

ЮРИЙ ИЛЬИЧ ГАЛЬПЕРИН

80 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

РАССКАЗЫ
ДРУЗЕЙ,
КОЛЛЕГ,
УЧЕНИКОВ

ИКИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
КОСМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**
РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК

МОСКВА 2012

УДК 521.1 (06) : 629.78
ББК ВЗд : В63л
Ю71

Юрий Ильич Гальперин. Рассказы друзей, коллег, учеников.
80 лет со дня рождения

Книга посвящена 80-летию со дня рождения выдающегося ученого, одного из основоположников космических исследований в области авроральных явлений и солнечно-земных связей профессора Юрия Ильича Гальперина и содержит воспоминания его друзей, коллег и учеников, тех, кто учился вместе с ним, учился у него, работал вместе с ним в лабораториях, экспедициях, на полигонах и конференциях.

Yuri Galperin. Stories of his friends, colleagues, students.
80th anniversary

The book is dedicated to the 80th birthday of outstanding scientist, pioneer of space research in the field of solar-terrestrial relations professor Yuri Galperin and includes the memories of his friends, colleagues, Yuri's students, those, who studied with him, were taught by him, worked with him in scientific laboratories, in expeditions, on polygons and took part in conferences alongside him.

Составитель: *Мулярчик Т. М.*
Редактор: *Корниленко В. С.*
Оформление: *Захаров А. Н.*
Компьютерная верстка: *Комарова Н. Ю.*

Фотографии сияний на обложке и в тексте
Черноуса Сергея Александровича



Юрий Ильич Гальперин (1932–2001)

Юрий Ильич Гальперин, выдающийся ученый, один из основоположников космических исследований

Главная тема исследований и главная «научная» любовь Юрия Ильича — магнитосферные процессы и их влияние на ионосферу. Он занимался ею со студенческих лет, со времени наблюдений сумеречной вспышки натрия и исследований спектров авроральных протонов в полярных сияниях, а затем перешел к созданию приборов для спутников и изучению с их помощью заряженных частиц, возбуждающих полярные сияния. Основное место в работе Ю.И. Гальперина занимали крупные комплексные геофизические эксперименты, включающие координированные измерения со спутников и наблюдения с помощью наземных геофизических обсерваторий. Он активно сотрудничал с разными научными группами в нашей стране и за рубежом, и многие научные направления обязаны ему своим рождением

Yuri Galperin, outstanding scientist, pioneer of space research

His main subject of research, his main “scientific” passion was investigating the magnetospheric processes and their influence on the ionosphere. He worked in this field since he was a student, beginning with early optical observation of sodium twilight flash and auroral proton spectra investigation. The further step was designing the technologies for satellite experiments with the aim of registration the charged particles in the Earth’s environment, that cause auroral activity. Yuri Galperin focused on large complex geophysical experiments where satellite measurements were coordinated with the observations of ground based geophysical observatories. He actively cooperated with many scientific groups in our country and other countries and a number of scientific directions owe their existence to him.

ЮРИЙ ИЛЬИЧ ГАЛЬПЕРИН

БИОГРАФИЧЕСКАЯ СПРАВКА

Выдающийся ученый, специалист мирового уровня в области магнитосферных исследований, лауреат Государственной премии, доктор физико-математических наук, профессор.

Основное место в работах Ю.И. Гальперина занимали крупные комплексные геофизические эксперименты в области магнитосферы и полярной ионосферы, включающие координированные измерения со спутников вместе с наземными геофизическими обсерваториями и экспедиционными точками в Арктике и Антарктике.

Ю.И. Гальперин был членом Международного астрономического союза (с 1957 года); действительным членом Международной академии астронавтики (с 1974 года); членом Американского геофизического союза (с 1974 года).

Ю.И. Гальперин родился 14 сентября 1932 года в Москве. Его отец, Илья Романович Гальперин, известный лингвист, заведовал кафедрой стилистики факультета английского языка в Институте иностранных языков им. Мориса Тореза; мать, Надежда Михайловна Гальперина, преподавала французский язык в том же институте. Благодаря родителям Юрий уже в школьные и студенческие годы свободно говорил по-английски и неплохо по-французски. Окончив школу с золотой медалью, он поступил на астрономическое отделение механико-математического факультета Московского государственного университета. Его руководителем был знаменитый астрофизик И.С. Шкловский, собравший вокруг себя группу ярких студентов-астрономов, которых коллеги называли «мальчиками Шкловского». На старших курсах Юрий увлекся оптическими наблюдениями свечения ночного неба. Темой его дипломной работы стало наблюдение сумеречной вспышки дублета натрия $\lambda 5890$ и $\lambda 5896$ Å и оценка плотности верхней атмосферы на уровне его свечения. После окончания МГУ*, получив диплом с отличием, Юрий был направлен в ГЕОФИАН**, из которого позднее выделился ИФА***, на полярную геофизическую станцию Лопарская. Руководил отделом верхней атмосферы ИФА один из разработчиков советских электронно-оптических преобразователей,

* МГУ — Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

** ГЕОФИАН — Геофизический институт Академии наук

*** ИФА — Институт физики атмосферы Академии наук

талантливый экспериментатор профессор Валериан Иванович Красовский. Оба эти замечательных человека — И.С. Шкловский и В.И. Красовский — ценили в Юрии самостоятельность мышления, научную эрудицию, физическую интуицию и талант. В.И. Красовский предложил Ю.И. Гальперину проводить в Лопарской оптические наблюдения полярных сияний по программе Международного геофизического года с помощью светосильного спектрографа высокого разрешения СП-48, разработанного в ГОИ*. Юрий был очень благодарен своему шефу за то, что тот доверил неопытному студенту прецизионный оптический прибор, но мудрый Красовский оказался совершенно прав: Юрий блестяще справился с задачей. Главной целью многих членов геофизического сообщества был в это время поиск линий водорода H_{α} , контур которых обусловлен дисперсией скоростей вторгающихся в верхнюю атмосферу протонов, испытавших перезарядку с окружающими водородными атомами. За такими контурами шла настоящая охота. К тому времени было обнаружено пять таких линий, и это считалось большой победой. Юрий добавил к этим пяти еще семнадцать контуров. Изучая их, он смог оценить характеристики вторгающихся в верхнюю атмосферу протонов. Эта работа стала темой кандидатской диссертации Ю.И. Гальперина, которую он защитил в феврале 1959 года.

* ГОИ — Государственный оптический институт

Сразу после запуска Первого искусственного спутника В.И. Красовский активно включился в изготовление аппаратуры для космических исследований. Он пригласил Юрия участвовать в работах на третьем спутнике. На заре космических исследований геофизическая общественность была убеждена в существовании «корпускулярных потоков» — узких струй электронов и протонов, вылетающих из активных областей на Солнце и вторгающихся в земную атмосферу. В.И. Красовский предложил Юрию регистