождающиеся в области межзвёздной границы Солнечной системы, были зарегистрированы космической миссией IBEX (*Interstellar Boundary Explorer*) в 2009 году, которая была специально запущена для получения карты неба в потоках таких ЭНА. В заложении основ и успехе этой миссии важную роль сыграли ранние исследования в ИКИ.

Значительная пионерская работа по выработке первых концепций визуализации космической плазмы и популяций энергичных ионов в потоках ЭНА и исследования физики детекторов и создание первого поколения приборов для регистрации ЭНА была проделана в ИКИ в 1975–1987 годах. Элементы детекторов и идеи, предложенные или продемонстрированные в ИКИ, нашли применение в приборах следующего поколения для получения изображений магнитосферы Земли и гелиосферы в потоках ЭНА на космических миссиях IMAGE, TWINS (*Two Wide-Angle Imaging Neutral-Atom Spectrometers*) и IBEX, которые запускались с 2000 года.

Важно, что в самом начале исследований ЭНА в ИКИ нам удалось установить рабочие взаимоотношения с теми немногими заинтересованными иностранными коллегами из Германии и Польши и позже из США, без взаимодействия с которыми многого не было бы достигнуто.

## 5. ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Где-то в 1986 году трения между руководством 18-го отдела и директором ИКИ Сагдеевым достигли критической точки. Это проявилось особенно ясно во время ежегодной аттестации сотрудников отдела. Институтская комиссия, назначенная директором,

состояла из учёных института и представителей парткома и профкома. У меня были безупречные научные показатели, и я был ведущим по полётному советско-немецко-польскому прибору, который находился в процессе создания.

Сотрудники отдела по очереди заходили в комнату, где комиссия рассматривала их работу за год. Видимо, следуя указаниям Роальда Зиннуровича или кого-то из его ближайших заместителей, комиссия положительно аттестовала всех научных сотрудников 18-го отдела, но отметила каждому, без единого исключения, недостаток в работе, состоявший в том, что одних научных успехов недостаточно, и нужно быть больше вовлечённым в космические эксперименты ИКИ.

Когда очередь дошла до меня, мне тоже записали этот недостаток. Я возразил, указав комиссии в вежливой форме на очевидную противоречивость такого заключения, так как простому научному сотруднику невозможно вовлечься в космические эксперименты больше, чем быть ведущим по полётному прибору. Несколько членов комиссии отлично знали меня, и знали, чем я занимаюсь и какую роль играю в развитии новой области исследования нейтральных атомов и в создании новых детекторов и приборов. Возникла неловкая ситуация, так как глупость заключения о моём недостатке была очевидной. Но председатель комиссии и её члены всё же единогласно подтвердили свой вердикт. Было очень печально видеть этих заслуженных и уважаемых учёных ИКИ, которых я знал столько лет, так послушно исполняющих отведённую им роль.

После аттестации я сказал Леонасу, что пойду на следующий день на приём к директору. Леонас попросил меня подождать пару дней. Через день он мне сказал, что заведующий нашим отделом, Георгий Иванович Петров, встретился с Сагдеевым, и что «недостаток» сняли с меня и, кажется, с Бори Зубкова, который был активно вовлечён в работы по советско-немецкому прибору на космическом аппарате «Вега».

Как бы там ни было, но аттестация была важным сигналом, что «верхи не могут управлять по-старому». Через несколько месяцев была достигнута договорённость перевести весь отдел с 1 января 1987 года в Институт проблем механики АН СССР, расположенный около станции метро «Юго-Западная». Директор института, академик А. Ю. Ишлинский, был старым другом Георгия Ивановича Петрова.

Сагдеев сделал переход отдела в ИПМ безболезненным. Нашей экспериментальной группе разрешили оставаться в ИКИ в течение почти двух лет, пока велась подготовка лабораторных помещений на новом месте и перевоз экспериментальных установок и оборудования.

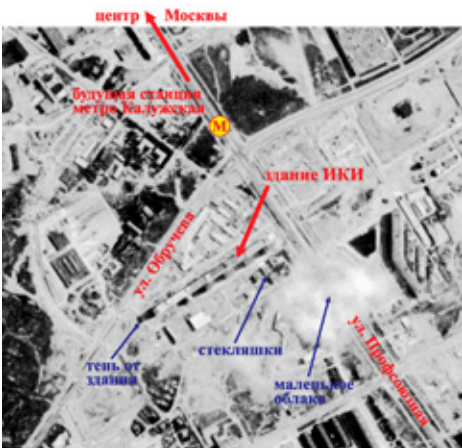
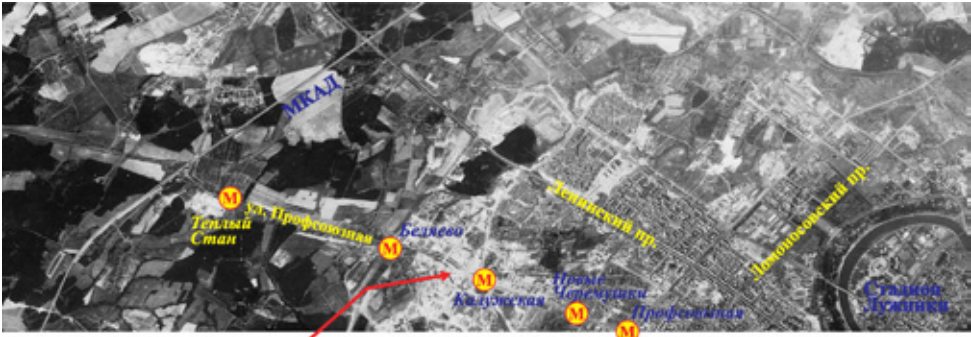
Когда в институте стало известно о переходе отдела в ИПМ, руководители трёх подразделений прямо предложили мне, позвонив или попросив зайти, присоединиться к ним и остаться в ИКИ. Ещё один руководитель дипломатично дал мне понять, что он готов взять меня к себе. Эти лестные предложения означали отличную оценку моей работы в ИКИ и придавали уверенности, но я решил остаться в лаборатории Леонаса и перейти в ИПМ. Было ли это разумно и обоснованно с моей стороны или нет, но чувство персональной лояльности сыграло немалую роль в моём решении.

Последовавшая «новая» жизнь в ИПМ и события моей личной жизни находятся за пределами рамок этой статьи.

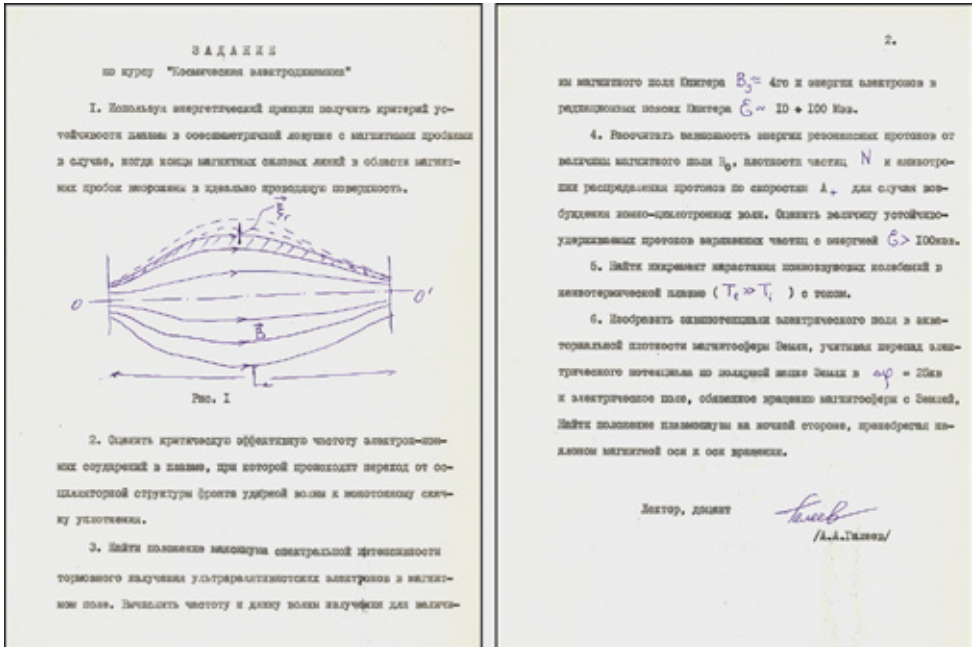


**Рис. 1.** Эмблема факультета аэрофизики и космических исследований (ФАКИ) Московского физикотехнического института (МФТИ). Photo from collection of Mike Gruntman

**Рис. 2.** Застройки жилых домов видны только до современной станции метро «Беляево». Дальше, до кольцевой автодороги, простирались сельскохозяйственные поля. Фотография (Корона. Миссия 4030, 16 июля 1966) — United States Geological Survey; идентификация, интерпретация и обработка — Mike Gruntman



**Рис. 3.** На фотографии (июль 1966 года) с американского космического аппарата видно начавшееся строительство здания ИКИ на пересечении улиц Профсоюзной и Обручева (фото слева). Кружки с буквой «М» показывают места расположения будущих станций метро. География Москвы в те годы (верхнее фото) сильно отличалась от современной



**Рис. 4.** Задачи экзамена по курсу «Космическая электродинамика» в осеннем семестре 1975 года тогда ещё доцента Альберта Абубакировича Галеева с его подписью. From collection of Mike Gruntman



**Рис. 5.** Слева направо: Владас Брониславович Леонас, Витя Морозов, Саша (Александр Петрович) Калинин и автор этой статьи Миша Грунтман (Mike Gruntman) в комнате 419, ИКИ, в начале 1980-х годов. Photograph from collection of Mike Gruntman

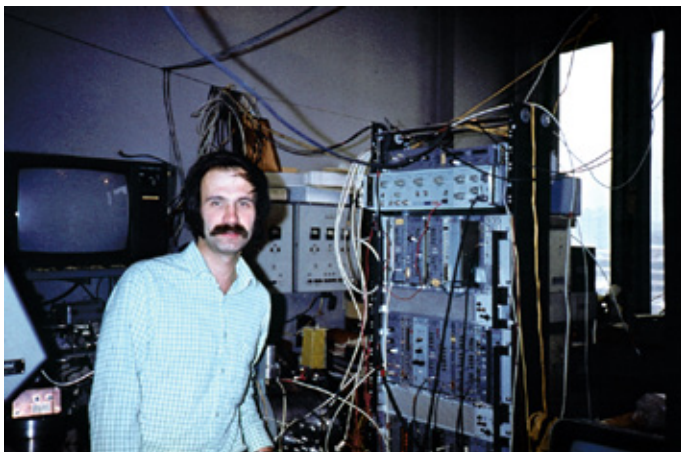




**Рис. 6.** Справа налево: Владимир Борисович Баранов, Лариса Константиновна Пронина и автор этой статьи (в середине 1990-х годов). Справа на столе стоит фотография Георгия Ивановича Петрова. Photographs from collection of Mike Gruntman

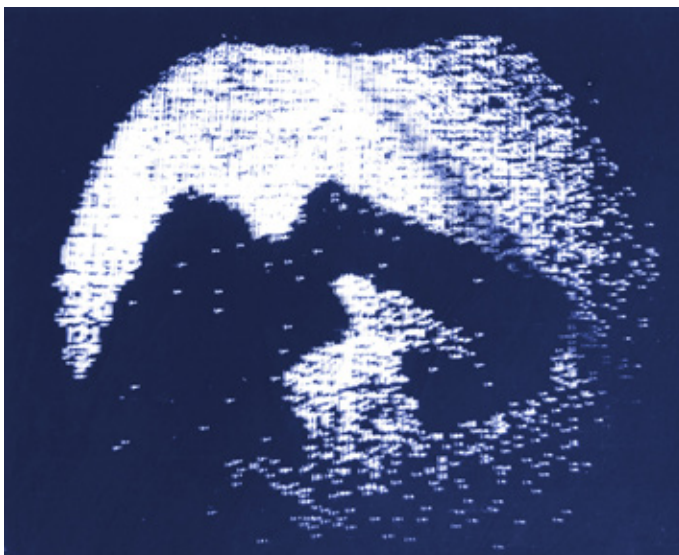


**Рис. 7.** Слева направо: Евгений Николаевич Евланов, Сергей Валентинович Уманский, и Боря Зубков/ Photographs from collection of Mike Gruntman



**Рис. 8.** Автор этой статьи в начале 1980-х годов в комнате 419 в ИКИ. Справа видна стойка системы КАМАК (САМАС); на стене на заднем плане висят два блока управления турбовакуумными насосами. Photo from collection of Mike Gruntman





**Рис. 9.** Первое изображение, тень от обломка лезвия бритвы, полученное первым за железным занавесом позиционно-чувствительным детектором на основе МКП. Photograph from collection of Mike Gruntman



**Рис. 10.** Некоторые сотрудники 18-го отдела в 1982 году. Слева направо: передний ряд — Серёжа Чалов, Миша Рудерман, Наташа Фомина; задний ряд — Юрий Аркадиевич Рылов, Владас Брониславович Леонас, Владимир Борисович Баранов, автор этой статьи Миша Грунтман, Юрий Георгиевич Малама. Photo from collection of Mike Gruntman

# НЕЗАБЫВАЕМАЯ ЛИЧНОСТЬ

*Т. К. Бреус*

## 1. НАЧАЛО НАЧАЛ

Константин Иосифович Грингауз был моим шефом в плазменном отделе ИКИ РАН. Личность эта, вообще говоря, историческая, можно сказать, именно он открыл эпоху

научных экспериментов в Космосе. Первый научный прибор на первом в мире искусственном спутнике Земли — радиопередатчик, возвестивший миру своим «бип-бип-бип!» начало космической эры, — Грингауз собственными руками установил на спутник перед стартом. Ему, почти ровеснику Октябрьской революции (он родился 6 июля 1918 года, рос и мужал вместе со страной) посчастливилось стать участником наиболее романтических достижений национальной истории. Несмотря на то, что отец его был фармацевтом, Костя с самого юного возраста увлёкся техническими достижениями, стал радиолюбителем, а позднее избрал радиопфизику своей специальностью.

Весной 1941 года он окончил электрофизический факультет Ленинградского электротехнического института, где специализировался по частотной модуляции, а во время Великой Отечественной войны работал в Сибири над созданием приёмо-передающих устройств для танков и проводил испытания этих устройств на полях сражений в Польше. В 1944 году Константин Иосифович поступил в аспирантуру и получил работу в секретном радиотехническом «ящике», где занимался изучением распространения радиоволн в ионосфере. Счастливые обстоятельства привели его в 1947 году в первую в стране организацию, разрабатывающую ракеты. Он стал сотрудником С. П. Королёва в лаборатории по распространению радиоволн в ионосфере в бюро ракетной техники. С 1948 по 1958 год он участвовал в серии экспериментов, в которых использовались модифицированные немецкие ракеты У-2 и другие, уже отечественные разработки. Во время пусков ракет методом радиозондирования исследовалось распределение электронной концентрации в ионосфере Земли. В 1958 году с помощью трёх ракет, поднявшихся на высоту 480 км, был прозондирован слой F ионосферы, что доказало, что вопреки существовавшим тогда представлениям над максимумом области F электронная концентрация с высотой падает очень медленно. В 1949 году Грингауз защитил кандидатскую диссертацию и стал руководителем лаборатории. В 1956 году он разрабатывал приборы для измерения ионной концентрации в атмосфере Земли, которые впоследствии были установлены на третьем искусственном спутнике. (До этого он разрабатывал систему передатчик-антенна для первого искусственного спутника Земли (ИСЗ) — «Спутник-1». Его идея, что спутник должен быть снабжён передатчиком на дециметровых волнах, сначала оспаривалась, однако Грингаузу удалось убедить Королёва в её правильности.)

## 2. ПЕРВЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ МИССИИ

В 1964 году, когда я познакомилась с Константином Иосифовичем, он уже был выдающимся учёным и автором множества открытий. Эксперименты на аппаратах «Лунник-1», «Лунник-2» и «Лунник-3», а также на «Венере-1» позволили ему сделать подлинные открытия в области космических исследований.

«Когда аппараты удалились на большое расстояние от Земли, во время связи с наземной станцией приёма информации был обнаружен солнечный ветер, пред-

ставлявший собой направленный поток протонов величиной  $10^8 \dots 10^9 \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ . Наблюдения полностью подтверждали существование сверхзвукового потока плазмы в соответствии с теоретическими предсказаниями. Оказалось, что интенсивность потока связана с геомагнитной активностью, и возрастание потока сопровождается началом геомагнитной бури. Помимо первого экспериментального обнаружения солнечного ветра, эти измерения позволили также получить высотный профиль концентрации заряженных частиц во внешней ионосфере. Они впервые обнаружили плазмопаузу и засвидетельствовали, что прежние оценки потока энергичных электронов во внешнем радиационном поясе Земли некорректны. Были также впервые обнаружены области магнитосферы, содержащие потоки мягких электронов. Теперь они получили названия: «касп» (то есть мантия) и «переходная область» (то есть плазменный слой)». Так описывает достижения Грингауза тех лет выдающийся британский учёный Сэр Ян Аксфорд в своей обзорной статье 1968 года, которая поспособствовала их дружбе с Грингаузом на всю жизнь.

Открытие Грингаузом плазмопаузы сначала не было признано в Соединённых Штатах. Исследуя распространение вистлеров, Дон Карпентер независимо открыл плазмопаузу в 1960 году и отождествил её с внутренней границей магнитосферной конвекции. На этой границе происходит разделение потока плазмы, который направляется вокруг Земли. Эта граница соответствует внутренней границе кольцевого тока и зоны высыпания авроральной плазмы. К сожалению, Карпентер не смог опубликовать эти идеи, которые были в принципе правильными и чрезвычайно важными для концепции пересоединения (в соответствии с классической книгой Данжи<sup>1</sup>, опубликованной в 1961 году), которое размыкает силовые линии в хвосте магнитосферы и позволяет плазме уходить через хвост магнитосферы, резко изменяя её концентрацию на плазмопаузе. Ян Аксфорд показал статью Грингауза о плазмопаузе Карпентеру, после чего Грингауз и Карпентер постоянно ссылались друг на друга. Вскоре существование плазмопаузы было признано научной общественностью. Всё это было не так уж плохо для сравнительно молодого учёного в возрасте 45 лет.

### 3. В ХРУЩЁВСКИЕ ВРЕМЕНА

Встреча с Константином Иосифовичем оказалась счастливым поворотом моей судьбы. Все три последних года в школе я грезил о полёте на Марс. К сожалению, я окончила физический факультет Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (МГУ). Политический шок, сопровождавший тогда развенчание Хрущёвым культа личности Сталина, и ревизия экономической политики в стране затмили интерес к достижениям в области космических исследований. Н. С. Хрущёв начал осуществлять свои социальные и агротехнические эксперименты. Его дочь, Рада, окончила физический факультет МГУ годом раньше меня. Она пригласила отца на традиционную церемонию вручения дипломов. Церемония немедленно утратила всю свою привлекательность для студентов: из университетских буфетов были удалены все алкогольные напитки, все центральные холлы и коридоры заполнились подозрительными лицами, по-видимому, охранниками. На сцене в большом зале восседал Президиум. Все самые выдающиеся учёные университета, такие как Нобелевский лауреат Лев Ландау, наши классики в физике — Лев Арцимович, Михаил Леонтович, и другие сидели за столом

<sup>1</sup> Данжи Дж. Космическая электродинамика. М.: Госатомиздат, 1961.

Президиума. Хрущёв произнёс речь. Как обычно, он начал спокойно, но по мере продвижения вперёд его голос крепчал и становился громче. В конце речи он уже кричал на людей в Президиуме: «Вы думаете, что это вы ответственны за успехи советской науки? Вотсе нет! Дворник, скалывающий лёд с тротуаров, делает гораздо больше, чем вы. Если бы он не делал свою работу, вы бы сломали себе шеи на улице, и советской науке пришёл бы конец!» Вследствие столь резкой критики фундаментальных исследований, все, оканчивающие университет в следующем году, были распределены в промышленные и военные организации, дабы получить «шанс» сделать свой вклад в «реальную» национальную экономику. Очевидно, это был не столь прямой путь по превращению своего хобби в профессию, как у Грингауза.

Кое-как я избежала распределения и поступила в государственное издательство «Наука» редактором по физике. Это был не совсем плохой выход для женщины, но я всё ещё продолжала мечтать о Марсе, и мой муж, плазменный теоретик, работавший в Радиотехническом институте АН СССР (РТИ), однажды сказал мне: «Почему бы тебе не попроситься на работу к К. И. Грингаузу в моём институте? Он занимается космическими исследованиями и, возможно, когда-нибудь начнёт исследовать Марс».

#### **4. РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

Наша встреча с Константином Иосифовичем произошла поздней весной 1964 года, на улице у ограды института, тщательно оберегаемого специальной охраной от утечки государственных секретов. Только после длительной проверки документов можно было войти внутрь. Но, тем не менее, РТИ предоставил Грингаузу большую свободу, чем та секретная организация, из которой он был переведён в 1959 году сюда академиком А. Л. Минцем. До этого Грингаузу не разрешалось даже публиковать свои научные статьи в открытой печати.

Я была приятно удивлена появившимся передо мной Константином. Он был очень элегантно одет, что было совсем не характерно для нашего научного сообщества. Небольшая золотая медаль с силуэтом Ленина сияла на лацкане его серо-голубого пиджака. В это время он уже был лауреатом Ленинской премии и стал доктором технических наук.

Впоследствии я обнаружила, что Грингауз надевал свою медаль на показ в случаях, когда хотел произвести впечатление. Согласно правилам, лауреаты Ленинской премии помимо медали и денежной премии получали дополнительно привилегии в советском обществе: например, они могли избежать длительного стояния в очередях, столь типичных не только в случаях обычных текущих нужд, но и в очередях в музеи, на выставки, за билетами в кино, особенно на кинофестивали, и в рестораны. Грингауз пользовался этими привилегиями в полной мере, демонстрируя свою медаль на оборотной стороне лацкана пиджака.

После нескольких вопросов и короткой дискуссии, Грингауз решил принять меня на работу, и через два месяца оформления я стала сотрудницей его лаборатории и довольно скоро получила возможность заниматься исследованиями Марса, то есть начать реализовывать свою мечту.

Радиотехнический институт, возглавляемый А. Л. Минцем, не был обыкновенным академическим институтом. В судьбе А. Л. Минца были и радиодивизион 1-й Конной армии С. М. Будённого в годы революции, и «шарашка» во времена культа лично-

сти. А. И. Солженицын — сам бывший узник такой «шарашки» — прекрасно описал в «В круге первом», как «враги народа» искупают «свою вину» перед Родиной в таком заведении. Александр Львович «свою вину» искупил немалыми достижениями в области радиосвязи и радиолокации, был прощён самим вождём всех народов и пожалован свободой и разрешением организовать институт, а также автомобилем «ЗИМ» в личное пользование. Александр Львович собрал в РТИ прекрасный творческий коллектив, в том числе сформировал теоретический отдел, лаборатории которого возглавляли такие выдающиеся физики как С. М. Рытов, плазменные теоретики — И. Л. Бурштейн и М. Л. Левин. А. Л. Минц помог Грингаузу перейти в РТИ вместе с группой его коллег из закрытой ракетной фирмы, где они начинали свою космическую деятельность, не имея прав на открытые публикации, раскрывающие тематику фирмы. Понимая перспективность и уникальность космических исследований, Минц обеспечил Грингаузу «зелёный свет» вплоть до того, что из стен РТИ, занимавшегося куда более закрытой тематикой, чем ИКИ, ещё в эпоху «железного занавеса», в шестидесятых, команда Грингауза могла выезжать на различные международные конференции в Союзе и за рубежом с большей лёгкостью, чем впоследствии из ИКИ. Это обстоятельство, конечно, способствовало престижу отечественной науки и её творцов на международных форумах с самых первых их шагов. За спиной у представителей других групп и лабораторий ИКИ, устремившихся в космические эксперименты, поначалу не было столь мощной опоры, как академический авторитет Минца. Не было и значительных материальных возможностей, имевшихся в первоклассном по всем статьям полуакадемическом-полуведомственном (Министерства радиопромышленности СССР) институте Александра Львовича. Я вспоминаю райскую жизнь в этом по своему духу академическом, а по богатству возможностей — ведомственном институте, где без бюрократических проволочек, чётко и быстро работали все службы обеспечения, снабжения и т. д., и не было проблем с приобретением элементов и деталей необходимого оборудования. Да и бытовые условия могли удивить комфортом и неформальной заботой о человеке, практически не принятой в стране, где все её граждане считались «винтиками» или «гвоздями» социалистического механизма. В РТИ было три столовых, в том числе и диетический зал, причём повар был нанят из первоклассного ресторана. Последний, каким-то образом не пострадавший в своих доходах, удивлял неизбалованную ресторанами научную публику качеством и изысканностью блюд. Не буду продолжать свои ностальгические воспоминания, ибо читателю и так ясно, в какой колыбели рос коллектив Грингауза до его перехода в ИКИ, и почему сам Грингауз успел с самых первых шагов по «пыльным дорожкам» к славе вырваться прямо к далёким планетам.

Лаборатория космических исследований, которой руководил Константин Иосифович в РТИ, состояла из шестидесяти человек. В их число входило много высококвалифицированных инженеров, таких как Л. Мусатов, В. Капцов, И. Кнорин и др., которые разрабатывали и собирали нашу плазменную аппаратуру и электронные системы для неё, тестировали её в вакуумных установках и под действием искусственных источников ультрафиолетового излучения. В РТИ мы все необходимые для экспериментов приборы делали сами. Поначалу В. Рудаков, В. Безруких, Г. Гдалевич и Н. Шютте участвовали в экспериментах с радиозондированием, ленгмюровскими зондами и другими плазменными датчиками, посылаемыми в космос на ракетах, а затем на ИСЗ «Космос» и «Прогноз». Позднее появилось более молодое поколение сотрудников — А. Ремизов,

В. Афонин, М. Веригин и я, которые стали участвовать в ионосферных, магнитосферных исследованиях в околоземном пространстве и плазменных экспериментах вблизи Луны, Марса и Венеры на «Лунниках» и сериях аппаратов «Марс» и «Венера».

Мы принимали участие в международных конференциях и рабочих совещаниях с самого начала своей творческой деятельности, что по тем временам было большой редкостью. Например, в 1967 году я участвовала в Международной конференции по солнечно-земной физике в Белграде впервые, ещё не будучи даже кандидатом наук. Мы только что получили первые результаты с помощью венерианского космического аппарата (КА) и обнаружили дальний хвост магнитосферы Земли, простирающийся до орбиты Луны. Мне было очень приятно встретиться с американскими коллегами — Норманом Нессом и Зигфридом Бауэром, которых я знала только по их публикациям. Они оказались неожиданно молодыми и привлекательными мужчинами, тогда как я ожидала увидеть побелённых сединами почтенных стариков. Оба учёных очень уважительно относились к Константину Иосифовичу, и мы проводили довольно много времени вместе, обедая, завтракая и прогуливаясь по Белграду. К сожалению, это было значительным нарушением предписаний инструкции кураторов от КГБ (Комитет государственной безопасности СССР), и при возвращении у нас возникли серьёзные проблемы. Однако Александр Львович защитил нас от нападков этой организации и предотвратил развитие событий, которые могли бы за этим последовать.

Жизнь в РТИ была комфортной для Грингауза ещё и потому, что профессиональная квалификация сотрудников этого института была на самом высоком уровне, и он всегда мог получить необходимый совет или консультацию. Как я уже говорила, Минц собрал в своём институте очень ярких и выдающихся людей. Одним из таких персон был Михаил Львович Левин. В молодости Левин принадлежал к неформальному объединению интеллектуалов, в которое входили писатели Ю. Дунц и В. Фрид, а также математик — Нина Ермакова (впоследствии супруга Нобелевского лауреата Виталия Гинзбурга). Они были объявлены врагами народа якобы за попытку покушения на кортеж Сталина, который проезжал по Арбату, на котором находилась квартира Нины, хотя окна её выходили во двор. Возвратившись в Москву из ссылки, Левин начал работать в РТИ по приглашению Минца, поддерживая, однако, свои связи с диссидентами и отказниками. Он был другом Андрея Дмитриевича Сахарова и навещал его неоднократно во время ссылки последнего в город Горький. Михаил Львович довольно часто консультировал Грингауза по теории физики плазмы, которая была необходима для интерпретации его экспериментальных результатов. Следует напомнить, что Константин Иосифович был инженером и совершенствовался в теории постепенно. Я полагаю, что поначалу он рассматривал измеряемые им заряженные частицы с помощью различного рода зондов вовсе не как компоненты плазмы, ибо в то время плазменную физику не преподавали даже в Университете. Необходимо было иметь большой опыт, сметливость и широкий кругозор, чтобы интерпретировать данные, которые никогда никто не видел и не предсказывал. Это требовало изучения многих аспектов плазменной физики и астрофизики. Но так как Грингауз был чрезвычайно занят текущими работами о постановке экспериментов (а в те времена космические миссии намечались очень часто), он пытался привлечь людей нужной квалификации к оценке результатов своих исследований, которую он считал вне всякого сравнения наиболее интересным делом. Однако, в отличие от термояда, физика космической плазмы была не столь

популярна среди плазменщиков и ещё менее популярна среди теоретиков. Левин, отличавшийся очень острым языком, шутя, выговаривал Грингаузу: «Константин Иосифович, вы напоминаете мне того музыканта, который играл на треугольнике в оркестре на протяжении всей своей карьеры. И когда, уже уйдя на пенсию, он отправился в оперный театр, то через некоторое время обратился к своему соседу с большим удивлением: «Вы знаете, вместе с моей партией треугольника в опере „Кармен“ звучит очень приятная мелодийка „...Тореадор...“» Грингауз, однако, вовсе не был смущён этими комментариями Левина, и очень скоро стал настоящим профессионалом в своей области и получил профессорское звание по радиофизике в 1970 году.

Грингауз никогда не был вовлечён в оппозицию к системе, несмотря на то, что был близко знаком с такими людьми, как Минц и Левин, которые значительно пострадали от этой системы. Он был членом коммунистической партии, и все, кто знали его, помнят, что он дискутировал социальные проблемы своей страны в очень положительном духе. Самое главное, Грингауз был всегда честен в своих патриотических чувствах и высказываниях и очень гордился тем, что внёс немалый вклад в советскую науку. Такая позиция была не очень редкой в нашей стране в то время. По-видимому, для Грингауза, как и для многих советских людей, персонально не пострадавших в период «культы», патриотизм сопровождался убеждением, что коммунистическая партия ответственна за все успехи страны. Грингауз, как и другие её успешные граждане, тщательно следовал всем правилам социалистической системы и жил вполне комфортно. Более того, Минц и Королёв всегда поддерживали его со всем их авторитетом в Академии наук и Правительстве.

## **5. ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В 1960 году наши космические программы обратились к другим планетам Солнечной системы, а именно — к Венере и Марсу. В 1967 году Грингауз и его коллеги получили первые свои результаты с космического аппарата «Венера-4» и обнаружили ударную волну у Венеры за день до того, как это сделал американский аппарат «Маринер-5». «Венера-6» приблизилась к Венере в 1969 году, а позднее, в 1971 году — «Марс-2» и «Марс-3» стали искусственными спутниками Марса. Серия марсианских КА, включая «Марс-5» в 1974 году, совершили открытие магнитосферы Марса с её плазменным слоем в хвосте, по первому впечатлению сходным с магнитосферой Земли. Для меня это было восхитительное время. Я участвовала в реализации своей школьной мечты и защитила кандидатскую диссертацию в 1973 году. Однако все эти марсианские открытия были сделаны уже в Институте космических исследований Академии наук СССР (ИКИ АН СССР): в 1971 году Грингауз и его лаборатория в РТИ были переведены в этот вновь организованный институт.

ЦК КПСС подписал постановление о создании ИКИ в 1965 году. Фактически институт начал функционировать в 1967–1968 годах, когда космические исследования уже находились на высоте своего развития. До создания ИКИ такие исследования осуществлялись отдельными группами учёных из разных организаций. Когда советская промышленность начала массовое производство научных космических аппаратов, возникла необходимость в разработке программ на длительный период и в создании специализированной аппаратуры. Последняя была уникальной и очень сложной. Становилась всё более и более очевидной необходимость создания централизованной

организации, которая объединила бы учёных и высококвалифицированных инженеров, обладала бы современным компьютерным центром для сбора, хранения и обработки результатов исследований, действовала как эксперт в оценке предложений для космических программ и служила бы посредником с космической промышленностью, производящей КА. Все эти задачи и были возложены на ИКИ. Многочисленные функции, выполняемые ИКИ, не были традиционными и типичными для академического института. Помимо 250 научных сотрудников в ИКИ трудились примерно 800 инженеров и техников и около 300 компьютерных программистов и операторов, всего примерно 1400 человек. Сроки поставки аппаратуры имели строгие даты, и ИКИ должен был не только соблюдать их, но и отвечать за своевременную поставку деталей и сервисного оборудования всей кооперации. Невыполнение всех этих задач в сроки грозило стране потерей престижа, поэтому работа в ИКИ была очень напряжённой в то время. С самого начала в институте было четыре основных научных направления — астрофизика, физика планет, газодинамика, физика плазмы и одно прикладное направление — исследование природных ресурсов из космоса. В соответствующих отделах ИКИ трудились выдающиеся теоретики и экспериментаторы той эпохи.

В 1973 году директором Института стал Р.З. Сагдеев. Он был в то время самым молодым академиком в стране. Три члена Академии наук сосуществовали вместе с Сагдеевым в ИКИ — Г.И. Петров, И.С. Шкловский и Я.Б. Зельдович вместе со своими «школами» — учениками, которые к этому времени сами были уже известными учёными и имели своих учеников. Перед Сагдеевым встала задача найти оптимальную стратегию руководства (и взаимодействия) этими выдающимися личностями не только из-за различий в областях науки, которой они занимались, но и из-за сложных взаимоотношений между ними. Эксперименты на КА лимитируются массой, объёмом, потреблением энергии и телеметрии. По этим причинам всегда была жёсткая конкуренция за место на объекте. Выявление очевидной приоритетности и объективности были необходимы в формировании сбалансированных научных программ. Именно так обстояли дела в США, но в СССР бедность и отсутствие соответствующих прав у Академии наук не позволяли преодолеть интересы Военно-промышленной комиссии (ВПК), за которой, в сущности, и было последнее слово в этой проблеме. Выручал только тот факт, что М. Келдыш, талантливый Президент Академии, был лично заинтересован в космических исследованиях, и, будучи одновременно членом Центрального комитета Коммунистической партии, успешно отстаивал наши интересы. Следующий президент Академии — Александров, имел своё пристрастие в другой области — термоядерной физике, и Сагдеев начал свою битву с ВПК за перестройку в идеологии и организации отечественных космических исследований без реальной поддержки Академии наук.

Плазменное «комьюнити» в ИКИ надеялось существенно выиграть благодаря руководству столь выдающейся персоны в плазменной физике, как Сагдеев. Он был широко известен своим открытием теории бесстолкновительных ударных волн, которые учёные нашего института обнаружили в космической плазме. Отдел плазменных исследований в ИКИ надеялся получить ценные советы и помощь в интерпретации полученных результатов от членов «школы» Сагдеева, таких как А. Галеев, В. Шапиро, В. Шевченко, С. Моисеев и Г. Заславский, которые вскоре появились в ИКИ. Однако, прежде всего, необходимо было до этого выстроить отношения между сотрудниками плазменного отдела и «пришельцами». Когда они впервые появились в ИКИ, возник су-



ществительный зазор между теоретиками и экспериментаторами из-за различия в квалификации и уровне абстракции. Первые, взращённые на фундаментальных проблемах термоядерной физики, по-видимому, рассматривали эксперименты в космосе скорее как *plat du jour* (фр. блюдо дня), чем как блюдо из более изощрённого и экзотического меню. Как говорил А. Д. Сахаров об астрофизиках, плазменные теоретики, очевидно, также не «чувствовали поэзии фактов», наблюдавшихся в космических экспериментах. Однако и в самом деле первые эксперименты в космической плазме обнаруживали чисто морфологические особенности межпланетной и околопланетной среды и, по-видимому, не могли вызвать аппетит у сагдеевских «гурманов», привыкших к изысканной кухне лабораторной плазмы. Фактически, помимо обнаружения бесстолкновительных ударных волн и радиационных поясов Земли, первые эксперименты в космосе не поражали воображение теоретиков.

Для того чтобы повысить уровень экспериментов, необходима была аппаратура другой сложности. Создание её стало возможным позднее, в основном из-за привлечения к её разработке иностранной кооперации. Более того, подготовка экспериментов требовала иного подхода — чётко выраженной постановки и определения решаемых проблем и оптимального их устранения с учётом возможностей космических аппаратов. Словом, с самого начала теоретики продолжали заниматься своими традиционными делами и изредка консультировали экспериментаторов Института. Последние, включая Грингауза, не выражали особенного недовольствия от этого, ибо они в основном не имели тем, которые хотели бы серьёзно обсуждать с теоретиками. Как ни странно это звучит, основной причиной отсутствия взаимодействия теоретиков и экспериментаторов плазменной физики в ИКИ была, по-видимому, перестройка, начавшаяся в стране.

Именно благодаря ей стало возможным не только попасть на орбиту международного сотрудничества, но и вращаться на ней с такой космической скоростью, что, вследствие центробежного ускорения, почти все теоретики оторвались от страны и оказались за рубежом. Долгое ожидание возможности сотрудничать с профессионально близкими коллегами за границей, естественно, отвратило их от желания установить близкие контакты с коллегами внутри страны. Перестройка рассеяла основной потенциал теоретической физики и астрофизики по другим странам. Как жаль! Кто знает, как бы повернулась история космических исследований, если они остались в стане немного дольше и стали бы искать себе научных партнёров в своей собственной стране!

Грингауз и Сагдеев сохраняли почтительные отношения на протяжении всех 15 лет — с самого начала и до конца лидерства Сагдеева в институте, за время которого в жизни ИКИ было множество реорганизаций и перестроек. Сагдеев поддерживал Грингауза в его сильнейшей конкуренции с другими плазменными группами и обеспечил ему комфортное существование в ИКИ, хотя не всегда одобрял воинственный тон последнего в отстаивании своих позиций.

Роль слабого магнитного поля у Марса во взаимодействии этой планеты с солнечным ветром длительное время оставалась открытым вопросом, который часто дискутировался. Грингауз, опираясь на свои экспериментальные результаты, упорно утверждал, что Марс имеет собственное магнитное поле, достаточное для образования магнитосферы, подобной земной. Другие учёные, включая, вероятно, Сагдеева,

не находили достаточно веских доводов, чтобы сделать такой определённый вывод. И Грингауз спорил так упорно, что Сагдеев иногда выговаривал ему: «Константин Иосифович, Вы обычно берёте своих оппонентов за шиворот, бьёте их об стенку и повторяете при этом: „У Марса есть собственное магнитное поле!“ Это не способ доказательства, и люди имеют право на сомнения!» Действительно, было довольно сложно обсуждать с Грингаузом некоторые научные противоречивые интерпретации, но, надо сказать, что в очень многих случаях он оказывался прав. Было также приятно, что Константин Иосифович всегда соглашался с аргументами коллег, если обнаруживалось, что они правы, даже в тех случаях, когда эти его коллеги не имели того же статуса в науке.

## **6. ПЕРЕСТРОЙКА В ИНСТИТУТЕ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

С началом широкого международного сотрудничества, последовавшего за перестройкой Сагдеевым института, ИКИ оказался ответственным за реализацию международных программ на советских КА. Фактически, много лет, он выполнял функцию, подобную той, которую выполняет NASA<sup>1</sup> и ESA<sup>2</sup>. Единственное различие было в том, что в СССР значительная доля научных экспериментов проводилась непосредственно самим Институтом.

Грингауз сразу же начал использовать возможность привлечения международной кооперации к изготовлению своей аппаратуры. Многие его приборы разрабатывались с того времени совместно с Венгерским центральным научно-исследовательским институтом физики (К. Сёге и его коллегами), лабораторией космических исследований Мичиганского университета (Энди Неги), целым рядом учёных из Института аэронауки им. Макса Планка в Германии (Ян Аксфорд, Хельмут Розенбауер, Арни Рихтер, Эрхард Кепплер и др.). Иностранные учёные долго и успешно сотрудничали с Грингаузом и его коллегами и участвовали в проектах ВЕГА, ФОБОС и МАРС-94/96, оказывая хорошую поддержку команде Грингауза.

Грингауз распространил свои контакты на такое необычайно широкое международное сообщество, что многие из его иностранных коллег начали общаться друг с другом впервые через его посредничество и влияние. Это очевидно из статей, описывающих результаты миссии ФОБОС-2, где такие имена как В. Ридлер и К. Швингеншу (Австрия) встречались вместе с Дж. Г. Люман, К. Т. Расселом, Дж. Славиным (Соединённые Штаты); С. Маккенна-Лоо (Ирландия) и Е. Марш, Р. Швенн, А. Рихтер, Х. Грунвальд, С. Ливи и М. Витте (Германия). В то время Грингауз также написал книгу по физике плазмосферы с Ж. Лемером (Бельгия).

Очень изменился подход к международному сотрудничеству в мировом космическом научном сообществе в то время по сравнению с более ранним периодом. Я вспоминаю двусторонний семинар США/СССР в ИКИ в 1975 году, где интенсивно обсуждались результаты серии марсианских спутников.

Во время перестройки, однако, авторитет Грингауза существенно вырос из-за зависимости его международных коллег от его личной деятельности. Он «колонизовал» всю Европу, за исключением Франции, с которой сотрудничали другие группы в ИКИ.

---

<sup>1</sup> NASA — National Aeronautics and Space Administration, Национальное управление по воздухоплаванию и исследованию космического пространства, США.

<sup>2</sup> ESA — European Space Agency, ЕКА — Европейское космическое агентство.

## 7. ВЕНЕРА И МАРС

Во время миссии ФОБОС-2 Грингауз снова получил очень интересные результаты. Выяснилось, что в период солнечного максимума нейтральная атмосфера Марса принимает активное участие во взаимодействии солнечного ветра с планетой, в то время как во время солнечного минимума («Марс-2, -3, и -5») она участвует во взаимодействии только при условии высокого динамического давления солнечного ветра.

Эти данные позже позволили Яну Аксфорду утверждать, что только наличие трёх факторов, а именно, слабого собственного магнитного поля, ионосферы и нейтральной атмосферы, может объяснить особенности экспериментальных данных, полученных на протяжении солнечного цикла зависимостью от динамического давления солнечного ветра и интенсивности ультрафиолетового излучения. Константин Иосифович не полностью соглашался с этим объяснением, несмотря на то, что Ян всегда был для него хорошим другом и очень большим авторитетом. Он продолжал опираться на свою первоначальную идею существования собственной магнитосферы у Марса, подобной земной. Возможно, гибкость его мышления несколько снизилась с возрастом и с ростом проблем Советского Союза.

Возвращаясь к 1970-м годам и периоду сразу после них, следует отметить, что в это время было множество интересных и успешных космических миссий. Мы едва успевали закончить заниматься результатами одного проекта, как приходили данные со следующего. В 1975 году мы получили результаты первых околосолнечных орбитальных аппаратов, «Венера-9 и -10» в период минимума солнечной активности.

Тамаш Гомбоши, позднее профессор Мичиганского университета, приехал в Москву, чтобы присоединиться к команде Грингауза в обработке и интерпретации данных этих миссий. Это было благословенное время, когда Сагдеев только начал свою перестройку в области космических исследований, и Гомбоши был одним из первых приглашённых иностранных учёных в истории ИКИ. Очаровательный молодой человек из Венгрии совершенно не заботился о строгих правилах, регулирующих его поведение в нашем институте. А в соответствии с ними, иностранного гостя в любое место, которое он захотел бы посетить, следовало сопровождать кому-либо из сотрудников ИКИ. Поначалу ответственной за сопровождение Тамаша назначили меня, но из-за его независимого поведения начались неприятности. Он очень часто появлялся в одиночку на другом этаже института, где находился компьютерный центр, каким-то образом выскальзывая из-под моего пристального надзора. В результате этого Мише Веригину было приказано взять эту обязанность на себя, и сопровождение Гомбоши оказалось под строгим контролем.

Мы опубликовали несколько статей в результате успешных расчётов Тамаша и предложили гипотезу о происхождении таинственной ночной ионосферы Венеры. Грингауз очень гордился результатами «Венеры-9 и -10». Предполагалось, что сильно варьирующийся острый верхний пик концентрации электронов в венерианской ночной ионосфере наступает из-за высыпания электронов солнечного ветра в атмосферу из ночной индуцированной магнитосферы Венеры. Оказалось, что необходимо уменьшить плотность нейтральной атмосферы на порядок величины по сравнению с существующими моделями и уменьшить нейтральную температуру примерно в 1,5 раза на высоте пика плотности электронов, чтобы получить значение электронной концентрации в пике, соответствующее измеренным методом радиозатмения тех же КА. Это,

конечно, было очень смелой интерпретацией, сделанной накануне полёта американского аппарата «Пионер-Венера» к планете. Сагдеев представил нашу статью в «Докладах Академии наук СССР» — журнал Академии наук, который публиковал и публикует новейшие и выдающиеся результаты. Очень мало кто верил в нашу гипотезу, дискуссии по этому поводу шли до тех пор, пока не появились первые результаты.

Эти обсуждения продолжались около 11 лет — до следующего минимума цикла солнечной активности. Только Грингауз, с его непоколебимой уверенностью в правильности своих собственных результатов, мог отстаивать свою точку зрения так долго. Измерения плотности и температуры нейтральной атмосферы на «Пионер-Венера» прекрасно подтвердили наши оценки. Наконец, В. С. Кнудсен и его коллеги опубликовали статью в журнале *Journal of Geophysical Research*, подтверждая предположение, что резкий пик электронной концентрации в ночной ионосфере Венеры во время солнечного минимума является результатом ионизации электронным ударом. Источником ионизации во втором широком верхнем пике во время максимума солнечной активности могли быть потоки ионов, переходящие с дневной на ночную сторону Венеры. Это подтверждение было хорошей победой нашей небольшой интернациональной команды и хорошим стартом для карьеры Тамаша Гомбоши.

## **8. КОМЕТА ГАЛЛЕЯ**

Важным моментом в карьере Грингауза был проект ВЕГА («Венера» и «Галлей»), когда две космические станции «Вега-1 и -2» подлетели к комете Галлея, и его анализатор плазмы «Плазмаг» произвёл измерения с высоким разрешением солнечного ветра и кометной плазмы. Наиболее впечатляющим результатом этих измерений было прохождение через околокометную ударную волну, получение распределения нейтрального газа и тяжёлых ионов в оболочке кометы, а также открытие новой и неожиданной границы в окружающей комету среде — кометопазузы. Это не было границей баланса давления для солнечного ветра: потоки электронов и межпланетное магнитное поле солнечного ветра обнаруживались по обеим сторонам границы и проникали вплоть до полости вблизи ядра кометы, свободной от магнитного поля. Скорее это была химическая граница в ионном составе вблизи кометы, где потоки протонов солнечного ветра останавливались, перезаряжаясь с нейтралами. В 1986 году за свои открытия Грингауз был удостоен Государственной премии СССР. Я обсуждала с ним сходство эффектов нагрузки потока солнечного ветра вблизи кометы Галлея и вблизи немагнитных или слабо намагниченных планет — Венеры и Марса во всех случаях, связанных с взаимодействием солнечного ветра с нейтральной атмосферой. В самом деле, кометные и планетарные нейтральные компоненты должны удалять протоны поступающего солнечного ветра за счёт экстремально сильных процессов перезарядки на шкале длины области взаимодействия. Грингауз, однако, предпочитал считать, что его кометопазуза имеет другое происхождение и уникальна в своём роде. Он всегда оставался верным своим собственным идеям.

## **9. ПОМИМО НАУКИ**

Творческая деятельность К. Грингауза была очень хорошо известна в научном сообществе. Долгое время он был руководителем секции по солнечному ветру и межпланетному магнитному полю в Международной ассоциации по геомагнетизму и аэронауке,

заместителем руководителя междисциплинарной научной комиссии по космической плазме Международного комитета по исследованию космического пространства (КОСПАР, COSPAR — COmmittee on SPace Research) и инициатором и председателем секции Геофизического комитета России по солнечному ветру и межпланетному магнитному полю. В 1988 году на заседании КОСПАР в Хельсинки он был награждён почётной премией КОСПАР.

Гости, посещавшие квартиру Грингауза в Москве, как правило, с изумлением обнаруживали книжные полки от пола и до потолка, заполненные большим разнообразием книг, охватывающим сферы наук от физики до искусства и философии. Он очень любил музыку, и у него имелась большая коллекция магнитофонных записей и компакт-дисков. Фильмы были его величайшим хобби: я помню, что мы всегда посещали с ним кинотеатры в зарубежных странах, особенно в то время, когда можно было увидеть хоть какие-то классические произведения только за рубежом. Несмотря на очень ограниченные финансовые средства российских делегатов на международных конференциях, Грингауз всегда щедро покупал билеты своим коллегам и друзьям, чтобы они смогли получить удовольствие от фильмов вместе с ним.

Грингауз часто был организатором местных и международных конференций в России. Его жена Ирина и дочь Татьяна, как правило, выполняли нелёгкую задачу принимать гостей у себя дома, зачастую прибывающих после конференции прямо целыми автобусами. Мы всегда получали очень большое удовольствие от вкусной еды, встреч с хорошими людьми и от интересных и откровенных дискуссий на социальные темы. Грингауз неизменно оставался очень строгим и упорным в отстаивании своей точки зрения, как по поводу искусства, так и при обсуждении научных и политических проблем.

В конце мне вспомнилась ещё одна история, довольно типичная для К. И. Грингауза, которая произошла в 1989–1991 годах. В Союзе существовал особый Комитет по изобретениям и открытиям, который решал задачи регистрации изобретений и открытий и награждал заявителей сертификатом и довольно значительным количеством денег. Это фактически была единственная такая организация, созданная в нашей высоко бюрократической стране. Грингауз, конечно, зарегистрировал большинство своих открытий. Однако во время горбачёвской перестройки академик Виталий Гинзбург вошёл в состав «Антибюрократической Комиссии» Академии наук и стал бороться в прессе и в самой Академии наук против идеи выпуска сертификатов за открытия. Он считал, что приоритеты в науке становятся очевидными, если работа опубликована, и на неё начали ссылаться, то есть открытие признано коллегами-учёными. Грингауз находился в это время в процессе регистрации нашего открытия источников ионизации ночной ионосферы Венеры, о котором я писала ранее. К сожалению, из-за длинной очереди претендентов и крайне бюрократичной процедуры регистрации это оказалось так же трудно, как трудно было сделать само открытие. Претенденты на регистрацию открытий ждали годами. Открытие требовалось сформулировать таким образом, чтобы опытные бюрократы не пришли к заключению, что новизна результатов недостаточно обоснована, а с другой стороны, чтобы из-за обилия подтверждающих аргументов эта новизна не была утеряна. Грингауз боролся с Комитетом в характерной для него манере настолько упорно, что вскоре даже председатель этой организации старался избегать встреч с ним. По иронии судьбы председатель и Грингауз вместе

участвовали в дискуссии, инициированной В. Л. Гинзбургом, по поводу целесообразности выдачи сертификатов за открытие, которую проводил Государственный комитет по науке и технике СССР. Обсуждение не привело к желаемой цели из-за проникновенной речи Грингауза, сравнившего зарплаты членов Комитета с премиями претендентов на открытия. 1 декабря 1991 году комитет всё-таки был ликвидирован, а Грингауз не успел добиться регистрации нашего открытия. Он умер 10 июня 1993 года от инфаркта. Миша Веригин и я не обладали необходимой настойчивостью в этом вопросе, а Тамаш Гомбоши был в то время уже слишком далеко — в Соединённых Штатах.

Константин Иосифович Грингауз был счастливым человеком, успешным в его научной карьере и имевшим множество друзей во всём мире. Он оставил учеников и последователей и внёс значительный вклад в космическую физику. Он был действительно незабываемой личностью.

# ВОСПОМИНАНИЯ РАЗРАБОТЧИКА ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ПРИБОРОВ ПЕРВЫХ ПЛАНЕТНЫХ МИССИЙ ИКИ

*Л. В. Ксанфомалити*

Вскоре после образования ИКИ АН СССР, в 1968-м, в высоких инстанциях были утверждены проекты новой марсианской миссии. Предшествовавшая попытка достичь красной планеты и опуститься на её поверхность завершилась неудачей: первый «Марс» на орбиту спутника Марса не вышел и вообще был потерян где-то на полпути. Новый проект, в целях повышения

надёжности, включал целых три аппарата: «Марс-1, -2 и -3». (При запуске один из них был потерян, оставшиеся назывались «Марс-2» и «Марс-3».)

В 1969 году доктор физико-математических наук В. Мороз был назначен главой лаборатории планет в отделе астрофизики И. С. Шкловского, только что переведённого из ГАИШ МГУ<sup>1</sup> в ИКИ. Помимо В. Мороза, в лаборатории было всего два человека, причём один из них присутствовал «виртуально». Лаборатория взялась за три эксперимента по исследованию Марса: фотометрия в оптической области спектра; «СО<sub>2</sub>-альтиметр» — измерение поглощения в инфракрасных двухмикронных полосах СО<sub>2</sub>; измерение теплового излучения малых участков поверхности планеты. Все эти устройства входили в комбинированный прибор ФКМ. Кроме того, силами ГАИШ готовился эксперимент по измерению содержания водяного пара в атмосфере планеты. Идею экспериментов следовало воплотить в измерительные приборы, которые, как предполагалось, будут создавать (и испытывать) советские научно-исследовательские институты.

Вскоре выяснилось, однако, что оптимистические ожидания, что «МОП нам поможет», не оправдываются. МОП СССР — это было гигантское министерство оборонной промышленности СССР, которое сконцентрировало у себя все оптикомеханические Научно-исследовательские институты (НИИ). Тогда мы наивно предполагали, что они создадут нужные научные приборы и что разработка соответствующей электроники у них сложностей не вызовет. Но свои задачи МОП представляло себе, скажем так, иначе. Короче говоря, мы получили отказ. Были мобилизованы различные подходы. После многочисленных переговоров всё же удалось получить согласие МОП на разработку оптической части приборов силами Казанского государственного института прикладной оптики (ГИПО), но разрабатывать электронику министерство отказалось наотрез. Пришлось проводить срочную ревизию собственных возможностей. Выбор был невелик: оставалось только наше, недавно созданное ОКБ (Особое конструкторское бюро) ИКИ во Фрунзе (ныне Бишкек). Макеты электроники мы разработали и испытали сами, благо, опыт создания электронных устройств имелся.

Результатами руководство осталось очень довольным и даже объявило, что наша электроника — «само совершенство», что, конечно, не вполне соответствовало истине. А изготовление лётных образцов электроники было поручено фрунзенскому ОКБ. Процесс проходил тяжело. Несмотря на все объяснения, разработчики не понимали,

<sup>1</sup> ГАИШ МГУ — Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова.

«как эта чёртова электроника работает». Но не всё сразу — ОКБ было создано на месте бывшей кроватной фабрики.

Опыт разработчики приобретали в самом «процессе», а ОКБ на долгие годы стало одним из наших постоянных партнёров. Разумеется, ведущие сотрудники ОКБ знали принципы работы фотоумножителя или болометра, но с подробностями дело было хуже. Командировки во Фрунзе следовали одна за другой, а заведующий плановым отделом ИКИ Р. Тимакова приходила в ужас от всё возрастающих командировочных расходов.

Единственное, что СКБ взялось разработать самостоятельно, был модуль питания всех приборов. Постепенно платы комбинированного прибора ФКМ одна за другой подавались на сборку, затем испытывались на механические и тепловые нагрузки. А вскоре в ИКИ по почте от ОКБ пришли несколько симпатичных плоских ящичков. Аккуратная почтовая этикетка была нанесена на небольшой фанерный шильдик, гвоздями прибитый к ящичкам. С опозданием, но модули питания приборов уже были в руках! Впрочем, возникли проблемы: открыть посылки не удавалось. Оказалось, что гвозди шильдиков прошли сквозь упаковку, сквозь электронные платы (теперь говорят «карты») и были аккуратно загнуты на задней стороне плоских ящичков.

Пришлось составлять рекламу, причём дело осложнялось ещё и тем, что главный инженер ИКИ как раз в этот момент издал приказ, всем лабораториям срочно сообщить о наличии в приборах [дословно!] «источников альфа-, бета-, гамма- и т. д. источников излучения», что касалось и невезучих модулей питания. (Про и т. д.: для тех, кто забыл школьную физику: в природе существуют три типа излучений: альфа, бета и гамма. Другие физике пока неизвестны.) Всё же удалось убедить службу главного инженера ИКИ, что источников радиации в транзисторах, резисторах и конденсаторах нет. А с гвоздями и изуродованными платами разбирались уже в ОКБ. Говорят, у главного инженера ОКБ был сердечный приступ.

В Казани ГИПО всё-таки взялся за изготовление оптики и механики комбинированного прибора ФКМ. Электроника поступала из Фрунзе. Постепенно выяснялось, что отверстия в платах не совпадают с посадочными местами в конструкции, а выступающие детали перекрывают лучи света в оптике. Дело с модулями питания не ограничилось гвоздями. Новые сборки нормально работали во фрунзенском ОКБ, но почему-то отказывали в Казани. Неисправность возникала снова и снова. Оказалось, что обмотки индуктивностей кто-то обильно поливал эпоксидной смолой, которая расширяется при застывании и, если не добавить пластификатор, смола рвёт провода обмоток. Происходило это не сразу, как раз хватало времени до поступления плат в ГИПО. По прошествии стольких лет об этих событиях можно вспоминать с улыбкой, только в 1970-м, накануне запуска «Марсов», смешного было мало.

Особую проблему представляли бытовые сложности. Мест в гостиницах, конечно, не было, а размещать нас приходилось, как придётся. Однажды ОКБ каким-то образом приобрело странное сооружение, мазанку, находившуюся прямо на рынке города Фрунзе. Внутри сделали ремонт и поставили минимальную мебель, а окна закрыли могучими решётками. И вот, после прибытия, наша группа из пяти человек сразу получила места для ночёвки. Там уже находилась незнакомые нам люди, но места хватало всем. После завершения первого дня работы туда мы и отправились, купив по дороге какие-то кексы на ужин. Но кексы оказались мучным полуфабрикатом; из заготовки



следовало приготовить тесто и испечь кекс, что не получалось из-за отсутствия печи. Зато Г. Красовский выпросил в ОКБ у библиотекари три выпуска «Нового Мира» с новой повестью А. и Б. Стругацких «Обитаемый остров». Вместо ужина мы взялись за волшебную силу искусства. Прочитав первую часть, он передавал её мне, а сам брался за вторую. Процесс мы завершили к двум часам ночи. Утреннее отбытие в ОКБ мы проспали, а в десять часов обнаружили, что соседи уже ушли, а входная дверь заперта. Тщательные проведённые поиски ключ не обнаружили, а телефона в помещении не было. Сквозь форточку и решётку мы взывали к случайным посетителям рынка, чтобы они сообщили о нашем заточении в недалеко расположенное ОКБ, но бесполезно. Всё же спасение пришло, скажем так, естественным путём: запасной ключ обнаружился на гвозде, высоко внутри туалетной комнаты.

Руководство ОКБ было достаточно дружелюбно к нашим совместным работам (которые продолжались до начала 1990-х годов), но иногда наши отношения слегка осложнялись. Дело в том, что в создании новых научных приборов постоянно присутствует особый феномен, который получил название четвёртого закона Паркинсона, а именно: «Число абсолютно необходимых радикальных изменений в конструкции устройства возрастает обратно пропорционально времени, остающегося до плановой сдачи готового прибора». Иными словами, когда прибор полностью готов, обнаруживается, что всё нужно переделать, а изготовленные и отлаженные электронные платы выбросить и делать новые. Можно представить себе, какие эмоции возникали у руководства ОКБ, помимо наших бытовых проблем.

В Казани у ГИПО была своя плохонькая гостиница, где всегда можно было разместиться. Положение с созданием оптической части приборов складывалось иначе, чем в ОКБ. У разработчиков Казанского ГИПО было чему поучиться. Сотрудничество с ними было успешным, хотя иногда проявлялись амбиции руководства института: прибывшее для выяснения отношений начальство ИКИ директор ГИПО заставил потолкаться пару часов в приёмной. Зато сами разработчики делали всё от них зависящее, и даже больше. Вспоминается, например, история доставки технологического образца прибора ИРВ, эксперимента одной из более поздних миссий. Все сроки прошли, назревал очередной скандал в цепочке ГИПО – Разработчик – Заказчик – ИКИ – Научно-производственное объединение (НПО) им. С. А. Лавочкина. Наконец, технологический образец был сдан, но, увы, в пятницу. В ИКИ, конечно, работали и в выходные, но начальство ГИПО решило, что прибор будет отправлен только в понедельник. Чтобы выручить всех, ведущий проекта В. Филиппов как-то умудрился поместить этот довольно крупный прибор внутри средней части его (Филиппова), извините, брюк, и так прошествовал через проходную. Вахтёр участливо осведомился о его недомогании, выразившемся в странной походке, но пропустил. Следом шла его заместительница, крайне строгая и официальная Э. Лучникова, с объёмистой дамской сумочкой (с документацией). Билеты у нас были в кармане, и к полуночи радиометр уже был в ИКИ.

Задачи, которые ставились в экспериментах, часто было невозможно выполнить с помощью стандартных детекторов той эпохи. ПЗС-приёмников (прибор с зарядовой связью) с их огромным квантовым выходом ещё не существовало. Поэтому расчёт был на отборные образцы детекторов, а трудности с получением уникальных приёмников излучения иногда решались непрямым путём. Отборные образцы фотоумножителей нам передавал, или правильнее сказать, вручал, как личный подарок, сам директор

Ленинградской фирмы «ЦНИИ «Электрон» Г. Вильдгрубе, причём вопрос, как уникальные фотоумножители оказывались вне секретной фирмы, не рассматривался.

Когда, наконец, все трудности были позади, и наш ФКМ красовался на массивном теле аппарата «Марс», радоваться ещё было рано. Предстояли последние, но достаточно долгие испытания на «площадке» в Байконуре и, наконец, запуск. В 1971-м два «Марса» достигли планеты и, вместе с американским «Маринером-9» (Mariner), стали её первыми искусственными спутниками. С Байконуром тоже были связаны события, о которых следует когда-нибудь рассказать.

Самое запоминающееся событие также связано с работой именно нашей группы по прибору ФКМ — это возвращение самолёта Ил-18 с полпути — апофеоз головотягства вертикали военной бюрократии. Но об этом в другой раз.

Незабываема декабрьская ночь 1971 году в ЦНИИмаш<sup>1</sup>, когда был получен сброс первого научного сеанса «Марс-3». Восемь дорожек, представленных в графическом виде на многометровой бумажной ленте, рисовали те самые ожидаемые измерения свойств поверхности и атмосферы Марса, в виде чистой и чёткой периодичности сигналов всех каналов нашего ФКМ. Всё работало, как было задумано, без «зашкалов» или потерь сигнала, усилия разработчиков не пропали зря. Только почему результаты с «Марс-2» были гораздо хуже? На фоне успехов «Марс-3» на это обращали мало внимания. Но всё же удалось добиться включения приборов «Марс-2» заранее, на два часа раньше начала следующего сеанса, для прогрева. Приборы стали работать нормально. Догадка подтвердилась: почему-то наш ФКМ был заморожен до  $-50^{\circ}\text{C}$ . Причина осталась неизвестной, возможно, отошла наружная тепловая обшивка. Аппарат «Марс-3» до его потери успешно проработал несколько месяцев и выполнил семь сеансов полноценных научных измерений, в том числе первые измерения низкой концентрации водяного пара в атмосфере планеты. Забавно слышать, как в сообщениях о работе современных европейских и американских аппаратов на марсианских орбитах говорится о таких же измерениях, «выполняемых впервые».

---

<sup>1</sup> ЦНИИмаш — Центральный научно-исследовательский институт машиностроения.

# ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ ПЕРВЫХ НАУЧНЫХ БОРТОВЫХ СИСТЕМ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ПРОГРАММЫ ИНТЕРКОСМОС

*И. В. Козлов, А. Д. Рябова,  
Т. Л. Шпагина*

Как известно из истории космонавтики, 14 октября 1969 года был запущен первый спутник серии «Интеркосмос». Он открыл широкую программу исследования космического пространства учёными социалистических стран. И сам спутник, и ракета, что вывела его на околоземную орбиту, были созданы в Конструкторском бюро (КБ) «Южное» (город Днепропетровск), которым в те годы руководил выдающийся учёный и конструктор Михаил Кузьмич Янгель.

Сотрудничество социалистических стран в изучении космоса началось ещё в октябре 1957 года, когда велись наблюдения за полётом первого в мире советского искусственного спутника Земли. В апреле 1967 года специалистами социалистических стран была принята программа по совместным работам в области исследования и использования космического пространства в мирных целях. Эта дата считается началом практической реализации программы ИНТЕРКОСМОС, получившей своё официальное название в 1970 году. В каждой из девяти стран-участниц программы: Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубе, Польше, Румынии, Чехословакии и СССР — был создан координационный орган, отвечающий за выполнение программы сотрудничества в целом.

В соответствии с программой ИНТЕРКОСМОС Советский Союз безвозмездно предоставил для космических исследований свою технику — ракеты и спутники, на которые устанавливалась научная аппаратура, созданная учёными и специалистами государств-участников. Вот как описывали журналисты тот первый старт спутника «Интеркосмос-1» на космодроме «Байконур»:

«Наша ракета уже готова к старту. „Интеркосмос“ спрятан за металлическим обтекателем. Он нужен на те недолгие минуты, когда ракета будет проходить атмосферу. Там, за пределами плотных слоёв атмосферы, обтекатель по команде „электронного мозга“ ракеты разлетится на две части. На стартовой площадке — семь государственных флагов: Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, Чехословакии и Советского Союза. В тесном сотрудничестве страны социалистического содружества планировали совместный космический эксперимент. И хотя на КА „Интеркосмос“ уходят в небо приборы, разработанные лишь в трёх государствах — ГДР, ЧССР и СССР, синхронные наземные наблюдения будут вестись в семи странах».<sup>1</sup>

До старта пятнадцать минут. Отходит в сторону башня обслуживания. Звучат последние команды. Ракета остаётся наедине со степью. Через полчаса «Интеркосмос» начнёт свой первый виток, и о нём узнает мир.

Ракету после запуска видно очень долго, почти до самого отделения спутника. Вечер выдался на редкость ясным.

<sup>1</sup> Губарев В. С. Конструктор: несколько страниц из жизни Михаила Кузьмича Янгеля. М.: Политиздат, 1977. 110 с.

«Устойчивый полёт носителя продолжается», — раздаётся по громкой связи. «Все параметры соответствуют расчётным. Объект подходит к району отделения первой ступени. Двигатель последней ступени выключился. Произошло отделение спутника!»

Тишина на наблюдательном пункте взорвалась радостными восклицаниями. К академику Борису Николаевичу Петрову подходит академик Любомир Крыстанов из Болгарии.

— Разрешите поздравить вас, — говорит он.

— Нет. Рано ещё, — Борис Николаевич не скрывает своего волнения, — рано, пока рано...

И наконец, репродуктор приносит долгожданное: «Бортовая аппаратура спутника функционирует нормально. Произошло раскрытие солнечных батарей и антенн!»

Первый спутник «Интеркосмос-1» начал свой многодневный полёт по космической орбите.

В 1973 году в ИКИ была образована лаборатория научно-технического обеспечения, в задачу которой входила техническая реализация научных проектов на борту различных космических аппаратов (КА) серии «Интеркосмос». В дальнейшем лаборатория была реорганизована в отдел с теми же задачами, который возглавлял с момента образования и до ноября 2002 года кандидат технических наук, лауреат Ленинской премии Е. М. Васильев.

В отделе было создано подразделение 911 «Научных комплексов ближних космических аппаратов», которому было поручено участие в разработке и техническом сопровождении комплексов научной аппаратуры для спутников серии «Интеркосмос». Руководителями подразделения 911 (с 01.12.1986 — лаборатории 711) в разные годы были Г. И. Терехин и Е. Г. Панков.

Подразделение наше в те годы было совсем молодым, средний возраст сотрудников был около тридцати лет. Костяк его составляли Рябова А. Д., Лягин П. И., Фомина И. П., Стешин И. А., Тюрин Ю. А., Лякишев В. Г., Козлов И. В., которые наравне с ведущим по проекту, помогали руководителю и участвовали во всех работах.

Заниматься космическим приборостроением было в ту пору интересно и престижно, все относились к работе с большой ответственностью. Но надо отметить, что не только работа объединяла и цементировала наш коллектив, но и совместные поездки на овощные базы и в подшефный совхоз «Виноградовский» по разнарядке райкома партии. Мы были молоды, полны энтузиазма и всё успевали: на работе, в семье, на сельскохозяйственных работах.

Основным направлением нашей работы в те годы стала подготовка, наземные испытания, запуск и управление комплексами научной аппаратуры, которые устанавливались на спутниках серии «Интеркосмос» на базе автоматических универсальных орбитальных станций разработки КБ «Южное».

Предугадывать будущее развитие космической техники в те годы было не просто из-за режима секретности. Но, тем не менее, при подготовке к пуску первых, сравнительно простых КА «Интеркосмос», учёные, инженеры и конструкторы уже задумывались о больших космических аппаратах, которые могли бы вывести в космос не три-четыре научных прибора, а десятки.

После тщательного анализа и проработки, конструкторами КБ «Южное» было предложено две модификации нового многоцелевого космического аппарата — ав-

томатической универсальной орбитальной станции с ориентацией на Землю (АУОС-3) и на Солнце (АУОС-СМ). Станции стали базовыми платформами для создания в дальнейшем целевых исследовательских аппаратов по программе ИНТЕРКОСМОС путём оснащения их соответствующими бортовыми комплексами научной аппаратуры.

И вот, наконец, в международном сотрудничестве ученых социалистических стран произошло событие (запуск «Интеркосмос-15», 19.06.1976 года), которое положило начало эпохи автоматических универсальных орбитальных станций. Появление на практике таких станций стало новым этапом сотрудничества учёных стран СЭВ<sup>1</sup>.

Конструкция спутников на базе АУОС в общем виде состояла из герметичного цилиндрического корпуса, выполненного из алюминиевого сплава, и двух полусферических днищ. Научная аппаратура размещалась в верхней полусфере, в цилиндрическом отсеке располагалась служебная аппаратура, а в нижней полусфере находились системы энергопитания. На поверхности цилиндрической части спутника крепились панели солнечных батарей, блоки солнечных датчиков, исполнительные органы системы ориентации и антенно-фидерные устройства. Датчики научной аппаратуры располагались снаружи на верхней полусфере спутника или снаружи цилиндрической части корпуса на специальных штангах.

Для испытаний комплексов научной аппаратуры (КНА) на спутниках «Интеркосмос» — АУОС в ИКИ АН СССР была создана база на контрольно-испытательной станции, куда под каждый новый спутник КБ «Южное» поставляло полусферическую приборную раму с комплектом бортовых кабелей. Специалисты КБ помогали нам устанавливать на неё научные приборы, соединять их кабелями и приступать к первым комплексным испытаниям. В этих работах активное участие принимали следующие сотрудники ИКИ ИКИ: Бородкин А. М., Баранова Г. Е., Лазарев В. И. и другие.

Говоря о спутниках серии «Интеркосмос» на базе АУОС, нельзя не вспомнить замечательных людей и настоящих друзей из КБ «Южное», с которыми мы проработали бок о бок не один год и в ИКИ, и на заводе «Южмаш»<sup>2</sup>, и на космодроме «Плесецк». С уважением и теплотой мы вспоминаем И. С. Игдалову, А. А. Карапетьянца, И. М. Марусея, В. С. Володина, Л. В. Нисветову. Неутомимую труженицу (муж, дочка и ещё такая работа!) — Людмилу Нисветову, хочется отметить отдельно. Она участвовала во всех проектах, была ответственной за электрические испытания КНА на всех этапах. В шутку французские специалисты советско-французского проекта АРКАД-3 называли её «мадам-циклограмм». Людмила ходила по испытательному залу с огромным альбомом длиной в три листа А4 подмышкой — «Инструкция по комплексным испытаниям НА в составе объектов АУОС». Всегда под рукой!

За годы существования программы ИНТЕРКОСМОС практическая работа со спутниками данной серии дала возможность коллективам научных институтов многих социалистических стран приобрести большой опыт по разработке и созданию космической научной аппаратуры, а также отработать принципы обработки и интерпретации полученной с борта спутника научной информации.

---

<sup>1</sup> СЭВ — Совет экономической взаимопомощи (Comecon — The Council for Mutual Economic Assistance).

<sup>2</sup> «Южмаш» — Производственное объединение «Южный машиностроительный завод им. А. М. Макарова».

Однако тут необходимо отметить, что в те годы вся телеметрическая информация, поступавшая со спутников, принималась и первично обрабатывалась лишь на территории нашей страны, так как на борту «Интеркосмос» стояли телеметрические системы передачи информации, используемые в нашей национальной космической программе. Это не всегда было удобно, поскольку получение научной информации с какого-нибудь отдалённого наземного измерительного пункта (НИП) Министерства обороны и передача её зарубежным коллегам могла затянуться на несколько недель.

Как бы предвидя эту ситуацию в будущем, ещё в 1968 году представители нескольких социалистических стран в рабочей группе «Космическая физика», сотрудничающих в рамках ИНТЕРКОСМОС, предложили рассмотреть возможность создания телеметрических средств для передачи научной информации со спутников на наземные приёмные пункты (НПП) на территориях социалистических стран при проведении совместных космических экспериментов.

В 1969 году специалисты ВНР, ГДР, СССР и ЧССР представили свои варианты построения международной телеметрической системы и отдельных её устройств. Разработка телеметрической системы преследовала следующие цели:

- осуществление приёма научной информации со спутников серии «Интеркосмос» на территории участвующих стран в международном диапазоне радиочастот;
- распределение усилий по обработке получаемой со спутников научной информации между участниками космических экспериментов и сокращение сроков получения информации;
- развитие сотрудничества в области космического приборостроения путём создания конкретных приборов и систем;
- развитие и совершенствование навыков коллективной разработки телеметрических систем специалистами социалистических стран и обмен опытом.

По общей договорённости, наземные средства приёма телеметрической информации использовались или разрабатывались каждой страной самостоятельно по общим техническим требованиям. Позднее разрабатываемая телеметрическая система получила название — единая телеметрическая международная система (ЕТМС).

Разработанная специалистами Венгрии, ГДР, Польши, СССР и Чехословакии система ЕТМС, которая стала в дальнейшем прототипом будущих бортовых систем сбора научной информации (ССПИ<sup>1</sup>, СТО<sup>2</sup>, ССНИ<sup>3</sup> и т.д.), была впервые испытана на борту спутника «Интеркосмос-15» в июне 1976 года. Полёт этого спутника был испытательным не только в части системы ЕТМС, установленной на его борту, но и в части испытаний самой АУОС.

Созданная ЕТМС позволила впервые обеспечить приём научной информации с борта спутника «Интеркосмос» на наземных приёмных пунктах, расположенных на территориях социалистических стран, участвующих в совместных космических экспериментах в околоземном пространстве. Первые наземные приёмные пункты были соз-

---

<sup>1</sup> ССПИ — система сбора и передачи информации.

<sup>2</sup> СТО — система технического обеспечения.

<sup>3</sup> ССНИ — система сбора научной информации.

даны сначала в Венгрии, ГДР, СССР и Чехословакии, позже приёмные пункты появились в Болгарии и на Кубе. После успешного испытания ЕТМС на борту «Интеркосмос-15», система была улучшена и в дальнейшем установлена на «Интеркосмос-18 и -19», где рекомендовала себя только с положительной стороны.

Позднее, кооперация, сложившаяся в ходе разработки и изготовления системы ЕТМС, приступила к созданию экспериментальной телеметрической системы ССПИ, предназначенной для сбора с помощью спутника научной информации с наземных платформ и морских буёв, расположенных в различных районах земного шара. На запущенных, соответственно, 01.11.1979 и 06.02.1981 годов космических аппаратах «Интеркосмос-20 и -21» были проведены лётные испытания ССПИ и отработана идеология и концепция построения такого рода систем. В ходе лётных испытаний были проверены все режимы работы ССПИ, включающие поиск буёв, входение с ними в связь, сбор и запоминание информации на борту космического аппарата и её последующий сброс на НПП для дальнейшей обработки и интерпретации.

Программа работы космических аппаратов была увязана с подспутниковыми измерениями, которые по программе Морского гидрофизического института АН УССР проводились на их научно-исследовательских судах (НИС) в различных районах мирового океана. Кстати на одном из этих судов (НИС «Михаил Ломоносов») была размещена приёмная станция ССПИ, которую в ходе морских экспедиций обслуживали сотрудники нашей лаборатории (Лягин П. И., Козлов И. В., Шешин И. А., Скородумов В. Н.).

На смену ЕТМС в 1989 году пришла система СТО, которая в отличие от ЕТМС включила в себя и командную радиолинию (КРЛ). Наличие собственной КРЛ в составе СТО позволила учёным социалистических стран не только самим управлять работой своих научных приборов, но также планировать и осуществлять сбросы телеметрической информации на НПП своих стран.

Испытания системы СТО были успешно проведены на борту спутников «Интеркосмос-24 и -25» в 1989 и 1991 годах соответственно. Для СТО как и в случае ЕТМС и ССПИ наша лаборатория разрабатывала в кооперации с ОКБ ИКИ<sup>1</sup> (Фрунзе, ныне Бишкек) блок управления и соединений (БУС), а также КИА<sup>2</sup> для автономных и комплексных испытаний указанных телеметрических систем. Разработчиками БУС в разное время были Рябова А. Д., Фомина И. П., Лягин П. И., Лякишев В. Г., Тюрин Ю. А., Козлов И. В.

Помимо разработки блоков БУС и КИА, сотрудники нашей лаборатории разрабатывали эксплуатационную документацию, как на бортовые телеметрические системы, так и на комплекс научной аппаратуры в целом. Они также организовывали и обеспечивали проведение всех наземных испытаний научной аппаратуры, то есть фактически являлись ведущими по комплексам научной аппаратуры, которые устанавливались практически на все спутники серии «Интеркосмос» (АУОС).

Следует отметить титаническую работу Шпагиной Т. Л., которая печатала всю текстовую документацию сначала на машинке Optima, а затем перешла на компьютеры, когда они появились. Она же занималась её оформлением. Каждый раз после запуска очередного космического аппарата наши ведущие специалисты по тому или иному КА «Интеркосмос» выезжали для оперативной оценки поступающей телеметрической информации с борта спутника на НИП Министерства обороны.

<sup>1</sup> ОКБ ИКИ — Особое конструкторское бюро ИКИ АН СССР.

<sup>2</sup> КИА — контрольно-измерительная аппаратура.

Не останавливаясь на технических и организационных вопросах, которые постоянно возникали в ходе работ по созданию бортовых телеметрических систем, встреч и проводов иностранных специалистов, испытаний в ИКИ, на заводе «Южмаш» и в МИК<sup>1</sup> на космодроме «Плесецк», хочется отметить творческую и товарищескую обстановку, которая существовала вокруг. Периодически возникавшие в ходе работ трудности и проблемы практически всегда решались быстро и оперативно на фоне дружеской взаимной поддержки и взаимопонимания.

С 1976 по 1994 год сотрудники ИКИ Лякишев В. Г., Фомина И. П., Рябова А. Д., Тюрин Ю. А., Козлов И. В. и Лягин П. И. принимали участие в изготовлении и были ведущими по отработке КНА для космических аппаратов серии «Интеркосмос» (-15, -17...-21, -24, -25), а так же «КОРОНАС-И»<sup>2</sup> и «Ореол-3» проектов ЭЛЛИПС, МАГИК (MAGIC), ИОНОЗОНД, ОКЕАН-1, ОКЕАН-2, АРКАД-3, АКТИВНЫЙ («Интеркосмос-24»), АПЭКС («Интеркосмос-25»), КОРОНАС.

Специалисты (от промышленности, институтов академии наук, высших учебных заведений), участники этих проектов были отмечены правительственными наградами, которые были вручены в Георгиевском зале Кремля 8 декабря 1981 года.

Далее приводятся некоторые фотографии тех лет, когда спутники серии «Интеркосмос» запускались чуть ли не каждый год, а все мы чувствовали, что совместно с коллегами из социалистических стран занимаемся большим и очень нужным нашим странам делом.



У истоков ЕТМС (СТО) на спутниках АУОС. Специалисты ИКИ, ГДР, Польши и Чехословакии, Москва, ноябрь 1972 года

<sup>1</sup> МИК — монтажно-испытательный корпус.

<sup>2</sup> КОРОНАС — Комплексные Орбитальные Околосолнечные Наблюдения Активности Солнца.

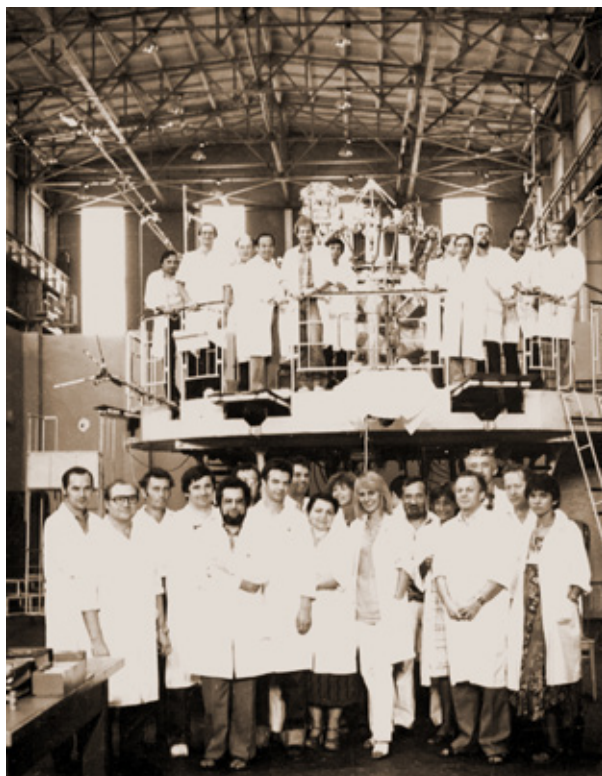




Город Мирный. Перед запуском КА «Интеркосмос-19», 1979 год



Групповое фото участников программы ИНТЕРКОСМОС в Георгиевском зале в Кремле, 8 декабря 1981 года



Отработка КНА «Аркад-3» на КА «Ореол-3». Капустин Яр, июль 1981 года



Участки международного эксперимента ОКЕАН на борту НИС «Михаил Ломоносов», 1981 год



Заключительные операции на технологическом образце  
КА «Интеркосмос-24», космодром Плесецк, 1988 год

## КАК ЭТО БЫЛО...

*В. М. Ратнер*

## НАЧАЛО

Родился я 23 апреля 1922 года в Москве в семье демобилизованного военнослужащего Ратнера

Михаила Павловича, служившего в 10-й армии под командованием С. М. Кирова. Это было время становления страны после многих лет военной разрухи и новой экономической политики (НЭП).

16 августа 1927 года я потерял мать, Софью Иосифовну, которая скончалась от брюшного тифа в возрасте 26 лет. Дед Павел отвёз меня, пятилетнего, на воспитание к своим хорошим знакомым под Одессу в немецкое село Люстдорф в большую крестьянскую семью Фольмер.

Дело в том, что мои дедушка и бабушка больше пяти лет прожили в Германии, где дедушка представлял интересы русской шоколадной фабрики «Енем». Он проникся глубоким уважением к немцам, к Германии и очень много рассказывал мне об этой стране.

В Люстдорфе воспитание велось исключительно на немецком языке, поскольку он был родным для семьи Фольмер. Естественно, живя одной жизнью с этой семьёй, я впитывал немецкие обычаи и традиции, знакомился с фольклором, здесь я чувствовал себя уютно и защищённо.

В этой семье я прожил три года, после чего меня забрал в Москву отец. Я поступил в первый класс знаменитой теперь московской школы у Никитских ворот.

Так случилось, что в одном классе со мной учился и сын «вождя всех народов» Василий Сталин, имевший в школе прозвище «Васька Рыжий». Когда же мы перешли в пятый класс, в школу привели и сестру Василия, Светлану — она стала первоклассницей.

В 1932 году отец женился на дочери старшей сестры моей матери, совсем молодой женщине, приехавшей из Киева в Москву на учёбу в институт. Отношения с молодой мачехой, несмотря на родство, не сложились, и к четвёртому году совместного сосуществования закончились взрывом. Во время очередной ссоры, когда отец был в командировке, я выстрелил в неё из отцовского именного нагана. Результатом этого конфликта стало для меня четырёхлетнее пребывание в школе-колонии им. С. Т. Шацкого под Москвой на станции Обнинское (ныне город Обнинск Калужской области).

Годы, проведённые в школе-колонии, не прошли даром. Они заложили во мне основные представления о том, как надо жить и работать в коллективе и, конечно же, дали многочисленные трудовые навыки, которые оченьгодились, когда я в 1939 году поступил в Высшее военно-морское училище им. Ф. Э. Дзержинского и во время Великой Отечественной войны. Учёба должна была длиться четыре года, в течение которых мы, молодые курсанты, обязаны были приобрести солидные знания по многочисленным специальным предметам, необходимые флотскому офицеру, а также физике, математике, механике и иностранному языку.

Но 22 июня 1941 года началась война. Обучение в училище было досрочно закончено 1 августа 1941 года. Каждый из нас получил звание «младший техник-лейтенант» и был направлен на флот для дальнейшего прохождения службы.

Я, в числе двенадцати выпускников, вошёл в группу, которая должна была проходить практику на учебной базе подводных лодок в городе Луге Ленинградской области. Но прежде предстояло получить сами лодки, которые строились на Сормовском заводе под городом Горьким.

Шестого сентября наша группа прибыла в город Синельниково и затем в пешем строю ещё 17 суток добирались до известных на всю страну Гороховецких лагерей. Дело в том, что поезда в это время шли только в сторону фронта, на Запад и в Ленинград. В тыл же двигались санитарные эшелоны. К тому же питание мы должны были получать на железнодорожных станциях в комендатурах, и нам пришлось двигаться вдоль железной дороги. Так мы в полном составе и прибыли в Гороховец 21 сентября.

Уже на следующий день началась наша учёба (а точнее — работа) на верфях. Здесь заканчивалась подготовка к спуску подводных лодок, которые уже следующей весной, в период большой воды, должны были, пройдя через системы Волго-Балтийского и Беломорско-Балтийского каналов, попасть на Северный флот.

Осень наступила рано. По Волге уже шла шуга, всё говорило о близости суровой зимы.

Расположились мы в летнем лагере, не приспособленном для зимнего проживания. Спали, не раздеваясь. На всю казарму была одна печка-буржуйка, она не могла протопить насквозь продуваемое помещение.

Постепенно мы начали привыкать к новым условиям, налаживать привычный флотский быт. Однако 10 ноября я совершенно неожиданно получил назначение в одну из частей бомбардировочной авиации. Часть эта располагалась в Горьком и входила в состав 16-й воздушной армии, которой командовал генерал-полковник С. И. Руденко. И с этого момента началась новая страница моей жизни, связанная уже с авиацией.

## **ВОЕННОЕ ЛИХОЛЕТЬЕ**

Сначала мы базировались на аэродроме в Горьком, затем — в Щёлково, под Москвой. Потом были аэродромы Смоленска, Брянска, Минска, Быдгоша, Познани и Щецина в Польше. Последним стал военный аэродром в Берлине.

Надо честно сказать, что в бытовом отношении наша жизнь на двух первых аэродромах по фронтовым меркам была просто шикарной: мы располагались в благоустроенных казармах Московского военного округа. Начиная со Смоленского аэродрома всё стало по-другому: жили в землянках, выкопанных рядом с посадочными полосами.

Самолёты нашей части уходили на задания, как правило, перед заходом солнца, с таким расчётом, чтобы попасть в район бомбометания в тёмное время суток и вернуться на базу к рассвету.

Мы встречали вернувшиеся машины и, как только они заруливали на стоянки, укрывали их маскировочными сетками и начинали осматривать, делали заявки на запчасти и необходимый ремонт, выслушивали заявления лётчиков о дефектах, выявленных в полёте, выполняли необходимые регулировки и регламентные работы. Всё это, понятно, в любую погоду, при любом морозе и ветре, когда руки примерзали к металлу, физически самой трудной работой была подвеска бомб, когда мы выматывались до последней степени.

Вечером машины снова уходили на задание и начиналось самое ужасное, что невозможно передать никакими словами, — ожидание. Это великолепно показано в кинофильме «В бой идут одни старики».

Время ожидания зависело от оперативного задания, которое получала вылетевшая группа, и могло длиться до полусуток. Привыкнуть к ожиданию было невозможно.



Нельзя не вспомнить о немецкой педантичности, которая в полной мере проявилась в первый период военных действий, вплоть до Сталинградской операции. Регулярные, с точностью до минуты (хоть часы проверь!) бомбёжки наших базовых аэродромов наносили нам ощутимые удары - потери в боевых машинах на земле были значительными.

После Сталинградской битвы немецкая авиация потеряла превосходство в воздухе, изменился сам «настрой на войну», и немцам стало не до педантизма. К тому же и наша авиация сильно изменилась. Фронт получил новые машины с очень хорошими боевыми качествами, превосходящие машины немецкого люфтваффе. Это были «Яки» и «Лавочкины» отечественного производства, а также английские «Спит-фаеры» и американские «Аэрокобры», поступавшие по ленд-лизу. Не последнее значение имел и тот факт, что после Сталинградской битвы советские лётчики уже не оборонялись, а сражались за Победу, в которой теперь никто не сомневался.

Перед началом Берлинской операции местом базирования нашей части стал аэродром в польском городе Щецин. 2 мая 1945 года подразделение обслуживающего персонала перебазировалось на взлётную площадку поближе к границе с Германией, поскольку стало известно, что с часу на час нам предстоит перелететь на Адлерсхофский аэродром, расположенный уже непосредственно в восточной части Берлина. Вскоре такой приказ поступил.

Перебазирование осуществлялось на двух транспортных самолётах. Моя группа шла во втором эшелоне. Машины были здорово перегружены запасными частями и специальными смазочными материалами. Чтобы облегчить работу пилотов, приняли решение максимально слить горючее, оставив его всего на 2,5 часа полёта. Это решение оказалось верным.

И вот под крыльями нашего старенького транспортного Ли-2, ставшего за пять лет родным, поверженная Германия и яркое зелёное пятно Адлерсхофского аэродрома. На этом аэродроме располагался DVL — Центральный научно-исследовательский центр военно-воздушных сил Рейха.

Перед перебазированием я и ребята из моей группы переоделись во всё лучшее, что у нас было. Но не успели мы зарулить на отведённую стоянку, как пришёл приказ приступить к обслуживанию машин, идущих на посадку.

Их было столько, что над аэродромом буквально не было видно неба. В воздухе стояло марево от распылённого несгоревшего топлива, остававшегося за каждым взлетающим или садящимся самолётом, а они шли один за другим, и им не было конца. Казалось, будто в воздухе вращаются крылья гигантской фантастической мельницы.

Машины садились лишь для того, чтобы заполнить баки горючим и подвесить бомбы, и сразу уходили на взлёт. Шла заключительная фаза Берлинской операции, подводившая черту четырём с лишним годам войны. На нашу команду легла самая безумная нагрузка, какую только можно было вообразить. Вскоре от новенького обмундирования осталось промасленное, воняющее керосином и маслом тряпье.

И наступило, наконец, долгожданное утро 9 мая 1945 года. Светлое чистое небо над аэродромом, абсолютно тихо. Тишина такая, что от неё болят уши. Мы уже ото спались — впервые за последние трое суток. Вскоре стало известно, что в берлинском районе Карлсхорст командующими вооружённых сил стран антигитлеровской коалиции подписан протокол о безоговорочной капитуляции Германии.

## НОВОЕ ВРЕМЯ. НОВЫЕ ЗАДАЧИ

В послевоенном Берлине начался новый этап моей жизни. Я был откомандирован в состав группы советских специалистов по ракетной технике во главе с Сергеем Королёвым и Борисом Чертоком, прилетевшими из Москвы. Поскольку особых заслуг я за собой не числил, в решении командования сыграло роль, вероятно, моё знание немецкого языка и, может быть, ещё знание авиации.

Новые руководители, как теперь принято говорить, «ввели нас в курс дела», которое показалось мне чрезвычайно интересным. настолько интересным, что даже мысли о демобилизации и предстоящей гражданской жизни как-то отошли на второй план.

Нам рассказали, что ещё до начала Второй мировой войны во многих развитых странах, таких как Германия, Англия и США, велись работы по ракетной технике. В ходе войны практически во всех армиях мира появились ракетные установки. Начиная с 1942 года руководство нацистской Германии взяло курс на достижение технического превосходства над странами антигитлеровской коалиции. К июлю 1942 года были определены основные лётно-технические данные одного из образцов самолёта-снаряда Fi-103 «Вишнёвая косточка». Первый обстрел Лондона такими самолётами-снарядами состоялся в ночь с 12 на 13 июня 1944 года, о чём немецкое радио сообщило 25 июня. Новое оружие получило название V-1 — «Оружие возмездия-1» — с дальностью стрельбы до 500 км. В дальнейшем на заводах Германии было развёрнуто производство V-2 — «Оружия возмездия-2». По Англии было выпущено 4520 ракетных снарядов.

Что касается Советского Союза, то у нас серьёзные работы по созданию ракетного оружия дальнего действия начались лишь с 1944 года. Хотя о реактивных установках «Катюша» мы, конечно, знали давно.

Задача нашей группы состояла в том, чтобы собирать материалы, имевшие отношение к секретным разработкам немецких специалистов в ракетной области. Группа С. П. Королёва двигалась в железнодорожном составе вслед за американскими войсками, отходившими за установленную демаркационную линию. Вскоре стало ясно, что мы приблизились к городу Нордхаузен, где располагались подземный завод «Дора» и концентрационный лагерь смерти, поставлявший рабочую силу для этого завода. Это был один из главных центров, на котором создавалось «Оружие возмездия». Руководил центром Вернер фон Браун. Вместе с группой ведущих специалистов немецкого ракетостроения, создателей ракетных комплексов V-1 и V-2, фон Браун был вывезен американскими спецслужбами в США, где в дальнейшем принял активное участие в работах по созданию нового поколения американских ракетных комплексов.

20 мая 1945 года инженер-полковник Вайсблат, командир нашего подразделения, выдал мне предписание явиться в распоряжение инженер-майора Бориса Чертока.

Группа, в состав которой я вошёл, состояла из 284 человек и размещалась в населённом пункте Пенемюнде на берегу Балтийского моря — в одном из центров ракетостроения немецкого вермахта, освобождённом частями Красной Армии 4 мая 1945 года.

Руководством группы советских специалистов была разработана детальная программа, которая должна была обеспечить в кратчайшие сроки сбор данных о производстве ракет типа A4/V-2. Программа получила кодовое название ОСОВАИАХИМ<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> ОСОВАИАХИМ — Общество содействия обороне, авиационному и химическому строительству.

Борис Черток и его заместитель по руководству группой инженер-майор Александр Исаев поставили мне задачу участвовать вместе с немецкими рабочими в маркировке и упаковке имущества, подлежащего отгрузке в СССР. Этим же я занимался и в группе Сергея Королёва, для чего периодически приходилось выезжать в Нордхаузен.

Как вскоре стало ясным, большинство испытательных стендов, производственных цехов, мастерских и лабораторий в Пенемюнде пострадало от бомбёжек далеко не так сильно, как предполагали вначале. Вот только от ракет V-2, в которых мы были особенно заинтересованы, не осталось и следа. Только на территории военно-воздушного базы в Пенемюнде-Вест нашлись остатки арсенала V-1.

Начали с того, что составили чрезвычайно чёткие и подробные чертежи всех цехов, производственных помещений, лабораторий, испытательных стендов — и лишь после этого стали демонтировать установки и приборы.

Среди местного населения скоро распространились слухи о том, что русские, якобы, намерены восстановить Пенемюнде (в строгом соответствии с оригиналом) в Сибири, чтобы быстрее освоить собственное производство ракет с немецким ноу-хау. В какой-то степени это соответствовало действительности. В Москве ещё задолго до окончания войны стали интенсивно готовиться перенимать технические решения и немецкий опыт строительства ракет дальнего действия. Все крупные специалисты испытательного ракетного НИИ-1 получили соответствующие офицерские звания и были откомандированы на фронт. Их задача состояла в том, чтобы отлавливать всю информацию, касающуюся ракетного производства, изымать образцы такой техники и всю документацию.

Спустя какое-то время основной интерес московских специалистов по ракетной технике сместился с Пенемюнде на Нордхаузен в Тюрингии. Отсюда только что ушли американские войска. И именно здесь, а не в Пенемюнде, началась операция советской тайной службы, получившая название «ОСОАВИАХИМ» — аналог американской операции «Пэпер-клип».

5 июля 1945 года, через один день после ухода американцев из Тюрингии, советские специалисты по ракетной технике прибыли в Нордхаузен. Для размещения служебных помещений они выбрали город Бляйхероде. С этого момента Борис Черток и его коллега Александр Исаев стали заниматься в меньшей мере самолётостроением, а в большей всем тем, что относилось к производству ракет и что не успели вывезти американцы. Прежде всего, составлялся перечень всех оставшихся деталей производства и осуществлялись демонтаж и разборка немногих оставшихся ракет типа V-2, готовых к применению.

По сути, без согласования с Москвой, они основали на месте институт РАБЕ («ворон») по строительству ракет, который должен был послужить, прежде всего, сохранению немецких ноу-хау для их использования в отечественных разработках ракет дальнего действия. Черток сам назначил себя директором института и стал приглашать на работу ведущих специалистов, которые остались в Германии. Местом жительства он случайно или намеренно (скорее — второе) выбрал виллу, на которой ранее жил Вернер фон Браун.

Хотя институт РАБЕ по понятным причинам был «закрытым», каждый день туда приходило всё больше специалистов, которые до этого работали в авиационной промышленности Германии или в области разработок ракет. Для многих из них главным



была не перспектива устроиться на работу и получать за неё вознаграждение, а просто-напросто гарантированное снабжение продуктами питания. По согласованию с военной администрацией немецкая группа, которая вскоре выросла до 200 человек, снабжалась мукой, белым хлебом, сливочным маслом и салом, — а на сало, как говорится, «ловятся мыши». Этому опыту последовали и американцы в баварском городе Ландсхуте. Там в то же самое время семьям бывших сотрудников центра в Пенемюнде предоставлялась привилегия делать покупки в магазине, предназначенном для снабжения оккупационных властей.

Уже месяц спустя, в конце июля 1945 года, в южном Гарце полным ходом началась подготовка к воссозданию производства ракет типа V-2. В Клайнбодунгене, недалеко от Бляйхероде, перестраивался завод по ремонту, на котором проверялись и готовились к сборке не вывезенные американцами остатки ракет A4. Рядом с каждым советским военным инженером непременно работал немецкий специалист. Привлечение всё новых инженеров и учёных-ракетчиков к работам осуществлялось без проблем, поскольку в окрестных гостиницах и пансионах жили около трёхсот эвакуированных из Пенемюнде специалистов со своими семьями. Все они имели соответствующее документальное подтверждение своей прошлой деятельности.

Там исполняющий обязанности директора д-р Эрнст Штайнхофф увольняющимся специалистам по ракетной технике выдавал свидетельства, в которых была чётко названа приобретённая ими в Пенемюнде техническая квалификация.

Инженеру Лео Шлюсселю из Фрайбурга, например, было выдано свидетельство, в котором говорилось о том, что он с 1941 года занимался «подготовкой сбрасывания испытательных предметов и их сбрасыванием» и что он лучшим образом сотрудничал с «испытательной группой свободных полётов больших ракет дальнего следования».

Директор Штайнхофф всегда желал своим прежним сотрудникам «всего хорошего в дальнейшей профессиональной карьере», как будто он был абсолютно уверен в том, что они вскоре смогут применить свой профессиональный опыт в области военной техники на американской или на советской стороне.

В институте РАБЕ привлечением и переманиванием из других оккупационных зон высококвалифицированных немецких специалистов по поручению Чертока занимался старший лейтенант Василий Харчев, выпускник Академии военно-воздушных сил в Москве. Любопытно, что такой агитацией в нашу пользу занимался не только никому не известный младший офицер (ему это вменялось служебными обязанностями), но и всемирно известный учёный Альберт Эйнштейн: ещё в 1946 году он советовал своим немецким коллегам подавать заявления о приёме на работу в СССР начальнику Советской военной администрации Василию Соколовскому.

Старания советской стороны оказались успешными. Среди многочисленных учёных и инженеров, которые в те времена добровольно перешли на нашу сторону, были дипломированный инженер Хельмут Грёттруп, который «как одержимый ракетчик с богатым опытом и умением» в Пенемюнде работал ассистентом у д-ра Эрнста Штайнхоффа; специалист по аэродинамике д-р Вернер Альбринг и специалист по гироскопам д-р Курт Магнус из Гёттингенского университета.

По всей вероятности, их решение пойти на долгосрочное сотрудничество с советскими властями опиралось на самые различные мотивы. Политических симпатий, однако, ни в одном из этих случаев не существовало. Скорее всего, соблазнительным

был шанс сразу и на месте в наилучших условиях, продолжить деятельность в узкоспециализированной области исследований. Очевидно, военная конечная цель их деятельности учёным, которым тогда было едва за тридцать лет, не казалась нравственно неприемлемой, тем более что большинство из них уже на протяжении нескольких лет выполняли исследовательские задачи для немецкой военной промышленности.

Генерал-майор Лев Гайдуков, начальник чрезвычайной технической комиссии, предлагал им гарантированное рабочее место в сфере ракетных исследований в Германии. Вместо военного плена или лагеря им обещали, как и их коллегам, которые перешли к американцам, немедленное продолжение карьеры в качестве учёных. Это означало — не только лаборатории, разработки, испытательные и производственные устройства, но и квартиры, специальное снабжение продуктами питания, в том числе и для семьи, и, не в последнюю очередь, высокую зарплату.

К осени 1945 года основная советская команда в Бляйхероде значительно увеличилась. Специалисты самых разных направлений включались в неё либо путём откомандирования из оккупационных войск, либо по переводу из московских научно-исследовательских институтов. В их числе были и многие будущие главные конструкторы советской ракетостроительной промышленности: В. Кузнецов, В. Мишин, Н. Пилюгин, М. Рязанский. Все они были одеты в военную форму, хотя сами чувствовали себя глубоко гражданскими «технарями».

Так как вскоре выяснилось, что не хватает значительной части технической документации, касающейся конструкции и производства ракет типа V-2, В. Мишин начал её систематические поиски в других странах, оккупированных Германией в период войны, и, в конце концов, кое-что нашёл в Чехословакии.

С помощью немецких инженеров разбирали всё, до самой маленькой детали, проверяли принцип работы каждого узла и составляли новые чертежи. Чем больше работа продвигалась вперёд, тем сильнее возрастала заинтересованность Москвы. Участились всевозможные проверки, в том числе с участием военных самого высокого ранга.

Вслед за комиссией, которую возглавлял заместитель министра обороны Рябинов, вскоре последовала другая, которой руководил 37-летний генерал-полковник Дмитрий Устинов. Забегая вперёд, отметим, что позже, после долгих лет партийной и военной службы, этот человек станет одним из самых влиятельных государственных деятелей Советского Союза. Будучи подкованным технически, обладая великолепной интуицией, высочайшей работоспособностью, он, занимая пост министра обороны, умел увязывать интересы своего ведомства с государственной политикой, направлять оборонную промышленность в нужное русло и жёстко реализовывать все свои идеи, подчиняя их интересам партии и народа.

Устинов моментально понял, что институт Чертока по ракетостроению (РАБЕ) не соответствует масштабам важности проблемы. Воссоздать всего лишь производство V-2 по немецкому образцу — этого было недостаточно. Дмитрий Фёдорович безошибочно оценил перспективность идеи и нащупал главное: используя немецкие разработки, советское ракетостроение в состоянии совершить «прыжок через время».

Первым шагом в этом направлении стал тут же созданный институт «Нордхаузен», которому РАБЕ был подчинён как филиал, занимающийся разработкой систем управления. Генерал-майор Лев Гайдуков, который до этого занимался ракетами типа «Катюша», стал директором института и основное внимание сосредоточил на рекон-

струкции, дальнейшем развитии производства и испытаниях V-2. При этом он, кроме предприятий в Тюрингии, подключил к этой теме берлинские и пенемюндские учреждения в советской оккупационной зоне.

Заместителем и главным инженером у Гайдукова стал Сергей Королёв, который, таким образом (впервые после шести лет заключения в лагере) получил возможность занимать ответственную должность и выполнять работы в сфере ракетных исследований. В период между осенью 1945 года и весной 1946 года чрезвычайная техническая комиссия создала так называемый центральный завод на севере Тюрингии, в котором были объединены прежние испытательные и производственные учреждения «среднего завода» и учреждений-правопреемников Пенемюнде. В октябре 1946 года тут снова работало более 5000 немецких специалистов. Руководил этим предприятием в качестве генерального директора Хельмут Грёттруп.

К многочисленным причастным к этой работе учреждениям относилось, например, «Совместное советско-германское конструкторское бюро» на бывшем Рейнском металлургическом заводе в городе Зёммерде. Пенемюндские инженеры, конструкторы, химики и физики восстанавливали по памяти инструкции, протоколы и технологические карты производственных процессов. Результаты сравнивались с данными технического бюро и пенемюндской чрезвычайной комиссии, и, таким образом, пробелов в сумме документов по реконструкции V-2 становилось всё меньше и меньше.

В то же время на разных отдельных предприятиях «Центрального завода» уже началось производство, заключались договоры с предприятиями-поставщиками в советской оккупационной зоне, а оплачивались эти заказы в основном поставками продуктов питания.

Вагоностроительному заводу в Аммендорфе даже заказали специально оборудованный поезд, в котором размещался полноценный мобильный институт по исследованию ракет с лабораториями и мастерскими. Советская сторона была особо заинтересована в дальнейшем развитии старого пенемюндского проекта двухступенчатой ракеты типа A9/A10, который существовал только в чертежах (эта ракета планировалась рейхом для нанесения ударов по объектам непосредственно на территории Америки). При этом особое внимание уделялось дистанционному управлению полётом ракеты.

Осенью 1946 года на так называемом советско-германском центральном заводе начали монтировать сегменты ракет из первых реконструированных приборов и деталей конструкции. Однако вскоре советская сторона перенесла сроки окончания всех работ. Затем были отменены отпуска. Никто не догадывался, что всё это — лишь предлюдия предстоящих грозных событий.

Между тем ещё за полгода до этого, 13 мая, в обстановке строжайшей секретности в Москве было принято решение не продолжать производство ракет в Германии, а перевезти тщательно отобранных специалистов и оборудование в СССР.

20 октября 1946 года немецкие и советские специалисты обсуждали свои дальнейшие планы, касающиеся центрального завода. Хельмут Грёттруп только в 22 часа закончил совещание. Так как генерал Гайдуков после этого пригласил всех на дружеский ужин в ресторан «Япония», день подошёл к концу с большим количеством водки и искренними тостами за сотрудничество между русскими и немцами.

Тем временем полным ходом шла подготовка секретных служб к предстоящей эвакуации центрального завода. Генерал НКВД Иван Серов, который после 1954 года

стал руководителем всего КГБ, уже за несколько недель до этого приказал проверить возможности использования всех 5000 немецких специалистов, которые работали для советской военной промышленности, и определил узкий круг особо нужных лиц.

Поиск, конечно же, распространялся и на учреждения в Пенемюнде. Поскольку и советские специалисты, и военные обладали только небольшой информацией о предстоящей операции, неожиданный удар в ночь на 21 октября был нанесён обеим сторонам. Генерал тайной службы Серов, который во время войны отвечал как за контрразведку СМЕРШ («Смерть шпионам!»), так и за диверсии и разведку в тылу врага, и после войны остался верен своим методам. Он привлёк к выполнению задачи оперативные группы, привыкшие действовать жёстко и быстро.

Имея на руках списки имён и адреса, в которых были перечислены и члены семей востребованных лиц, они начали операцию ранним утром между 3:00 и 5:00 часами. Первым делом растерявшихся немецких учёных и инженеров принудили подписать заявление о том, что они согласны впредь продолжать свою работу в СССР. За этим последовал приказ об их немедленном вывозе. Каждый из «избранных», независимо от того, подписал ли он такое заявление сразу или ещё не подписывал, был вынужден за несколько часов собрать все свои вещи. На армейских грузовиках их отвезли на вокзал Клайнбодунген и оттуда на поезде особого назначения — в Москву. В общей сложности из советской оккупационной зоны в Советский Союз отправились 92 поезда с людьми и оборудованием.

Интернирование касалось специалистов-учёных самого разного профиля, но, прежде всего, из областей, важных для техники вооружения, а также инженеров и квалифицированных рабочих. Таких «избранных», не считая членов их семей, набралось 175 человек. И для них, таким образом, началось многолетнее принудительное пребывание в СССР. Только в декабре 1951 года первые группы стали возвращаться в ГДР. Хельмут Грёттруп в ноябре 1953 года последним покинул СССР и переехал в ФРГ.

К «багажу», который советские ракетостроители из Бляйхероде и его окрестностей взяли с собой в Москву, в свой новый НИИ-88, помимо ряда реконструированных ракет типа А4, относилось и тринадцатитомное «Собрание материалов для изучения захваченной реактивной техники». В написании этих материалов активно участвовал Сергей Королёв. В частности, он оценивал в них сильные и слабые стороны немецкой ракеты типа А4 и намечал уже тогда новые подходы советских исследований в ракетной технике.

К сентябрю 1947 года в безлюдной степи, переходящей в пустыню, недалеко от поселения Капустин Яр на Волге, был учреждён первый в Советском Союзе ракетный полигон. 18 октября 1947 года там была запущена и первая реконструированная ракета типа А4. Вслед за первым последовало ещё 11 запусков. Всё это — при непосредственном участии немецких специалистов.

Моё участие в работе группы советских специалистов по ракетной технике продолжалось до 17 августа 1945 года, то есть вплоть до начала работ по демонтажу объектов в Пенемюнде. Это был сравнительно короткий период жизни. Но именно он послужил фундаментом дальнейшей жизнедеятельности и практической работы.

Демобилизовали меня 14 февраля 1947 года. Всё было очень торжественно (демобилизовался я один). Наше подразделение было построено на одной из рулёжных дорожек. Командир подразделения зачитал перед строем приказ о моей демобилизации

и благодарность, которая была мне высказана за отличную службу командующим группы советских войск в Германии. Командование подарило мне целый чемодан всяких мелочей, необходимых в гражданской жизни, и пожелало успехов в учёбе и труде.

На проходах присутствовали мои немецкие товарищи, с которыми я проработал без малого два года. Первым попутным грузовым рейсом меня отправили в Москву, во Внуково. Так закончился период моей военной службы.

После демобилизации была учёба, работа в авиационной промышленности и арктических экспедициях, затем в НИИ-1, бывшем Ракетном научно-исследовательском институте (РНИИ). В то время начальником одного из отделов этого института был академик Г. И. Петров. Когда его назначили директором только создаваемого Института космических исследований АН СССР, он предложил мне пойти с ним. Разумеется, я воспринял это с энтузиазмом и уже первого января 1966 года стал начальником производственно-технического отдела ИКИ. В дальнейшем мне была поручена работа по организации отдела стендовых испытаний, который затем преобразовали в контрольно-испытательную (КИС) и лабораторно-испытательную (ЛИС) станции для проведения испытаний научных приборов, предназначенных для установки на борт космических аппаратов (КА). Разрабатывал техническое задание на строительство испытательного комплекса, его структуру и состав оборудования, которое было утверждено М. В. Келдышем. Впоследствии испытательный комплекс института был аккредитован в качестве испытательного центра Академии наук и вошёл в федеральную систему сертификации космической техники с правами сертификационных испытаний научной целевой аппаратуры КА. Многие годы был заместителем директора института. В общей сложности более 30 лет Институт космических исследований оставался моим родным домом.



Два директора: ИКИ АН СССР — Р. З. Сагдеев и ИКИ АН ГДР — Г. Фишер.  
В центре — В. М. Ратнер

# «НА ПЫЛЬНЫХ ТРОПИНКАХ ДАЛЁКИХ ПЛАНЕТ ОСТАНУТСЯ НАШИ СЛЕДЫ...»

*Е. В. Ларионов*

О чём же писать? Может быть, о себе и моих взаимоотношениях с институтом, который для меня уже давно стал лицом вполне одушевлённым и который вот уже на протяжении многих лет, каждое утро протягивает мне свою руку и говорит: «Привет!», а когда вечером я убегаю домой,

он кричит мне в след, закрывая за мной прозрачные двери: «До завтра, Василич!» Я знаю, кажется, о нём всё. Знаю, как и когда он зародился и как менял своё место прописки, перебираясь из подвалов Масловки в стекляшки-«парикмахерские» на Профсоюзной, а потом перекочевал на своё постоянное место жительства в лежащий на боку небоскрёб всё на той же самой протяжённой в Москве улице. Я знаю многих его обитателей, которые трудятся в нём сейчас, и помню тех, кто ушёл из его стен навсегда.

Может быть, стоит писать о них, вспоминая поимённо тех учёных, конструкторов, испытателей и рабочих, которые своим трудом создавали славу и мировую известность институту?

А может о том, что когда-то институт был единым коллективом, а потом, так же, как и СССР, — распался, только не на отдельные государства, а на отдельные «вотчины»?

Или о том, как в лихие годы народ рванул за кордон, разбежался по рынкам и другим заведениям, а несколько позже, уже в следующем веке, начал стекаться назад, под его своды с прекрасным зимним садом? Кстати, вначале сад располагался на «подиуме», куда выходили окна директорского кабинета, а когда в одну из зим под натиском снежного покрова крыша сада рухнула, его бережно перенесли на то место, где он находится и по сей день.

По правде сказать, в эти самые годы мы теряли приобретая. Часть талантливого коллектива ОКБ (Особое конструкторское бюро) из Фрунзе приехала продолжать работы к нам в Тарусское отделение института. Это я о вас, уважаемые коллеги, Вадим Ангаров, Эдик Рожавский, Борис Каримов!

А Наталия Чумак, высококлассный специалист в области программного обеспечения, теперь работает в нашем институте.

Или подробно осветить тему работы института на овощных базах и колхозных полях? Ведь по указу партии все, какие бы то ни было, предприятия обязаны были «помогать» сельскому хозяйству. Начиная с посевной и заканчивая уборкой урожая, все сознательные граждане трудились в поле. Для Академии наук исключения не было.

Подшефным для института был подмосковный совхоз «Виноградовский». Надо признать, что рекрутами колхозной нивы были очень уважаемые люди института. В их числе был и сегодняшний директор, Лев Зеленый. Когда-то, трудясь в тех местах, он с успехом исполнял знаменитую песню В. Высоцкого «Порвали парус...», не осознавая, что судьба готовила ему нелёгкую участь академика.

Можно перечислять множество тем, о которых стоило бы рассказать, ведь за пятьдесят лет существования института утекло много воды, но, углубляясь в историю, важно не забыть о самом дорогом, чем он наполнен, — о людях, которые подобно атлантам держали и держат его на своих плечах.

Кто стоял у истоков? Это, конечно, первый директор, академик Георгий Петров, и его заместитель по научной тематике — Геннадий Скуридин. Георгий Иванович был худощавым, выше среднего роста, человеком, который никогда не выпускал изо рта папиросу, говорил интеллигентным тихим голосом и был заядлым рыбаком. Геннадий Александрович, наоборот, был человеком небольшого роста, обладал качествами организатора. Он вместе с другими сотрудниками всегда ходил обедать в институтскую столовую. У него был очень пронизывающий взгляд, а ещё — красавица-секретарь Таичка, которая до сих пор трудится в институте. При Петрове в ИКИ пришёл Юлий Ходорев, который привёл за собой в ИКИ целый отряд высококлассных технических специалистов из «оборонки», а в городе Фрунзе, ныне Бишкек, сформировалось опытное конструкторское бюро, которое долгое время создавало уникальную научную аппаратуру.

В это время сложился коллектив учёных, которым по праву гордится институт и мировое научное сообщество, были созданы вспомогательные службы ИКИ. Первым начальником опытного производства был замечательный специалист и человек — Юрий Романов, который приехал из Санкт-Петербурга. Он, в свою очередь, организовал станочный, слесарный и радиомонтажный участки. Специалист высокого класса, радиомонтажник Андрюша Аляутдинов и сегодня трудится в институте, а при участии Владимира Ратнера в ИКИ был создан хорошо оснащённый контрольно-испытательный центр (КИС), работа которого всегда бережно поддерживалась дирекцией. Первым его начальником был Александр Родин, бывший полковник Советской Армии и человек очень большой эрудиции.

Старейшие сотрудники КИС: Галина Баранова, Анатолий Бородкин, Александр Григорьев — несут и сейчас свою бессменную вахту в его технических залах. Цикл работы в КИС — под стать циклу работы доменной печи. И здесь и там он должен протекать непрерывно — днём и ночью.

Отдел материально-технического обеспечения возглавил Никита Берлизев. Он творил чудеса, пытаясь в своё время достать по заявке одержимых людей 100 граммов хлористого палладия, которого в запасах страны было всего 0,1 грамма.

Кстати, и у Юры Романова, и у Никиты Берлизева были замечательные продолжатели: со стороны опытного производства — Юрий Брянкин и работающий в ИКИ по сей день Николай Харченко, а со стороны снабженцев — Юрий Афанасенков и работающий сейчас с нами Сергей Кузнецов.

Первым заместителем директора по общим вопросам был Мамикон Унанян. Он обладал большим авторитетом в московских деловых кругах. Я убедился в этом, когда однажды по его поручению местному комитету приехал в трест столовых МГУ с целью получения устройства для подогрева пищи. Директор треста только задала мне вопрос — «Вы от Унаняна?», а далее мне было выписано всё, чего было нам нужно и чего мы боялись просить.

Как известно, у нашего института имеется очень большое энергетическое хозяйство. Ведь оно должно обеспечивать электроэнергией не только ИКИ, но и весь этот лежащий небоскрёб. И здесь нам повезло: на должность главного энергетика был приглашён классный специалист — Алексей Мигачёв. Всё, что было сделано им тогда, исправно работает до сих пор.

Уже в то время стараниями руководства у нас был открыт здравпункт. За время своего существования работающие в нём врачи и медсёстры постоянно оказывали

необходимую медицинскую помощь сотням сотрудников, порой попросту спасая им жизни. Ещё двадцатилетней девушкой в него пришла работать медсестра Антонина Петрова, которая и по сей день ещё находиась на боевом посту.

Продолжателем Г. Скуридина был Валерий Золотухин — человек сильный по натуре, знающий своё дело и очень демократичный. Несмотря на своё положение в институте и на то, что он — сын министра сельского хозяйства СССР, он ходил вместе со всеми отрабатывать на овощные базы. Потом ему на смену пришли два генерала — Георгий Нариманов и Геннадий Тамкович, которых направило к нам министерство обороны, благодаря этому мы получили закрытую связь — «кремлёвскую вертушку». Все, кто работали на полигонах и в центрах управления, имели возможность общаться со своим предприятием. Для того времени это было редкостью. Кроме того, рабочий люд получил необходимую поддержку прикладного характера, связанную с условиями быта при работах на полигонах Байконура и Плесеца и различных наземно-измерительных пунктах, включая Центр дальней космической связи в Евпатории. И в Евпатории, и в Плесеце у ИКИ появились лаборатории по приёму и обработке научной информации, передаваемой с бортов космических аппаратов. Кстати сказать, Г. Тамкович был почётным гражданином города Евпатория, а Г. Нариманов имел родство с одним из двадцати шести Бакинских комиссаров — Наримановым.

Вторым директором института был академик Роальд Сагдеев — фигура неоднозначная. С одной стороны, он много делал для ИКИ и именно при нём коллектив был сплочён как никогда. Но с другой стороны, он развалил отечественное научное приборостроение, взяв курс на установку зарубежной научной аппаратуры на борт космических аппаратов. В те времена наши учёные-экспериментаторы в лучшем случае участвовали в экспериментах в роли неких идеологов. Кроме того в институте закрылось направление по созданию собственных спутников. Однако именно Сагдеев привёл в ИКИ талантливого менеджера Вячеслава Балебанова, который проводил титаническую работу по выполнению научной космической программы и именно при нём за проект ВЕГА ИКИ РАН был награждён Орденом Ленина и тут появился свой первый Герой Социалистического Труда в лице директора института. Но в трудное время для коллектива он покинул его, уехав за рубеж. Говорят, по уважительно личной причине. Но вожди так не поступали! Ведь народный вождь Степан Разин пожертвовал красавицей-княжной ради своего войска, а Иосиф Сталин не удрал из Кремля в трагический для народа 1941 год.

Далее, как водится, замечательного человека и руководителя В. Балебанова начали предавать друзья, а институт предал забвению. Заходя к нему в кабинет, я видел, как мучается ни за что обиженный и забытый человек.

Третьим по счёту директором был академик Альберт Галеев — замечательный учёный, спортсмен (мастер спорта по дзюдо) и просто обаятельный и отзывчивый человек. Что греха таить, наследство ему досталось не ахти. Надо было возрождать приборостроение, кроме того, все коммуникации устарели и сыпались. Кругом царило безденежье. Он делал, что мог, но из-за тяжёлой болезни не смог продолжить руководить институтом.

Четвёртым директором Учёный совет избрал Льва Зеленого. Вот ему-то и пришлось восстанавливать потерянное приборостроение и производство малых спутников. Что дела налаживаются, было доказано миссией «Фобос-Грунт», а позднее — проектом «Чибис».



Прямо по курсу 2015 юбилейный для ИКИ РАН год. Но штурвал — в крепких руках академика Л. Зеленого. Так держать, Лев Матвеевич!

Ну, вот пока и всё о руководителях этого умудрённого пятидесятилетнего Института космических исследований.

Отдельная статья — научная когорта института. Кто и с какой целью приводил сюда этих учёных — мне не ведомо. Но в чём я уверен точно — что они приходили не в приказном порядке. Эти люди начинали с нуля. Они собирали информацию о космосе по каплям. Накопленный ими багаж и поныне используется, как учебное пособие. За плечами у каждого из них целая жизнь и серьёзный вклад в фундаментальную науку. О каждом из них я напишу по паре строк, чтобы только не забыть и вспомнить всех поимённо.

И снова вернёмся к истокам. В ту пору в ИКИ творили такие замечательные люди, как профессор Василий Мороз. Однажды я ехал с ним в его «Жигулях» и на вопрос, почему он так неуверенно тормозит, Василий Иванович спокойно ответил: «Не беспокойся, у меня тормоза схватывают со второго нажатия». Талантливый учёный, он сделал очень много для института и подготовил себе достойную смену в лице нынешнего заместителя директора — Олега Кораблёва и блистательного экспериментатора — Алексея Григорьева.

Дальше надо вспомнить профессора Вадима Истомина и доктора наук Игоря Подгорного. Первый создавал бортовые масс-спектрометры для исследования поверхности планет Солнечной системы, а второй был заместителем научного руководителя эпохального для Болгарии проекта «Болгария-1300». В своё время они смело встали в оппозицию директору института, имея с ним разногласия по научно-идеологическим вопросам.

Блистательный учёный и пропагандист отечественной науки — профессор Леонид Ксанфомалити. Он участвовал в проведении научных экспериментов в двух миссиях на Марс и трёх к планете Венера. Его приборы стояли на борту космических аппаратов проекта ФОБОС и ВЕГА.

Говорят, сейчас он занимается вопросами предполагаемых признаков жизни на Венере. Хочется пожелать ему успехов и на этом нелёгком поприще. Шутка ли, но по этой тематике выпущено уже 29 статей!

У профессора Константина Грингауза, чей передатчик стоял на первом спутнике Земли, экспериментальные приборы для изучения плазмы магнитосферы стояли буквально на всех аппаратах, которые отправлялись землянами в космос.

Профессор Олег Вайсберг. Его приборы были установлены на двух аппаратах, которые отправлялись с миссией к Марсу в далёком 1969 году. Это был первый комплекс научной аппаратуры, который ИКИ поставил в Научно-производственное объединение (НПО) им. С. А. Лавочкина, но, к сожалению, миссия не состоялась.

Его приборы работали ещё на нескольких миссиях к Марсу и Венере. Он ставил свои эксперименты на аппаратах «Вега», «Прогноз», и сейчас продолжает плодотворно трудиться в стенах института, создавая приборы для изучения динамики плазмы солнечного ветра и занимаясь подготовкой молодых научных кадров.

Институт всегда жил бурной семинарской жизнью, но семинары, на которых докладывали О. Вайсберг и К. Грингауз, отличались особым колоритом.

Доктор физико-математических наук Вячеслав Линкин также относится к космическим первопроходцам. В научном аспекте его интересовали исследования, связанные

с изучением атмосферы, климата и скорости ветра на поверхности планет. Он также ставил свои приборы на аппараты, исследующие Венеру и Марс. На аппарат «Вега» В. Линкин поставил аэростат, а на «Фобос» — метеостанцию. Были начинания в реализации аппарата, который работал под воздействием силы, получаемой от давления солнечного ветра. Проект получил название «Парус», но пуск прошёл неудачно, и работы были прекращены.

Профессор Владимир Курт, этот замечательный учёный и экспериментатор, занимался изучением Солнца и ультрафиолетовых (УФ) лучей. Его приборы с аббревиатурой УФ устанавливались на многие космические аппараты по исследованию дальнего космоса, которые работали на трассе перелёта аппарата. Он, как и Л. В. Ксанфомалити, — большой пропагандист отечественной науки. В настоящее время он успешно работает в Астрокосмическом центре Физического института им. П. Н. Лебедева РАН (АКЦ ФИАН), которым руководит академик Николай Кардашёв.

Конечно, здесь надо упомянуть докторов наук Юрия Гальперина, Георгия Застенкера и кандидата наук Новомира Писаренко. Эти трое учёных успешно ставили научные эксперименты в рамках проекта «Прогноз». Новомир Писаренко с детства мечтал стать артистом, но стал физиком, а его супруга, Галина Писаренко, — наоборот — стремилась стать физиком, а стала оперной звездой и народной артисткой СССР.

Доктор наук Александр Захаров вот уже на протяжении многих десятков лет является бессменным учёным секретарём ИКИ. Организационные вопросы научного сообщества, популяризация научной деятельности и аспирантура института — неполный перечень деятельности этого замечательного человека. К тому же А. Захаров — своеобразный форпост института: через него постоянно осуществляется связь ИКИ со внешней научной общественностью, с завидным терпением и присущей ему интеллигентностью он отвечает на частые вопросы обыкновенных людей, которых интересуют вопросы науки и космонавтики.

Доктора наук Игоря Митрофанова в ИКИ пригласил сам И. Шкловский. Он начал заниматься вопросами гамма-спектрометрии в коллективе замечательного учёного и человека Исаия Вениаминовича Эстулина. В то время И. Эстулин ставил совместно с французами эксперименты на венерианских аппаратах, а затем и на аппарате «Фобос» — для него был разработан бортовой прибор с аббревиатурой ВГС.

Но шло время, и когда И. Эстулина не стало, Игорь взял штурвал на себя. А иначе и быть не могло, ведь он — сын капитана первого ранга военного моряка-подводника. Но многолетняя напряжённая работа принесла свои плоды. Созданные его коллективом научные приборы, пройдя жёсткий отборочный конкурс, устанавливались и устанавливаются на зарубежные космические аппараты. И. Митрофанов ищет и находит воду на других планетах. Как учёный-экспериментатор он получил мировое признание.

Ходят слухи, что он собирается колонизировать Луну. Призываю всех этому поверить.

Институту повезло — ведь в его стенах трудились известные во всём мире учёные, такие как кавалер трёх медалей Героя Социалистического труда — Яков Зельдович, лауреат Ленинской премии — астрофизик Иосиф Шкловский и Герой Советского союза — Хохлов Моисей Залманович.

Академик Рашид Сюняев — ученик Я. Зельдовича, вместе с которым они создали комплекс научной аппаратуры, реализованный на космическом аппарате «Гранат». Эта

научная аппаратура успешно проработала на высокоапогейной орбите около 10 лет. В результате этого эксперимента были получены уникальные научные результаты в исследовании рентгеновских источников. Кроме того, Р. Сюняев создал школу молодых учёных. Из неё вышло много докторов наук, а один из её выпускников, Евгений Чуразов, стал членом-корреспондентом Российской Академии наук...

Вот к зданию института подъехал просторный автомобиль. Водитель умело припарковал его, дверь открылась, и оттуда вышел чуть выше среднего роста человек, который уверенной походкой направился в Институт. Он с лёгкостью поднялся на второй этаж и, направляясь к своему рабочему месту, по пути здоровался с людьми, которые попадались ему навстречу. Приятно улыбаясь, он протянул руку и мне. Этот человек — Равиль Назиров, один из старожилов ИКИ, ученик известного математика Павла Эльясберга. Если Л. М. Зеленый — «капитан» института, то Р. Назиров — его «лоцман». Он не ставит на борт космических аппаратов свои приборы и не занимается исследованием планет, но вся ответственность за приём, первичную обработку и передачу научной информации по наземным каналам связи возложена на него. Иначе говоря, он отвечает за всю «наземку» института. Кроме того в зоне его ответственности находится вся финансовая политика Института. На нём лежит большая нагрузка. Несмотря на это его рабочее место выглядит довольно скромно. Он демократичный, тихий и застенчивый человек, но когда наступает момент истины, — он резок и твёрдо отстаивает свою позицию.

Ну вот, кажется, и всё.

Я люблю побродить по институту, наблюдая, как он меняет свой облик, то прихорашиваясь, то зияя израненными и заброшенными пустотами испытательных залов. Обновляясь, он постепенно преобразуется, и только в прежнем виде остаётся его проходная, через вертушку которой вошло и вышло множество талантливых и знаменитых людей. Каким он будет ещё через пятьдесят лет? Сложно сказать... Лишь одно я знаю точно — он БУДЕТ!

# КОЛИБРИ

А. Б. Беликова

*«Из безвестности приходят  
наши мысли и уходят в безвестность»*

В. В. Розанов,  
из сборника «Уединённое»

*Всё это не мыслилось, не обдумывалось заранее, а вылилось одним духом в «Исповедь злостного курильщика» и написано было, что называется, в один присест, с одной единственной целью — заглушить неодолимое желание закурить после внезапного побуждения распротиться с этим пристрастием. Мой эксперимент продлился, увы, только три дня, а результатом стало нечто совсем другое.*

*Ведь чудо рождения написанного сродни самому удивительному на Земле — появлению на свет живой жизни. Она сама по себе растёт, развивается, обретает облик. Потом начинает действовать. Обзаводится капризами, упрямством, уклончивостью, то есть своим характером, своими слабостями и достоинствами. Потом, наконец, вырывается из предлагаемых рамок и уходит из рук, как вода утекает сквозь пальцы.*

*Ох, как прав был философ и писатель серебряного века Василий Васильевич Розанов, написавший в своём сборнике «Уединённое»: «Как ни сядешь, чтобы написать то-то, сядешь и напишешь совсем другое. Между „я хочу сесть“ и „я сел“ прошла одна минута. Откуда же эти совсем другие мысли на новую тему, чем с какими я ходил по комнате, и даже садился, чтобы их именно записать...»*

*Ну, что ж, так тому и быть.*

*Здесь отразился кусок моей жизни на испытаниях российско-австралийского объекта, созданного российскими инженерами на смешные пятьдесят тысяч долларов, которые прислали в Институт космических исследований австралийские школьники с просьбой сделать и запустить маленький спутник, любовно названный ими по имени крошечной птички.*

Всё началось с того, что где-то в середине мая выяснилось, что нашего физика Михаила Ноздрачёва, занимавшегося объектом «Колибри», пригласили на полгода в Англию для участия в совместной обработке и интерпретации данных только что завершившего свою миссию проекта ИНТЕРБОЛ (Interball), которому отдано было десять лет жизни всей нашей лаборатории. После него я целый год тихо и неспешно занималась обработкой полученной информации.

«Колибри» на меня свалился, как снег на голову. Наш завлаб, огромный жизнелюб и мягкий интеллигент, Станислав Климов, предложил мне вместо Михаила заняться испытаниями этого спутника, которые должны были начаться уже почти через две недели. Не малую роль при этом выборе играл, конечно же, тот факт, что рядом с Тарусой, где в институтском конструкторском бюро изготавливали эту «птаху», у меня была дача. Испытания на первом этапе бывают нечастыми, но ездить за сто тридцать километров через каждые три-четыре дня для кого-то другого было бы обременительно, да и в Тарусской гостинице уже почти начинался сезон туристов, так что устроиться в ней можно было далеко не всегда.

Первое состояние лёгкой паники сменилось двумя напряжённейшими неделями, когда я спешно изучала объект, чертежи, описания служебной и научной аппаратуры, «перелопачивала» массу документов и схем отдельных приборов и систем. На самом

деле, когда начинаешь новый проект, это обычная, рутинная работа. Вот только не припомню, чтобы на постижение совсем нового объекта было так мало времени. Вновь, как и прежде, находясь в предчувствии предстоящей ответственности, я стала много курить.

И в одно «прекрасное» утро, а именно в четверг 31 мая, когда утром собиралась в командировку в Тарусу, решила, что пора бросать курить. Что меня подвигло на это — не знаю. Что мне ударило в голову — не понимаю.

Можно перечислить множество побуждений: здоровье, маленькие зарплата и пенсия, — а я по-прежнему люблю дорогие французские сигареты, — постоянная зависимость от них, хриплый голос, пожелтевшие зубы, жёсткое дыхание, кашель, вред окружающим, уж не говоря об этой висящей опасности «Минздрав предупреждает...»

Нет, в четверг утром, когда выкурила последнюю сигарету, я точно ниоткуда не получала по голове. Как же выяснить или хотя бы понять, что же так вдруг было принято решение не курить в командировке?

## **2 ИЮНЯ 2001, ТАРУСА**

Сейчас суббота. Два дня испытаний позади. Я на даче в Тарусе, одна-одинёшенька. Только что сняла огородные рукавицы, в которых ни шатко, ни валко с утра выпалывала сорняки из совершенно запущенных клумб. Работа эта тем хороша, что оставляет простор для размышлений, и мои мысли постоянно возвращались к тому недавнему периоду, когда я всерьёз решила — надо бросать курить.

Что же со мной стряслось? Ведь стаж курильщика у меня ого-го какой.

Баловаться начала ещё в институтское время. Далёкие 1950-е годы! Тогда в обязательном порядке нас, студентов МАИ<sup>1</sup>, осенью вместо занятий посылали в колхозы на уборку картошки. Вот там-то на сеновале мы с моей «не разлей вода» подружкой Светкой раскуривали болгарские сигареты Jеbe!, покупая их в местных лавках, воровато оглядываясь, чтобы, упаси Бог, никто не увидел.

Потом, в славные 1960-е, уже работая в Подлипках на Королёвской космической фирме, понемногу начала курить в командировках на тестовых испытаниях первых ступеней ракет-носителей под Загорском: слишком было велико для молодого специалиста напряжение и ответственность за телеметрическую систему боевого носителя. Такова была практика фирмы — посылать нас, молодых щенят, проработавших год, от силы два, на эти серьёзнейшие огневые «прожиги», что называется — ткнуть носом в то, что мы же сами проектировали на бумаге.

Тогда же впервые поехала на полигон Тюратам, в прессе почему-то именуемый Байконуром, где я, потрясённая уже самим видом этой громадины-ракеты, была назначена ответственной за испытания её телеметрической системы с сотнями всевозможных датчиков, приборов и агрегатов.

Точно знаю, что без сигарет я не вынесла бы этих сорока трёх бесконечных суток работы, этих сорока трёх дней ошалевшего солнца раскалённой пустыни, этих сорока трёх великолепно пышных, не похожих один на другой заката, глядя на которые становилось до ужаса ясно, что я никогда не выберусь отсюда.

Выбралась, однако. Живой и здоровой за минусом пятнадцати килограммов веса, так как, кроме холодной воды и фруктов, ничего не могла взять там в рот. Вот уж точно, полигон — не место для «белого человека женского полу».

---

<sup>1</sup> МАИ — Московский авиационный институт.

Спасли меня от полного умопомрачения, как ни странно, господа японцы с их скрытой мудростью, пронизательным умом и смирением пред вечным. Обычно, собираясь в командировку, я забрасывала в чемодан стопку непрочитанных книг, куда в тот раз попал недавно купленный томик японской поэзии. Там-то я и открыла впервые для себя этот удивительный мир понимания друг друга и окружающего без слов. Японцы тихо отодвинутся — психологически, если не физически, — от того, что для них неприемлемо, с чем они стараются просто не иметь дела. Очевидно же, на их взгляд, если чего-то не замечать, то можно считать, что этого просто не существует. Чистейшей воды экзистенциализм, а как тогда лёг на душу, спас заблудшую в этой пустыне овцу.

«Танки» мудрого, умершего в двадцать семь лет, японца Исикава Такубоку, перевернувшего на рубеже XIX–XX веков устои классической, аристократически изысканной утончённой поэзии блистательной средневековой эпохи Хэйан с её редкой особенностью, поразившей и продолжающей изумлять мир, — недосказанностью, — соединились в моём мозгу с фантастическими закатами, единственно понятными тогда для меня:

*«Хотел бы положить я в изголовье  
Жемчужину печали,  
Сквозящую прозрачной синевой,  
И слушать до утра,  
Как стонут сосны...»*

Постепенно стала курить больше и чаще.

Как много людей, не зная ничего о человеке, пытается укорять женщин за курение! Вот ведь никто не подойдёт к мужчине и не скажет ничего на эту животрепещущую тему. Только слабый пол вынужден терпеть всякие словоизвержения на этот счёт от сильной половины человечества. Приводить их не хочется, так как мужчины не отличаются большой фантазией в подборе слов, совсем так же, как и в татарском диалекте, убожеством и однообразием которого не устаю возмущаться.

Помню, как я, учась в школе, бегала для моей любимой бабушки за сигаретами «Спорт», самыми дешёвыми «гвоздиками», так как она сама, боясь осуждения окружающих, стеснялась покупать их. Грех судить человека, потерявшего всех своих детей, но, видимо, находились такие люди даже в те, послевоенные годы.

У бабушки одна дочь умерла в восемнадцать лет от разрыва сердца на соревнованиях по лёгкой атлетике. Младший сын, семнадцатилетний выпускник школы, был призван на Великую Отечественную войну, где пропал без вести в 1943 году. Бабушка до самой своей смерти надеялась, что он жив и вернётся.

Да и дедушка в это время отбывал по 58-й статье десять лет в Казахстане за то, что работал при немцах директором школы. От нас с сестрой Виолеттой эту информацию тщательно скрывали.

Очень смешливая, весёлая по характеру, бабушка сломалась в 1951 году после смерти от порока сердца своей старшей дочери, нашей с Виточкой мамы. Вите было шестнадцать, мне — четырнадцать. Бабушка стала для нас всем. Другом. Мамой, которая любила ни за что, ни про что. Папой, которого мы видели дома только глубокой ночью, так тогда работали военные строители. Мудрым, много знающим интеллигентным человеком, а ведь за плечами только два класса церковно-приходской школы, позволившие ей прекрасно работать педагогом. Бабушка — это что-то большое, тёплое,

мягкое, обидчивое, если не давали почитать книжку, взятую на одну ночь. Доброе, светлое, справедливое и ласковое, терпеливое и гордое. Она часто пела, сопровождая себя на гитаре, старинные русские напевы и романсы: «Как ныне собирается вещей Олег» или «Соколовский хор у Яра».

Тогда же часто, возвращаясь из школы, я заставляла её с сигаретой, всю в слезах, которые она ещё пыталась скрывать. Оберегала меня, так как я, видимо, разум мой помутился после маминых похорон, — ни с кем не разговаривала что-то около полутора лет. Полное молчание и ненависть ко всем живущим женщинам: они живы, а Её нет. Ох, и досталось же из-за меня и папе, и бабушке, и учителям, которым я только отбаранивала, как от зубов, уроки. Эдакая маленькая «сновыда»<sup>1</sup>. Есть в «хохляцкой мові» такое меткое словечко. Излечилась от этого, попав в больницу по подозрению в дизентерии. Думаю, окружающие страдания и реальная жизнь, с добрыми и не очень людьми, поставили мои мозги на место.

А вот папка курил всю жизнь (так это наследственное, ура, объяснение найдено!). Беспризорничая с восьми лет, когда они с сестрой и братом, остались круглыми сиротами в двадцатых годах, торговал сигаретами и сам, естественно, курил до того момента, как его с братом не отловили и направили в детдом. В ветхом листке газеты, которая бережно хранится у меня, есть статья, озаглавленная «Борька-папиросник». Она о папе, окончившем с отличием Днепропетровский строительный техникум. Он на всё время учёбы был выбран «профессурой», так тогда называли студентов, отвечавших на занятиях за всех слушателей. По его дипломному проекту в городе было построено круглое, в стиле модерн, здание студенческого общежития. Отец признался как-то, побывав позже на родине, что стыдится этого неудобного для жизни здания, которое до сих пор «украшает» его славный «Днепр». Курил он всегда очень много, и только папиросы «Беломор», однако лет в шестьдесят-семьдесят нашёл-таки в себе силу воли бросить, когда врачи запретили.

Папа был не из тех родителей, которые что-то запрещают, понимая, что каждый сам должен сделать свои ошибки. С ним было очень уютно сидеть и покуривать в ресторанах, куда он в свои очередные приезды в Москву водил меня, голодную студентку, заказывая всё съестное, что было в меню, запивая всё это своими любимыми Массандровскими винами, которым я тогда предпочитала сухие или полусухие. Только сейчас, к старости, поняла я в них толк. Отличный вкус был у бывшего беспризорника.

С ним всегда было интересно и пятилетней дочке Марине, и добрейшему человеку, светило в области электроники в Королёвской фирме, Владимиру, моему мужу, когда отец, приезжая в командировки в Москву, хватал всех нас в охапку из Подлипков и устраивал праздник в «Поплавке» с цыганами, что напротив Кремля. Если некурящий Володя пытался угнетать меня за одну-две сигареты, папа посмеивался, предлагая ему закурить и обсудить сложнейшую проблему системы единого питания при выведении на орбиту Луны нашего спутника.

Круг папиных знаний и интересов был невероятен. Таким он и оставался до последних дней. Его огромным желанием было — «воткнуться» в 2000 год. Мы «воткнулись» в него вместе. Я в какие-то часы перед Новым годом решила поехать к нему с Витой в Таганрог, будто чуяла, что это будет последняя встреча. В тот раз мы с ним, вдвоём, как обычно, до глубокой ночи говорили и говорили, попивая двенадцатилетней

---

<sup>1</sup> Просторечное выражение, пер. с укр. — сомнамбула, лунатик.

выдержки армянский коньяк, покуривая мои «великосветские» дорожные сигареты Vogue, которые курю и сейчас, надеясь, что цена этих сигарет заставит меня завязать с курением.

Забавный разговор поведаль мне папа в связи с этим. Как-то перед очередным моим приездом в Таганрог папка решил меня порадовать и купить блок этих сигарет. Обошёл много лавок (это-то в его восемьдесят шесть лет), но нигде их не было. И только в одном месте, у старого еврея, нашлись всего две пачки. Папа, посетовав, рассказал продавцу, что ищет эти сигареты для дочери, которая хочет бросить курить и поэтому стала покупать самые дорогие сигареты. «Послушайте меня, молодой человек», — сказал папе этот истинный сын Сиона, — «поверьте мне, с такими сигаретами Ваша девочка никогда не бросит курить». (Ах ты, древний провидец!)

О чем-бишь шла речь? Отступление сильно затянулось.

Большие эмоциональные, физические и психологические перегрузки работы инженера-испытателя космической аппаратуры, обернувшиеся для меня жесточайшими мигренями, когда просто выпадаешь из жизни на день или два, так как не можешь говорить, слышать речь и даже музыку, видеть свет и, конечно же, работать.

Страшные человеческие проблемы, выхода из которых порою нет. Есть только иллюзорное спасение — забвение хоть на миг за рюмкой, хорошим разговором, тихой музыкой, томиком поэзии, чашкой кофе и сигаретой.

*«Чередой, не спеша  
исчезали лета и луны.  
Те желанья мои  
понемногу ушли за ними».<sup>1</sup>*

Так и моя жизнь шла чередом, то несясь вскачь, то плетясь, как умаявшийся пёс, пока на нас с папой не обрушилось огромное несчастье — Виточкина болезнь.

И если от папки у меня неугомонность и пристрастие к точности, к тонко заточенным карандашам, к точнейшим часам, к острым ножам и к шахматам, то от Виолетты — целый мир Музыки.

Но всё стало кошмаром наяву, когда я увидела её в клинике нервных болезней, прилетев из Москвы после папиного звонка. Боже мой, и это моя певунья! Это и было моей постоянной болью, нашей с папой бедой. Что бы я ни делала, какие радости и печали ни случались в моей жизни, Витка не выходила из головы. Маниакально-депрессивный психоз — этот диагноз выбрасывал её, а вместе с ней и нас с папой из жизни на несколько месяцев раз в два-три года.

Теперь папы нет, и всё бремя этих нелёгких времён делим мы вдвоём.

*«От песен не жалость  
к певице за горечь мук,  
А боль за неё —  
так друзья и ценители редки».<sup>2</sup>*

Итак, разобрались, почти все любимые мною люди курили. Мой стаж — около сорока лет. И что же это я в то «прекрасное» утро решила, что пора бросать?

<sup>1</sup> Тао Юань-мин (365–427) — один из величайших поэтов Китая.

<sup>2</sup> Китай. Из «Девятнадцати древних стихотворений», стих пятый.



Тем утром я спешно приехала к метро «Юго-Западная» к восьми часам, чтобы с гарантией купить билеты на автобус себе и двум своим коллегам по Институту космических исследований, где я работаю вот уже тридцать лет. Мы ехали в специальное конструкторское бюро нашего института, где начинались испытания российско-австралийского школьного спутника «Колибри». На спутнике устанавливался комплекс научных приборов, один из которых, магнитометр, мы ехали испытывать.

Очень хорошо помню, что спала я в ночь на четверг кошмарно, просыпаясь с четырёх утра через каждые полчаса. То ли боялась проспать, то ли организм дал решительный бой моему намерению бросить курить.

Стратегия бросания была очевидной, проверенной предыдущими разами, — никаких постепенных шагов, никаких по десять, семь, пять, три, одной сигарете в день. До боли ясно одно — если в радиусе похода в ближайший магазин нет ни одной сигареты, то нужен строжайший запрет самой себе покупать сигареты. Я понимала, насколько трудно ему следовать. Но, чёрт возьми, попытаться же повоевать с собой можно и, может быть, нужно.

## УТРО ПЕРВОЕ

Оно было хмурым, дождливым. Включила телевизор, чтобы послушать погоду, и чуть не подпрыгнула от возмущения информацией, любезно и весело предоставленной очаровательной ведущей. Оказывается, 31 мая объявлено всемирным днём борьбы с курением. Ну, нет, такого совпадения не могло быть! Я же сама взвалила на себя это непосильное бремя, совсем ничего не зная об идиотском мировом почине. Ведь скажи я кому, никто не поверит. И уж, конечно, мой критиканствующий внук Артём, если узнает об этом курьёзе, точно решит, что я, как все «совки», подпала под очередную пропаганду.

Но, дудки, это сокрушительное известие мало поколебало мою решимость ни за что не покупать сигареты. А просить закурить я не очень люблю. Неужели докачусь до того, что буду «стрелять»?

Ехать по тарусской дороге в командировку было несколько странно, потому как за двадцать лет поездок на дачу дорога эта стала знакома, как разношенный сандаль, до каждого «танка», поворота и «самолёта». Приехали через два часа. Нас встретили и привезли в СКБ (Специальное конструкторское бюро), где мы познакомились с разработчиками объекта, испытателями, службами контроля аппаратуры. Сразу же начались обсуждения планов испытаний, оснастки, измерительной техники. Обычные дела.

Работал с нами главный электрик-испытатель Вячеслав Козлов, светловолосый, подтянутый человек, на вид лет сорока-пятидесяти. Он как-то странно смутился при представлениях, когда наш седой физик отрекомендовался Станиславом. На его мягкое, безразличное, пожатие со словами: «Очень рад, Вячеслав», я, запнувшись, ответила: «Также рада, Вероника». Вот ведь, чёрт, мелькнула мысль, какая я ему Вероника, он на добрых пару десятков лет младше меня. Но слова уже не воротишь. Всё время до обеда прошло в разговорах, обсуждениях характеристик нашего прибора, осмотре мест испытаний, изучении возможностей бортовой аппаратуры и систем.

Вячеслав с ироничной усмешкой взглянул на подготовленную мною схему соединений всей научной аппаратуры со служебными системами, которой у них не было, а по идее без неё работать довольно сложно, так как, в случае замечаний, приходится перерывать кипы бумажек в поисках нужной. Ведь я в поте лица трудилась над этой

схемой почти две недели после того, как узнала, что меня срочно бросили на сей объект.

А этот зазнайка, пожав плечами, молча пренебрёг моим «подарком». Ему схема была уже не нужна, так как объект был весь распаян, проверен и готов к испытаниям. Стиль его работы был несколько иным, в отличие от нашего. Мы, в первую очередь, составляли общую схему всего комплекса, и она служила нам буквально до дыр. Его метод работы вполне годился для малых объектов, где, по сути, было всего два научных прибора. Попробовал бы он без общей схемы испытывать объект с восемнадцатью приборами, как было у нас на ИНТЕРБОЛ (Interball).

«Зуб» на него я нарисовала, хотя в дальнейшем работа его была выше похвал, чёткая, спокойная, квалифицированная, всегда навстречу нашим пожеланиям. Не считаясь со временем, он возился с нами и нашими огрехами при непомерных запросах о новых и новых проверках.

Думать о том, чтобы закурить, было некогда.

Со дня окончания работы нашего объекта ИНТЕРБОЛ, который летал пять лет, прошёл уже почти год. Это было суматошное, хорошее время, полное дел и промахов, — такова работа испытателя космической аппаратуры. Последний год тихой спокойной работы за компьютером по обработке полученной с ИНТЕРБОЛ информации расслабил меня. И сейчас в Тарусе было несколько странно окунуться в тот ритм, в котором я проработала целых сорок лет.

Но ничего, «остался ещё порох в пороховницах» или, как с юмором любил выражаться мой муж, Владимир, «есть ещё волос в волосяных сумках». Станислав Алексеевич, наш седой физик, одного со мною возраста, с которым мы проработали на ИНТЕРБОЛ всё время его миссии, да Игорь, тридцатилетний, спокойный и рассудительный молодой инженер, оба, кстати, некурящие, вместе со мною сразу занялись испытаниями.

Где-то около часа дня нам сказали, что в столовой может не оказаться еды, если сейчас не пойдём. Так и получилось: еды уже не было. Пришлось идти в кафе через всю Тарусу. Дождик перестал, и сквозь тучи пробилось солнце.

Мыслей закурить после обеда даже не возникло, хотя я, конечно же, оглядела витрину стойки бара в кафе, нет ли там моих сигарет. Как правило, они бывают не везде. А в почти поголовно безработной Тарусе вряд ли кому придёт в голову мысль позволить себе такое баловство. Сигарет Vogue в баре не оказалось, и это было хорошо, хотя я чувствовала, что не купила бы, даже если они каким-то чудом оказались там. Гордая собой, я вместе с ребятами вернулась в СКБ и ушла с головой в работу.

К вечеру, часам к шести, когда ритм работы несколько замедлился, мелькнула подленькая мысль. Что за дела, из пяти человек, принимавших участие в испытаниях, не было ни одного курильщика. Если бы они случились, я бы, уж точно, попросила закурить. Что-то засосало, чего-то не хватало.

Через два часа пошла по испытательному корпусу, надеясь учуять запах дыма. Чёрта с два — никого в СКБ я не увидела с сигаретой. Фантастика! Этого не может быть и т.д. по Чехову. Или может? Может, ой, как может, — так никого и не обнаружила. Напрашивалось предположение, что это требование руководства — не курить внутри корпуса. Ой, вряд ли. Хотя и предположение о том, что все напропалую берегут здоровье, просто смехотворно.

Проработав до десяти вечера, усталые, довольные результатами, мы отправились в гостиницу ИКИ, построенную когда-то вместе с СКБ. Замысловатое, с фантазией, трёхэтажное кирпичное здание, спрятавшееся в берёзовой роще, исконной гордости всей Тарусы. Роща была местом гуляний, отдыха, свиданий и встреч, задолго до того благословенного времени, лет десять тому назад, когда наш институт начал строить здесь свой филиал, нынешнее СКБ, комплекс жилых домов для людей, эту гостиницу и многое другое. Роща становилась всё меньше, Таруса роптала, но жизнь рвалась в рынок.

Раньше, в 1970-е и 1980-е, нашим институтским филиалом было ОКБ (Особое конструкторское бюро) в городе Фрунзе, нынешнем Бишкеке, где я была регулярно раз в два-три года со своими приборами, которые здесь же изготавливались и на испытания которых нас туда регулярно приглашали. С этим удивительно красивым, маленьким и уютным городом связано много волнующих воспоминаний. На моих глазах КБ превратилось из кроватной мастерской в великолепно оснащённое, высокопрофессиональное, преуспевающее производство.

А сам город! Что может быть лучше цветущего, благоухающего весеннего Фрунзе, я не знаю! Одно сплошное розовое, белое, ярко малиновое, жёлтое цветение и аромат. Часто вспоминали и вспоминаем до сих пор знаменитый кок-чай (зелёный чай) с чакчаком, баурсаками или изюмом после сытных лагмана или плова в национальном зале ресторана «Кыргызстан», где мы регулярно обедали!

После девяностых, как и все академические, наш институт начал нищать и решил переориентироваться на близкую Тарусу, начав строительство научной базы по образцу фрунзенской. Калужские власти пошли навстречу, так как частично решалась проблема занятости местного мало квалифицированного и изрядно пьющего населения. Поэтому почти половина кадров перетекла сюда из славного Фрунзе, так что я ходила по СКБ, раскланиваясь направо и налево, потому что очень много прекрасных специалистов из Фрунзе теперь работали над нашим проектом.

Вечер был тих и задумчив. Станислав Алексеевич с Игорем ахали, глядя на эту вековую красоту и благодать. Мои глаза, как это ни странно, за двадцать лет, проведённых на даче под Тарусой, должны бы были насытиться этим великолепием. Я его принимала с радостью возвращения домой после долгого зимнего отсутствия. Вот и снова лето, вот и снова я здесь.

В гостинице перекусили, чем Бог послал. А послал он нам хлеб, ветчину, сыр и кипящий чайник, который прихватил наш обстоятельный, русоголовый, улыбчивый Игорёк. Крепкий чай вечером — это здорово, особенно после такого длинного дня. Мысли проясняются, неспешный разговор переходит с одной темы на другую.

И странно, о куреве забыла. Разошлись около полуночи, завтра работа.

Когда вернулась в свой номер, маленькой змейкой заползла мысль — эх, закурить бы. Я велела себе не очень разрабатывать эту тему и, как можно быстрее закончив вечерний туалет, нырнула в постель. Спать, спать, спать...

## **УТРО ВТОРОЕ**

Пятница встретила нас солнцем и птичьими голосами. По дороге через рощу услышали даже пару соловьиных щелчков с руладами. Должно быть, какой-то запоздалый волокита ещё не связал гнезда. Обычно же они, не смолкая, заливаются всю первую половину мая.

Испытания прошли удачно, записали всю информацию для дальнейшей обработки и неспешной оценки, а, главное, удалось выловить одно серьёзное замечание, из-за которого пришлось забрать наш прибор, чтобы отправить его разработчику в Питер для срочной доработки.

День мелькнул, как хвост ужа в траве. Ребята уже не успевали на последний автобус до Москвы, и я соблазнила их переночевать у меня на даче обещанием жареной картошки, да и Игорь ещё не бывал там, не видел моей хибары.

Пешком от Тарусы до нашего «Утёса» всего-то тридцать-сорок пять минут неспешного хода через лес. Вечер, мягкий, безветренный. Багровое солнце садится в облака, примета перемены погоды. Так и вспоминаются строчки Рабиндраната Тагора из «Залётных птиц» в переводе Татьяны Львовны Щепкиной-Куперник:

*«Покой нисходит в тишину моего сердца,  
как ветер под притихшие деревья».*

Дорога петляет то вверх, то вниз по крутому обрыву над Окой, открывая великолепный, как на ладони, вид на укутанную в зелень и цветение Тарусу с её Покровской церковью и пристанью в месте слияния речки Таруски с широко разлившейся на излучине Окой.

О сигаретах забыла напрочь.

Где-то к полуночи, когда мы, сытые, развалившись в креслах, попивали чай, раздался телефонный звонок.

Звонил сосед по даче Владимир Буров из своего дома рядом с моей хибарой. Оказалось, это приехали мои давние друзья, недавно ушедшие из ИКИ. Политес галантности, как всегда, неизменен и безукоризнен.

— Ну что Вы, как можно прийти без звонка!

Владимир Алексеевич, представительный, седовласый, бородатый, интеллигентный человек лет пятидесяти пяти, недавно бросивший пить и курить из-за проблем с сердцем, работал в каком-то нефтегазовом министерстве, за что мы окрестили его «Управляющим отрасли». Он сам с удовольствием подтрунивал над собой, изображая министерскую «шишку». Большой философ и демократ, тонкий ценитель музыки и сухих вин, он знал рецепт постоянного наслаждения жизнью. Обожает наши места, рвётся сюда в любое время года, чтобы просто сесть в кресло под липой и уйти ото всего. Как приятно видеть его всегда довольную физиономию, даже когда он, чёрте во что одетый, замызганный, решает проблему перетаскивания тяжелых бетонных колец. Всё без раздражения, надрыва и ненависти — вкусно. Всё ему в радость — работа, и созерцание, обстоятельная неторопливая галантная беседа и гвалт шумных застолий, тонкая классическая музыка и забористые частушки радио «Шансон».

Владимир исполнил обычный ритуал «испросения» разрешения явиться «пред ясны очи» и заглянуть на огонёк со своим «старейшим другом».

Этого друга я знаю на добрый десяток лет дольше, чем Владимира, но «испрос» — дело «сурьёзное», не терпящее суеты.

Они и ездят-то всегда сюда вместе с Петькой Лягиным, у которого дача на другом конце нашего садового товарищества.

Пётр — это особая песня. Неунывающий, неугомонный певец-баритон моего возраста, вечно голодный, поджарый, вечно то ли с крестин или поминок, то ли с концерта или юбилея, то ли с Монблана или Белухи, то ли с научно-исследовательского судна

«Комаров» или из Японии с космической выставки. Высокий, сильный, черноволосый с карими глазами, на сцене красив, как бог. Он из тех, о ком говорят, человек без возраста, тут уж природа позаботилась.

Когда в 1971 году я пришла работать в ИКИ, то мы с Петькой сидели за соседними столами в лаборатории легендарного Славы Карманова, благодаря обаянию личности которого я и оказалась в ИКИ. Не смогла в итоге отказать, когда он предлагал мне перейти в этот институт, едва только ещё созданный интеллигентнейшей личностью, академиком Георгием Ивановичем Петровым. Целых три часа мы со Славой просто беседовали на самые разные темы, в течение которых он меня убеждал работать в ИКИ, а я никак не соглашалась, так как у меня были довольно серьёзные причины для этого.

Прошёл всего год, как я, после Подлипков, начала работать в Центре механизации при Библиотеке им. Ленина, решившись наплевать на космос, что практически и сделала перед увольнением. Прошла по территории и плюнула в каждый из четырёх углов этого космического монстра, который, формируя специалистов, выжимая из них всё, на что они способны, не обеспечивал их элементарным. Во-первых, крышей над головой — в течение восьми лет мы снимали совершенно непригодное для нормального существования с ребёнком жильё за тридцать рублей в месяц. Во-вторых, детскими учреждениями — все эти годы мы были вынуждены водить дочь к няньке. И в третьих, достойной зарплатой, чтобы это всё оплачивать. Появилось неистребимое желание совсем изменить профессию. Подальше от ненавистного космоса и инженерной профессии. Я уже на втором курсе МАИ поняла, что выбрала не ту специальность, что меня тянет к истории, филологии, искусству, литературе, музыке, театру, живописи. Но просить отца позволить себе это и просить содержать себя ещё лишних два года я не посмела. Так и закопала в душе эти мысли.

Вот с тех пор и продолжаю работать инженером-испытателем космической аппаратуры.

Лаборатория Славы Карманова насчитывала тогда девять уникальных ныне, а тогда тридцатилетних, неугомонных, весёлых любителей пива и сборищ на Танькиной «фатере». Все работали не за страх, а за совесть. Есть дело — ты пашешь, как скажённый, нет — можно всей лабораторией ехать в пивной ресторан в парке Горького или куда душа зовёт. Много воды утекло с тех пор. «Татарское иго» в лице нового директора, академика Сагдеева, прошлось по самым выдающимся и нестандартным людям, первым из которых оказался Слава. Нас всех уже давно разбросало по разным отделам и фирмам.

Пётр сменил ИКИ на Филёвскую космическую фирму, которую клянёт на чём свет стоит и скорбит о недавних ИКИшных временах. Если бы не нынешние нищенские зарплаты, он никогда бы не ушёл. В ИКИ он работал с самого его основания испытателем околоземных спутников типа «Коронас», исследовавших Солнце и солнечно-земные связи. Вечерами, вместе с тем, успевал заниматься и петь в студии при Доме учёных или везде, где только он ни оказывался. Прекрасный, густой, мягкий баритон, отшлифованный занятиями и пением, с годами становился только лучше.

И Петьку понесло по Эдинбургским фестивалям, по выступлениям с русскими ансамблями в Париже и Ницце, по разъездным концертам в России и ближнем зарубежье. Семья требовала денег и мало заботилась о том, чтобы ему пойти учиться музыке в Гнесинское училище или консерваторию. Ведь этот самоучка, не зная нот, пел, как птица, по наитию. Русский самородок с мягким, отзывчивым сердцем, никому не мог

отказать, если просили. Пел щедро и бескорыстно, поэтому, конечно же, был душой и центром любой компании.

В общем, моя горлица-сестрица и этот московский дрозд — два сапога — пара. Как поразительно схожи их судьбы: прекрасные голоса и не воплотившиеся возможности. Очень жаль, но им винить некого, кроме самих себя.

Новое отступление. Снова меня куда-то занесло. Я могу бесконечно рассказывать о своих друзьях, то есть людях, которых давно и нежно люблю. За длинную жизнь у меня было и есть немного людей, которыми меня Бог просто за что-то наградил. На беду двое из них ушли из жизни, сгорев, так рано.

Только потом стало до боли ясно, что обрушились две стены, поддерживавшие тебя, на которые можно было опереться, так как они тебя оберегали от всего.

Милая, восхитительно женственная, неунывающая, очень музыкальная Томочка — не просто друг, а родной человек, который был всегда за тебя, прав ли ты был или нет, который просто любил тебя в течение всех подаренных судьбою сорока лет с тех давних дней работы в Подлипках. Её неповторимый смех, чистейшего звука колокольчик, до сих пор изредка возникает в голове, и на сердце теплеет.

Ремя я знала двадцать пять лет с первого дня работы в ИКИ. Мы вместе работали у Славы Карманова, а потом на ИНТЕРБОЛ. Это была удивительная личность, яркая, жизнелюбивая, всё понимающая и принимающая. Его неиссякаемый юмор очень часто превращал любую невзгоду в мелкое недоразумение, любую проблему в лёгкую досаду, любое препятствие в работе в быстро решаемый ребус. Подвижен, подтянут, внешне своеобразно интересен, белокож, с римским профилем и высоким лбом. Всё это он неоднократно вышучивал. Истинно английский юмор. И, о Господи, он любил меня с первого дня, как увидел у Славы Карманова, о чём признался незадолго до ухода.

Светла их память. Счастье, что они были. И великая пустота в том месте в сердце, которое не сможет занять никто.

Снова улетела далеко. Итак, ясно, что эти разбойники, Петька с Вовкой, приезжают сюда якобы достраивать свои дома, но подозреваю, что здесь они, как мальчишки, отрываются от зарегулированной однообразной жизни.

Естественно, компания наша разошлась не скоро. Уложила ребят наверху в мансарде, а сама прошлась по закуткам в поисках хотя бы бычка. Увы. Не имею привычки оставлять сигаретные заначки.

Да, неплохо бы закурить. Села за пианино и стала тихонечко перебирать свои любимые темы. Ночь — самое моё любимое время для музыки.

## УТРО ТРЕТЬЕ

После завтрака мы вместе с ребятами побродили по нашему берёзовому лесу над Окой. Дошли до склона над рекой, где открывается вид на далёкую, ослепительно белую Бёховскую церквушку высоко на том берегу. Ритуал приближения на машине или автобусе к даче всегда один — машу рукой Бёховской: «Привет, красавица!». А с Тёмкой, моим внуком, мы ещё соперничаем, кто раньше увидит её, появляющуюся вдали, когда въезжаем на Кузмищенский подъём. При возвращении же домой: «До встречи, родная!»

Проводила ребят на автобус до Москвы, а сама осталась на *weekend*<sup>1</sup>.

Желание закурить настойчиво всплывало в мозгу.

---

<sup>1</sup> В пер. с *англ.* — выходные.

Целый день провозилась с клумбами, косила траву, убирала дом, играла до одурения на пианино, и всё это затем, чтобы заглушить мысли о сигаретах.

Потом села в саду у дома за столик и начала писать.... Давненько не было «мурашека». Так я называю неодолимое желание писать. Оглянулась, солнце уже почти село. Потянулась с хрустом — эх, закурить бы. Взгляд упал на велосипед перед домом, на котором я по утрам ежу на теннис и речку купаться.

А не съездить ли мне в санаторий «Берёзовая роща» в паре километров от дачи, где я по утрам стучу в теннис у стенки входа? Там ведь есть магазинчик и кафе, где можно взглянуть, нет ли моих сигарет. Если нет, — значит, судьба.

Оказалось — не судьба. Вопрос, зачем я решила бросить курить, отпал сам собой.

Прочитала написанное. «Намарано» довольно много. Сама совершенно не могу оценить. У меня только создалось полное ощущение, что я как бы ищу оправдания своему пристрастию, вместо того, чтобы видеть причину в собственном слабоволии. Врачи ещё пока не запрещают, хотя давненько не баловала их своим посещением. Так зачем себя мучить? Зачем лишать себя небольшого удовольствия в череде тех проблем, которыми постоянно осчастлиливливает нас эта «собачья» жизнь?

## ДЕНЬ СЕДЬМОЙ

Снова в Тарусе вместе с доработанным магнитометром. Испытания набирали темп, а лето зной. Начались испытания разобранного комплекса объекта с записью на телеметрическую систему, то есть все научные приборы и служебные системы в лёгких вариантах соединяются впервые вместе, но располагаются не на штатных местах.

Начало — всегда самый волнительный и трудный момент. Как обычно это и бывает, вначале всё идёт наперекосяк. Кто-то не получает питания, кто-то имеет недопустимую связь питания прибора с корпусом объекта, кто-то не видит данных на телеметрии. Первый шок проходит, и испытатели разбираются во всех неисправностях, ошибках или серьёзных недостатках той или иной системы, которые ведут к снятию прибора с «борта» и отправке на доработку.

Отличился научный прибор регистрации частиц солнечной плазмы, разработанный Институтом ядерной физики Московского университета, с которым приехал колоритнейший юноша Егор с пышной кудрявой гривой, высокий, тонкий как тростинка. Одет просто: джинсы и рубашка, но с какими-то модными пряжками, наворотами и, главное, в этакую жару, в мощнейших гриндерах<sup>1</sup> на ногах. Чувствуется, ума — палата, но опыта работы с такими комплексами у него нет. Прибор очень сложен, с высоковольтным питанием, с большим количеством датчиков. Пришлось отправлять прибор в Москву на доработку.

А Вячеслав Козлов, оказалось, тоже курит. Вот удивилась, увидев его в курилке. Он, если и удивился, то я этого не заметила.

Все минусы и кое-какие плюсы пагубного пристрастия к табаку я изложила выше, но что важнее, курение — хороший повод побеседовать с почти незнакомым человеком. Мы с Вячеславом как-то так хорошо разговорились за сигаретой, и о чём бы вы думали, ни много, ни мало, — о поэзии. За прошедшие дни работы я поняла, что Вячеслав — ой, как не прост, постоянно глухо застёгнут на все пуговицы. От кого? Зачем? И, главное, почему?

<sup>1</sup> Тяжёлые, нарочито грубые ботинки с высоким протектором английской фирмы Grinders.

Спокойный, внимательный взгляд чуть исподлобья на окружающее, всё видящий и подмечающий. Нечастая, неожиданная улыбка преображала его совершенно. Родом из Красноярска, он перебрался вместе с семьёй в Тарусу после крушения крупной закрытой фирмы. Но постоянная ностальгия по оставленной Сибири проскальзывала довольно часто в его иронии над Тарусой и её ритмом жизни. Даже красота Оки не шла, на его взгляд, ни в какое сравнение с великолепием дикой природы Енисейских просторов.

Он изредка подтрунивал над главным механиком объекта Анатолием Викторовичем Калюжным, всецело принявшим Тарусу, хотя он тоже появился здесь не очень давно, оставив развалившуюся фирму в Душанбе. Это была ещё та пара трудоголиков! Мне нравились их отношения. Чувствовалась большая человеческая симпатия, помимо профессионального уважения друг к другу. Похоже, не один пуд соли они съели со времени начала изготовления «Колибри».

Анатолий Викторович, крепыш лет пятидесяти, громогласный, задиристый, с бородкой и хитрющим прищуром, когда в духе. Подначки и шутки так и сыплются на головы окружающих, чаще всего на Славу, от которых он отбивается спокойно и тихо, а порою едко и метко. Но не дай же Бог попасть Калюжному под руку, когда он въедливо разбирается в твоей аппаратуре, чтобы понять, какие приспособления нужно изготовить для испытаний. Гром и молнии, если чего-то не знаешь, тут уж пощады не жди. Мне доставалось от него часто, знаю на своей шкурке.

Вячеслав же — полный антипод. Все бури бушуют под тихой, спокойной поверхностью. И я не уверена, что хотела бы попасть в эпицентр этой молчаливой бури. Хотя мне кажется, что за время испытаний я-таки пару раз побывала там, под поверхностью. Очень неуютно там, и клянёшь себя последними словами за некомпетентность, которую демонстрируешь.

Во время вынужденных простоев на испытаниях я обычно пристраивалась в уголке и писала в записной книжке, как и все полвека — на лавочках, ожидая электричку, в турпоходах по горам, в поездах, самолётах, везде и всегда, когда выдавалось время, и был «мурашек», то есть желание писать.

«Сто тонн моих беспартийных книжек», почти по Маяковскому. Но это не стихи. Это разговоры с кем-то, к кому в это время неслись мысли. Это то, что никогда не расскажешь при встрече: впечатления, зарисовки, наблюдения, воспоминания, мысли.

Сколько же собеседников было в моей жизни? Не знаю, не считала. Это был и есть один идеальный слушатель, перед которым ты, как на ладони.

У Рабиндраната Тагора такие мысли вслух вылились в «Залётные птицы». Это чистая поэзия в прозе, яркая, точная, возвышенная и щемяще выстраданная:

*«Пыль мёртвых слов пристала к тебе,  
Омой свою душу молчанием».*

А у философа А. Розанова в сборнике «Уединённое» нечто совсем другое.

«Шумит ветер в полночь и несёт листья... Так и жизнь в быстротечном времени срывает с души нашей восклицания, вздохи, полумысли, получувства... Которые будучи звуковыми обрывками, имеют ту значительность, что „сошли“ прямо с души, без переработки, без цели, без преднамеренья, — без всего постороннего... Просто, — „душа живёт“... то есть „жила“, „дохнула“...»



С давнего времени мне эти «нечаянные восклицания» почему-то нравились. Собственно, они текут в нас непрерывно, но их не успеваешь (нет бумаги под рукой) заносить, — и они умирают. Потом ни за что не припомнишь.

Зачем? Кому нужно? Просто мне нужно. Пишу для каких-то «неведомых друзей» и хоть «ни для кому»...

Секрет писательства заключается в вечной и невольной музыке в душе. Если её нет, человек может только «сделать из себя писателя». Но он не писатель...

У японцев же ещё в восьмом веке появилось «Манъёсю» — «Собрание мириад листьев». Мысли — это листья, распускаются однажды, впитывают окружающее, формируются, живут, держатся до поры и слетают, — выплёскиваются.

Многие, внутренне одинокие люди, пишут, оказывается, сами для себя.

Снова «Остапа» занесло. Вернёмся на грешную землю.

Увидев меня, входящую в курилку, Вячеслав спросил, о чём это я так сосредоточенно пишу. Какая восхитительная, провинциальная непосредственность, подумала я. Никогда московский, якобы тактичный человек, не задал бы такого вопроса, пожалуй, скорее всё-таки из равнодушия, а не от избытка воспитания. Мы давно задавили в себе естественную любознательность по отношению друг к другу, сиречь, любопытство.

Я, слегка смутившись, ответила, что пыталась вспомнить «Отче наш, иже еси на небесех...»

— А зачем Вам это?

— Как зачем? Молитвы — это высочайшая поэзия.

— В общем, согласен. Я как-то раньше не часто брал в руки стихи. А теперь почему-то потянуло, особенно к японской поэзии.

Я чуть не подпрыгнула. Вот это да! Сибирский бирюк с трезвым, язвительным умом — и японская поэзия.

— А не доводилось ли Вам, Вячеслав, читать японского поэта Исикава Такубоку, — не выдержала я, ведь могло же так случиться, что он тоже знаком с ним.

Забавно, совсем недавно одна танка Исикава-сан пришла мне в голову, когда я впервые услышала его глуховатый негромкий смех:

*«Как хорошо он смеётся,  
этот юноша!  
Если б не стало его,  
в целом мире  
стало б немного грустней».*

И странным показалось мне, что именно с Вячеславом я обсуждала японцев, их лаконичность и недосказанность, когда человек, только вдумываясь и домысливая лишь слегка обозначенное полутонами, может насладиться всей глубиной этой поэзии.

Тут уж я «распушила хвост» и стала «блистать» своими «громкими» познаниями.

Но моё же невольно широкое знакомство с японской поэзией переросло в преклонение перед китайцами, которых считаю глубже, яснее, мудрее и человечнее. Это же закономерно, так как расцвет японской поэтики пришёлся на VIII–IX века нашей эры, тогда как традиции китайского стихосложения сложились в XI–IV веках до нашей эры.

В средние века китайская культура, религия и поэзия хлынули широким потоком в Японию, Корею и Индокитай. Шустрые японцы позаимствовали у китайцев не только письменность, создав свой язык, не только религию, даосизм и конфуцианство, уже

имея буддизм, не только обычаи, и нравы, но и поэзию. Всё это они сумели переварить, сообразуясь со своей историей, культурой, эстетикой, удалённым местоположением, и привнести свой особый дух. В этом они великие мастера!

Но, всё же, выражаясь современным языком, по моему глубочайшему убеждению, японцы «отдыхают», когда говорят китайцы:

*«Малая печаль говорит, — большая безмолвна».*<sup>1</sup>

Колосс двух с половиной тысячелетней давности, величайшее собрание безвестных китайских поэтов «Шицзин»! А «Господин пяти ив» эпохи Цзинь, «китайский Пушкин», Тао Юань-мин, IV–V века! А титаны Танской империи, несравненные Ли Бо, Ван Вэй, Ду Фу и Бо Цзюйи, глубочайшие мудрецы и тончайшие лирики VIII–IX века!

У меня на даче оказалось несколько сборников японцев и китайцев, которые я принесла Вячеславу. Японец Басе ему понравился, а великие Китайцы Бо Дзюйи и Ду Фу оставили его равнодушным. Да, милостивый государь, решила я про себя, у Вас ещё всё впереди, если эта поэзия, действительно, зацепила Вас. До китайцев Вы ещё не дозрели.

## **ДЕНЬ ТРИНАДЦАТЫЙ**

Опять в родных краях. Господи, как чудно среди дубов после удушливой, грязной Москвы!

Егор привёз исправленный прибор, и испытания снова ринулись вскачь. Ведь мы уже давно не укладывались ни в какие намеченные сроки. Нас поджимал главный срок — запуск грузовика «Прогресс», на котором наша «птичка» должна быть доставлена на Международную космическую станцию, МКС, для дальнейшего отделения и собственного автономного существования на орбите вокруг Земли.

В этот приезд в Москву я покопалась в нашей громадной библиотеке, с трудом отыскала и привезла для Славы тот незабвенный, шестьдесят пятого года издания, сборник японской поэзии. Я была страшно довольна, так как он сразил его наповал, как и меня когда-то. Надо было видеть его, вылезшего из скорлупы, и слышать сбивчивые слова восхищения Японцами. Итак, первый шаг он сделал.

Мне же он принёс своего любимого писателя-фантаста, автора звёздных войн, Дэна Симмонса с вопросом, люблю ли я фантастику. Я не смогла ответить утвердительно, так как всегда недолюбливала эти фантастические потуги умных, глубоких писателей, Ефремова, Стругацких, Брэдбери, Лема. Но всё же решила взять почитать, чтобы понять, что же смогло так заинтересовать этого буку, разразившегося целой «филиппикой» мистеру Симмонсу.

Забегая вперёд, скажу, что великий «подвох» он мне устроил. У меня просто не хватало образования, чтобы пробиваться сквозь философские рассуждения этого поэта и эрудита. Полгода неспешного вдумчивого чтения явились неожиданным подарком, открытием нового для себя имени среди фантастов. Дэн Симмонс меня восхитил и убедил в том, что умную, поэтическую прозу не могут испортить никакие фантастические «прибамбасы».

Испытания затянулись до глубокого вечера, всё по-прежнему шло со скрипом. При записи выяснилось, что в системе ориентации обнаружены недопустимо большие

<sup>1</sup> Сенека Луций Анней, Федра.

помехи, причину которых никак не удавалось установить. Срочно связались с омским КБ, разработчиком этой аппаратуры. В итоге главный специалист, Олег Седых, которого ждали позже, на полностью собранный комплекс, вылетал уже завтра.

В гостинице мест не было, и я предложила университетчику Егору поехать ко мне. В этот день на дачу должны были приехать на лето внук Артём и в отпуск дочь со своей подругой Аллочкой, которые «не разлей вода» с поры детских колясок в Подлипках. Каждое лето мы собираемся здесь. Тёмке уже пятнадцать, все ребята его возраста давно отказываются ездить на дачи, а он рвётся сюда, как и прежде. Почему — не знаю, здесь ничего не изменилось. Лес, белки, птицы, ежи, ужи, лягушки, осы, рыбалка. Его интересы сейчас, перед последним, одиннадцатым, классом выразились одной фразой: «Мне всё „в лом“, кроме биологии». И это после серьёзных занятий математикой в гимназии.

С детства он обожал всяких тварей, особенно тех, которые населяют террариумы в зоопарках. Там я всегда устраивалась на лавочке с книгой рядом с эти заведением, поджидая Артёма, который раньше, чем через два часа оттуда не выходил. А о рыбах и их ловле он знает всё, что было когда-либо напечатано. Горы рыболовных журналов знает просто наизусть. Когда Тёмка начинает «грузить» меня информацией о том, где, когда, на что была выловлена та или иная рыба, и в какой статье и каким автором это было написано, я диву даюсь, — это просто страсть. Мне трудно это понять, но я уважаю.

Подъезжая к даче, я несколько сомневалась, что интеллигентному мальчику Егору понравится у нас. Обычный деревянный дом, кругом двадцать дубов, три липы и три осины на девяти сотках. С двух сторон овраги, не видно никого даже с остальных двух сторон. Всё заросло кустарником и орешником. Просто лес. И к дому прибита чеканка Villa twenty oaks или Вилла двадцати дубов. Мои двадцатилетние попытки выращивать что-либо, кроме тенелюбивых цветов и кустарников, заканчивались плачевно, а я ежегодно до слёз расстраивалась.

Встретила нас вся компания, мирно рассевавшаяся в креслах за круглым столом недалеко от дома. На столе, полном снеди, стояли уже открытые бутылки сухого вина. Ежегодная традиция — праздник первого дачного вечера.

Начало темнеть. Этот длинный, белый вечер плавно перетекал в полчаса белой летней ночи. Принесли свечи. И в это же время начала всходить полная луна, свет которой пробивался сквозь листву деревьев. Беседа за столом то и дело перемежалась взрывами смеха. Девчонки разговорят и рассмешат кого угодно.

Аллочка — пышная, черноволосяя красавица с огромными синими глазами, медлительной статью и острейшими мозгами и речью. Она великая юмористка, из тех, кто не суетится, не ищет поводов захватить беседу. Забавные случаи и ситуации словно сами нанизываются на её неторопливую мягкую речь.

Её байки из жизни Подлиповской фирмы, где она работает и живёт со времени окончания Московского энергетического института, полны наблюдательности и понимания ситуации, которая сложилась в этой когда-то процветающей, а ныне со страшной силой загнивающей организации. Суета начальников по поводу добывания денег, поголовное пьянство сотрудников, разнообразные меры по ужесточению дисциплины, которые всячески обходятся ушлыми людьми. Смешно, но и горько.

Марина, моя дочь, — почти полная её противоположность. Восторженная, эмоциональная, обаятельная, светловолосая, сероглазая мать черноокого подростка, который выглядит рядом скорее её приятелем, чем сыном.

Она поступила в Московский авиационный институт вопреки моему строжайшему запрету идти в инженеры. Я тогда твердила: «В инженеры — только через мой труп». Дочь спокойно переступила через него и сейчас работает в небольшой фирме, где подготавливают картографические базы данных для разного рода компаний. Её забавные рассказы о патологической скупости их директора, эксплуатирующего двенадцать сотрудников как в добрые советские времена, полагая, что они должны работать на голом энтузиазме, вызывали смех и сочувствие к этим «лопухам», которыми манипулируют, чтобы платить как можно меньше.

Но и Егор не растерялся в этой языкастой компании и оказался прекрасным ненавязчивым рассказчиком. Он поведал нам о своём клубе русской старины, где они, изготавливая наряды и доспехи наших отцов, устраивают ристалища и походы. Где они только ни побывали! И в Прибалтике, и в Сибири, и на Дальнем Востоке. Большой любитель пива, которое он прихватил в магазине по дороге сюда, Егорка, со вкусом попивая и оценивая местный напиток, галантно парировал женские, каверзные вопросы и намёки.

Расходиться очень не хотелось никому, но завтра было велено прийти на работу к десяти часам утра. Поэтому пришлось отправить Тёмку с Егором спать в светёлку, а сама я с девчонками засиделась почти до рассвета. Им-то хорошо, вставать не рано, но мне жаль было уходить. С этого дня так и повелось. Что-то не припомню этим летом дня на «Вилле», когда бы я спала больше четырёх-пяти часов в сутки.

Любопытную сцену я наблюдала на следующий день, когда утром за нами с Егором заехал его университетский завлаб. Егор с блестящими глазами и ртом до ушей рассказывал ему, показывая на круглый стол под дубами о наших посиделках: «Вот здесь это было. А вот отсюда выползала огромная лунища». До чего же мне было приятно. Видимо, ему не часто приходилось бывать в такой благодати даже в его непоседливой жизни. Егорка же сам был удостоен высшей степенью похвалы моего внука, который мне после сказал о нём: «Вот это — реальный чел». Когда я довела до сведения Егора эту оценку и попросила перевести, он засмеялся и сказал, что это означает — настоящий разгильдяй.

## **ДЕНЬ ПЯТНАДЦАТЫЙ**

Прилетевший из Омска, первоклассный специалист своего дела, Олег Седых быстро разобрался во всех проблемах системы ориентации. Лет двадцати восьми, длинный, худощавый, с чёрным ёжиком и карими весёлыми глазами, Олег демонстрировал столько смекалки и излучал такую энергию и доброжелательность, что было одно удовольствие работать с ним.

Наконец-то было принято решение отдать аппаратуру на сборку для полностью собранного комплекса.

Впереди был целый свободный день. Да ещё ко мне приехала моя «старшая дочь», как я её называю, Танюшка со своим тринадцатилетним подростком Маратом. Я попросила Анатолия Викторовича и Вячеслава устроить им небольшую экскурсию по СКБ и коротенько рассказать и показать «птичку».

Надо было видеть, как доходчиво и подробно объяснял Анатолий, явно обладавший прекрасным педагогическим даром, сложнейшие конструкторские проблемы этому не видевшему раньше ничего подобного мальчишке, не упрощая, не снисходя

до простого уровня, вовлекая его в решение некоторых задач. Вместо просимых мною пяти, десяти минут, он потратил на нас целых пятьдесят минут.

А потом произошла забавная ситуация — они поменялись ролями. Марат целых полчаса рассказывал ему об автомобилях на вопрос Анатолия, узнавшего, что Марат интересуется машинами, какую машину ему лучше купить для Тарусы. Теперь нужно было видеть рыжего тощего подростка, задававшего этому «мощному зубру механики» кучу самых разнообразных вопросов.

— Нашу или не нашу, подержанную или новую машину Вы хотите купить? На сколько денег и какой пробег рассчитываете, если подержанную? Какой двигатель, какую систему управления, какую подвеску Вы предпочитаете?

Анатолий назвал цену, и Марат, задумавшись на две, три минуты, глядя в потолок и прищулив один глаз, выдал ему три названия иномарок, которые подходили для Тарусы и удовлетворяли всем запросам. И дальше эти «автоманы» были потеряны для нас. Уйдя в уголок, они живейшим образом беседовали ещё полчаса.

У Маратика тоже своего рода страсть к автомобилям. Он наизусть знает все выпуски автомобильных журналов и газет «Из рук в руки». А Танечка всё жалуется, что он не хочет заниматься математикой и физикой, хоть плачь, одни тройки и двойки. Ведь налицо готовый менеджер по автомобилям.

Татьянку я знаю почти с самого начала её работы в институте. Маленькая, стройная, как статуетка, энергичная девчужка сразу же после школы пришла в нашу группу. Голубоглазая, весёлая блондинка, хохотушка и озорница, она потрясла всю мужскую половину нашего института. Женская же половина приняла её в штыки, не увидев удивительной целеустремлённости её натуры в приобретении знаний и освоении всего нового в работе. Она всё впитывала, как губка. Ей можно было поручить любое дело, которое она обязательно доводила до логического конца. При мне она поступила в Московский педагогический институт, училась вечерами и закончила его. Из простой семьи строителей-маляров, не имея даже одного высокородного колена в своём генеалогическом древе, она сделала себя сама, став глубоким, неординарным человеком, не растеряв при этом своей жизнерадостности. Покупая массу книг, она жадно их читала. Её интересовало всё на свете: музыка, живопись, театр, философия и поэзия. Такова она и сейчас. А её практичный ум, оптимизм и мудрость до сих пор приводят меня в изумление.

Когда мы дошли до главного электрика Вячеслава, он, смутившись, не зная, как и о чём говорить, буркнул несколько общих фраз об испытаниях, за что мы его галантно поблагодарили.

Но самую красивую картинку раскрытия солнечных панелей и антенн этого спутника, сделанную на промежуточных отработках, показал нам с Танечкой и Маратиком на компьютере заместитель директора СКБ, душа этого проекта, Вадим Николаевич Ангаров.

Знала я Вадима ещё по Фрунзе молодым неотразимым «чёрным оппонентом» нашего очередного тогда прибора. Он всегда отличался острым умом, корректностью, галантностью и прекрасными манерами. Только недавно узнала, что он из семьи Питерских потомственных интеллигентов, играл на фортепиано, профессионально выступая за Питер, увлекался большим теннисом, путешествиями, дельтапланеризмом и многим другим. Большие физические и эмоциональные перегрузки, связанные с его

должностью, привели его с год назад в больницу с инфарктом. Я узнала об этом случайно и подивилась, видя его на испытаниях везде и в любое время дня и ночи, всегда бодрым и излучающим спокойствие.

Эту компьютерную запись раскрытия объекта я сама видела впервые, и восторг был полнейший. Вылет «птички» из стапелей напоминал раскрытие бутона, сначала распускались листочки, антенны, потом лепестки — солнечные батареи. Зрелище незабываемое. Шестигранное элегантное двадцатикилограммовое околоцветие с раскрывшимся цветком как бы парило в пространстве.

К вечеру я пригласила всех ребят приехать на Танечкин борщ к нам под дубы. Олег из Омска подпрыгнул от радости, тем более что ему тоже негде было ночевать, и он всё равно собирался ко мне. Когда выяснилось, что Анатолий и Вадим Николаевич не смогут пойти по семейным причинам, Вячеслав тоже стал колебаться. Я весело, но со скрытой досадой сказала Олегу: «А ну их всех, едем *tet-a-tet*». То ли это подействовало, то ли исконная «любопытность», но «Их Светлость Вячеслав» тоже составили нам компанию.

И снова застолье за круглым столом при свечах под дубами. Вечер был тёплый, от удушливой дневной жары не осталось и следа. Танюша сотворила безусловный шедевр борщового искусства. Олег, явно выраженный дамский угодник, только что не пел серенады в Танину честь. Он был неистощим на шутки, подтрунивания, анекдоты. Смешил всю компанию до колик своими рассказами о походах и курьёзах, приключавшихся, как мы поняли, с ним постоянно. Человек, привлекающий к себе всё забавное и неординарное, или просто умеющий распознать это в нашей не совсем смешной жизни. Завтра у «науки» был свободный день, и я решила показать Олегу музей-усадьбу Поленово рядом с Беховской церковью, выстроенной как раз по проекту самого В.Д. Поленова.

Проснулись довольно поздно. Заскочив ненадолго на работу, по дороге обратно мы с Олегом заехали за милейшим человеком, моей давней, ещё со времени работы во Фрунзе, знакомой, переводчицей с французского языка, Раечкой, и втроём пешком через наш лес отправились на пристань.

Татьянка с Маратиком уже собирались уезжать. Трудоголики из Тарусы были заняты сборкой «Колибри». Вадим Николаевич очень сокрушался, что не сможет поехать с нами. Ему, конечно же, никак нельзя было бросить собирающийся объект. Но этот невероятно занятой человек побеспокоился и договорился с директором санатория «Берёзовая роща» о нашей переправе через Оку туда и обратно.

Поленово он знал и любил давно. И, часто там бывая, готов был всегда снова и снова к встрече с этим сосновым бором, затейливым «Адмиралтейством», задумчивым «Аббатством», простым и уютным Главным домом с его уникальнейшими коллекциями живописи, скульптуры, народных промыслов и ремёсел.

Мне это так понятно, так как сама никогда не упускала случай составить компанию посетить эти благословенные места. Обычно мы плыли туда на прогулочном «Метеоре» от санатория. Это всегда толпы отдыхающих, ограниченное время и заданность маршрутов. Хотелось всегда побродить там в своём ритме. Такие походы случались очень редко.

А вот такого дивного дня, который мы втроём завершили глубокой ночью, я просто не могу припомнить.

## ДЕНЬ ДВАДЦАТЬ ПЯТЫЙ

Все прошедшие дни и ночи слились в один большой-пребольшой, длинный-предлинный день. Когда спали, когда ели, когда видели Божий свет, я не помню.

Лето летело семимильными шагами. На даче собирались самые разнообразные компании, а я заставляла только ночи. Ночью частенько шла жестокая карточная игра в покер или «дурака», начали даже осваивать бридж. Как-то в очередной приезд на дачу Маринкиного мужа заводила Аллочка уговорила недолюбливавшую карты Маришку составить им компанию. Но едва появилась моя машина, они меня под белые руки усадили с собою играть. Я никогда не отказываюсь, потому что люблю это блаженное «ничегонеделание», да ещё с хорошими партнёрами. Маринка тут же сбежала спать, прихватив с собой Артёма, а мы с Алякой принялись выставлять зятя на пиво в «дурачка». Сначала нам никак не удавалось выиграть. Количество сигарет рядом с ним, символизировавших проигранные нами бутылки, дошло до шести. Аллочка горячилась и вопила ему: «Кого забрасываешь, тётцу? Смотри, все оставшиеся дни на даче будешь пить только луковый чай». Мы все отлично знали, что он терпеть не мог лука ни в какой еде, а чаёвник был великий. Закончилась эта баталия где-то к четырём часам утра. И около нас с Аллочкой лежало двенадцать сигарет. И так почти каждый вечер или ночь. У меня же с утра снова работа. Как выдерживала, не знаю.

Когда собрали всю аппаратуру на полностью укомплектованном со штатными кабелями объекте и начали испытания, все огрехи вылезли снова. Вновь отправляли наш магнитометр в Питер. Снова дорабатывали аппаратуру Егора. Выявлялись завязки в системе телеметрии, которой заведовал известнейший разработчик и испытатель систем радиосвязи Александр Павлович Папков из Калуги.

Лет пятидесяти, невысокий, подвижный, с пышными седыми кудрями, невероятный энтузиаст и бессребреник, грамотнейший специалист и невероятно скромный в общении, он олицетворял для меня то славное время 1960-х годов, когда работа была и питьём, и едой, и матерью родной. Каждый вечер, когда мы уже валились с ног от усталости, для него не составляло труда сбежать в ночной Тарусский магазин и скупить там весь прилавок, включая пиво, которое было неизменным его пристрастием. Его он пил просто артистически, неторопливо, со вкусом. Куда там рекламе! Довольная, расслабленная физиономия Палыча, священнодействующего над пивом, переплонула бы любого из тех, что заполонили нынче все экраны.

Мы собирались в комнате Вячеслава, где стоял всегда готовый принять любую компанию гостей стол. Как-то я обратила внимание, что на столе часто стояли недопитые бутылки неплохого коньяка. Для нашей институтской лаборатории оставить что-либо недопитое — это нонсенс, а уж коньяк — «амундсенс». Слава, загадочно пожав плечами, не стал вдаваться в пояснения. Остальные подхватили и стали развивать эту тему, обратив моё внимание, что каждый раз это бывала другая бутылка. Я, большая любительница коньяка, так и не поняла, кто же здесь его поклонник.

Как-то за столом, когда уже почти все распозлись, разговорились о пристрастии к курению, и Вячеслав, усмехнувшись, посетовал на эту свою привычку: «Бросать, бросать надо бы». Я рассказала о своих трёхдневных пытках в первые дни испытаний. Он усмехнулся и выдал мне: «Очень Вы, Вероника Борисовна, любите себя, чтобы бросить». Гнев и возмущение, мгновенно вспыхнувшие в мозгу, продиктовали заносчивый ответ: «Вы не правы в одном, любезнейший Зоил, я не просто люблю себя, а обожаю».

Вот и найдена причина, которая идеально всё объясняет. Мне сразу стало легче. Злость на этого правдолюбца исчезла, хотя второй, несравненно больший, чем первый, «зуб» на него начинал вырисовываться в моём мозгу.

Надо обязательно любить себя, это очень важно для душевного равновесия. Оно, точно, из породы самоедов. Я этот период уже миновала, слава Богу. Очень надеюсь, что и он его минует сам. А чтобы ему это легче далось, сослалась на Александра, Свет, Сергеича и ответила ему:

*«Кого ж любить? Кому же верить? Кто не изменит нам один?  
Кто все дела, все речи мерит услужливо на наш аршин?  
Кто клеветы про нас не сеет? Кто нас заботливо лелеет?  
Кому порок наш не беда? Кто не наскучит никогда?  
Призрака суетный искатель, трудов напрасно не губя,  
Любите самого себя, достопочтенный мой читатель!  
Предмет достойный: ничего любезней, верно, нет его»<sup>1</sup>*

## ДЕНЬ ТРИДЦАТЬ ПЯТЫЙ

Наконец, на завтра, пятницу, назначили завершающий комплекс полностью собранного, подвешенного на тросах спутника с открытыми антеннами и солнечными батареями, с передачей информации по эфиру, как в реальном полёте.

Вечером приехала домой и спешно принялась доделывать циклограмму испытаний в наглядном виде, чтобы в процессе работы не вспоминать и не искать по бумажкам. Это очень важный документ для грамотной и спокойной работы. Обдумывать и делать её большой труд. Опомнилась я, услышав, как наш любимый дачный «Кук», деревянная кукушка, проскрипел шесть раз. Ну и дела. Испытания полного комплекса, когда работают абсолютно все системы по лётной программе, были назначены на десять. Удалось забыть часа на два.

Начало, как водится, сдвинулось часа на четыре, уж и не помню, по какой причине. Их бывает миллион без малого. Но и какой же это елей на души, когда всё проходит без замечаний и сбоев. Часам к десяти вечера разрядилась бортовая аккумуляторная батарея, и произошло автоматическое отключение всей аппаратуры по сигналу автоматики, как это заложено в системах объекта. Всё в порядке, отработана одна из возможных полётных ситуаций. Но на заряд батареи, чтобы продолжать испытания, требовалось не меньше четырёх часов.

Все, пошатываясь, поползли в комнату Калюжного пить кофе и перекусить, чем Бог послал. За столом я стала сокрушаться, что могу не успеть сегодня на концерт, с которым приехал в Тарусу классный джазовый музыкант Даниил Крамер. Мы, как только узнали об этом концерте, сговорились с Раечкой и моим соседом, Владимиром, послушать его. Пригласила я присоединиться к нам и всю эту отупевшую от усталости братию. Меня подняли на такой детски жизнерадостный смех, что и я хохотала вместе с ними. Их нагрузка в процессе работы в сравнении с моей была «сенбернаром» по сравнению с «фокстерьером».

После окончания испытаний, в семь часов утра мы с Вячеславом и Анатолием Викторовичем уже, действительно, ползли чуть не ползком по направлению к проходной. Я-то — уж точно. Когда я слегка отстала и потом появилась перед воротами, в то время,

<sup>1</sup> А. С. Пушкин «Евгений Онегин», глава 4, стих XXII.



когда они, сдав ключи, ждали меня за проходной, Калужный как-то очень мягко, почти с лаской в голосе, чего я от него никак не ожидала, подбодрил: «Смотри, Борисовна, не промахнись мимо ворот».

Села в машину, даже не пытаюсь предложить им довести их до дому, и огляделась вокруг. До чего же приятно уезжать с работы на машине днём. Оказывается, я уже давненько возвращалась, в основном, по ночам. Смотрела на алеющее небо и думала, нет, не доеду, усну где-нибудь по дороге.

Включила первую передачу и, непрерывно твердя себе, не спать, не спать, не спать, тащилась до дачи час или больше, хотя езды там всего на десять минут. Рухнула, не раздеваясь, как только переступила порог и была разбужена в четыре часа дня звуком телефона.

Сосед Владимир Буров поинтересовался, жива ли я, так как не видел меня у дома, и напомнил, не забыла ли я о концерте. Господи, час до начала, а надо умыться, одеться, накормить ораву приبلудных кошек в количестве двух мамаш и шестерых котят, которые недавно оккупировали наш участок, может даже самой что-нибудь съесть, так как с ночной трапезы во рту не было маковой росинки. Ну, а вести машину просто физически не было сил. Золотко, Вовочка снял с меня эту тяжесть и сам сел за руль. Без десяти пять мы тронулись в путь до Тарусы. Зал был уже полон, мы, встретив Раечку, стали за последними креслами рядом с широко открытыми дверьми из зала. А народ всё подходил и подходил. Сначала Даниил Крамер рассказал о своём оркестре, учениках, от десяти до пятнадцати лет, которые исполняли несколько джазовых композиций на скрипке, виолончели и фортепиано. Он объявлял исполнителей и выходил из зала, слушая и болея за них сзади нас.

Мне показалось, что в зале очень душно. Ноги стали мягкими. Одна мысль, — скорее выскользнуть из зала, глотнуть свежего воздуха и, может быть, выпить валидол. Стала пробираться, дошла, как в тумане, до стола в коридоре, поставила сумку, стала рыться, чтобы достать таблетку. И... очунулась на руках у «маэстро». Володя и Раечка тоже оказались рядом. Посадили меня на стул на улице у входа. Очухалась я довольно быстро, и мы поспели в зал как раз к тому моменту, когда играл сам Даниил Крамер. Музыкант фантастической глубины и своеобразия. Мне показалось, что его стиль в чем-то близок Эллингтоновскому стилю настроения, отличающемуся утончённостью, изысканностью и мягкой лиричностью. Я узнала только пару вещей: Дж. Керна и К. Портера. Решила обязательно пойти в Москве послушать его в приличном зале. Забегая вперёд, скажу: я-таки послушала его ансамбль, состоявший из гитары, контрабаса, ударника и фортепьяно. Блестящие музыканты и композиторы. Оказывается, Крамер сам ещё пишет джазовую музыку. После концерта я отдала ему розу с благодарностью за спасение в Тарусе.

## **ДЕНЬ ТРИДЦАТЬ ДЕВЯТЫЙ**

Результаты испытаний оказались положительными, и оставалось главное и последнее испытание — отстрел объекта по команде извне, как это осуществляется на «Прогрессе». Предстояло сначала предъявить этот этап заказчику. А потом собрать уже госкомиссию для окончательной приёмки, которая была назначена на завтра.

Пришли заказчики. Мы все заняли свои места. Я взглянула сверху из смотрового зала на объект, сидящий в стапеле, на Анатолия, приготовившегося нажать кнопку,

и выскочила на улицу. Мои нервы, как оказалось, не были стальными канатами, как у несгибаемых Анатолия и Вячеслава, и давно уже превратились в шёлковые нити.

Первый блин был, как водится, не столько комом, сколько большим не шелохнувшимся комком, который продолжал находиться в объятиях стапеля. А под ним, распластавшись на полу, лежал Анатолий. Чека, которая должна была выйти из захвата, была нештатной и обладала бóльшим коэффициентом трения, чем тот, на который была рассчитана пружина, вытягивающая чеку. Весёлый и злющий Анатолий должен был всю ночь работать, чтобы устранить эту неисправность к завтрашнему шоу. Вот так всегда у студентов, не хватает всего одной ночи перед экзаменом.

Здесь были далеко не студенты. Здесь были люди, которые из-за отсутствия финансирования изобретали и изобретали велосипеды и радио из подручного материала и деталей. Ведь чтобы изготовить такого рода объект, нужно не пятьдесят тысяч долларов, а пятьсот, как подсчитали досужие американцы. Татьяна, мой дружок, уходя из СКБ после экскурсии, поглядев на этих Кулибиных и Черепановых, произнесла сакраментальную фразу:

— Никогда не думала, что в нынешнее время, в нашей стране кто-то ещё работает на одном энтузиазме.

Работают ещё как! В СКБ ИКИ и в ИКИ РАН.

## **ДЕНЬ СОРОКОВЫЙ**

Это был полный триумф. Птичка «Колибри», как ласточка, вспорхнула пред ошеломлёнными очами государственной комиссии, которых набежало невесть откуда и сколько. Анатолий только что не мурлыкал. Случайно услышала, что через пару недель ему исполняется пятьдесят. В эти две недели в самом ИКИ с объектом будут проводиться виброиспытания, балансировка, снятие электромагнитных характеристик. То есть ещё, как минимум, две недели до установки на «Прогресс» и старта из Тюратама.

Пришлось ехать в Москву. Оказаться там было несколько странно, я уже полностью прикипела к дубам и Тарусе. Жарко. Душно. Всё не то.

Уже на следующий день в ИКИ привезли спутник и начались испытания на нашей контрольно-испытательной станции. На них съехались все тарусяне. И колесо закрутилось снова.

Две недели пролетели, как вздох. За день до дня рождения Анатолия, когда ребята, закончив все дела, уезжали в Тарусу готовить объект к отправке на полигон, я с Вячеславом передала для него подарок, который очень долго искала ещё в Тарусе. Там, в магазинчике художественного фонда я увидела забавного «котяру» из керамики, в которого влюбилась сразу же. Как-то Анатолий рассказывал о своих двух кошках, которые взбираются ему на плечи, едва он возвращается с работы, и делают массаж. Тогда же он обмолвился, что так же они лечили жену, лёжа на её плечах и груди, когда она болела, перед своим уходом.

Этот мой котяра выглядел полным антиподом Анатолия. Толстый, развалившийся на боку, с наглой тупой физиономией, да ещё с намёком на ухмылку, он был просто уморителен. Выполнена была статуэтка в яркой современной манере: брюхо его опоясывал широкий пояс с застёжкой, сзади под хвостом робко пристроилось сердечко, были и ещё кое-какие «навороты». Беспokoила только мысль, а вдруг ему не понравится. Я очень понадеялась на его природный юмор. Мне показалось, что он не сможет не оценить этого бандита.

Через пару дней я приехала в Тарусу на заключительные чистовые испытания полного комплекса, то есть полностью укутанного и подготовленного к полёту в невесомости объекта, перед отправкой на полигон. Когда вышла покурить, Анатолий составил мне компанию и поблагодарил за подарок, который он ещё и не открывал, так как признаёт только те подарки, которые вручаются лично в руки. Вот это принципы!

Вечером, когда все собрались за столом, Анатолий открыл коробку и, как мне показалось, остолбенел. Но за столом грянул дружный смех, и посыпались восклицания, что котяра — полная копия юбиляра. Прямо в этот момент Анатолия вызвали на сборку, и он умчался. А я сидела и расстраивалась, пока он не вернулся. Тогда я обратилась к нему со словами. Смысл их сводился к тому, что все мои симпатии к нему, ежедневно сжигающему себя с двух концов на работе, вылились в поиски третьего друга, который бы послужил образцом и примером, как надо жить. Кажется, я удостоилась Высочайшей улыбки. Но всё же, когда все «охальники» разбежались, этой большой ребёнок спросил меня с надеждой: «Ну скажите правду, ведь он не похож на меня, вы не из-за этого его подарили?» Моя искренность не вызвала сомнений, тем более что я только потом разглядела неуловимое портретное сходство.

## **ДЕНЬ ПЯТЬДЕСЯТ ДЕВЯТЫЙ**

Последний протокол. Последние подписи. Последние напутствия маленькой птичке по имени «Колибри». Глупо, но я её незаметно перекрестила.

Следующие этапы таковы. Вся бригада из Тарусы отвозит объект в Подлипки, где его устанавливают в грузовой космический корабль «Прогресс», стартующий к МКС ориентировочно 22 ноября с полигона Тюратам. Туда в первых числах ноября должны поехать все специалисты во главе с Вадимом Николаевичем, чтобы зарядить бортовую батарею «Колибри» последний раз перед установкой объекта на «Прогресс», так как «птичка» до отделения от него в феврале-марте будет просто находиться внутри станции. В течение трёх-четырёх месяцев МКС будет летать совместно с пристыкованным к ней «Прогрессом». То есть всё это время бортовая батарея «Колибри» будет самопроизвольно разряжаться. И задачей ребят на полигоне будет провести несколько испытаний по полному разряду батареи, чтобы знать, до какого минимального напряжения можно дойти с тем, чтобы быть уверенным в успешной работе «птички» после начала самостоятельного полёта. Этот минимум и продиктует время отделения «Прогресса» от МКС и отстрел «Колибри» в момент удаления от станции грузовика.

Столько моментов, требующих точнейших расчётов. Столько «если». Всё нужно предусмотреть и предвидеть. Очень тревожно. Ожидание — это самое трудное в жизни. Остаётся только ждать февраля-марта и надеяться. Нет, не надеяться, а крепко верить.

22 мая 2002 года. Всё прошло успешно. «Птичка» выпорхнула из «Прогресса» и, расправив крылышки, полетела вокруг Земли на высоте около трёхсот километров. И её чирикание — сигналы — услышали и приняли многие измерительные пункты.

А главное, её смогли услышать и принять информацию в далёком Сиднее австралийские школьники, положившие начало проекту КОЛИБРИ.

Таруса, 24 июля 2002 года

# ПРИКЛЮЧЕНИЯ В АВСТРАЛИИ

Т. К. Бреус

Австралийские приключения  
советских учёных

*Живут во мне воспоминания...*

*Живут во сне и наяву...*

*Пока я помню, я живу!*

Из одной популярной песни

Это было в 1979 году. Довольная обширная научная делегация Советского Союза направилась в Австралию сразу на два мероприятия — Первый Международный симпозиум по исследованиям магнитосферы, который проходил в Мельбурне — в La Trobe University, и Ассамблею IUGG/IAGA<sup>1</sup> в столице Австралии — Канберре. В те счастливые времена членам делегации не надо было платить за командировку. Институт оплачивал её, но валюту, которую нам выплачивали организаторы сессий за представленные доклады (а это было по тем временам немало — около 400 долларов), мы были обязаны передать Академии наук через руководителя делегации. Нашей делегацией руководил тогдашний замдиректора ИЗМИРАН<sup>2</sup> — Игорь Алексеевич Жулин.

В Мельбурне местоположением заседаний симпозиума и местом проживания основной массы участников был кампус La Trobe University. Он находился на окраине Мельбурна и представлял собой стоявшие в лесопарке небольшой этажности серо-красные кирпичные корпуса общежития. Они соединялись воздушными переходами, так что сразу было видно, кто направляется к вам в гости. Нас — несколько человек из представителей «начальства» — Игоря Алексеевича Жулина, Владимира Васильевича Мигулина — директора ИЗМИРАН, Гелия Александровича Жеребцова — замдиректора СибИЗМИРАН<sup>3</sup> и меня — учёного секретаря ИКИ РАН, стараниями Жулина разместили вместе в одном из корпусов. К нам также поселили молодого талантливого и, как впоследствии оказалось, много (больше всех остальных) обещающего учёного — Льва Зеленого. Лева тогда только недавно защитил кандидатскую диссертацию, и его поездка в столь отдалённую за границу была для него первой и досталась ему с трудом.

Нашему директору Р. З. Сагдееву очень понравилась диссертация Льва, и ему захотелось наградить столь блестяще защитившегося молодого специалиста участием в серьёзном международном форуме. Вопрос этот решался в последний момент, перед самым отъездом, и поскольку число делегатов было строго ограничено, то включение состав делегации Льва Зеленого привело к снятию Юрия Ильича Гальперина.

Вследствие ограниченности суточных выплат в валюте, выдаваемых Управлением внешних сношений, мы тщательно продумывали свой бюджет и запаслись кое-каким провиантом, несмотря на предупреждение, что в Австралии имеется карантин на ввозимые продукты. Я прихватила пакетики с сухими супами и круглые коробочки с сыром «Виола», на которых очаровательно улыбалась яркая блондинка. «Виола» спасла

<sup>1</sup> IUGG/IAGA — The International Association of Geomagnetism and Aeronomy / International Union of Geodesy and Geophysics.

<sup>2</sup> ИЗМИРАН — Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова РАН.

<sup>3</sup> СибИЗМИРАН — Сибирский институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн (ныне Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН).

весь мой провиант от таможенного изъятия, ибо коробочки с ней были приняты за косметику, а с супами вообще никто не мог разобраться: они даже не пахли съестным. Мои запасы сильно выручили всю нашу компанию во время конференции. Почему-то Жулин решил, что завтраки не входят в стоимость проживания, и по утрам мы не посещали общую столовую (да и в обед, и ужин тоже), где нас тщетно искали иностранные коллеги, чтобы пообщаться в свободной манере за трапезой. После заседаний мы с Игорем Алексеевичем выходили за ворота кампуса, и, пересекая чужие земельные владения, под крики нам вслед охранников кампуса, шествовали в супермаркет покупать провизию. Роль «кухонных мужиков», доставляющих мне тяжёлые сумки, исполняли два самых молодых и сильных джентльмена из нашей компании — Лева Зелёный и Гелий Жеребцов. Покупка еды тоже происходила под пристальным наблюдением Жулина, так как картошку надо было покупать только на вес, потому что так выходило дешевле, а остальные продукты — уценённые из-за истекающего срока годности и т.д. Расходы честно делили на всех. Я ежедневно прибегала с заседаний в кампус раньше других и готовила из своих сухих супов обеды на всю компанию. В нашем общежитии жили ещё двое студентов из Бангладеш, не уехавшие на каникулы домой. Молодая приветливая девушка очень интересовалась нами и пыталась выяснить, почему у меня столько мужей и чем это я их кормлю. Однажды я дала ей попробовать свой суп. Убедившись, что в нём нет того мяса, которое было под запретом её веры, она отведала ложки две. Сморщив гримасу, которую я бы не смогла изобразить, она тихо сказала: «Not too bad!» Каково же было её изумление, когда в местной газете она увидела мою фотографию и интервью со мной — «Космические дерби»!

Иногда у нашей компании бывали праздники. Наш самый молодой и шустрый член делегации, Лев, где-то «добывал» куски пиццы, пирогов или фрукты и приносил их нам, спасая от утомительного и скучного голодания. Он вообще очень часто исчезал из поля зрения главы делегации Жулина, который должен был следить за нашим поведением и начал подозревать Льва в каких-то запрещённых действиях. Думаю, что Лёвочкина неотразимая харизма действовала безотказно, и какая-то местная австралийка перед ней не могла устоять и прикармливала его, а заодно и всю нашу компанию. Лев тщательно конспирировался, но Жулин отследил его телефонные звонки из местных автоматов (ещё бы — это ведь стоило денег!), и по возвращении, естественно, доложил куда следовало. В итоге Леву десять лет после поездки в Австралию не пускали в «настоящую» границу, только в демократические страны. Каково же было наше разочарование, когда мы узнали, что завтраки входили в оплату проживания, и наша экономия была напрасной по вине Жулина.

В Канберре наша компания как-то рассеялась по разным гостиницам и общежитиям. Мы встречались на конференции редко, но иногда в свободное время гуляли все вместе по городу. Стояла африканская жара, и однажды, увидев какое-то подобие озера в городе, мы с Левого не удержались и бросились купаться. Очень скоро, однако, мы обнаружили, что в озере не водилось ни одной утки или какой-то иной живности, а проезжающие по близлежащему шоссе водители автомобилей и пассажиры, высываясь чуть ли не наполовину туловища из окон, что-то кричали нам и интенсивно махали руками. Понять их мы не могли — австралийский английский, как известно, очень специфичен, да и окрашенность их фраз сильными эмоциями, по-видимому, делала его ещё менее понятным. Как мы выяснили позднее, это было водохранилище

какого-то вредного производства. К счастью, с нами ничего страшного не случилось, и мы успокоились.

В последний раз мы все встретились только перед вылетом в Москву. Жулин нас заранее предупредил, чтобы мы не тратили все наши суточные до конца (а были большие соблазны сделать это, ибо в Австралии все привлекательные товары, техника и одежда были довольно дешёвы) — нам надо было заплатить таможенный взнос в Сингапуре, через который мы летели обратно. Собственно у меня только и оставались эти 10 долларов и ещё какая-то мелочь в кармане, у Льва вообще не оставалось ни цента, так как он забыл о предупреждении Жулина. Последний с огромным скрипом и ворчанием выручил Леву и дал ему требуемые 10 долларов под расписку. (Кстати, мог бы и не ворчать, поскольку накануне отобрал у меня ещё одну порцию в 400 долларов, которую мне заплатил Фукушима за участие в симпозиуме в Канберре.)

Весь наш народ, сложив шмотки в одну кучу в холле аэропорта, и оставив меня караулить их, разбежался по Duty Free дотрачивать остатки. Разумеется, это дело не простое и требует пристального внимания и времени. Незаметно оно пролетело, и вот уже объявляют о посадке на наш самолёт. Все кинулись к своему багажу, а Жулин собрал паспорта и деньги и отправился платить таможенный сбор. После этого он первый прошёл на посадку и юркнул снова в Duty Free, оторвавшись от всех остальных. Я осталась перед паспортным контролем одна, без паспорта — ибо его прихватил Жулин, без багажа — так как джентльмены его унесли за меня, и с жалкой мелочью в кармане. От страха я начала реветь и что-то лепетать паспортистам, стараясь объяснить им своё положение. По радио уже дали объявление, что посадка заканчивается. Я была в отчаянии! Я даже не знала, есть ли в Сингапуре советское посольство или консульство, и что будет, если у нас в стране меня объявят невозвращенкой. Какой-то человек вдруг кинулся ко мне и спросил по-русски — не передам ли я его письмо в Москве. Я объяснила ему своё положение, и он буквально помчался в радиорубку и по-русски объявил, что Тамара Бреус не может пройти паспортный контроль из-за отсутствия паспорта. Через пять минут из-за вертушки весь красный от волнения и споров с паспортистами и таможенниками просочился в обратном направлении Лёвочка Зелёный с моим паспортом, и я была спасена от ужаса стать невозвращенкой. Сейчас всё это выглядит довольно забавно, но Лёва выручил меня в очень серьёзной по тем временам ситуации.

## ПО ВОЛНАМ МОЕЙ ПАМЯТИ

*Г. А. Владимирова*

Это было в далёком 1971 году. Тогда я впервые встретилась с Константином Иосифовичем Грингаузом, отдел которого перешёл из Радиотехнического института в Институт космических исследований. Отдел был преобразован в лабораторию,

но, тем не менее, сохранил за собой своё натуральное хозяйство и большой, слаженный коллектив, который состоял из научных работников, разработчиков научных приборов, монтажников, рабочих и конструкторов. Грингауз набирал новых сотрудников в лабораторию, и я воспользовалась этой возможностью. Исследование космоса велось весьма интенсивно, и работа в космической отрасли считалась престижной. Это было романтическое время: полёты человека в космос, стремительное его освоение и научное исследование.

Коллектив лаборатории, как и всего института, был молодым и энергичным, в космос устремлялись наши мысли и взоры. Несуразно длинное здание института напоминало мне корабль, на котором я надеялась «отправиться в длительное путешествие». Правда, для космического корабля оно выглядело слегка великоватым. Я была немного взволнована, мне предстояла встреча с учёным, которому принадлежали пионерские открытия в исследовании околоземного космического пространства. Содержание нашего разговора выскочило из моей головы, когда Константин Иосифович смерил меня тяжёлым взглядом с головы до ног и... принял на работу. За своей спиной я слышала приглушённый шёпот возмущённых мужчин: «Опять Грингауз баб набирает!» Это было сказано про меня и Людмилу Дубовик, которая пришла в лабораторию одновременно со мной. Но когда я увидела женщин из лаборатории Константин Иосифовича: Нину Михайловну Шютте, Тамару Константиновну Бреус, Эмму Константиновну Соломатину, поняла, что, несмотря на свой свирепый вид, женщины — его слабость.

Мне не терпелось заняться активной работой, участвовать в разработке, испытаниях и запуске космических приборов. Хотелось быть поближе к космосу, ощутить его дыхание, ведь лаборатория Константина Иосифовича занималась изучением «солнечного ветра». Я попросилась в группу разработчиков и попала в мужской коллектив. Возглавлял коллектив Безруких Владилен Владимирович. В отличие от шефа он оказался не столь суров, а напротив — ничто человеческое не было ему чуждо. В его подразделение входила боевая команда разработчиков космических приборов: Геннадий Гаврилович Каплин, Геннадий Слученков, Леонид Мусатов, Евгений Матюнин. Несмотря на престижность нашей профессии, зарплатой я похвастаться не могла, но зато когда я говорила, что занимаюсь изучением «солнечного ветра», то после такого заявления о моей зарплате никто и не спрашивал. Наша лаборатория плодотворно сотрудничала с НИИ вакуумной техники и конкретно с лабораторией, которую возглавлял Георгий Иванович Волков, прекрасный человек, учёный-экспериментатор и профессионал своего дела. В то время шла борьба за каждый грамм веса, посылаемого в космос, и датчики, которые разрабатывались и изготавливались в НИИ вакуумной техники, были очень лёгкими — меньше 100 граммов. Когда я держала их в руках, они мне казались произведениями искусства. Такого типа датчиками, которые в лаборатории назывались «ловушками», Грингаузом Константином Иосифовичем, Безруких Владиленом

Владимировичем, Озеровым Владимиром Дмитриевичем и Рыбчинским Ростиславом Ивановичем была открыта плазмаосфера. Рыбчинский Ростислав Иванович возглавлял лабораторию в НИИ вакуумной техники, а затем её возглавил Волков Георгий Иванович. В лаборатории работали высококлассные специалисты: Денщикова Лариса Ивановна, Копылов Владимир Фёдорович. Лариса Ивановна защитила кандидатскую диссертацию в нашем институте и возглавила лабораторию, когда Георгий Иванович ушёл из жизни.

«Прогнозы» в это время стартовали регулярно, каждый год. За год надо было пройти все этапы разработки, изготовления и испытаний прибора с участием военпредов, то есть от начала разработки и до старта космического аппарата, с прибором на борту. Это была постоянная напряжённая работа, так как запуски выполнялись строго по расписанию. Работа коллектива была чётко отлажена, поэтому такая задача была ему по плечу — приборы были работоспособны и показывали отличные научные результаты.

Несмотря на то, что Константин Иосифович слыл человеком с тяжёлым характером, у меня сохранились хорошие воспоминания, и я благодарна ему за ту школу, которую прошла в его лаборатории. О сотрудниках лаборатории так и говорили — «школа Грингауза», что означало боевой настрой, принципиальность и готовность отстаивать свои позиции. Именно эти качества демонстрировал нам Константин Иосифович.

Вскоре после нашего переезда в основное здание на Калужской мужчины посоветовали мне посетить семинар, на котором предполагалась горячая научная дискуссия — «бой» Константина Иосифовича Грингауза и Олега Леонидовича Вайсберга. Зрелище было поистине захватывающим. Я увидела, с каким азартом учёные отстаивают свои научные результаты. Мои коллеги охотно посещали подобные семинары, на которых Вайсберг и Грингауз бились за свои идеи, недаром выражение «хлеба и зрелищ» актуально во все времена. Сейчас уже нет таких жарких дискуссий, может быть, потому, что тогда, во время пионерских исследований, очень важно было отстаивать свои идеи. А, может, уже и не осталось таких азартных учёных, с которыми можно понастоящему сразиться.

Наш коллектив не только хорошо работал, но и любил весело отдыхать. Традиционно в лаборатории проводились «дни здоровья» на природе, в основном у Геннадия Гавриловича в Переделкино. Они не обходились без песен и частушек, изобилующих крепким русским словом. Вся команда принимала в них активное участие. После обильного застолья мужская часть коллектива любила пострелять. Мужчины брали ружьё Геннадия Гавриловича и стреляли по мишени. Ею служил туалет в саду, который уже был изрядно изрешечён пулями азартных стрелков. У Геннадия Гавриловича было ещё одно страстное увлечение, он увлекался эротической литературой. Как человек имеющий склонность к научным исследованиям, он применял научный подход в её изучении. В те времена это увлечение считалось поистине «запретным плодом». Геннадий Гаврилович регулярно посещал Ленинскую библиотеку, прорабатывал материал и делал конспекты. Поскольку эта тема интересовала многих, он занимался и популяризацией своих знаний. Геннадий Гаврилович рассказывал мне, что, когда он работал бригадиром на часовом заводе, то иногда он зачитывал девушкам, работающим на конвейере, отдельные выдержки из своих конспектов, и производительность труда на конвейере резко повышалась.



Сейчас не принято вспоминать добрым словом сельскохозяйственные работы на овощной базе или в совхозе — это считается пережитками нашего советского прошлого, но тогда мы были молоды и вполне могли сами скрасить своё пребывание. Наш институт шефствовал над совхозом «Виноградовский», несмотря на весьма экзотическое название, там ничего, кроме картошки и свёклы, никогда не росло. Моя карьера в институте, как и карьера многих молодых специалистов, началась именно с работы в совхозе. Но, тем не менее, я вспоминаю это время с теплотой — там я познакомилась со многими сотрудниками нашего института в неформальной обстановке. Как правило, всегда собиралась весёлая компания, и после трудового дня мы славно проводили время. Так как такая работа была ежегодной, то иногда я попадала в одну смену с Петром Лягиным. Пётр был просто неотразим, это был Магомаев «институтского» разлива. После «трудового» дня разводился костёр, собиралось нехитрое застолье, и вечер заканчивался пением романсов и арий из опер. Однажды я попала в одну смену с Виктором Козловым, который в то время был секретарём парткома института. Он действительно оказался отличным организатором, прекрасно устроил наш быт, женщины были за ним, как за каменной стеной. Виктор вывозил нас с комфортом на пашню — с его машины предварительно снимались номера, и она набивалась под завязку. Перед заключительным банкетом на природе мы решили сходить в баню, но, к сожалению, женское отделение оказалось закрытым на санитарный день. Виктор договорился с администратором бани и устроил санитарный час в мужском отделении. Через час мы вышли оттуда и в приподнятом настроении, к изумлению находившихся в предбаннике мужчин.

Естественно, космические приборы мне доверили не сразу, и я со всей нерастроченной энергией принялась за общественную работу. По линии культурно-массовой работы профсоюза ИКИ была возможность совершать поездки по городам нашей необъятной Родины целым коллективом, и я решила организовать поездку нашей лаборатории в Таллин. В советское время он считался почти за границей. Моя идея коллективу понравилась, всем хотелось погулять, но без надзора начальника лаборатории. Поскольку поездка захватывала частично рабочее время, брать отгулы надо было у Константина Иосифовича. Мужчины попросили меня обрисовать в мрачных тонах условия нашего предстоящего проживания в Таллине, и я, как смогла, сгустила краски, но Константин Иосифович оказался заядлым путешественником. Он только поинтересовался, предусмотрена ли там гостиница, и, когда узнал, что предусмотрена, — заявил о своём желании участвовать в поездке. При всей своей суровости в рабочее время, Константин Иосифович оказался очень компанейским человеком.

В Таллине я была впервые, и город произвёл на меня фантастическое впечатление. Помню, что это было начало зимы, стояла мягкая погода, снег падал крупными хлопьями и кружил вокруг фонарей. Таллин со своими средневековыми стенами, башнями, узкими улочками, причудливыми коваными вывесками казался мне городом из сказок Андерсена. Здесь было много маленьких уютных кафе, со свечами и медвежьими шкурами на стенах, а были и рестораны на шхунах. Во всём чувствовался национальный колорит, что вызывало интерес и удивление. Все были в восторге от поездки, но в конце нашего пребывания случилось непредвиденное. За день до обратного вылета разбился самолёт, и Константин Иосифович заволновался. Он посоветовал мне сдать билеты на самолёт и поехать поездом, но его поджимало время, так как сразу

после приезда он должен был ехать на конференцию в Прагу. Как жена штурмана, у которой муж постоянно летал на самолётах, я авторитетно заявила, что вероятность двух авиакатастроф подряд практически невозможна, и, что удивительно, Константин Иосифович мне поверил. Мы долетели благополучно, и я даже получила премию за прекрасно организованное мероприятие.

К сожалению, в конце 1970-х наш институт был переориентирован на международную кооперацию и иностранные приборы, так как они разрабатывались на более высокотехнологичных элементах, и по этой причине группа разработчиков практически в полном составе покинула институт. Лёня Мусатов и Гена Слученков в дальнейшем занимали высокие должности в других институтах, поскольку были действительно очень высококвалифицированными специалистами. Их давно уже нет в живых, но в моей памяти они остались личностями с уникальными способностями.

Нашу осиротевшую группу возглавил Ремизов Анатолий Петрович, и в дальнейшем мы с ним плодотворно работали многие годы и участвовали в нескольких проектах: ВЕГА («Венера» и «Галлей»), ФОБОС, МАРС-96. В наследство нам достался и последний «Прогноз», и Константин Иосифович отправил меня в командировку в Крым. После старта космического аппарата обычно на второй или третий день включались научные приборы, и разработчикам необходимо было подтвердить с помощью телеметрической информации работоспособность своего прибора. К несчастью, наш прибор не включился. Для того чтобы повторно включить его, надо было получить согласие на выключение всей научной аппаратуры. Это была моя первая командировка, я очень старалась и в итоге получила необходимое согласие. На моё счастье, прибор заработал при повторном включении. Грингауз был приятно удивлён тем, что я добилась перезапуска, так как такая операция, оказывается, редко выполнялась. С тех пор у Константина Иосифовича я пользовалась доверием, несмотря на то, что у нас с ним бывали и разногласия — я была молода, заносчива и позволяла себе роскошь иметь собственное мнение, отличное от мнения начальника.

Анатолий Петрович Ремизов, с которым я проработала многие годы, — просто уникальный человек. Он не только имеет прекрасное образование — Физико-технический институт, но ещё и от природы обладает незаурядными способностями. Физик-экспериментатор, он в своей области чувствует себя как рыба в воде, на моей памяти он просто «фонтанировал» всевозможным идеями, и Константин Иосифович частенько ворчал по поводу его бесконечных задумок. Толя никогда не расстраивался, если его идеями пользовался кто-либо другой, у него всегда в запасе были новые. У Анатолия Петровича прекрасные педагогические способности, он много лет подрабатывал преподавателем, поэтому, с его помощью, мне было очень легко войти в новый проект ВЕГА («Венера» и «Галлей»). Помимо этого ему присуще прекрасное чувство юмора.

Однажды, когда мы были в командировке в Институте аэронауки им. Макса Планка в Катленбург-Линдау (Германия), нас пригласили в гости. Это был пивной вечер, у Толи очень кстати с собой оказалась вобла, и он показал немцам мастер-класс по её разделке. В Германии в магазинах продаются исключительно полуфабрикаты, и хозяйка вечера, скорее всего, не знала, как выглядит натуральная, сушёная рыба, а уж как её разделяют, они, судя по их реакции, никогда не видели. И когда Толя, постелив газету на стол, постучал воблой по газете и начал снимать с неё чешую, они как замороженные смотрели на его действия. Последний с видом профессионала взял кусочек

разделанной рыбы и окунул его в пиво, при этом его лицо выражало неподдельное удовольствие, и немецкие коллеги с недоверием последовали его примеру. В результате весь процесс пришёлся немецким коллегам по вкусу, и Толя, несомненно, внёс свой вклад в культуру потребления пива в Германии.

Позднее в нашу группу пришёл Игорь Клименко. Он закончил физфак Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова (МГУ). Высокий, кудрявый, с большими синими глазами, ну, просто, красавец-мужчина. Иштван Апати, венгерский специалист, с которым мы сделали не один прибор, называл его королевичем. И когда мы с Игорем гуляли по улицам Будапешта, венгерки сворачивали шеи при виде такого голубоглазого красавца, хотя в Венгрии много красивых мужчин. Игорь подавал надежды как учёный, но в лихие 1990-е он ушёл из института. Тогда многие, не от хорошей жизни, пробовали себя на ниве предпринимательства, и начинали работать челноками. С тех пор связь с ним прекратилась. Анатолий Петрович до сих пор плодотворно работает с Институтом Макса Планка. Его прибор летел на аппарате «Розетта» (Rosetta) на встречу с кометой, во время включения научной аппаратуры показал свою работоспособность и хорошие результаты на трассе и после посадки аппарата на комету.

Вообще Константину Иосифовичу очень повезло с сотрудниками. Кроме красивых и умных женщин в его лаборатории оказались и головастые мужчины, такие как Ремизов Анатолий Петрович, Афонин Валерий Васильевич и в то время совсем молодой Веригин Михаил Иванович. Михаил Иванович в настоящее время возглавляет нашу лабораторию и заслуживает только добрых слов в свой адрес, так как оказался очень заботливым начальником.

Сейчас, по истечении многих лет, с теплотой вспоминаешь события, которые происходили в нашем коллективе, и тех людей, с которыми тебе посчастливилось вместе работать. И что бы мы ни делали: осуществляли ли грандиозные проекты, работали в совхозе или вместе путешествовали, самым главным для меня являлось и является — быть вовлечённой в жизнь коллектива. Это даёт мне ощущение необходимости, защищённости и теплоты и внушает надежду в то, что раз до сих пор удалось сохранить коллектив института, его ядро, — значит, у него есть будущее!

*Мы не работали в белых перчатках,  
И коль уж пришельцы к нам в гости придут,  
То на приборах мои отпечатки,  
Они непременно найдут!  
В далёком космосе, среди планет,  
Оставлен нами рукотворный след!*

16 сентября 2014 года

# ИГОРЬ ВАСИЛЬЕВИЧ РОЖДЕСТВЕНСКИЙ

*Е. В. Зарецкая*

Иногда мысленно мы возвращаемся к временам, уже ставшим достоянием истории. В такие минуты в памяти оживают образы людей, с которыми довелось вместе работать, встают перед глазами их лица, слышатся их голоса.

И хочется вспомнить не только выдающихся учёных, именами которых так богата история нашего института, но и тех, чьим трудом научные идеи воплощались в жизнь.

Один из них — Игорь Васильевич Рождественский, талантливый конструктор и человек с большой буквы.

В 1942 году восемнадцатилетним юношей, только что окончившим школу, он добровольцем пошёл в Военно-Морской Флот СССР. Прошёл войну в составе Дунайской флотилии Черноморского флота и отслужил там ещё пять лет после окончания войны. Он был радистом, старшиной второй статьи. Восемь лет прослужил на бронекатерах. Это не забывалось никогда. Среди полученных им наград были Орден Отечественной войны II степени, Орден Красной Звезды, медали за взятие Вены, Будапешта, освобождение Белграда, победу над Германией и самая почитаемая среди моряков медаль Ушакова, которой на флоте награждали за мужество и отвагу.

В Центральном архиве Министерства обороны хранится описание его подвига.

Только в 1950 году, после демобилизации, Игорь Васильевич получил возможность продолжить образование и поступил в МИИТ<sup>1</sup>. И так случилось, что по жизни ему довелось соприкоснуться с самым высокоскоростным транспортом: носителями, выводящими на орбиту космические аппараты.

К учёбе он относился в высшей степени серьёзно, готовился к лекциям, а преподаватели, читающие эти лекции, готовились к его каверзным вопросам.

Игорь Васильевич пришёл в ИКИ АН СССР в канун Нового, 1973, года по приглашению Глеба Юрьевича Максимова, сподвижника С. П. Королёва в деле создания первого искусственного спутника Земли и осуществления лунных программ.

В первые годы становления ИКИ был создан крупный комплексный отдел, отдел № 9. В его состав входили несколько лабораторий, специалисты разного профиля, в том числе и подразделение, возглавляемое Г. Ю. Максимовым, которому удалось собрать группу единомышленников. Среди них и оказался Игорь Васильевич Рождественский. К моменту его прихода в институт он уже имел за плечами большой опыт конструкторской работы в НИИ технологии машиностроения, где возглавлял сектор в конструкторском отделе.

Общей мечтой коллектива комплексного отдела было создание космических аппаратов для дальнего космоса. К большому сожалению, ей не суждено было сбыться — случилась очередная реорганизация, и комплексный отдел был расформирован. Часть конструкторов из института ушла. Те, кто остался, выделились в самостоятельный отдел под руководством Максимова. Началась работа над проектированием негерметичных отсеков с комплексами научной аппаратуры.

---

<sup>1</sup> МИИТ — Московский институт инженеров транспорта (ныне Московский государственный университет путей сообщения).

Это сейчас размещение приборов на корпусе космического аппарата вне гермоотсека представляется как нечто само собой разумеющееся, но на первых порах научная аппаратура размещалась только в герметичных «банках». Рождественский стал ведущим разработчиком негерметичного варианта объекта «Наука», при проектировании которого он провёл большую научно-исследовательскую работу по радиационной стойкости материалов в открытом космосе, метеорной опасности, трению в вакууме. Так создавался задел для разработки будущих более перспективных космических аппаратов.

Однако в ходе следующей реорганизации творческий коллектив, в котором работал Рождественский, вошёл в состав физико-технического отдела, возглавляемого А. С. Охотиным. Отдел занимался проблемами большой важности, но далёкими от интересов Г. Ю. Максимова и его команды — получением материалов в условиях космического полёта. По этому поводу Глеб Юрьевич с горькой иронией как-то заметил, что «мы занимается всем: от эклиптики до эвтектики».

Тем не менее, и в новых условиях для такого творческого человека, каким был Игорь Васильевич, нашлось поле деятельности. Им была разработана печь «Кристалл», предназначенная для получения новых материалов. Этот прибор был установлен на станции «Салют-6».

Игорем Васильевичем были созданы два абсолютно разных прибора с одинаковой аббревиатурой названий — ПУМА.

Первый — печь универсальная для выплавки монокристаллов автоматическая. Она была создана для технологических экспериментов в условиях открытого космоса. Игорь Васильевич разработал конструкцию печи и снабдил её хитроумным компактным механизмом для смены помещаемых в неё заготовок. Разработка технологического комплекса приборов проводилась под непосредственным его руководством. Детали уже находились в производстве. Однако жизнь опять складывалась не так, как хотелось бы. В 1977 году из института был вынужден уйти Максимов, а вскоре и Охотин. Уникальная разработка оказалась невостребованной.

Затем возникла вторая ПУМА. На горизонте уже маячил новый грандиозный проект: ВЕГА («Венера» и «Галлей»). К этому времени (с 1978 года) Игорь Васильевич заведовал лабораторией, состоявшей из конструкторов, программистов и тепловиков.

Вскоре в институте был создан отдел бортовых программно-управляемых систем под руководством Бориса Сергеевича Новикова, где начиналась активная работа по этому «проекту века». Игорь Васильевич вошёл во вновь образованный отдел в должности главного конструктора проекта, по совместительству выполняя обязанности начальника бригады.

Рождественский занялся проектированием пылеударного масс-анализатора — ПУМА. Работа над созданием прибора проводилась совместно с Особым конструкторским бюро (ОКБ) ИКИ во Фрунзе. Научные данные, полученные с помощью этого прибора, дополнили фундаментальные знания об элементном составе, размерах и концентрации пылинок в ядре и хвосте кометы Галлея.

Зная высокую квалификацию Игоря Васильевича и его прекрасные человеческие качества, к нему охотно обращались как к конструктору многие разработчики приборов. Он участвовал в проектах КАРУСЕЛЬ, ПЛАЗМА, ТЕХНИКА, ФРАГМЕНТ, ПАРАЛЛЕЛЬ, АЭЛИТА, в разработке радиотелескопа РТ-70.

Затем был лазерный импульсный масс-анализатор ЛИМА-Д, детище Г.Г. Манагадзе. Рождественский разрабатывал лётный макет прибора. Эксперименты с ним дали много ценной научной информации о происхождении спутников Марса. Конструированием следующей модификации прибора занялось ОКБ во Фрунзе.

Участвовал Игорь Васильевич и в крупном проекте «Гранат». Для проекта «Регата», который вёл В. И. Костенко, Рождественский сконструировал уникальный механизм раскрытия солнечного паруса. Действующий макет «Регаты» в настоящее время выставлен в музее института.

Очень серьёзно относясь к своей профессиональной деятельности, Игорь Васильевич составил свод качеств, которыми должен обладать конструктор. Этот перечень может быть полезен тем, чьим призванием стало конструирование. Вот он:

- 1) техническое мышление;
- 2) пространственное воображение;
- 3) творческие способности;
- 4) изобретательность;
- 5) готовность воспринимать всё новое, необычное;
- 6) быстрота мыслительного процесса;
- 7) смелость мысли;
- 8) гибкость мышления;
- 9) умение направлять внимание;
- 10) развитая профессиональная память;
- 11) способность наблюдать;
- 12) умение проводить инженерный анализ;
- 13) умение принимать решение;
- 14) зрелость решений;
- 15) наличие собственной точки зрения;
- 16) способность выражать свои мысли правильно;
- 17) инициативность;
- 18) готовность к направленной работе;
- 19) широкий кругозор;
- 20) дисциплинированность.

Сам Игорь Васильевич в полной мере обладал перечисленными качествами. Много было дано ему от природы, что-то он развил в себе сам. Многому можно было у него поучиться!

Надо сказать, что тем годам, о которых идёт речь, была свойственна неразрывная связь конструкторов с производством. Наше опытное производство не имело тогда сложных современных станков с программным управлением, но было укомплектовано многочисленными квалифицированными кадрами. Руководил им Юрий Георгиевич Брянкин. В его кабинете решались многие конструкторские и технологические вопросы. Всегда приходил на помощь в изготовлении сложных деталей доброжелательный и добродушный мастер Валерий Лобанов, истинный знаток своего дела.

Многие идеи Игоря Васильевича нашли воплощение в «железе».

И. В. Рождественский — автор полутора десятка научных трудов и изобретений. Среди них стенды для определения моментов инерции и положения центра масс, устройства для выращивания монокристаллов в вакууме и т.д.

Изобретательность была свойственна Игорю Васильевичу не только на работе, но и в повседневной жизни. Он умел всё делать своими руками. Сам строил дом на даче

в Балабаново, сделал парник со створками, открывающимися с помощью системы углепластиковых стержней, размещённых в алюминиевом корпусе. В результате разницы в тепловом расширении материалов створки открывались при повышении температуры воздуха и зарывались при похолодании.

Как-то ради развлечения Игорь Васильевич смастерил арбузомер — устройство для определения спелости арбузов. Заметим, что и сейчас на форумах в интернете активно обсуждаются разные способы решения этой непростой задачи. В ход идут уже и смартфоны, и программное обеспечение. Но работает это всё хозяйство не точнее, чем элементарное похлопывание по арбузу.

Простое механическое устройство, разработанное Игорем Васильевичем, состояло из безмена и двух планок для измерения диаметра арбуза. Результат определялся положением стрелки на флажке, разделённом на две зоны — красную и белую. Работал прибор безошибочно. Правда, при его пользовании требовался помощник, но в очереди за арбузами всегда находилась молоденькая любопытная девушка, которая охотно соглашалась на роль ассистентки. А в награду ей тоже доставался спелый арбуз.

Игорь Васильевич обладал не только чувством юмора, но и умением посмеяться над собой.

Он любил розыгрыши. Однажды кто-то привёз нам в подарок из загранкомандировки кокос. Внимательно изучив заморский фрукт, просверлив в нём отверстие и обнаружив внутри полость, Игорь Васильевич заполнил её молоком из треугольного пакета и стал угощать им каждого, кто входил в комнату. Отведав содержимое кокоса, неизбалованные заморскими фруктами соотечественники очень удивлялись, что кокосовый напиток по вкусу так похож на обычное коровье молоко.

Игорь Васильевич был душой любой компании. Неумолимый повествователь бесчисленных занимательных историй из своей жизни, он рассказывал нам про свою фронттовую юность, студенческие годы.

На бронекатере он служил вместе с будущим актёром кино Георгием Юматовым. Помните, как в фильме «Офицеры» Юматов показывает шрамы от ранений?! Так вот, они не нарисованные, а настоящие.

Игорь Васильевич любил вспоминать забавный эпизод из их послевоенной службы. Всем известно, что моряки любят щеголять в брюках-клёш. Некоторые вшивали в брюки клинья, что категорически запрещалось. За это могли забрать в комендатуру как за нарушение формы. Но великое дело — находчивость! Если раздобыть форменные брюки гораздо большего размера и перевернуть их, то можно скроить клёш без единой вставки. Патрулю не к чему было придраться. Такой фокус проделывал и Рождественский. Вот что значит — конструкторская жилка!

Игорь Васильевич всегда занимал активную жизненную позицию. В студенческие годы он успевал не только отлично учиться, но и участвовать в самодеятельности, увлекался мотоспортом. Со своей будущей женой он совершал на мотоциклах дальние путешествия.

Он обладал хорошим голосом, мягким баритоном, и любил петь. По складу характера был романтиком. Писал стихи, многие посвящал жене Людмиле Александровне. У него было рыцарское отношение к женщинам, что в наше время редкость.

Игорю Васильевичу нравилось работать с женщинами-конструкторами. Он ценил в них (кроме чисто женских качеств) трудолюбие, исполнительность, ответственное

отношение к работе. Как-то он поделился своими маленькими хитростями: «Если незаметно подкинуть женщине идею, которую она воспримет как свою собственную, она будет работать для её воплощения, не покладая рук». А идей у него было великое множество. Но он не дрожал над ними, а щедро раздавал коллегам по работе. В институте у него было много друзей. Жизнелюбие было отличительной чертой Игоря Васильевича.

Это был великодушный человек, способный прощать окружающим их человеческие слабости.

Мягкость в общении с коллегами удивительным образом сочеталась в нём с поразительной стойкостью. Даже в самые тяжёлые моменты своей жизни он приходил на работу подтянутым, аккуратным и вселял бодрость духа в окружающих.

Его подводило здоровье, но об этом далеко не все догадывались. Он вёл образ жизни здорового неунывающего человека. Мотался по командировкам: ОКБ во Фрунзе, Киев, Светловодск, многие другие города Советского Союза... А какой быт в командировках не нужно рассказывать тем, кто жил в то время. Гостиницу далеко не всегда бронировали. На входе обычно красовалась табличка «свободных мест нет».

Поиском ночлега после трудового дня в чужом городе зачастую каждый должен был озаботиться самостоятельно. Особенно трудно обстояло дело в крупных городах, таких, например, как Киев.

Сейчас в это верится с трудом, но в те годы иногда помогала «дружба народов», проще говоря — человеческие отношения. В том же Киеве совершенно незнакомая женщина, заметив на трамвайной остановке нас, командированных москвичей, при свете фонаря изучавших карту города в поисках хоть какой-нибудь гостиницы, пригласила в свой дом, по сути, чужих людей, накормила ужином, да ещё и насыпала в дорожку полную сумку яблок из своего сада. Запомнилась только её фамилия — Мотора. В следующую командировку Игорь Васильевич вёз для неё подарки, но в Киеве её уже не застал.

В последние годы жизни судьба уготовила И. В. Рождественскому тяжёлый удар, который не каждый был бы способен выдержать так стойко. Лишившись обеих ног из-за диабета, он приезжал на работу с другого конца Москвы, на протезах добирался на автобусе и на метро с пересадкой, но работу не бросал. Приезжая в институт, он появлялся в комнате, как и прежде, подтянутый и бодрый, в отутюженном сером костюме-тройке, сопровождая свой приход какой-нибудь шуткой. Ни слова жалобы мы не слышали от него...

Шли годы. Были встречи с фронтовыми друзьями, бывшими моряками-ветеранами в парке Горького 9 мая.

Он гордился, что был защитником Родины.

Эти стихи, написанные им, можно рассматривать как итог его непростой, но прожитой с величайшим достоинством жизни.

*Я пережил войну.  
Я помню боль утрат,  
Когда копали не одну  
Могилу для солдат.  
Я знаю горечь неудач,  
Когда плод долгого труда*



*Людей огромного числа  
Во взрыве гибнет без следа.  
Но я не жалею, кляня судьбы пучину.  
Могу открыть я этому причину.  
Ведь помню я всё напряженье боя,  
Когда страну свою закрыли мы собою.  
Я знаю силу вдохновенного труда,  
В итоге пользу приносящую всегда.  
И радость от любви я знал,  
И счастье от неё я испытал.  
И хватит мне его на весь мой долгий век.  
Нет. Всё же я счастливый человек!*

В 1990 году накануне Дня Победы Игорь Васильевич находился в больнице. В палате их было двое. И оба работали. Его сосед занимался программированием, а Игорь Васильевич трудился над своим последним проектом, он был весел и, как всегда, полон идей. Но сердце его уже билось на пределе возможностей. Это было вечером 4 мая. А ночью его жизненный путь оборвался...

Игорь Васильевич Рождественский прожил достойную жизнь, выполнив своё предназначение на земле.

Он сражался за Родину.

Он вырастил сына и дочь.

Он отдал все свои силы, знания и талант на благо нашей страны.



Игорь Васильевич Рождественский

Полк. Рождественский отличился в боях за г. Снегдово.  
Будучи радистом БКА 424, полк. Рождественский осуществлял связь  
фрегатом со всеми катерами. Все приказание командира полк. Ро-  
ждественский передавал точно и в срок. Прямые попадания вражеского сна-  
ряда в радиорубку, сам Рождественский был ранен и рубка была выхо-  
лочена, был сорван лок радиорубки, на катере возник пожар, но  
Рождественский быстро исправил повреждения и передал последнее при-  
казание командира: "Всем катерам идти в базу." Таким образом  
радиорубка и только после приказаний командира БКА фрегата и  
областного, Рождественский покинул свой боевой пост и дошел до  
нашего берега.



## НАШИ ГЕРОИ — НАШИ!

*Т.И. Чекалина*

Конечно, Хохлова Моисея Залмановича знали многие в нашем институте, работали с ним бок о бок, дружили, участвовали в отдельных посиделках по случаю трудо-

вых успехов, праздников, дней рождения. Однако немногие видели его с Золотой звездой Героя Советского Союза на груди — он надевал её только по случаю Дня Победы. И тогда мы с удивлением смотрели на этого очень скромного тихого интеллигентного человека, в серых буднях даже неприметного. Вот уж кто никогда не давал повода отметить своё героическое военное прошлое! А многие говорили, что он его даже несколько стеснялся, не любил говорить о войне и пережитом. Хотя некоторые друзья всё же знали о его подвиге при форсировании Днепра, ему тогда было всего двадцать лет!

В те доперестроечные годы, мы, тогда ещё молодые сотрудники, даже не понимали, кто работает рядом с нами! Вот бы тогда узнать его лучше. Но время стремительно катилось, начался решительный слом устоев и крушение страны в 1991 году. Мы хорошо помним те времена, которые уже всерьёз коснулись всех. В 1996 году Хохлов Моисей Залманович уехал в США, где работает астрономом его сын.

Сейчас в институте уже мало кто помнит его, но эти люди очень тепло отзываются о нём. Я хочу рассказать о моём заочном знакомстве с этим уникальным и удивительным человеком.

В 2009 году наша дирекция и профком приняли решение обновить стенд, посвящённый ветеранам ВОВ<sup>1</sup>, героям космоса — героям войны. Стали вспоминать и решать, как лучше всё это сделать и никого не забыть. И вот среди имён наших доблестных воинов прозвучало имя Хохлова М.З. — Героя Советского Союза. Я сразу подумала, что ведь наверняка его знаю. А когда на старой, цветной когда-то, выцветшей фотографии увидела этого человека, поняла — ведь встречались в институте почти каждый день — то в лифте, то в столовой, то в коридоре, то на собраниях. Да! Хорошо знаю и помню этого тихого скромного интеллигентного мужчину. Правда, знакомы не были, но известно, что наш, институтский.

А тем временем я начала работу по сбору материалов о наших ветеранах. Как раз с Хохлова Моисея Залмановича и начала. На сайте [pamyat-naroda.ru](http://pamyat-naroda.ru) (1941–1945. Память народа) нашла его сразу и прочитала его краткую биографию. Очень удивилась фактам такой героической жизни. Потом нашла его автобиографическое интервью израильской газете «Спектр», № 6 (июнь 2001 года) — «Моисей Хохлов: Война — вредная, неприятная, кровавая, ужасная работа». Не часто в жизни мы сталкиваемся с такой простой жизненной правдой о войне, самом её начале, увиденной глазами московского мальчика, только что окончившего школу. Его рассказ ведёт нас в эшелон, куда ему по повестке от 20 октября 1941 года было приказано явиться (а ему только 24 октября должно было исполниться восемнадцать лет). И дальше в ад, круги которого ему пришлось пройти. При этом потрясает такой спокойный его рассказ обо всём этом. А ведь это бои под Старой Руссой, на Курской дуге, форсирование Днепра и т.д. Получил четыре ранения. Невозможно читать без волнения... Какой умный и тонкий человек, с таким удивительным тактом и скромностью говорил он о своих подвигах и пережитом.

<sup>1</sup> ВОВ — Великая Отечественная война.

Потрясающе! Советую всем прочесть эту почти эпическую исповедь чудом уцелевшего в этой дикой мясорубке. И после всего этого, вернувшись к мирной жизни, он закончил МГУ<sup>1</sup>, занялся наукой и стал астрофизиком.

Стенд о ветеранах института мы сделали, и Хохлов Моисей Залманович занял в нём почётное место среди других наших героев. Но мне очень хотелось узнать о нём побольше — где и как он сейчас живёт, сообщить ему, что его помнят и любят здесь, что даже, вот, стенд сделали и о нём рассказали. Подумала, что ему будет приятно узнать обо всём этом.

В следующий свой приезд в США я с помощью своей дочери смогла найти его адрес и телефон. Оказалось, что он живёт в штате Вирджиния. Наступил очень волнительный для меня момент — надо позвонить человеку, который тебя не знает, начать объяснять ему — кто да что... мол, я передаю привет от ваших знакомых из Института космических исследований, мы вас помним и т.д.

Это всё я сложила в голове и с огромным волнением набрала номер его телефона. Жду ответа... тишина. Телефон не отвечает. Через несколько дней звоню ещё раз, но уже без такого «разгона» — успокоилась. К телефону опять никто не подходит. Думаю, может, в отъезде или гуляет? И вдруг голос Моисея Залмановича — я тут же от волнения сбивчиво затараторила все свои заготовленные слова, он выслушал, поблагодарил, и мы решили, что я ему отправлю фото нашего стенда по электронной почте. Долго обсуждали написание адресов, но, наконец, всё выяснили, и я ему отправила две фотографии. Он тут же мне ответил — а я вас помню, Таня. Вот неожиданность, а, может, вежливость? Не важно, но было приятно.

После первых коротких посланий, когда связь наладилась, мы потом уже довольно часто переписывались — делились последними новостями, обсуждали текущие события. Мне всё время хотелось узнать о нём побольше и вскоре он прислал ссылку на сборник воспоминаний ветеранов Великой Отечественной войны — «Я вспоминаю», опубликованный в Москве в 1994 году<sup>2</sup>, куда вошли и его воспоминания под названием «Долгие четыре года». В одном из писем Моисей Залманович как-то написал: «Молодым на войне было проще, — ни жены, ни детей. Людям постарше приходилось труднее. Пишут, что из ребят, родившихся в 1923 году и призванных тогда в армию, вернулось только 3 %. Кто-то же должен был попасть в эту группу. Вот я и попал в неё. Чистой воды случайность. Ну, не совсем случайность, кое-что зависело и от человека, от обстоятельств. Но очень мало. В общем, повезло. По теории вероятности, как бы ни была мала вероятность события, оно же не запрещено полностью, и реально может произойти даже на небольшом промежутке времени».

Спустя некоторое время я отправила Моисею Залмановичу копию книги Зимана Яна Львовича «Моя опалённая юность», вышедшей в 2004. Мне казалось, что эти воспоминания будут интересны ему. Во-первых, коллега по институту, во-вторых, тоже фронтовик. Он, прочитав их, написал: «Ещё раз спасибо за присланные воспоминания Яна Львовича Зимана. Наконец, сумел выкроить свободное время, и прочитал их внимательно и не спеша.

---

<sup>1</sup> МГУ — Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова.

<sup>2</sup> Я вспоминаю: Воспоминания евреев-ветеранов Великой Отечественной войны. М.: Союз евреев-инвалидов и ветеранов войны (СЕИВ), 1994. 256 с.

Воспоминания очень интересны и хорошо написаны. Я и не представлял, что он был лётчиком и штурманом, и побывал в таких переделках, что и вообразить невозможно.

Какова скромность была у Яна Львовича, — ни разу нам ничего не рассказал».

Да, это были очень скромные люди и не часто делились чувствами о пережитом в те страшные годы.

За время нашей переписки мы коллективно поздравляли его с днём рождения и, конечно, с Днём Победы. Однажды, когда в институте чествовали наших ветеранов, я взяла для Моисея Залмановича юбилейную кружку с логотипом Института космических исследований и, оказавшись в США, отправила ему небольшую посылку с этой кружкой и московскими конфетами, поздравляя с очередным Днём Победы. Он ответил: «Спасибо большое за поздравления с Днём Победы и подарки.

Я всё получил — и кружку, и сладкое. Позавчера посылка пришла. Родным повеяло».

В одном из писем Моисей Залманович попросил помочь отыскать следы его племянника, пропавшего без вести (ориентировочно в 1943–1944 годах). Мы с мужем постарались ему в этом помочь, и вот что он нам ответил:

«Таня, огромное спасибо за предпринятые усилия. Вы всё, что нужно, сделали, и больше не возитесь. Нужные сведения (том и страницу), где имеются сведения о Викторе я, благодаря вам, получил. Это главное. Мне кажется, никаких подробностей о нём больше получить нельзя. Ведь он же пропал „без вести“ в самый разгар войны. Его родные очень хотели, чтобы он был, по крайней мере, упомянут в книге памяти. Теперь мы знаем, что так оно и есть. Ещё раз большое спасибо».

К слову сказать, эта просьба была тем ничтожно малым, что нам хотелось сделать для Моисея Залмановича.

В какой-то момент в письмах мы обсуждали его детство, ту часть Москвы, где жил до войны. А это — знаменитая Пятницкая улица. Я послала ему ссылку на сайт с московскими улицами и домами, он без труда нашёл свой дом и прислал интересные воспоминания. Я приведу их полностью, так как в них рельефно описан быт Москвы 1920–1930-х годов с почти фотографической памятью ребёнка-подростка. Дом находится почти прямо напротив станции метро «Новокузнецкая».

«Дом очень большой, за воротами — большой двор со сквериком и несколько корпусов квартир. Все подъезды (входы в квартиры) со двора. В конце двора были сараи, где хранились дрова для голландских печей и рухлядь. За сараями был сад, который в 1930-е вырубали, и разместили там патефонный завод.

В войну он работал на оборону. Что сейчас, не знаю — вывески нет.

Квартиры тоже были очень большие, по 8–12 комнат.

После революции и гражданской войны Москва заметно опустела, освободилось много „жилплощади“. Её заняли в поисках образования и, вообще, лучшей доли, провинциалы. Многие спасались от ужасов гражданской войны, от разных зелёных, петлюровцев, махновцев. Переселилось также много евреев из черты осёдлости.

Мои приехали в 1919 или 1920 году, до этого посчитавшись по Белоруссии, откуда они родом, и Украине (Орша, Могилёв, Екатеринослав).

Квартиры превратились в коммуналки — по 8-9 семей в квартире.

Ещё в мой последний приезд в Москву на месте магазинов «Джинсы» и «Обувь» была аптека от Ферейна (филиал той, что на Кировской, рядом с магазином «Чай»).

Сколько себя помню, была аптека, и очень хорошая.

По другую сторону калитки и ворот была керосиновая лавочка (теперь, вроде «Воды») и далее фотография. Фотограф жил над ней на втором этаже, в квартире № 3. Там же была его мастерская и архив, «все негативы сохранялись».

В этой же квартире жила моя тётя, двоюродный брат и сестра. Как раз над воротами, окна во двор. Часто бывал у них, иногда отводили к фотографу, он знакомил с фото-ремеслом. По-видимому, любил детей.

В ней же, или над ней, жил тот самый „хулиган“, который описан в очерке в „Известиях“.

Мы же вначале жили в квартире № 7, тоже на втором этаже, как раз над аптекой, окна тоже во двор.

Потом переехали в квартиру № 10, в глубине двора рядом с сараями.

Хорошо помню, как рано утром выходил из ворот, вернее из калитки, которая была уже отперта дворником (дверь в дворницкую выходила как раз в калитку), на улицу.

Шёл мимо аптеки в сторону Климентовского переулка, по нему входил на Ордынку, и по Ордынке доходил почти до школы в Казачьем переулке.

Школу построили примерно в 1934–1936 годах. До этого постоянного места для учёбы не было».

К сожалению, наша переписка оборвалась как-то внезапно по моей вине в 2011 году. Домашние дела и родившаяся внучка отняли всё свободное время. Правда, я сделала несколько попыток написать ему в течение этого времени, но ответа не получила. Буду пробовать ещё. Я очень сильно надеюсь, что наш дорогой Моисей Залманович жив и здоров.

Вот это его последнее послание и фотография, сделанная в мае 2011 года во время его пребывания во Флориде.

«...О моём пребывании во Флориде расскажет посылаемая фотография. На первом плане я, мой внук с женой и дочкой...» На тот момент наш Моисей Залманович был сотрудником фирмы, которая, по его словам, занимается ...«хорошим делом — эксплуатирует Солнце, устанавливая на крышах домов, а иногда и на земле, солнечные панели и водонагреватели».

А мы все помним его!



Стенд, посвящённый ветеранам — сотрудникам ИКИ



Моисей Залманович Хохлов в окружении семьи и коллег. Флорида, США

# КАК Я ПОЗНАКОМИЛСЯ С ЮРИЕМ ГАГАРИНЫМ

*А. К. Кузьмин*

Это было в августе 1966 года. Были каникулы — я перешёл на пятый курс МИФИ<sup>1</sup>, и только несколько дней назад вернулся из похода на плотках по северному Уралу. Мы с мамой были на даче. Вечером

приехал отец (в то время он был заместителем директора НИИ ТП<sup>2</sup> в Отрадном) и радостно сообщил: «Мне дали два пригласительных билета на Чемпионат мира по высшему пилотажу в Тушино, поедем?» «Конечно, поедем!» — ответил я, потому что с детства мечтал быть лётчиком, и тяга к авиации ещё не прошла...

7 августа, примерно в половину десятого, мы были уже на Тушинском аэродроме. Коллега моего отца (из МОМ<sup>3</sup>) предложил пойти в зону самого аэродрома, откуда должны быть хорошо видны полёты. «Туда приедет Юрий Гагарин!» — аргументировал он своё предложение.

Мы, конечно, согласились, но, когда пришли на это место, там было довольнолюдно. Когда обещанные почётные гости, наконец, приехали, значительную часть зрителей администрация праздника заставила перейти на другое место, и мы вдруг остались рядом с четой Гагариных.

В руках у меня был «Зенит», к той поре в фотографии я был уже не новичок. Первый фотоаппарат — «Любитель», родители подарили мне ещё в первом классе. Когда начались полёты, отец подсел к Юрию Алексеевичу поближе, и в перерывах они вспоминали общих друзей и коллег, участвовавших в подготовке запуска корабля «Восток» 12 апреля 1961 года. Отец представил меня Гагарину, и тот спросил, где я учусь. Я ответил, и он сказал, что выбранная специальность очень интересная и с большим будущим...

Гагарин показался мне именно таким открытым человеком, как писали о нём в газетах. Сначала я волновался фотографировать, но потом успокоился, и мне удалось сделать несколько снимков, которые впоследствии лежали в моём архиве, никогда нигде не опубликованные. Одна из этих фотографий и сейчас стоит дома на моём рабочем столе в память о Юрии Гагарине и о моём отце.

---

<sup>1</sup> МИФИ — Московский инженерно-физический институт (ныне Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»).

<sup>2</sup> НИИ ТП — Научно-исследовательский институт точных приборов.

<sup>3</sup> МОМ — Министерство общего машиностроения СССР.





## КАК МОЛОДЫ МЫ БЫЛИ!

*Н. С. Петрукович*

А я хочу рассказать о времени, когда были молоды мы, молод институт. Тогда он ещё назывался он ИКИ АН СССР.

Не без участия заместителя директора Владимира Михайловича Ратнера институт вошёл в профсоюз работников Средмаша<sup>1</sup>. В результате мы имели ежегодно больше сотни бесплатных и льготных путёвок в год для взрослых и детей в санатории и дома отдыха, (от Байрам-Али в Туркмении до Мереранны в Эстонии, от Трускавца до Друскининкая), на турбазы (от Бакуриани для горнолыжников и до Игналины в Литве для байдарочников), на туристические теплоходы по Волге и Волго-Балту<sup>2</sup> и на туристические поезда до Байкала и по Средней Азии. Благодаря заместителю директора М. С. Унаняну, а позднее, новому заместителю директора по общественным вопросам Б. Г. Отхмезури, на базу отдыха «Шепси» в Краснодарском крае в сезон ездили целыми семьями одновременно по двадцать-тридцать человек. Кроме того, институтом оплачивались путёвки, приобретаемые самими сотрудниками, например, на теплоходах по Енисею, от Одессы до Батуми и, естественно, в санатории и дома отдыха. И сегодня несколько раз в год организуются поездки на небольшое количество дней по всему бывшему союзу от Армении и Грузии, Львова и Одессы до Карелии, Прибалтики, Подмосковья и Санкт-Петербурга.

Как члены ВООПиИК<sup>3</sup>, мы имели замечательные экскурсии по Москве, области, Золотому кольцу и не только. Были двухдневная поездка в Оптину Пустынь, ночная в Троице-Сергиевскую лавру, однодневная по нехристианским заведениям Москвы и множество других, таких же замечательных. Сопровождали нас известные в Москве экскурсоводы Ю. М. Вахтель и А. А. Клименко. Выпускалась и газета об интересных людях и местах, например, о А. С. Пушкине, об Азербайджане. Вдохновителем и организатором был Юра Преображенский, он и приобщил нас к ВООПиИК.

Вместе с Государственным музеем изобразительных искусств им. А. С. Пушкина наш институт является соучредителем Фонда Святослава Теофиловича Рихтера. На «Декабрьских вечерах», которые регулярно с 1981 года стали проводиться в музее, выступали сильнейшие наши и зарубежные исполнители, даже выпускались и выпускаются записи этих концертов. И до сих пор на наших институтских праздниках часты выступления этих молодых музыкантов.

Танечка Зверева водила нас в консерваторию на концерты под управлением известного дирижёра Большого театра Фуата Мансурова.

Марина Щербина-Самойлова устраивала посещения замечательных выпускных спектаклей ГИТИС<sup>4</sup> и других театральных училищ.

Ира Голынская приглашала к нам на праздники известнейших артистов: Андрея Миронова, Сергея Юрского, Михаила Козакова, Михаила Ульянова и многих других. Была группа артистов из «Современника». К счастью, эта традиция сохраняется, и сейчас

<sup>1</sup> Средмаш — Министерство среднего машиностроения СССР.

<sup>2</sup> Волго-Балт — Волго-Балтийский водный путь.

<sup>3</sup> ВООПиИК — Всесоюзное общество охраны памятников истории и культуры.

<sup>4</sup> ГИТИС — Государственный институт театрального искусства (ныне Российский университет театрального искусства).

у нас бывают гости от учеников музыкальных школ до звёзд: скрипача Олега Кагана, виолончелистки Натальи Гутман, оперной солистки Галины Писаренко.

С Петей Лягиным в Доме учёных мы слушали выступления членов оперной студии, которой руководил народный артист Большого театра Иван Петров. Сам Петя с большим успехом участвовал и в международных конкурсах артистов-любителей. Однажды, на подъёме от победы на выступлении на юге Франции, воодушевлённый соседством принцессы Монако, Стефании, он вызвался на бой с бычком... И до сих пор помнит свой полёт, но врага встретил «лицом к лицу, как в жизни следует бойцу». Позже какой-то любитель прислал ему фотографии.

Не остались мы в стороне и от всеобщего увлечения авторской песней. Назову только одного гостя — молодого Сергея Никитина, тогда ещё выступавшего с ансамблем. Вспоминая слёты, концерты, праздники в отделе, всегда вспоминаю и Колю Санько, нашего барда, организатора и хорошего человека.

Юрий Васильевич Зонов, работавший до ИКИ в системе ООН<sup>1</sup>, демонстрировал нам свои слайды других, тогда бесконечно далёких от нас стран.

Владимир Михайлович Ратнер через Бюро международного молодёжного туризма «Спутник» организовал в рамках молодёжного научного туризма несколько поездок в страны народной демократии (было такое определение).

Помню ретроспективу фильмов А. Тарковского, замечательную лекцию крупнейшего международного обозревателя Александра Бовина.

Однажды у нас в гостях был даже Дом моделей!

Мы регулярно имели пригласительные билеты на главные мероприятия города в честь Дня космонавтики, несколько раз встречали новогодние праздники в центральных ресторанах.

Кипела и спортивная жизнь. Арендовались бассейны, теннисные корты в Лужниках, спортивный зал для бадминтона, одно время даже сауна. Месткомом закупались и выдавались желающим байдарки, палатки, спальные мешки и лыжи. В июне 1973 года под руководством энергичного и многоопытного Бори Горошкова прошёл двухдневный туристский слёт на реке Нара. Провели массу соревнований, даже слалом на байдарках, всем победителям вручали призы. Зимой горнолыжников вывозили на автобусах в Яхрому. Активными спортсменами-организаторами были Игорь Блохинцев, Костя Литовченко, Серёжа Ляхов и Жора Мерсов.

Детская комиссия профкома развивала бурную деятельность и зимой и летом. Ёлки в институте с нашими Дедами Морозами и Снегурочками (костюмы выдавались напрокат), билеты на ёлки в городе, подарки к Новому году, билеты на детские спектакли, мультфильмы — всем хватало радости. После мероприятий дети шли с родителями в отделы, и часто знакомство с первыми компьютерными играми происходило именно там. Зимой выезжали с детьми в Подмосковье на электричках выходного дня. Регулярно в зимние каникулы для детей устраивались многодневные экскурсии по городам страны. Летом дети отправлялись в пионерлагерь «Красная Пахра», где с удовольствием и азартом работали вожатыми, старшими вожатыми и педагогами многие наши сотрудники. Рина Макарова вела кружок мягкой игрушки, Олег Сухомлинов был художником. Наташа Горошкова вспоминает, как в 1972 году, после работы в лагере, сдружившиеся вожатые организовали группу и поехали в Молдавию собирать урожай.

<sup>1</sup> ООН — Организация Объединённых Наций.

У меня в отряде было двадцать два восьмилетних мальчика, норовящих то выпрыгнуть из окна третьего этажа, то поесть дичков с яблоньки, то сунуть крысу в постель кому-нибудь из девочек, то поплавать в ручье и т. д. и т. п. Меняхватило на одну смену.

Детям многих сотрудников Коля Хавенсон по-дружески помогал разбираться в физике и математике.

С 1970 года по разнарядке летом и осенью сотрудники выезжали в совхоз «Виноградский» на уборку урожая и прочие работы. Выбирание осенью из сырой земли картофеля не сильно радовало, в жаркую погоду летом ворошили сено, понемногу мы привыкли ко всему, всё утряслось. Кроме работы были речка, после которой распрямлялись спинки, были и прогулки, танцы вечерами. Какое-то время даже была «зарплата». В первую свою поездку в совхоз я получила около 30 копеек, а в следующую — ровно в два раза больше. Ах, если бы так и дальше! Но, увы.

Упомяну однодневные поездки на овощные базы. Ходили слухи, что один из докторов наук, фасовавших картошку, на вкладыше упаковщика написал свой титул и имя.

В те годы преданные своему делу, прекрасно образованные сотрудники ИКИ работали так, что страна могла гордиться ими. Так, глава и душа нашего отдела, наш любимый Учитель, профессор Василий Иванович Мороз (1931–2003), так умел организовать всех, что мы работали не за деньги, а ради общей цели — создания уникальных космических приборов для полётов на Марс, Венеру.

Сейчас коллектив института снова стремительно молодеет, и наше поколение жалеет ему интересной жизни и новых больших побед в космосе!

Сотрудник ИКИ с 1969 года

# ВОСПОМИНАНИЯ О НОВОМИРЕ ПИСАРЕНКО

Г. А. Писаренко

Это было в январе 1952 года. Я отдыхала в подмосковном доме отдыха с милым названием «Поваровка». Среди студентов-физиков, почему-то любящих это местечко, был и Новомир Писаренко. Когда

он появлялся в «обществе», сразу становилось весело, он непрерывно шутил и все смеялись, он запевал и все начинали петь. Он легко вдохновлял и на лыжные прогулки и другие подобные забавы.

Я, тогда студентка Музыкального училища при Московской консерватории, тоже пела песни и романсы, а Мира всегда меня слушал, так мы и подружились. Он просто ошеломил меня своими познаниями в области искусства — музыки, литературы, живописи. В его тщательно и с любовью собранной библиотеке музыкальной литературы, в чём я убедилась позднее, были такие книги как первая биография Моцарта на русском языке, статьи Лароша, дневники Танеева и другие замечательные и редкие вещи. После свадьбы я переехала в Сокольники, где мы долго жили в крошечной, но очень уютной восьмиметровой комнатке, а в соседней комнате жили Мирины родители и брат.

Позднее я узнала, что Мира и его брат учились играть на домре и даже выступали в оркестре народных инструментов, причём Мира сидел за первым пультом. Иногда по моей просьбе он чудесно играл «Чардаш» или пел чистым высоким голосом —

*«Как ночь ароматна,  
Не медли Нинетта,  
Готова баркетта с тобой нас умчать...  
Антоньо, гребец наш, лишь вёслами занят,  
Мои приказанья привык исполнять...  
Ах...»<sup>1</sup>*

Он много слушал разного, ходил на концерты и стал действительно музыкально образованным человеком. Его любовь к музыке была столь сильной, что уже взрослым человеком он стал заниматься частным образом с педагогом по фортепиано и с упоением играл вальсы Грибоедова и простые небольшие песни Грига и Чайковского.

После того как я окончила Московскую консерваторию и была принята в Театр Станиславского и Немировича-Данченко, Мира, естественно, стал там завсегдаем. Он знал наизусть и «Онегина», и «Богему». Ему чрезвычайно нравилась блестящая, остроумная и по музыке и по тексту опера Прокофьева «Обручение в монастыре». И он любил напевать какие-то смешные, ритмически острые фразы, вроде: «И, кажется, на небе есть луна? А если нет, то закажите!!!»

Начав заниматься пением, я попала в класс к замечательной певице и педагогу Нине Львовне Дорлиак. Её мужем был великий пианист Святослав Рихтер.

Нина Львовна бережно занималась со мной, очень полюбила меня, верила в моё будущее, скоро Мира и я стали близкими людьми в их доме. Счастье быть друзьями таким необыкновенным людям трудно переоценить.

<sup>1</sup> Итальянский романс «Баркетта» (La barcheta, муз. Д. Буратти, сл. Э. Коццони, пер. с итал. Н. Райского).

Мы ходили на все концерты Нины Львовны и Славочки (нам было разрешено именно так его называть), и я много раз замечала, что они оба очень внимательно относились к Мириным словам, сказанным после концерта. Безумно волнуясь и от музыки и от возможности общения с великими музыкантами, он всегда говорил что-то абсолютно небанальное, идущее из глубины души. Оба они очень любили Миру, ценили его ум, тонкость, душу.

Когда мы расстались (правда, благодаря душевному благородству и доброте его второй жены, Эльвиры Орловой, наша дружба скоро возобновилась и уже не прерывалась до самого конца!), Нина Львовна предложила Мире провести лето со всем семейством у них на даче, на Оке, и потом это повторялось несколько лет подряд.

Помню один случай, произошедший там.

Святослав Теофилович решил неожиданно туда съездить. Он пригласил также Ирину Александровну Антонову и меня. В это время Мира, Элла и их дети тоже были на даче. Когда мы приехали, Элла, не ожидавшая такого визита, мыла маленького Мишу прямо в саду. Я как-то напряглась, думая, что это слишком бытовая картина для Святослава Теофиловича. Он же, наоборот, оживился, засмеялся и сказал: «Посмотрите, как это красиво! Просто как скульптура Верроккьо — „Мадонна с младенцем“!» С тех пор мы называем Мишу, младшего сына Новомира, Верроккьо.

Нина Львовна очень ценила Эллу и после смерти Святослава Теофиловича попросила её стать директором Фонда Святослава Рихтера в Тарусе. Она знала её деятельную, честную и созидательную натуру — и, конечно, не ошиблась!

Когда Новомир был уже серьёзно болен и довольно редко выезжал на концерты, он погрузился в прослушивание музыки на компакт-дисках. Слушал много и разное, но предпочитал записи в исполнении Рихтера: и Шуберт, и Бах, и Прокофьев... Он говорил, что это его лечит. Я знаю, что при его тончайшем понимании музыки, это были моменты, когда «душа с душою говорит».

Итак, в его жизни, жизни прекрасного, доброго, талантливого человека было много замечательного: физика — его призвание, которому он отдал всю свою жизнь, дом — тёплый, гостеприимный, где выросли трое красивых, талантливых сыновей, и Музыка, звучащая в его душе.

# ПУТЕШЕСТВИЯ

*Т. И. Чекалина*

Почти тридцать лет минуло с той поры, когда начались крутые перемены в жизни страны и каждого из нас. Началась новая жизнь, изменился институт, изменилось всё.

Вспоминается удивление, с каким мы услышали, что загранпаспорт теперь выдают всем желающим! В людях просыпалась тяга к путешествиям, и народ стал активно осваивать новые земли уже не по телевизионным программам, а самостоятельно. Появились новые возможности для любителей путешествий и охотников за новыми впечатлениями, стремящихся увидеть интересные места и достопримечательности других стран. Многие устремились на курорты Франции, Испании, Турции, Египта и т. п. Некоторые, правда, продолжают «ходить» на байдарках, путешествовать на автомобиле и «кэмпинговать» на природе, наслаждаясь сбором грибов и ягод, рыбалкой и «кормлением комаров». Другие предпочитают «отдых» на любимых дачных грядах.

Но это всё летом, а всепогодный круглогодичный отдых — экскурсии по городам и весям Европейской России. Это совершенно особый туризм — коллективный, познавательный и дающий массу впечатлений!

Когда-то очень популярный в эпоху «развитого социализма», бесплатный экскурсионный туризм пережил за прошедшие годы упадок и распад на частные фирмы, но постепенного возродился. В его «спасение и возрождение» наш институтский профком внёс большой вклад — все эти годы для нас, сотрудников ИКИ, всё так же организовывались поездки, а это очень непростое дело. Группа энтузиастов — членов профкома и сотрудников нашего института: Р. Р. Назиров, С. В. Васюков, В. А. Ганжа, И. Г. Митрофанов, Г. Е. Баранова, Т. Н. Ленгник, Г. И. Варламова, Т. А. Кирсанова и многие другие, преодолевая все трудности, воплощают планы в жизнь.

Экскурсии по стране неизменно пользуются большой популярностью среди наших сотрудников. Они расширяют кругозор, отвлекают от повседневности и позволяют за короткую поездку получить массу впечатлений. Мы узнаём много нового и интересного из истории больших и малых городов, их окрестностей, а также фактов из жизни известных людей, связанных с этими местами. Поездки бывают особенно актуальны, когда ещё не наступил или уже закончился дачный сезон, — они вносят разнообразие в поток одинаковых рутинных дней.

Мы видим, на каком душевном подъёме пребывают сотрудники, собирающиеся в очередную поездку, как ждут её. Улыбки и положительные эмоции становятся лучшей благодарностью профкому. Эти поездки стали уже традицией, и вопросы «скоро ли и куда будет очередная поездка?» слышатся очень часто.

Если оглянуться на послеперестроечные годы и вспомнить маршруты наших путешествий, то наша новейшая история становится отчётливой и зримой — мы наблюдали российскую глубинку в её упадке и в медленном возрождении, видели разрушенные памятники истории, их реконструкцию и реставрацию, любовались сохранившимися чудесами архитектуры и быта. Своей трогательной влюблённостью в историю своего края всегда удивляли нас местные экскурсоводы и краеведы.

Экскурсии всегда очень демократичны — с нами, бывало, с большим энтузиазмом путешествовал наш директор — Лев Матвеевич Зеленый, а его заместитель Н. Г. Хавенсон — частый участник таких поездок.

Мы приглашаем всех вас в дорогу за новыми впечатлениями и радостными открытиями нашей непростой и увлекательной истории! Попытаемся вспомнить всё...

Как много удивительных путешествий было за эти годы! Уже почти на развалинах СССР были последние поездки в **Среднюю Азию**, Прибалтийские республики: **Латвию, Эстонию и Литву**. Это было в 1988–1990 годах. Многие побывали там в первый и в последний раз. Древняя **Бухара** и **Самарканд, Ташкент** — наши маршруты осенью 1990 года.

Осенью 1990 года мы ездили в изумительный древний **Вильнюс, Каунас** и легендарный **Паневежис** с его легендарным драматическим театром. Несколько последних часов свободного времени было решено потратить на поход в театр, в котором играли знаменитые актёры. Обидно, что не смогли досмотреть спектакль — пора было ехать на вокзал, но некоторым вообще «повезло»: застряли в гостиничном лифте и в театр не попали.

Многое поражало в той поездке: уходило привычное, знакомое и любимое. Появлялись отчуждение, искусственный языковой барьер, новые географические карты с изменёнными границами и обозначенными на них областями территориальных претензий.

В декабре 1991 года мы прощались со **Старым Таллином**, бродили по его заснеженным улочкам, согревались глинтвейном в Девичьей башне, сидя всей компанией за большим столом, и мечтали когда-нибудь вернуться сюда опять.

Между тем, поездки по России стали разнообразнее, и захотелось пристальнее взглянуться в себя и свою историю.

В 1990 — поездка в **Ленинград**. Там всё родное, до боли знакомое. Майский город предстал во всём великолепии, Марсово поле утопало в сирени, Царское Село изумляло красотой и изысканностью линий. В группе было много юных путешественников — детей сотрудников. Многие оказались здесь впервые. Позднее мы возвращались неоднократно, но это был уже город Санкт-Петербург.

В начале 1990-х было две поездки в **Михайловское**. Каждый раз возникало чувство радости и просветления от встреч с поэзией Пушкина, заповедником и дивными окрестностями. Близко и понятно его творчество и жизнь там, где всё дышит этим именем. Мы ещё не раз приезжали сюда, привозя наших детей и внуков в этот чудесный уголок России.

Ещё не всё пространство бывшего СССР окончательно «закрылось», и в декабре 1991 года была поездка в **Вильнюс** и **Каунас**, а в апреле 1992 года — в **Клайпеду** и **Палангу**. Это были последние поездки в Прибалтику без виз и прочих формальностей.

После 1991 года, в эпоху начала реформ и шоковой экономики, мы были теми редкими туристами, видевшими реальную жизнь в провинциальных городках, их бедность и обнищание. Даже мы, москвичи, тогда прочувствовали на себе этот упадок.

Ещё до всего этого, в марте 1991 года была первая поездка в **Вологду**. Потом мы ещё несколько раз возвращались в этот удивительный город, который чуть было не стал столицей нашего государства при Иване Грозном!

Очень скоро мы почувствовал вкус к путешествиям в древние северные города, первым из которых стал **Великий Устюг**. Две группы сотрудников в августе и сентябре 1992 года побывали там. Впечатлений у первой группы было так много, что срочно пришлось организовать ещё одну поездку для других желающих.



Стояла золотая осень, моросил дождь, но это нисколько не мешало: такой красоты мы не ожидали увидеть.

Вопросом, почему Устюг — «Великий» задаётся только тот, кто там не был. Стоит поехать туда и увидеть это чудо своими глазами.

Набережная реки Сухоны — соборы и храмы в два ряда, монастыри и колокольни редкой красоты, в основном постройки XVII–XVIII веков.

Самый древний архитектурный памятник — Успенский Собор (1619–1659). Недалеко от него расположены собор Праведного Святого Прокопия (1668), собор Иоанна Устюжского (1656–1663) и др. На противоположном берегу — Дымковская слобода с церквями Дмитрия Солунского и Сергия Радонежского (1700–1709). А в четырёх километрах расположен Троице-Гledenский монастырь и сохранившийся там резной позолоченный иконостас — это совершеннейшее чудо! Шедевр!

Красоту монастыря и собора почти не тронули время, самоуправство чиновников, человеческие трагедии ГУЛАГа и бурная история.

Великий Устюг — действительно великий! Это родина известных путешественников и первооткрывателей С. И. Дежнёва, Е. П. Хабарова, В. В. Атласова и др. Надеюсь, что создание Резиденции Деда Мороза не изменит черты этого прекрасного города.

Уезжая домой, мы табором расположились на поляне у полустанка в ожидании поезда «Котлас-Москва», разложив вокруг знаменитые устюжские корзины из щепы, наполненные брусникой и клюквой. Везли в Москву знаменитые сувениры — серебряную чернь, берестяные короба, и самое ценное — массу положительных эмоций! Это путешествие ещё не успело закончиться, а мы уже мечтали о новых маршрутах.

С интервалом почти в десять лет были две поездки в **Псков**. Первая поездка: Псков – Пушкиногорье – Печоры – Изборск. Ещё жив был С. С. Гейченко, и все эти заповедные места были воссозданы и хранимы этим подвижником, писателем-пушкинистом и человеком, беззаветно любившим Россию и Пушкина. Мы бродили по окрестностям Михайловского, Петровского, Тригорского, городищ Савкина Горка и Воронич, Святогорского монастыря. Всё было пронизано поэзией Пушкина и волшебной красотой тёплой осени. До сих пор перед глазами встаёт городище Воронич в лучах закатного солнца и лёгкой туманной дымке. Кажется, что эти места знакомы с самого рождения — кровные и родные.

В **Печорах** снова ошеломляющая неожиданная красота ещё одного рукотворного и природного чуда — Свято-Успенского Псково-Печерского монастыря, расположенного в низине. Вид у него совершенно сказочный — нереальный — в закатном солнце горели купола собора и церквей, высилась ажурная звонница, со смотровой площадки открывался прекрасный вид на монастырь. Звонница и крыши находятся ниже края лощины и поэтому совершенно не видны с поверхности окрестных полей.

Удивительное место! В первый раз мы спустились к монастырю совсем ненадолго, успев только бегло осмотреть его, и надеялись вернуться. Снова мы приехали туда уже весной, почти десять лет спустя.

На этот раз основные экскурсии были в Пскове. Красота и исторические памятники этого города известны во всём мире. Нам невероятно повезло — для нас была организована экскурсия в Спасо-Преображенский Мирожский монастырь, основанный в XII веке.

В этом соборе сохранились уникальные фрески византийских мастеров, созданные примерно в то же время, что и храм.

Из Пскова через Изборскую крепость наш путь лежал в Печоры. Окрестности там очень живописны, в долине бьют многочисленные родники, образуя озеро, по которому величаво плавают лебеди.

В Свято-Успенском Псково-Печерском монастыре, где на этот раз была подробная экскурсия, мы спускались в пещеры, длинные тёмные лабиринты которых хранят историю монастыря и его обитателей. Послушав колокольный звон, через звонницу мы поднялись в сад, на верхний ярус, откуда синие луковки церкви с золотыми звёздами были уже на уровне глаз. Был тёплый солнечный майский день, зеленела прозрачная молодая листва, цвели нарциссы — тихая красота и гармония окружающего мира!

Перед отъездом в Москву за обедом нас угостили рыбой из реки Великой — парным судаком — вот тогда мы узнали, какой вкусной может быть эта рыба...

Русский Север притягивал всё сильнее, и в октябре 1995 года была организована поездка в **Вологду** и **Тотьму** — провинциальный забытый, уютный городок, расположенный в 215 км от Вологды. Это — родина Ивана Александровича Кускова (1765–1823) — морехода, исследователя северо-западного побережья Северной Калифорнии, основателя крепости Росс и главного помощника А. А. Баранова, уроженца города Каргополя, — правителя Российско-Американской кампании. Вернувшись в Тотьму, Кусков прожил тут всего три месяца и был похоронен на территории Спасо-Суморина монастыря. В 1990 был открыт его дом-музей.

Только подумать — Тотьма — Калифорния... Мы ехали автобусом от Вологды несколько часов, но измучились в пути по нашим русским дорогам так, что были ни живы, ни мертвы, а тут человек в конце XVIII замыслил добраться до Америки! И... добрался. В голове не укладывается!

Из Тотьмы родом и известный поэт — Николай Рубцов, памятник которому установлен над рекой Сухоной и оставляет какое-то грустное впечатление, навевая печальные воспоминания об этой судьбе.

Сколько за эти годы было других удивительных путешествий! Поездка в **Гороховец** и **Вязники**, в эти древние русские города, весной 1996 года тоже была по-своему незабываемой. Ещё живы в памяти эти лихие жутковатые годы! Долгий путь на автобусе (выехали после работы) привёл нас уже в полной темноте в Гороховец. Водитель долго искал гостиницу — не было никаких указателей, и улицы были пусты — местные жители в этот час уже спали. Когда гостиницу, наконец, нашли, она выглядела необитаемой. Как выяснилось позже, постояльцев не было здесь почти год. С нашим приездом она сразу ожила, персонал забегал, засуетился.

Утром, едва взглянув в окно, мы поняли, что приехали не напрасно. Стало ясно, чем восхищался здесь живописец И. Э. Грабарь: этот замечательный городок расположен на высоком правом берегу реки Клязьмы, недалеко от места, где она впадает в Оку. Пусть он крошечный и давным-давно пережил свои счастливые времена, их благодатный след остался в его архитектуре и сохранившихся памятниках зодчества.

Дом Сапожникова-Ершова — уникальный образец древнерусского каменного жилого строительства. Палаты каменные, прямо терема из сказок! Таких построек по всей России сохранилось совсем немного, и три из них — тут!

При входе в усадьбу — деревянные ворота высотой более трёх метров. Они отлично сохранились, несмотря на то, что строились вместе с домом в конце XVII века.

Есть в Гороховце и несколько домов в стиле «модерн» начала XX века, а в основном, многочисленные соборы, церкви и монастыри XVII–XVIII веков.

В наш первый приезд мы случайно стали свидетелями необычной сцены: за стеной Николо-Троицкого монастыря на крутом берегу обрыва молча стояли и глядели в заречные дали, глубоко задумавшись? двое юношей. Один был в монашеской рясе, другой — в обычной одежде. Это был почти готовый сюжет для картины. Что это — выбор ли пути, или размышления о смысле жизни? Монастырь был в разрухе и запустении, жизнь в нём только возрождалась. Это теперь он предстаёт во всей былой красоте.

На следующий день мы отправились в Вязники — на родину лётчика-космонавта В. Н. Кубасова и вязниковских огурцов. В музее народного творчества мы любовались изумительной красоты вышивками белой гладью по белому батисту. Сюжеты вышивок, выполненные в разные годы, запечатлели события истории нашей страны.

Экскурсоводы — люди самозабвенно любящие свой край — звали нас приехать к ним летом, когда в знаменитых бескрайних вишнёвых садах будет полно ягод. Некоторые брали адреса и спрашивали, как доехать. Но был ли кто...

Потом были поездки в **Ярославль** и **Кострому**, **Нижний Новгород**, **Арзамас**, **Дивеево**, **Санаксарский монастырь**, **Темниково**, а также в **Кашин** и **Калязин**.

Арзамас поразил в первой поездке полным отсутствием перемен — со времён Брежнева не изменилось ничего. Жизнь вокруг уже давно стала другой, а тут всё осталось прежним: неизменный убогий интерьер общепитовского кафе, те же алюминиевые столы с пластиковой столешницей, стулья с деревянной спинкой, криво висящие занавески и до боли знакомый, типично советский персонал... Такой же и город. Только несколько сохранившихся памятников делают его интересным для посещения.

Во второй раз, когда мы были в этом городе уже осенью 2000 года, впечатления были лучше. Из Арзамаса мы ехали в Дивеево, в Свято-Троицкий Серафимодивеевский женский монастырь, в этот уникальный уголок православного мира, покровителем которого был сам Серафим Саровский. Именно здесь находится знаменитая Богородичная Канавка, которая по преданию защитит обитателей монастыря от антихриста.

Нас поразили тогда толпы паломников и шумных детей-школьников, приехавших туда на экскурсию. В следующий раз мы оказались там же уже в другое время — было тихо, малоллюдно и спокойно.

Это был март 2003 года. До этого мы побывали в Рождество-Богородичном Санаксарском монастыре в излучине реки Мокши, в трёх километрах от города Темниково. В этом монастыре похоронен Ф. Ф. Ушаков — адмирал Российского флота, очень религиозный человек и щедрый благотворитель, живший с 1810 году в деревне Алексеевка, что неподалёку.

За оградой монастыря мы купили вкусного монастырского хлеба и знаменитых санаксарских пряников. На пути в Дивеево побывали на святом источнике, в купальне которого некоторые смельчаки отважились искупаться.

Вспоминается прекрасная поездка в **Великий Новгород** и на **Валдай**. Было начало марта 1998 года, весна уже чувствовалась в воздухе, но иногда вдруг начинал падать крупный снег, заноса всё в момент. Из Москвы мы ехали автобусом и до Валдая добрались в первый же день, посетив по дороге легендарную Городню — церковь на берегу Волги.

**Городня** — церковь Рождества Богородицы, построенная во второй половине XIV века и перестроенная в 1745 году. Она является единственным полностью сохранившимся сооружением этого времени на территории Тверской области. Писатель Б. Полевой очень высоко ценил этот памятник архитектуры, делал большие пожертвования и просил похоронить его в её ограде, но этому не суждено было сбыться.

Мы неоднократно проезжали этой дорогой и всякий раз останавливались в Городне днём. А однажды, уже в 1999 году, в конце экскурсии по дворянским усадьбам Подмоскovie и Тверской области, на пути в Москву, мы заехали туда вечером.

Экскурсовод привела священника, и он открыл нам храм, провёл по нему настоящую экскурсию, показав фрагменты фресковой росписи храма XV века и автографы мастеров — отпечатки их ладоней на оштукатуренной стене.

А тогда, в 1998 году мы ехали в Великий Новгород, и первая остановка на ночлег была в **Валдае**. Вечером мы решили прогуляться — вокруг чистый белый снег, звёзды, рядом Валдайское озеро, на котором вдали на Сельвицком острове сиял Иверский монастырь. Мы долго спорили — подсвечен он, или нет? Уже потом выяснилось, что ни подсветки, ни спецэффектов — ничего. А виден монастырь в ночи на большом расстоянии.

Утром была экскурсия в музей знаменитых валдайских колокольчиков, на крыльце которого мы сделали фото на память, после чего отправились в Иверский монастырь, основанный патриархом Никоном в 1653 году. Туда мы пешком шли, но путь этот преодолели быстро.

Наградой нам стал чудесный вид монастыря. Однако при ближайшем рассмотрении оказалось, что ему требуется серьёзная реставрация.

Ну а потом снова в дорогу — в **Великий Новгород**. В нём многие из нас бывали и раньше, но каждый раз всё воспринимается по-разному и по-новому. Это зависит от программы, от экскурсовода, от погоды, от настроения и т. п.

На этот раз в Великий Новгород попали в изумительную погоду — падал пушистый крупный снег. Гуляя по улицам музея деревянного зодчества «Витославицы», мы заходили в огромные деревянные избы и сожалели, что на современных участках в шесть соток нельзя возвести такое удивительно удобное и добротное жилище необыкновенной, сказочной красоты! Эх, были же мастера на Русской земле!

Большое впечатление осталось от вида храма Спаса Преображения на Ковалёве. В войну он был разрушен в пыль и восстановлен из руин совсем недавно. Это тот самый знаменитый храм, обломки и фрагменты фресок которого реставраторы (муж и жена А. П. и В. Б. Грековы) собрали на развалинах и многие десятилетия складывали по крупинкам. И вот усилиями Грековых около трети ковалёвских стенописей, выполненных в 1345 году балканскими мастерами, возвращены из небытия. Храм расположен в стороне от главной дороги. Мы упросили водителя отвезти нас туда, хотя времени уже почти не осталось — ещё предстоял длинный путь в Москву. Но нам повезло и, пусть в сумерках, мы всё-таки увидели его.

Кто напишет горестную книгу утраченных нами культурных ценностей?! Кое-что, конечно, удалось восстановить, но многое, многое ушло безвозвратно.

Спустя годы, мы опять ехали в эти края, в **Тверь, Старицу и Торжок**, в очередной раз останавливаясь в Городне и любуясь видом Волги.

Однодневная экскурсия в Торжок уже проводилась в октябре 1997 года, а ещё одну решили провести, чтобы «охватить» и других сотрудников. Древний, милый Тор-

жок! Город уже существовал, когда в 1038 году киевский боярин Ефрем основал Борисоглебский монастырь. Вдоль берега Тверцы видны многочисленные изящные церкви и соборы. Один из соборов, Спасо-Преображенский, построен по проекту К.И. Росси.

Сохранились многочисленные архитектурные памятники, автором которых был архитектор, путешественник и художник Н. А. Львов.

В окрестностях Торжка сохранились построенные Львовым имения и различные постройки (имение Знаменское-Раек, Погреб-Пирамида и др.), в Борисоглебском монастыре им построена надвратная церковь, вершинная часть которой, если смотреть с определённой точки в долине реки Тверцы, эффектно дополняет купол собора, меняя его облик. Экскурсоводы с удовольствием показывают это, наблюдая за реакцией зрителей.

До сих пор в Торжке существует старинный золотошвейный промысел, мастерские и учебные классы.

А. С. Пушкин увековечил Торжок и гостиницу Пожарского, напутствуя своих друзей:

*«...На досуге отобедай  
У Пожарского в Торжке,  
Жареных котлет отведай (именно котлет)  
И отправься налегке...»*

В вестибюле знаменитой гостиницы Пожарского в те времена продавали местные сувениры — расшитые сапожки, башмачки, перчатки, кошельки, футляры, ридикули и т. п. А. С. Пушкин купил здесь два шитых золотом пояса с шёлковыми кистями в подарок Вере Фёдоровне Вяземской, жене друга: «...Скажи княгине, что она всю прелесть московскую за пояс заткнёт, как наденет мои поясы...»

Право же, только местные краеведы могли выудить из всего написанного Пушкиным по разным поводам именно эти сведения. Это очень трогательно. Говорят, что, возможно, из окна этой гостиницы, находившейся тогда на берегу реки Тверцы, А. С. Пушкин увидел вывеску: «Евгений Онегин — булочных и портновских дел мастер». И где же здесь романтика и аристократизм нашего самого знаменитого литературного героя?!

Во время нашего пребывания в Торжке гостиница Пожарского, вернее, её более поздний вариант, построенный между 1800–1854 годами, была на реставрации, и, если мне не изменяет память, это спонсировалось Германией. Но стихия, по иронии судьбы, созвучная с именем бывшего владельца, практически уничтожила этот памятник истории и архитектуры. Это случилось 8 июля 2002 года — печально и грустно. Сейчас, правда, она восстановлена.

А тогда мы покинули город и поехали по окрестностям. Побывали в селе Прутня, что в 6 км от Торжка, где на деревенском погосте около церкви постройки 1717 года похоронена А. П. Керн, посетили усадьбу Грузины. Здесь, построенный Растрелли, огромный дом, впоследствии неоднократно перестроенный другими архитекторами, в частности Львовым, поражает воображение.

Знаменитое имение Знаменское-Раек, расположенное неподалёку, где мы тоже успели побывать, в те годы «умирало» от безденежья одного из творческих союзов, использовавшего его как дом отдыха. Знаменское-Раек было построено по проекту

Н. А. Львова для екатерининского вельможи, сенатора и генерала Ф. И. Глебова-Стрешнева.

Потом была экскурсия в **Старицу и Тверь** — древний русский город, бывшую столицу Тверского княжества — вечного соперника Московского. Это красивый город, на берегу Волги, известный памятниками Афанасию Никитину и, конечно же, А. С. Пушкину!

Старица — милый городочек с удивительным Свято-Успенским монастырём, основанным в 1110 году, живописными окрестностями и бывшими дворянскими гнёздами, ныне в большинстве своём лежащими в руинах. Основные каменные постройки в городе относятся к XVI веку.

В Старице родился и умер первый Патриарх всея Руси Святитель Иов (1525–1607). Он предвосхитил реформы, которые вскоре начал патриарх Никон.

В тех же краях в одном помещицком доме на территории современного колхоза или совхоза существует картинная галерея с очень приличной экспозицией, с богатой коллекцией картин, — на зависть многим музеям городов среднего размера. В такой тверской глуши — и картинная галерея! Ключника-хранителя галереи ждали долго, но дождались и были вознаграждены.

Спустя некоторое время была организована поездка в **Санкт-Петербург и Кронштадт**. Стояла тёплая, ясная осенняя погода, и города были во всём великолепии. Из этой поездки остались в памяти экскурсии в Юсуповский дворец на набережной реки Мойки (недалеко от Новой Голландии) и в Зимний дворец Петра (не путать с Зимним дворцом), утраченный и восстановленный.

Этот дворец был на месте нынешнего Эрмитажного театра, в устье Зимней канавки. Музей внутри театра устроен интересно и оригинально (финны помогли). Экспозиция, связанная с последними годами жизни Петра, его болезнью и смертью, оказалась очень необычной. В этом дворце он скончался, и тут был устроен ритуальный зал, где тело находилось почти сорок дней до погребения (собор в Петропавловке, где теперь находятся гробницы всех российских императоров и императриц, ещё достраивался). Музей расположен рядом с гостиницей «Наука» на Миллионной улице, обязательно постарайтесь посетить его.

В Юсуповский дворец, тогда ещё Областной дом учителя (теперь он официальный музей), экскурсии проводились по предварительной договорённости. Во дворце великолепно всё — недаром род Юсуповых считался богатейшим в России!

Особенно впечатлил внутренний театр, построенный для Зинаиды Юсуповой. Настоящий театр на двести человек — точная копия Большого или Мариинки, где шли настоящие оперные спектакли. Всем рекомендую побывать там.

Из Петербурга наш путь лежал в Кронштадт. Это сейчас можно от Дворцовой набережной уехать туда катером без проблем, а тогда город только открывался для посетителей, и наш автобус, с предварительно поданным списком пассажиров-экскурсантов, встречал морской офицер, который и проводил экскурсию. Надо заметить, что он прямо-таки очаровал многих наших путешественниц.

Как много интересного мы увидели в Кронштадте: удивительной красоты Морской собор на Якорной площади, памятник русским (белым и красным), погибшим во времена революционной смуты, памятник адмиралу С. В. Макарову, верфи и доки, величавую Петровскую пристань, Петровский парк с памятником Петру I, боевые корабли у причала, каналы, знаменитый Кронштадтский футшток и многое другое.

Поездка была замечательная! После мы ещё раз побывали в Кронштадте, но тогда экскурсия по городу была «пресная», «без души», и оставила только разочарование от не очень профессиональной работы.

Величавый Морской собор реставрировался и, к сожалению, ещё не был открыт. Зато тогда мы побывали в форте Константин, архитектура и история которого стоят того, чтобы хотя бы в интернете и посмотреть на это сооружение!

Вспоминаются ещё два многодневных путешествия — поездки в город **Смоленск**, село **Талашкино** и в **Вязьму**.

Смоленск расположен на берегах верхнего Днепра, врезающегося в Смоленскую возвышенность и создающего перепад высот до девяноста метров. Рельеф города сложный, пересечённый. На Соборной горе возвышается дивной красоты Успенский Собор. В городе множество памятников: М. И. Глинке, Ф. Коню, событиям войны 1812 года и Великой Отечественной, памятник В. Тёркину и др. Башни Смоленского Кремля, мосты и парки — всё это детали, создающие необычайно красивый облик города.

Поездка в село Талашкино тоже оставила много впечатлений и была по-своему поучительной...

Меценат, коллекционер и художник — княгиня М. К. Телешева создавала там учебные и художественно-промышленные мастерские для обучения крестьянских детей. Были организованы сельскохозяйственные школы садоводства, пчеловодства, овощеводства и т. п., созданы оркестр русских народных инструментов (некоторые инструменты были расписаны Н. К. Рерихом и М. А. Врубелем), народный хор, мастерские вышивки, резьбы по дереву и т. п. Это — настоящий историко-художественный заповедник так же широко известный, как подмосковное Абрамцево. Здесь работали И. Е. Репин, М. А. Врубель, Н. К. Рерих, С. И. Малютин, А. Н. Бенуа, К. А. Коровин и другие художники, скульптор П. Н. Трубецкой, композиторы И. Ф. Стравинский и А. А. Андреев.

Сохранилась художественная мастерская М. К. Телешевой и часовня в парке. Недавно вышла книга её воспоминаний, они обрываются 1912 годом. Впоследствии в её жизни произошли трагические события: смерть мужа, тело которого она перевезла из Парижа и похоронила в Талашкино в часовне, а в годы революции крестьяне окрестных деревень разрушили все мастерские и школу, разгромили могилу князя и сожгли имение. В Россию М. К. Телешева больше не возвращалась и умерла в эмиграции. Правда, сейчас в Смоленске существует улица Телешевой.

Вязьма — старинный город — впервые упоминаемый в письменных источниках в 1239 году. За долгую историю она пережила годы Смуты, выставляла ополченцев в войска Д. Пожарского. Когда в Москве была эпидемия холеры, в Вязьме временно поселился со своей семьёй царь Алексей Михайлович, здесь же с ним находился и Патриарх Никон. Город пережил тяжелейшие испытания Войны 1812 года и Великой Отечественной. Сейчас многочисленные памятники хранят его историю и рассказывают о знаменитых уроженцах этих мест.

В мае 2000 года состоялась прекрасная поездка по маршруту **Старая Ладога – Новая Ладога – Тихвин – Волхов**. Это была одна из самых замечательных наших экскурсий — познавательная, эмоциональная, «вкусная» и забавная. Многие из нас вспоминают её дружным смехом!

В Старую Ладогу добирались поездом, потом автобусом. Это древняя крепость на берегу реки Волхов, напоминающая замок Эльсинор — башни из валунов, высокие

стены, а внутри — изумительный белокаменный Георгиевский собор XII века, представляющийся белым голубком, случайно залетевшим в мрачную клетку.

Как выражаются историки, это были исконно новгородские земли, с 862 года и до 1704 года поселение называлось Ладога. Оно было столицей северной России, откуда началось правление Рюриковичей, династия которых просуществовала почти до конца XVI века. Здесь, в Старой Ладоге, узнаёшь о более чем тысяча двухсотлетней истории России. Уникальное место. Какие изумительные фрески в Георгиевском соборе, и как они прекрасно сохранились! Мягкие пастельные краски, пластичная ненапряженная живопись, благородные прекрасные лики. Невольно сравниваешь эту живопись с фресками Спасо-Мирожского монастыря в Пскове, выполненными византийцами. Те традиции не прижились и ушли из росписи храмов, их заменили новые, уже наши собственные.

Как прекрасен «Святой Николай-Чудотворец» в северо-западной арке храма, фреска «Чудо Святого Георгия о змие». Вглядитесь в неё, в сюжет, и композицию — удивительное проникновение в суть. Интерпретация совершенно нетрадиционная: в руке всадник легко держит копьё, лошадка спокойная и грациозная, змей какой-то смешной, на верёвочке, и совсем не страшный, а Святой Георгий, триумфально восседающий на коне, поражает змия не копьём, а силой своей христианской веры.

Как же мало мы знаем о России, её исторических уголках и хранящихся там шедеврах! Вот поэтому всегда так интересно бывать в новых местах и удивиться открытиям! Многие из наших сотрудников, один раз съездив на экскурсию, говорили: «Ах, как много чудесных экскурсий я пропустил! Ну, теперь-то я постараюсь наверстать упущенное».

Покинув Старую Ладогу, мы отправились в Новую Ладогу, где в своё время располагались военные поселения армии А. В. Суворова, и, побыв на берегу Ладожского озера, отправились в Тихвин. А по пути, на перекрёстке дорог, нам встретился рыбный рынок, где рыбы разных сортов и способов приготовления было в изобилии. И это было тоже совершенно незабываемое впечатление! Спросите у каждого, кто был в той поездке: помнит ли он рыбный рынок? Вспомнит любой!

Водитель автобуса долго не мог собрать своих пассажиров, чтобы ехать дальше. Наконец, нагруженные упакованной для доставки в Москву родным и близким рыбой (а сколько её копчёной и вяленой было съедено тут же на месте!), мы двинулись в путь, долго изумляясь — как это в чистом поле, среди окрестных лесов и вдруг — рыбный рынок! Как известно, Москва — порт пяти морей, и что?! Где рыба-то?!

Едем дальше, и вот — Тихвин. Первая остановка на берегу реки Тихвинки, у плотины деревянного шлюза, недалеко открывается вид на Тихвинский Большой Богородицкий монастырь (1510–1515), известный явлением иконы Тихвинской Божией Матери.

В городе, напротив монастыря, — дом-музей Н. А. Римского-Корсакова, великого русского композитора, родившегося здесь. История его семьи чрезвычайно интересна, в музее сохранилось много семейных раритетных экспонатов. Известно, что оперу «Хованщина», незаконченную М. П. Мусоргским, дописывал Римский-Корсаков, и один из самых лучших (на мой взгляд) её фрагментов, звучащих во вступлении — рассвет на Москве-реке — целиком написан им. Об этом мало кто знает, и я поняла это только, прослушав вместе со всеми кусочек из его симфонии, где звучит эта же тема, но не так явно.



Экскурсия по городу тоже дала много впечатлений и новых знаний, надо было ещё успеть осмотреть окрестности — чудесные озёра и другие достопримечательности.

Был май, довольно холодный, и из Москвы мы уезжали в тёплых куртках, поёживаясь на пронизывающем ветру. За два дня погода не улучшилась, но мы этого и не замечали — холодновато, но солнечно. И как много впечатлений! Так вот, путешествуя по округе, мы приехали к лесному озеру, на берегу которого когда-то стоял монастырь. В советское время там располагалась психиатрическая больница, а теперь остались одни руины. Экскурсовод, не чая «беды», рассказал нам легенду о том, что в озере купался сам князь Александр Невский, и вода излечивала его от жестокого ревматизма.

Недалеко от берега в воде стоит деревянный крест и, как гласит легенда, надо проплыть вокруг него и все болезни как рукой снимет... Летом он виден, а тогда, весной, вода стояла высоко, и его было не видно. Однако сказанного не воротишь...

Мы приехали туда уже под вечер, многие в пальто, тёплых куртках. А кто ж не захочет стать здоровым?! И тут началось купание в озере с криками и визгом! Мало кто удержался, но никто не заболел, простывшим ещё в Москве теперь явно полегчало, болячки отошли на второй план, и все снова ощутили себя молодыми и здоровыми, готовыми к новым подвигам и путешествиям. Было смешно и весело. Все помнят это купание!

Рыбаки, удивившие с лодки вдалеке от нас, думаю, решили, что постояльцы психбольницы вернулись на насиженные места! Но пора было ехать домой, наш путь лежал в Волхов, где мы ещё побродили по округе, поужинали в здании прекрасного недавно вновь отстроенного железнодорожного вокзала, одного из лучших на сегодняшний день, и поехали в Москву. Это путешествие запомнилось многим, хотя все другие были не хуже и кому-то, возможно, вспоминаются иные маршруты.

Осенью 2003 года была изумительная поездка в **Пензу, Тарханы и Чембар**. Старинный город — Пенза. На обзорной экскурсии мы побывали в доме-музее В.Э. Мейерхольда, узнали во многом трагическую историю этой большой немецкой семьи.

Потом была поездка в лермонтовские Тарханы. Как выяснилось по пути туда, М.Ю. Лермонтов и Н.С. Мартынов были хорошо знакомы и дружны ещё до трагической встречи и дуэли на Кавказе. Имение семьи Мартыновых было по соседству с имением бабушки Михаила Юрьевича. Все друг друга знали!

А городок Чембар связан с именем В.Г. Белинского, отец которого был тут полковым лекарем.

Во время экскурсии в Никольск, «Город хрустальных башмачков» или «Хрустальное сердце Пензенского края», посетили уникальный и крупнейший в России музей стекла и хрусталя. Музей был создан при стекольном заводе А.И. Бахметева в 1789 году на основе коллекции заводских образцов. Сам завод был основан по указу Екатерины II в 1764 году. По распоряжению императрицы на завод привозили образцы лучшего заграничного хрусталя для копирования, а никольским мастерам ценные экземпляры «надлежало изготавливать с особой тщательностью». В наши дни коллекция европейского стекла превышает две тысячи экспонатов. Одним из экспонатов музея был уникальный и многократно выставившийся на международных выставках двуслойный стакан, изготовленный более двухсот лет назад (1802) мастером Александром Петровичем Вершининым (1765–1828). Очень огорчительно было услышать, что ранним утром 14 августа 1996 года из этого музея этот стакан был украден! Его так и не нашли. Загадка века и ещё один пример глупости и разгильдяйства.

Многие из нас улыбнутся при словах «Вечерняя Пенза» с синей, а не с красной этикеткой» и только побывавшие в той поездке знают, что речь идёт о водке, выпускаемой «Объединёнными пензенскими водочными заводами», купить которую нам посоветовала женщина-экскурсовод музея Мейерхольда, отец которого, как известно немногим, был владельцем водочного завода..

Для одной нашей сотрудницы остановка в Каменке, откуда мы уезжали в Москву, была очень волнительной — она родилась здесь, когда её родители жили в местном авиационном гарнизоне. Она не была тут с детства и побывать, наверное, не мечтала. Или мечтала?

С Каменкой связана и история семьи моего мужа, где родилась его мама и прошла молодость его бабушки и дедушки, по-своему замечательных людей.

Из поездок последних лет вспоминается экскурсия в начале июня 2008 года в **Санкт-Петербург** и **Выборг** — в окрестности парка Монрепо («мой покой», «моё вдохновение»).

Парк Монрепо расположен близ Выборга, на побережье бухты Защитная Выборгского залива, в северо-западной части острова Твердыш.

Историческая часть усадебно-паркового ансамбля конца XVIII – начала XIX вв. переходит в лесопарковый массив — природной зоны, находящейся в особом физико-географическом регионе — Фенноскандии.

Здесь находятся памятники деревянной архитектуры классицизма — главный усадебный дом и Библиотечный флигель — и пейзажный скальный парк романтического стиля — уникальный памятник садово-паркового искусства, в создании которого принимали участие архитекторы Д. Мартинелли, О. Монферран, А. Штакеншнейдер и другие. Дивное место!

Выборг обещал многое, но его центральная часть застройки XVIII века оказалась сильно обветшавшей, хотя и не лишённой многих величественных черт прошлого. Так уныло, но всё ещё торжественно смотрелась, например, Часовая башня.

Мы поднялись на смотровую площадку древнего замка, откуда открывается панорама города, а потом обедали в Круглой башне на центральной площади, где шла воскресная ярмарочная торговля. Поглазев, купили сувениры и поехали в Санкт-Петербург, где нас ждал сюрприз — вечерняя прогулка на маленьком судне по Неве во время салюта и при зажжённых Ростральных колоннах по случаю военно-морского парада. До этого многие не знали, что они когда-то выполняли функции маяков в Северной столице, а теперь зажигаются только по большим праздникам.

А между тем, подошло время, когда у нас появилась возможность поехать в соседние республики — Белоруссию и на Украину. Там нас тоже ждали новые впечатления и открытия.

За последние годы мы трижды побывали в Белоруссии. В первый раз — в июне 2008 года. Наш путь лежал в **Витебск** и **Полоцк**. Витебск — родина Марка Шагала, где сохранился дом его семьи, ставший теперь музеем.

Многие здания на окрестных улочках отражают колорит этой части города, его атмосферу. Дом и предметы обихода, принадлежавшие семье художника, оставляют трогательное чувство незримого присутствия этих людей.

В окрестностях Витебска, на берегу реки Западной Двины, находится музей-усадьба И. Е. Репина — Здравнево. С 1852 по 1900 год великий художник проводил здесь

свои летние сезоны, где им были написаны многие известные работы. Место это очень живописное, находится в прекрасном состоянии и в эту пору года выглядело особенно здорово!

В Полоцк мы попали на празднование Дня города. Удивили чистота и спокойствие. На главной площади находится памятник, удостоверяющий, что Полоцк — центр Европы. Город очень славный. Невероятно радуется трепетное к нему отношение его жителей.

В октябре 2010 года мы запланировали посетить **Минск**, этнографический центр **Дудutki** и исторические замки **Мир** и **Несвиж**. Путешественники пребывали в радостном воодушевлении и предвкушали поездку.

С городом мы ознакомились очень подробно. Проехали его из конца в конец. Минск — чистый и ухоженный город с прекрасными дорогами. Отдельные части города различаются особенностями архитектурной застройки разных послевоенных лет, всё строго и самодостаточно.

Впечатление осталось очень позитивное — нет вульгарной вездесущей рекламы, площади и улицы просторны, город открыт со всех сторон. Историческая часть, соборы и костёлы наполняют гармонией урбанистический пейзаж. Это так здорово!

В окрестностях Минска, в Дудутках, создан этнографический центр, где большая территория занята бытовыми деревянными постройками: кузницами, пекарнями, мастерскими, страусиной фермой, конюшнями и пр.

А в леске укрылся предмет особой гордости, о котором экскурсовод рассказывал нам с добрым юмором, — настоящий, полностью сохранившийся, комплекс самогоноварения. Его много раз пытались закрыть, но он всё-таки сохранился как «важный» этнографический объект бытовой народной хозяйственной деятельности.

Дегустация продукции выявила большое сходство с лесным же продуктом — американской версией самогона — Moonshine. Однако местные жители настаивают, что их продукт лучше и качественнее.

В этой же поездке состоялось знакомство с известнейшими архитектурными и историческими памятниками — замковыми комплексами Мир и Несвиж.

Оба находятся по дороге из Минска в Беловежскую Пущу: Мир — в Гродненской области и Несвиж — в Минской. Мирский замок возведён князем Ильиничем в начале XVI века и изначально представлял собой надёжное оборонительное сооружение.

Несвижский замок, хотя и выглядит современнее своего собрата, Мирского замка, всё же чуть старше. Строительство его датируется 1584–1616 годами. Это была постоянная резиденция княжеского рода Радзивиллов. Замок выглядит красиво и величаво.

В этих местах, в Ружанах, находился огромный дворец, принадлежавший знатному польскому роду Сапег. Теперь он полностью разрушен, и на его месте «красуются» грандиозные развалины. Мы специально заехали сюда, чтобы Т.Н. Ленгник смогла хотя бы из окна автобуса увидеть школу, которую окончила здесь в 1956 году, и дом, в котором жила её семья. Родители трудились тут, налаживая послевоенную жизнь в этом городке.

В другой раз мы были на крайней западной части Белоруссии — в **Гродно** и в **Брестской крепости**. Крепость поразила размером — город! Другое потрясение — масштабы трагедии и героизма. Потом уже другими глазами смотришь новый фильм «Брестская крепость», снимавшийся там как раз во время нашего приезда. Специальные декорации добавили к исторической панораме яркие художественные штрихи.

Гродно — один из самых старых городов Белоруссии и имеет немало польских черт. В летописи он упоминается в 1005 году, но официальная дата основания — 1128 год.

В начале июня 2007 года состоялась экскурсия в **Казань**. Хотелось посмотреть на легендарный город, а заодно посетить чудо-остров-град Свияжск.

Этот памятник истории и культуры России включён в предварительный список культурного и природного наследия ЮНЕСКО. Это место стоит того, чтобы побывать там. Со времён Ивана Грозного, осаждавшего Казань в середине XVI века, архитектурный комплекс разрастался от крепости, строительство которой началось в 1551 году, до сложившейся к настоящему времени заповедной зоны. Получилось невероятно живописно.

Шло время, и организовывались новые путешествия. Мы почему-то долго не рассматривали всерьёз возможность поездки в **Шую** и **Иваново**. А зря! Этот край России известен всем нам как «Русский» или «Красный Манчестер», а также «как город невест», «Родина Первого Совета», «Ситцевый край», текстильная столица России. Нам казалось — ну что там может быть интересного?! Но когда было решено ехать туда, то обнаружилось, как, впрочем, всегда при ближайшем рассмотрении, что это уникальный край!

Вот тут необходимо вспомнить нашего друга и постоянного сопровождающего от турфирмы «Ладога» — Александра Григорьевича Евтеева (1933–2011) — удивительного человека, влюблённого в путешествия по родной стране и открывшего для себя и для нас много новых интересных маршрутов для поездок. Мы часто вспоминаем его словами благодарности и нежности.

Одно из них — забытые Богом и людьми села **Дунилово-Горицы** в Ивановской области, куда мы и прибыли ясным мартовским утром. Блестел на солнце снег, иней сверкал на деревьях и кустах, а в дымке проступали очертания окрестных церквей и монастырей.

Это настоящая жемчужина Русской земли! Только представьте себе: среди лесов и полей расположилось село, где на небольшом пятчке земли стоят целых одиннадцать храмов!

К огромному сожалению, многие из них разрушаются или уже разрушены. Жаль, что эта красота, строившаяся на века, постепенно уходит от нас.

Первое упоминание о Дунилове относится к 1535 году и связано оно с княжеским родом Горбатов-Шуйских. Потомки суздальских князей Дмитрий и Василий жили здесь в XVI веке на месте, называемом «Поляной», в собственном дворце. В дальнейшем история Дунилова переплетается с родом бояр Лопухиных. По случаю бракосочетания Петра I село было пожаловано боярину Ф. А. Лопухину, отцу Евдокии Лопухиной, первой супруги императора.

После посещения удивительных сёл Дунилово-Горицы мы отправились в сказочный Палех. Внешний облик села мало изменился с XIX века. В центре высится прелестная Крестовоздвиженская церковь 1774 года.

Село — родина великого живописца и коллекционера Павла Корина, тут организован дом-музей его семьи. Здесь же находится музей лаковой миниатюры, прославленной на весь мир. Вид села в ясный солнечный весенний день остался в памяти чудесным ярким воспоминанием.

В той же поездке нам предстояло знакомство с городами **Иваново** и **Шуя**. В Иваново, в особняках купца Бурылина, находится музей ситца и истории развития ткацких фабрик, а также музей его личных коллекций исторических древностей и произведений искусства. Собрание экспонатов впечатляет и ивановцы не зря им гордятся.

Шуя — небольшой промышленный город. Это родина поэта Константина Дмитриевича Бальмонта, в шуйской земле покоятся и все его предки. Дом поэта, здание гимназии, где он учился, и другие мемориальные места: парк, усадьба родителей и т. д., сохраняются в неизменной историко-культурной обстановке XIX – начала XX веков.

Здесь, в городском историко-художественном музее, хранится самая большая в мире коллекция русских и зарубежных сосудов с секретами, переданная в дар музею уроженцем города А. Т. Калинин. В большинстве своём экспонаты — самовары и чайные атрибуты.

Ещё одним замечательным местом на Ивановской земле, в котором мы побывали тогда, стало село **Талицы**, где в местном храме служил Владимир Васильевич Цветаев — отец Ивана Владимировича Цветаева, дедушка Марины Цветаевой. Вот уж где даже и не мечтали побывать!

Дом-музей семьи Цветаевых расположен в трёх километрах от города Иваново в селе Ново-Талицы. С 1853 по 1928 год в этом деревянном рубленом доме в течение семидесяти пяти лет проживало несколько поколений семьи Цветаевых.

Священник Владимир Васильевич Цветаев (1818–1884) был назначен на службу в Николаевский храм Талицкого погоста в январе 1853 года Указом Шуйского духовного правления. В нём говорилось: «...для прихода погоста Талиц, пришедшего в крайнее расстройство, по делам веры потребен Пастырь образованный, благоразумный, деятельный и безукоризненный в нравственности».

Приехав в Талицы, семья поселилась в приходском доме, на живописном берегу реки Вергузы, которая, затопляя весной в половодье низинные окрестные луга, дала название этим местам — Талицы...

«Оттуда, — из села Талицы близ города Шуи, наш цветаевский род Священнический», — писала о земле своих предков Марина Цветаева и размышляла над истоками своего творчества. — «Оттуда (село Талицы, Владимирской губернии, где я никогда не была) оттуда — всё...»

За тридцать лет службы В. В. Цветаевым в Николаевском храме, построенном ещё в 1755 году, было сделано многое для его переустройства, благоустройства и реконструкции. При его деятельном участии в 1855 году на средства предводителя губернского дворянства П. К. Меркулова была возведена Варваринская церковь. А в 1869 году В. В. Цветаев добивается открытия земской школы в здании Волостного правления.

В семье Владимира Васильевича и Екатерины Васильевны Цветаевых, отличавшихся трудолюбием и высокими этическими правилами, было семеро детей. Однако трое из них умерли в младенческом возрасте. Четверо сыновей священника Цветаева — Пётр, Иван, Фёдор и Дмитрий, стали «людьми очень почтенными, достойными имени своего отца».

Марина Цветаева напишет о них:

*«У первой бабки — четыре сына,  
Четыре сына — одна лучина,  
Кожух овчинный, мешок пеньки, —*

*Четыре сына, — да две руки!  
Как не навалишь им чашку — чисто!  
Чай, не барчата! — Семинаристы!»*

Старший из сыновей, Пётр Цветаев (1842–1902), как и отец, был священником и прилежно трудился на духовной ниве. По его инициативе в 1895 году в Талицах в здании бывшей богадельни открывается церковно-приходская женская школа на средства иваново-вознесенского купца П. А. Соколова.

Иван Цветаев (1847–1913) — самый знаменитый из четверых братьев, — заслуженный профессор Московского университета, известный в Европе филолог-классик и основатель Музея изящных искусств в Москве (ныне Государственный музей изобразительных искусств (ГМИИ) им А. С. Пушкина).

Фёдор Цветаев (1849–1901) — филолог-русист, педагог, преподаватель русского языка и литературы в гимназиях Шуи, Орла и Москвы.

Дмитрий Цветаев (1852–1920) — историк и публицист, педагог, управляющий архивом Министерства юстиции и основатель Центрального государственного архива древних актов в Москве (ныне Российский государственный архив древних актов — РГАДА).

Судьбы всех четверых братьев были неразрывно связаны с отчим домом в Талицах, который был для них символом духовного единения с малой родиной.

В последние годы в доме проживала семья Петра Владимировича Цветаева.

Коллекция подлинных цветаевских экспонатов в фондах Ивановского государственного историко-краеведческого музея им. Д. Г. Бурылина является одной из крупнейших в стране и насчитывает более трёх тысяч предметов. В экспозиции Музея семьи Цветаевых представлены залы с символическими названиями: «Комната священника Цветаева», «Комната четырёх братьев», «Цветаевская гостиная», «Кабинет И. В. Цветаева», «Библиотека», воссозданные по фотографиям, документам, письмам, личным вещам и мебели.

Я много читала об этом родовом цветаевском гнезде, но не надеялась, что смогу там побывать. Но вот довелось посетить — подарок судьбы!

Особым видом путешествий наших сотрудников были теплоходные экскурсии. Дважды — летом 2001 года по маршруту **Мышкин-Углич** и на остров **Валаам**. Инициатива и усилия С. В. Васюкова, поддержанные профкомом, позволили осуществить экскурсию на Валаам на теплоходе «Кабаргин».

До Санкт-Петербурга мы добирались поездом (билеты брали сами и ехали самостоятельно), а там все встретились уже на причале речного вокзала. Днём успели прокатиться на катере по каналу Грибоедова и реке Мойке, а к вечеру поехали к теплоходу. Сказочный остров Валаам! Какая замечательная была поездка: белые ночи, отличная погода и невероятной красоты Нева, Ладожское озеро и острова.

В воскресенье, время, оставшееся до поезда в Москву, мы провели в окрестностях Санкт-Петербурга — кто в Царском Селе, кто в Павловске. Сколько впечатлений и воспоминаний!

Яркий след в душе оставила экскурсия 2011 года «Дворянские усадьбы и крепости Ингрии». Ингерманландия, или Ингрия, — этнокультурный и исторический регион, расположенный по берегам Невы, ограниченный Финским заливом, рекой Нарвой и Чудским озером. Исторически Ингерманландия включает в себя Санкт-Петербург,

а также районы Ленинградской области. На этой земле сохранились крепости, защищавшие Новгородское и Московское государство от атак с северо-запада, а также старинные усадьбы, появившиеся здесь после освобождения этой территории в ходе Северной войны.

В районе Гатчины находится Приоратский дворец. Изначально возведённый (1798) для приора Мальтийского ордена уже известным нам архитектором Н. А. Львовым, он оказался единственным сохранившимся памятником русского землелитного зодчества. Этот замок мы посещали и раньше и были удивлены технологией изготовления строительного материала из прессованной глины. Сооружение оказалось настолько прочным, что сохранилось до наших дней.

В той же поездке мы оказались в усадьбе **Рождествено**, связанной с именем В. В. Набокова. В доме, уникальном образце деревянной архитектуры конца XVIII – начала XIX века, действует музей, сохранились усадебный парк, пещера и Святой источник.

Музей-усадьба **Извара** хранит имя Н. К. Рериха, где прошли его детские и юношеские годы.

И нам удалось посетить все эти места, что само по себе было необычайной удачей. Мало кто из нас вообще знал, что они существуют!

Следующей на нашем маршруте была крепость Иван-Город, заложенная в 1492 году великим князем Иваном III Васильевичем.

По другую сторону реки Наровы расположен Нарвский или Ливонский замок. Это единственный в мире сохранившийся пример вражеских крепостей, стоящих друг против друга на расстоянии «полёта стрелы».

Много любопытных сведений обнаружилось в местной картинной галерее, где представлены работы И. Я. Билибина, имя которого известно всем по его иллюстрациям к русским сказкам и былинам.

Да, сколько всего интересного и неизвестного узнаёшь в таких насыщенных поездках по стране! А ведь самостоятельно посетить такие удивительные места сложно, разве что попадёшь туда случайно, вдруг оказавшись неподалёку. Но это почти не реально.

Как начинаешь вспоминать все экскурсии — нет предела удивлению — неужели это возможно? Сколько же уникальных и интересных мест мы посетили?!

И это только многодневные поездки, а сколько было однодневных экскурсий выходного дня! Их достаточно просто перечислить, и получится огромный перечень городов Золотого кольца и исторических мест, музеев-усадб, связанных с именами русских писателей, художников, композиторов и пр. Где только не побывали сотрудники института за эти годы!

Были поездки во **Владимир, Боголюбovo** — церковь **Покрова на Нерли, Суздаль, Рязань, Константиново, Владимир**. Ездили в **Муром, Ростов Великий и Борисоглебский монастырь, Александровскую слободу, Переславль-Залесский, Юрьев-Польский, Боровск**, в легендарную историческую **Коломну, Бородино и Можайск, Калугу, Малый Ярославец...**

Мы посетили духовные центры Подмосковья — **Оптину Пустынь** и **Шамордино, Волоколамск** и **Иосифо-Волоцкий монастырь, Истру** и **Новый Иерусалим, Нилову Пустынь, исток реки Волги** и **Осташков, Звенигород, Талез** и **Давидову Пустынь**.

Очень интересными были литературные экскурсии в **Ясную Поляну, Спасское-Лутовиново, Константиново, Торжок и Прутю, Старицу, на полотняный завод и Тихонову Пустынь, Тараканово и Шахматово, Поленово, Тарусу и Серпухов, Захарово и Большие Вяземы, Абрамцево, Горки, Мураново, Остафьево**. Замечательными были и поездки в города знаменитых народных промыслов — **Федоскино, Мстеру, Гжель, Жостово, Павловский Посад, Гусь-Хрустальный** и другие удивительные уголки нашей страны. всё и не упомнишь!

Сколько было курьёзных и смешных случаев, приключений, весёлых историй и забавных ситуаций! В таких поездках всегда неизменно бывает много молодых сотрудников института. Сладкая экскурсия для детей и сотрудников на кондитерскую фабрику «Красный Октябрь» была уникальна по-своему. Теперь на месте этой фабрики выставочный арт-центр, а её «разметали» по городам Туле, Егорьевску и другим.

Вот теперь хочу вспомнить несколько наших экскурсий на Украину, которые состоялись в период с 2006 по 2012 год. Это были поездки в **Киев, Полтаву, Одессу, Львов и Ялту**. Сейчас на таком временном интервале интересно вспомнить наши ощущения и впечатления от них.

Итак, Киев 2006 года. Июнь. Город прекрасен, вокруг весеннее буйство красок, крутые берега Днепра покрыты цветущими кустами спиреи и сирени, улицы тонут в каштановом цвету. Крещатик и Площадь Независимости, как и весь город, чистые, ухоженные. Горожане приветливы и доброжелательны. Владимирская Горка, Киево-Печерская лавра, Михайловский собор, Золотые ворота, Софийский собор, памятник Богдану Хмельницкому — всё это на слуху, и удалось увидеть это воочию! Город не просто красивый, он особенный, гармоничный. Здесь так много памятников, мемориальных досок. Есть среди них и смешные — бронзовые скульптуры персонажам комедии «За двумя зайцами».

В столице уникальный культурно-исторический центр. Особенное впечатление осталось от Андреевской церкви, стоящей на легендарном Андреевском спуске.

Этот спуск соединяет Подол, нижний город, с верхним. Если смотреть снизу, то Андреевская церковь как будто парит в воздухе и сияет красотой на фоне неба. Она была построена по приказу императрицы Елизаветы Петровны местными зодчими под руководством московского архитектора И. Ф. Мичурина по проекту Б. Растрелли в 1754 году. По преданию, именно на этом месте апостолом Андреем Первозванным во время путешествия на север был воздвигнут крест.

Здесь, на Андреевском спуске, находится дом-музей писателя М. А. Булгакова, который он подробно описал в романе «Белая гвардия». С волнением мы входили внутрь. Тут жила большая семья Булгаковых. Мать — Булгакова Варвара Михайловна (1869–1922) и отец — Афанасий Иванович (1859–1907), был учёным богословом и историком церкви. У Михаила Афанасиевича было четыре сестры и два брата (Вера, Надежда, Варвара, Николай, Иван и Елена). Дом этот нередко называют «домом Турбиных».

Те, кто хорошо помнят роман «Белая гвардия», могут посмотреть на проём между домом №13 и 11, куда Николка, герой романа, прятал коробку с оружием и погонами брата. Экскурсоводы покажут это место в доме, комнаты, в которых переплелись реальная жизнь семьи и персонажей романа. Музей дивный и очень трогательный.

Потом мы зашли в Андреевскую церковь, путешествовали по городу, катались на метро, поднимались на фуникулёре, гуляли над Днепром, по Крещатику...



Перед отъездом обедали в ресторане, стилизованном под еврейское местечко, и всё это оставляло впечатление постоянства и неизменности жизни этого прекрасного города. Это был 2006 год.

2009 год дал несколько поводов для поездки в **Полтаву**: 10 июля 2009 года праздновалось трёхсотлетие Полтавской битвы, а 1 апреля — двухсотлетие со дня рождения Н.В. Гоголя. При таких датах нельзя было не поехать на Украину и не посетить Полтаву, **Миргород, Диканьку, Сорочинцы** и не побывать на родине великого писателя. И вот в начале июня мы в Полтаве! Эта экскурсия была просто потрясающей и настолько информативной, что описана подробно в отдельном материале.

Весной 2010 года была поездка в **Одессу**, и все были в полном восторге от этого города, а особенно поразил всех Одесский оперный театр. Наши путешественники в лёгких летних нарядах наслаждались теплом южного солнца.

Хотя Одесса очень изменилась за последние годы, всё-таки её дух, колорит и характер остались прежними. Призрак Майдана тогда ещё не появился.

В марте 2011 года мы решили поехать во **Львов**. В программе было посещение нескольких замков в окрестностях и экскурсия по городу. Мы много слышали о том, что это очень красивый западный город, со своеобразной культурой, но почти все были здесь впервые. Очень интересно было увидеть Львов своими глазами, побродить по его старинным улочкам, побывать в сердце города — ансамбле площади Рынка, заглянуть в Аптеку-музей, увидеть Доминиканский собор, частичку востока — Армянский квартал, Бернардинский монастырь, Собор Святого Юра, Лычаковское кладбище, памятник Даниилу Галицкому — основателю Львова.

Было начало марта — холодно и пасмурно, дул пронзительный ветер. Во время обзорной экскурсии по городу мы оказались на одной из центральных площадей города — площади Кропивницкого, где расположен костёл Святой Эльжбеты и памятник С. Бандере, а рядом — улица его же имени. Это самый центр города. Остановка была довольно продолжительной, и нам долго рассказывали о недавних событиях, которые имели место и плотно вплелись в исторический контекст. Мы очень хорошо рассмотрели памятник, слушали экскурсовода и не верили своим ушам и глазам. Когда пришло время ехать дальше, экскурсовод, так и не дождавшись от нас какой-либо реакции, повёл нас к автобусу. Мы, как гости, деликатно не заметили этой долгой остановки и не отреагировали на «достопримечательность» площади, но всё-таки отметили про себя с некой тревогой этот новый акцент, смелость и неоднозначность в местных оценках истории.

Проезжая через многие населённые пункты, мы слышали комментарии такого содержания: — «... вот на высоком холме стоит памятный крест воинам дивизии Галичина...» Это был пока ещё только 2011 год...

В программе экскурсии у нас было посещение замков в окрестностях Львова. Тут, слава Богу, обошлось без политики.

Одним из выдающихся памятников истории и архитектуры XIII–XVIII веков является **Олесский** замок. Более шести столетий он стоит на высоком холме (тридцать пять метров над долиной) и является свидетелем и участником множества событий, которые навеки вошли в историю Восточной Европы.

Европейским образцом сочетания дворца с бастионными укреплениями был **Подгорецкий замок**, построенный в 1635–1640 годах и считавшийся в своё время

одним из лучших дворцово-замковых комплексов. В ансамбль вошли постоянный двор XVIII века, костёл Воздвижения XVIII века и парк. Для посетителей он закрыт, из-за затянувшейся на долгие годы реставрации. Все сооружения находятся в аварийном состоянии и рушатся быстрее, чем их пытаются восстанавливать.

**Золочевский замок** — памятник оборонной архитектуры XVII века, сооружённый в 1634–1636 годах. В архитектурный комплекс входят Большой дворец и Китайский дворцы, фортификационные валы. Всё в хорошей сохранности. Бурные исторические события отразились в судьбе замка. В 1834 году он был продан австрийскому правительству, которое превратило его в военные казармы, а потом в больницу. В 1872 году неприступная крепость стала государственной тюрьмой и оставалась ею до 1953 года. Затем тридцать лет в нём размещалось ПТУ (профессионально-техническое училище), а в 1986 году замок передали Львовской галерее искусств, которая и начала реставрацию этого памятника архитектуры. Вечером мы, покидая Львов, очень хотели зайти в кофейню, отведать знаменитого львовского кофе, но не смогли. По небольшому мешочку с кофе нам подарили в качестве сувениров. Приятно.

Из последних наших поездок кратко упомяну поездку в **Воронеж** в сентябре 2013 года и посещение Свято-Троицкого Холковского монастыря — единственного в округе действующего пещерного монастыря. Пещеры находятся на террасе одного из меловых холмов. Чрезвычайно интересное место.

В марте 2014 года была организована поездка в **Клин** (Музей ёлочных игрушек), в **Вышний Волочок** и город **Боровичи**. Давняя задумка побывать в Музее ёлочных игрушек, к сожалению, удалась только для взрослых, так как экскурсия для детей требует специального сопровождения.

Чудесный музей, хранящий историю и традиции украшения новогодних ёлок в России, напомнил, что и взрослые — бывшие дети! Обычай празднования Нового года был введён указом Петра I в 1700 году.

Клинская фабрика ёлочных игрушек связана с именем князя и генерал-адъютанта Александра Сергеевича Меншикова (из тех самых Меншиковых!), который основал её в середине XIX века. Старых игрушек тут нет, а вот игрушки послереволюционных советских лет представлены подробно. Всем рекомендую съездить в Клинское подворье с вашими детишками и внуками. Своего внука мы возили туда этим летом, и он был очарован. Сам расписывал ёлочный шарик, и у него это получилось очень неплохо!

Вышний Волочок в это время года выглядел грязноватым и унылым, и из-за этого в памяти кроме памятника Екатерине Великой на центральной площади ничего не осталось.

А Боровичи оказались славным городком, совсем не пострадавшим в годы Великой Отечественной войны, так как были тыловыми, и в нём размещались многочисленные госпитали. Из основных достопримечательностей — городской мост — первый арочный мост в России, Свято-Духов монастырь и деревянный железнодорожный вокзал, построенный в 1876 году. Этот редкий по сохранности комплекс сформировался в два основных периода строительства — 1870-е годы и начало XX века. Он хорошо сохранился и используется по назначению.

Это длинное путешествие привело нас в итоге в село **Кончанское**, что в тридцати пяти километрах от Боровичей. Оно связано с именем А. В. Суворова, который жил тут, а затем отбывал ссылку с 5 мая 1797 года по 6 февраля 1799 года. Отсюда, по призыву Павла I, он отправился в альпийский поход.

Музей-заповедник был открыт в тяжелейшем 1942 году. Сейчас это целый комплекс построек различного хозяйственного назначения.

В главном жилом доме сохранилось много личных вещей великого полководца: письма, портреты сына, дочери и других его потомков. Так много узнаёшь нового и интересного о личности этого великого человека: о его семье, причудах, озорстве, простоте в общении с окружающими людьми и власть предрежащими, о строгости и чести при выполнении воинского долга и т. п.

Побывав тут, с изумлением представляешь себе, в какой же глуши находилось это имение по тем временам и сколько времени добирались на лошадях до обеих столиц, невольно отметишь, насколько здоровыми и физически крепкими должны были быть люди, путешествовавшие по этим дорогам!

А сотрудники музея, решив подкрепить наши силы перед отъездом, угостили нас любимым «блюдом» Александра Васильевича — стопариком крепкого напитка и кусочком чёрного хлеба с редькой. Было, кстати, вкусно!

Ну, а мы на современном автобусе покинули Кончанское и отправились на Валдай и в **Иверский монастырь**, о котором речь уже шла ранее.

Каким замечательным он стал теперь, после реставрации. Достроена колокольня, восстановлены изразцовые наличники, приведена в порядок территория и восстановлено внутреннее убранство главного собора.

Пора было отправляться в дорогу домой. Но как же без валдайских колокольчиков, звенящих весело «под дугой»?! Мы заехали в музей, там, в очередной раз, потом закупили разных колокольчиков и, счастливые, с перезвонами, отправились вдоль по Питерской — домой!

Надо сказать, что очень долго мы не решались поехать в **Пермь**. Посмотреть знаменитые Кунгурские пещеры хотелось, но ехать далеко и на такую длинную поездку не хватало времени. Но вот в июне 2014 года, наконец, выдались длинные праздники и наша поездка состоялась!

Очень много впечатлений от этого природного чуда! Жаль, что не все смогли поехать туда — самостоятельно осуществить это очень трудно, и только большой компанией коллег-друзей организовать путешествие стало реально.

Нельзя не закончить это повествование кратким отчётом о последней поездке в сентябре 2014 года в город **Каргополь**. Некоторые из наших сотрудников были там в 1994 году, то есть почти двадцать лет назад!

Многие места, в которых мы побывали, преобразились за эти годы, их не узнать — похорошели, «помолодели», можно смело сравнивать, что было «до и после». Это здорово!

А что же Каргополь?! Как он жил эти годы?! Тот, кто был тут раньше, особенно трепетно ждал встречи с ним, а тот, кто ехал впервые, наверное, ждал чуда.

И вот мы в Каргополе! Золотая осень — ещё по-летнему тепло, но природа вокруг уже в лёгкой позолоте. Этот город всего на год старше Москвы, основан в 1146 году. Не терпится поскорее увидеть его своими глазами! Но какие разные судьбы этих почти ровесников...

Один из них растёт и молодеет, другой состарился и выглядит немощным стариком, лучшие дни которого в безвозвратном прошлом. А ведь и он был красив, богат и знаменит. Имея царские грамоты и привилегии на торговлю солью, Каргополь быстро рос и богател.

Ко времени Ивана Грозного относится возведение древнейшего архитектурного памятника — Христорождественского собора (1552–1562) — огромного белокаменного здания, к которому в XVII веке пристраивались приделы, ещё более увеличивавшие его размеры. Собор был двухэтажным, но за четыре века он врос в землю по окна первого этажа.

В интерьере верхнего этажа — резной иконостас с иконами XVIII века. Общий облик храма — запустение. Сейчас в соборе на обоих этажах историко-краеведческий музей, основанный в 1919 году. В нижнем этаже хранятся иконы, пережившие пожар 1765 года. Здесь же можно увидеть уникальные «росписные небеса» из церквей Каргополя, икону «Шестого дня творения» — это специфические местные раритеты.

Звучит странно, мне кажется, что облик многих соборов Каргополя как будто специально изуродовали возведёнными вокруг них строительными лесами. Поначалу, видимо, были благие намерения реставрировать, но шли годы, и реставрация заглохла, так и не начавшись. Леса остались и много лет стоят и гниют. Для использования они уже не годятся и только портят внешний вид, но снимать их пока никто не торопится. Неужели всех денег, выделенных на реставрацию, хватило только на эти уродливые конструкции, оцетинившие чёрными иголками, как «ежи», белокаменные храмы редкой красоты? Ужасное зрелище.

Следов такой циничной «реставрации» в городе много. Только на старых фотографиях видна красота и необъяснимая прелесть города.

В период упадка торговли в XVIII веке строительство в городе не остановилось, и появился ансамбль Соборной площади. Трёхъярусная колокольня (1767) высотой шестьдесят один с половиной метр — самое высокое сооружение города. Крест на её шпиле ориентирован не как положено, на восток, а на Санкт-Петербургский тракт, откуда ждал приезда Екатерины II, который так и не состоялся. Три других храма, один из которых уже был упомянут — Богородицерождественская церковь, образуют центр города. Только она одна из них действующая, остальные в очень печальном состоянии.

Сохранилось несколько жилых домов богатых горожан, но и они тоже нуждаются в улучшении хотя бы внешнего вида. Некоторые деревянные дома в центре выглядят неплохо, однако многие разрушаются, гибнут от пожаров и от времени без хозяйского глаза, хотя именно они и составляют уникальный облик старинного русского северного города.

В городе существует Центр народных ремёсел, где дети и их наставники создают очаровательную знаменитую каргопольскую глиняную игрушку. Родоначальницей этого промысла считают Ульяну Ивановну Бабкину, жившую в близлежащей деревне.

Вечером своё мастерство нам показали участницы местного фольклорного ансамбля «Олонецкая губерния», порадовавшие нас своим жизнелюбием и талантом.

На следующий день мы отправились в знаменитые **Лядины**. Однако для нас было огромным огорчением узнать, что Покровская церковь — двухэтажный шатровый храм, построенный в Лядинах в конце XVIII века, и шатровая колокольня 5 мая 2013 года сгорели... Эти памятники федерального значения входили в состав комплекса Лядинского погоста Столетовской деревни наряду с Боявленской церковью.

На сохранившихся фотографиях видно, как выглядела уцелевшая церковь раньше, а как теперь. Её разобрали и собрали вновь, и теперешний облик просто удивляет, хотя экскурсоводы говорят, что крашенной она была первоначально! Но как трудно найти сходство с этим «новоделом», приглядитесь!

Как показала проверка, на обоих сгоревших зданиях была установлена молниевая защита, автоматическая пожарная сигнализация, а деревянные конструкции были обработаны огнезащитными материалами. Несмотря на это они сгорели, видимо, защита была не очень хорошая. Чего уж теперь пенять на грехи великие... А пока заседают комиссии — строят планы, решают, как всё восстановить. Да, что ж теперь! Это ещё один пример ужасного отношения к нашему историческому и культурному наследию.

На пути сюда мы заехали в **Красную Лягу**, где стоит на открытом пустынном месте ещё один шедевр деревянного зодчества края — Сретенско-Михайловская церковь XVII века, построенная в 1655 году. Вымерли окрестные деревни, кругом ни души — люди оставили эти места, а она стоит в чистом поле, обдуваемая всеми ветрами, и считает смены лет и зим. Уцелей хоть ты, ради Бога!

Члены профкома постоянно ищут и находят новые формы приобщения сотрудников к прекрасному и славному историческому прошлому.

Например, несколько лет назад в нашем институте фарфоровая фабрика Гжели проводила продажу своих уникальных изделий, и многие смогли купить посуду, о которой в эпоху тотального дефицита могли только мечтать.

Трижды профкомом были организованы выставки картин тарусского художника Н.Г. Гурина (в 1998, 2004 и в 2013 годах). Все мы знаем и любим его сочную жизнеутверждающую живопись, посвящённую красотам окрестностей Тарусы, и ждём новых встреч с этим замечательным художником.

Иногда в составе групп можно видеть наших ветеранов, уже не работающих в институте. И это — трогательная забота о них и то внимание, которого им зачастую не хватает.

Возможно, что многое, что заслуживало упоминания, осталось без внимания. всё вспомнить трудно и написать обо всём невозможно. Но каждый может оживить в памяти что-то своё, и я уверена, что побывавший с нами однажды, уже не сможет равнодушно смотреть на сборы коллег, готовящихся к очередной поездке, и, хотя бы мысленно, но будет с ними!

В конце этого повествования, местами грустного, местами радостного, скажу слова огромной благодарности нашему профкому. Все эти поездки и экскурсии состоялись благодаря неравнодушным людям, работающим в нём.

И дело не только в них. Слова восхищения приходят на ум, ведь наши сотрудники и коллеги — просто молодцы, они с удовольствием едут, интересуются, сопереживают и привлекают новых путешественников. Но без этой тесной связи с коллективом работа культмассовой комиссии профкома не была бы такой успешной и плодотворной — вот наши слова благодарности всем этим неравнодушным и любознательным людям, нашим друзьям и соратникам! Спасибо!



Васюков С. В., Кирсанова Т. А., Ленгник Т. Н., Варламова Г. И.



Набережная реки Сухоны в Великом Устюге





Псков. Спасо-Преображенский Мирожский монастырь



Псково-Печерский монастырь



Памятник поэту Рубцову в Тотме



Панорама Гороховца весной



Гороховец, Каменные палаты — жилой дом Сапожникова-Ершова



Рождество-Богородичный Санаксарский мужской монастырь в Мордовии. Фото Ю. Лебедева





Церковь Рождества Богородицы в Горodne



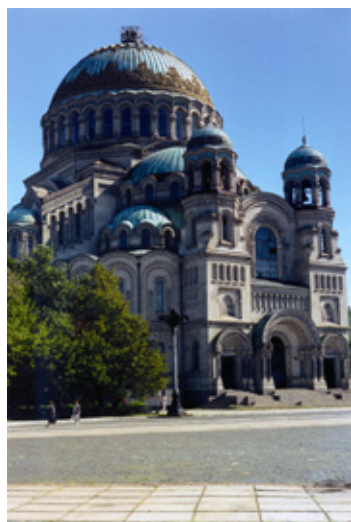
После экскурсии на Ротонде Музея колокольчиков в Валдае



Церковь Спаса Преображения на Ковалёве



Успенский монастырь в Старице. Основан в 1110 году



Памятник Петру I и Никольский Морской собор в Кронштадте





Георгиевский собор в Старой Ладоге. 1165 год



Фрески «Николай Чудотворец» и «Чудо Святого Георгия о змие»



Тихвин. Панорама левого берега реки Тихвинки с деревянного шлюза и Тихвинского монастыря



Выборг. Часовая башня



Выборгский замок



Круглая башня



Памятник М. Шагалу в Витебске



Дом-музей М. Шагала





Памятник И. Е. Репину



Памятный знак в центре Полоцка



Заповедное лесное хозяйство



Усадебный дом в Здравнево

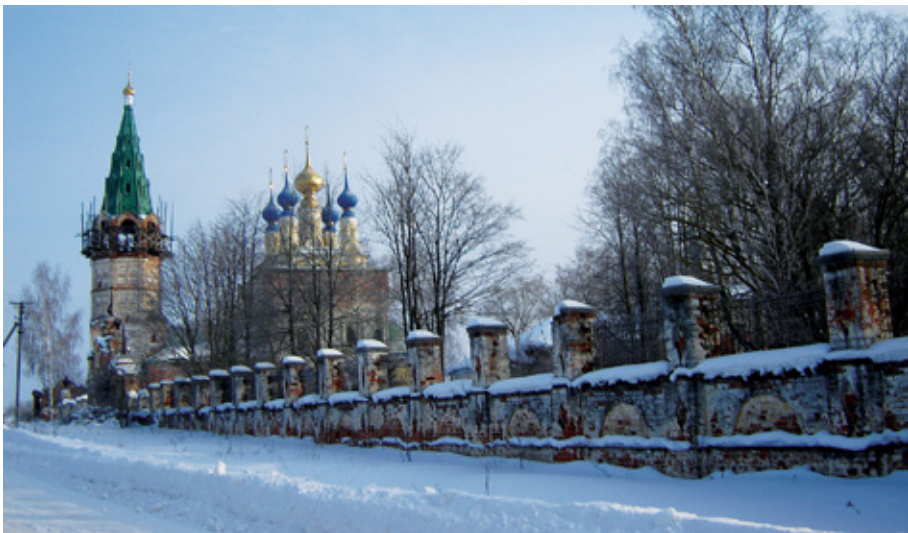


Мирский замок



Несвижский замок

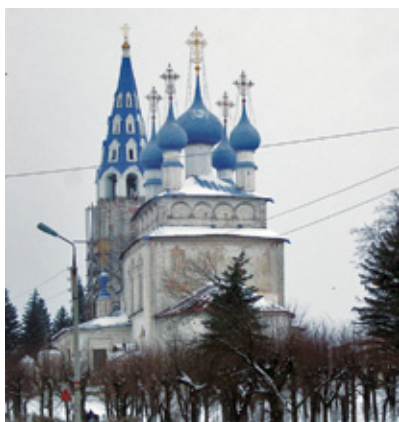




Село Дунилово. Покровская церковь (1685–1704)



Панорама окрестностей села Дунилово



Крестовоздвиженская церковь в Палехе



Дом-музей семьи Коринных в Палехе





Мемориальная доска П.Д. Корину



Иваново. Музей личных коллекций исторических древностей и произведений искусства Дмитрия Геннадиевича Бурлыгина



Дом семьи Бальмонтов в Шуе



Дом семьи священника В. В. Цветаева в селе Талицы и памятник И. В. Цветаеву



Иван-Город



Нарвский замок



Исток Волги



Церковь Покрова на Нерли



Ростов Великий





Иосифо-Волоцкий монастырь. Основан в 1479 году



Нилова пустынь на Селигере

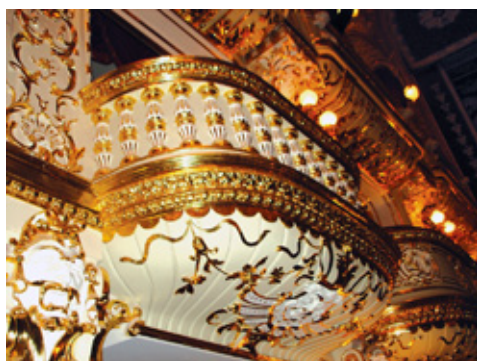


Андреевская церковь



Дом-музей М. А. Булгакова в Киеве





Одесский оперный театр



Одесса. На Потёмкинской лестнице



Подгорецкий замок



Золочевский замок: слева — Большой дворец



Пещерный Свято-Троицкий Холковский монастырь



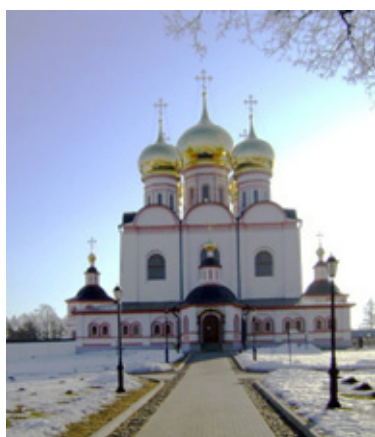
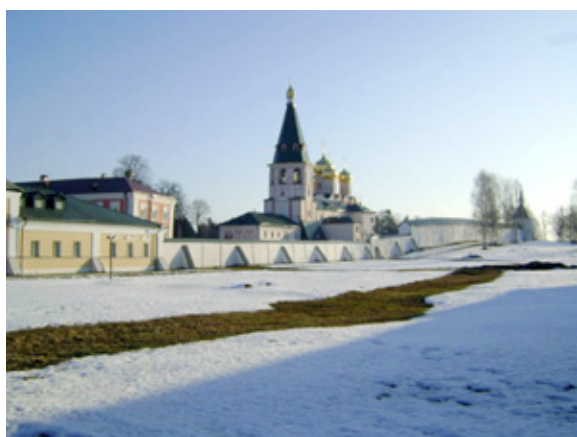
Дом-музей А. В. Суворова в Кончанском



Кухня, амбар и конюшня в Кончанском



Колокольчик — Дар Валдая



Валдайский Иверский Святоозерский Богородицкий мужской монастырь. Главный собор





Христорождественский собор Каргополя



Воскресенский собор Каргополя



Колокольня на Соборной площади Каргополя



«Деревянный» Каргополь



Памятный знак на месте бывшей деревни Гринево, где жила и работала У.И. Бабкина



Рабочее место мастера



Образцы каргопольской глиняной игрушки в Центре народных ремесел

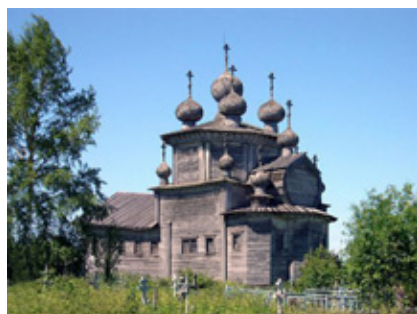




Выступление артистов фольклорного ансамбля «Олонецкая губерния»



Сгоревшие 5 мая 2013 года Покровская церковь и колокольня в Лядинах



Церковь Богоявления в Лядинах до реставрации и сейчас



Сретенско-Михайловская церковь в Красной Ляге.  
Надо приложить все усилия, чтобы и это чудо не ушло в небытие!



Выставки работ художника Н. Г. Гурина в ИКИ РАН



Общее фото на память. Перед отъездом из Каргополя. 21 сентября 2014 года.  
Фотограф — Беляков Дмитрий



## НАШИ АВТОРЫ

---



**ЗЕЛЕНЬИЙ  
Лев  
Матвеевич**  
директор, доктор физико-математических наук



**МИТРОФАНОВ  
Игорь  
Георгиевич**  
заведующий отделом ядерной планетологии, доктор физико-математических наук



**МАТВЕЕНКО  
Леонид  
Иванович**  
доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник



**МАНАГАДЗЕ  
Георгий  
Георгиевич**  
заведующий лабораторией масс-спектрометрии и активной диагностики отдела физики планет, доктор физико-математических наук



**КОТЦОВ  
Владислав  
Александрович**  
научный сотрудник отдела физики планет



**ВАЙСБЕРГ  
Олег  
Леонидович**  
главный научный сотрудник отдела физики космической плазмы, руководитель группы, доктор физико-математических наук



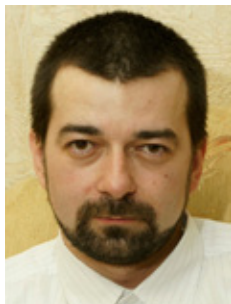
**СЮНЯЕВ  
Рашид  
Алиевич**  
заведующий лабораторией теоретической астрофизики отдела астрофизики высоких энергий, доктор физико-математических наук



**САЗОНОВ  
Сергей  
Юрьевич**  
заведующий сектором научной поддержки обсерватории «Спектр-РГ» отдела астрофизики высоких энергий, доктор физико-математических наук



**ЛУТОВИНОВ  
Александр  
Анатольевич**  
заведующий лабораторией релятивистских компактных объектов и рентгеновской навигации отдела астрофизики высоких энергий, доктор физико-математических наук



**РЕВНИВЦЕВ  
Михаил  
Геннадьевич**  
заведующий  
лабораторией  
экспериментальной  
астрофизики отдела  
астрофизики высоких  
энергий, доктор физико-  
математических наук



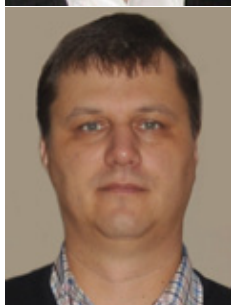
**ПАВЛИНСКИЙ  
Михаил  
Николаевич**  
заместитель директора  
института, заведующий  
отделом астрофизики  
высоких энергий, доктор  
физико-математических  
наук



**ГИЛЬФАНОВ  
Марат  
Равильевич**  
ведущий научный  
сотрудник отдела  
астрофизики высоких  
энергий, доктор физико-  
математических наук



**ЧУРАЗОВ  
Евгений  
Михайлович**  
ведущий научный  
сотрудник отдела  
астрофизики высоких  
энергий, доктор физико-  
математических наук



**БУРЕНИН  
Родион  
Анатольевич**  
старший научный  
сотрудник отдела  
астрофизики высоких  
энергий, кандидат  
физико-математических  
наук



**ГРЕБЕНЕВ  
Сергей  
Андреевич**  
заведующий российским  
центром научных данных  
обсерватории «Интеграл»  
отдела астрофизики  
высоких энергий, доктор  
физико-математических  
наук



**БЕЗРУКИХ  
Владлен  
Владимирович**  
старший научный  
сотрудник отдела физики  
космической плазмы,  
кандидат физико-  
математических наук



**БАРАНОВ  
Владимир  
Борисович**  
доктор физико-  
математических наук,  
главный научный  
сотрудник лаборатории  
физической газовой  
динамики Института  
проблем механики им.  
А.Ю. Ишлинского РАН



**ПОДГОРНЫЙ  
Игорь  
Максимович**  
доктор физико-  
математических  
наук, ведущий  
научный сотрудник  
отдела космической  
астрометрии Института  
астрономии РАН



**ГРУНТМАН  
Михаил  
Александрович**  
доктор физико-  
математических наук,  
профессор отдела  
инженерии аэронавтики  
Университета Южной  
Калифорнии, США





**БРЕУС  
Тамара  
Константиновна**  
главный научный  
сотрудник отдела физики  
планет, доктор физико-  
математических наук



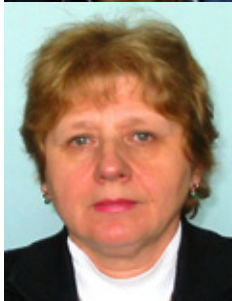
**КСАНФОМАЛИТИ  
Леонид  
Васильевич**  
главный научный  
сотрудник отдела физики  
планет, доктор физико-  
математических наук



**КОЗЛОВ  
Игорь  
Владимирович**  
начальник лаборатории  
отдела проектирования  
и экспериментальной  
отработки бортовой и  
специализированной  
аппаратуры и комплексов



**РЯБОВА  
Алина  
Дмитриевна**  
главный специалист  
отдела проектирования  
и экспериментальной  
отработки бортовой и  
специализированной  
аппаратуры и комплексов



**ШПАГИНА  
Татьяна  
Львовна**  
ведущий конструктор  
отдела проектирования  
и экспериментальной  
отработки бортовой и  
специализированной  
аппаратуры и комплексов



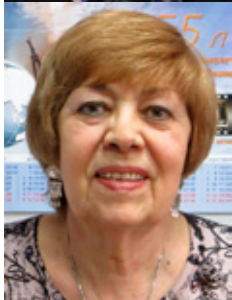
**РАТНЕР  
Владимир  
Михайлович**  
бывший заместитель  
директора, умер  
в 2004 году



**ЛАРИОНОВ  
Евгений  
Васильевич**  
главный конструктор  
проекта отдела физики  
космической плазмы



**БЕЛИКОВА  
Алла  
Борисовна**  
ведущий конструктор  
отдела физики  
космической плазмы



**ВЛАДИМИРОВА  
Галина  
Александровна**  
главный специалист  
отдела физики  
космической плазмы



**ЗАРЕЦКАЯ  
Елена  
Вениаминовна**  
ведущий конструктор  
отдела оптико-  
физических  
исследований



**ЧЕКАЛИНА  
Татьяна  
Ивановна**  
ведущий математик,  
кандидат географических  
наук



**КУЗЬМИН  
Александр  
Константинович**  
главный специалист  
отдела физики  
космической плазмы,  
кандидат физико-  
математических наук



**ПЕТРУКОВИЧ  
Нина  
Сергеевна**  
ведущий конструктор  
отдела физики планет



**ПИСАРЕНКО  
Галина  
Алексеевна**  
советская и российская  
оперная и камерная  
певица

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПОСЛЕСЛОВИЮ <i>Л. М. Зеленый</i> .....	5
ЛУНА — ОТ ИССЛЕДОВАНИЙ К ОСВОЕНИЮ <i>Л. М. Зеленый, И. Г. Митрофанов</i> .....	25
СВЕРХДАЛЬНЯЯ РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ <i>Л. И. Матвеевко</i> .....	38
НА МАРС ПО АМЕРИКАНСКИМ ДОРОГАМ: КАК СОЗДАВАЛСЯ ХЕНД <i>И. Г. Митрофанов</i> .....	70
ЭКЗОТИЧЕСКАЯ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ. ВОЗНИКНОВЕНИЕ, СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В КОСМОСЕ И СОПУТСТВУЮЩИЕ СОБЫТИЯ <i>Г. Г. Манагадзе</i> .....	105
ВЕХИ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ <i>В. А. Котцов</i> .....	150
БИТВА ЗА МАРСИАНСКОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ <i>О. Л. Вайсберг</i> .....	169
ИСТОРИЯ ОТДЕЛА АСТРОФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ <i>Р. А. Сюняев, С. Ю. Сазонов, А. А. Лутовинов, М. Г. Ревнивцев, М. Н. Павлинский, М. Р. Гильфанов, Е. М. Чуразов, Р. А. Буренин, С. А. Гребенев</i> .....	182
НАЧАЛА <i>В. В. Безруких</i> .....	202
К ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ И РАБОТЫ ОТДЕЛА КОСМИЧЕСКОЙ ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ В ИКИ АН СССР <i>В. Б. Баранов</i> .....	209
ВОЙНА, АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ, ФИЗИКА КОСМОСА <i>И. М. Подгорный</i> .....	222
ПЯТНАДЦАТЬ ЛЕТ В ИКИ: МИКРОКАНАЛЬНЫЕ ПЛАСТИНЫ, ПОЗИЦИОННО- ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ДЕТЕКТОРЫ И ЭНЕРГИЧНЫЕ НЕЙТРАЛЬНЫЕ АТОМЫ <i>М. А. Грунтман</i> .....	236
НЕЗАБЫВАЕМАЯ ЛИЧНОСТЬ <i>Т. К. Бреус</i> .....	262

ВОСПОМИНАНИЯ РАЗРАБОТЧИКА ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ПРИБОРОВ ПЕРВЫХ ПЛАНЕТНЫХ МИССИЙ ИКИ <i>Л. В. Ксанфомалити</i> .....	275
ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ ПЕРВЫХ НАУЧНЫХ БОРТОВЫХ СИСТЕМ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ПРОГРАММЫ ИНТЕРКОСМОС <i>И. В. Козлов, А. Д. Рябова, Т. Л. Шпагина</i> .....	279
КАК ЭТО БЫЛО... <i>В. М. Ратнер</i> .....	288
«НА ПЫЛЬНЫХ ТРОПИНКАХ ДАЛЁКИХ ПЛАНЕТ ОСТАНУТСЯ НАШИ СЛЕДЫ...» <i>Е. В. Ларионов</i> .....	298
КОЛИБРИ <i>А. Б. Беликова</i> .....	304
ПРИКЛЮЧЕНИЯ В АВСТРАЛИИ <i>Т. К. Бреус</i> .....	328
ПО ВОЛНАМ МОЕЙ ПАМЯТИ <i>Г. А. Владимирова</i> .....	331
ИГОРЬ ВАСИЛЬЕВИЧ РОЖДЕСТВЕНСКИЙ <i>Е. В. Зарецкая</i> .....	336
НАШИ ГЕРОИ — НАШИ! <i>Т. И. Чекалина</i> .....	343
КАК Я ПОЗНАКОМИЛСЯ С ЮРИЕМ ГАГАРИНЫМ <i>А. К. Кузьмин</i> .....	348
КАК МОЛОДЫ МЫ БЫЛИ! <i>Н. С. Петрукович</i> .....	350
ВОСПОМИНАНИЯ О НОВОМИРЕ ПИСАРЕНКО <i>Г. А. Писаренко</i> .....	353
ПУТЕШЕСТВИЯ <i>Т. И. Чекалина</i> .....	355
НАШИ АВТОРЫ	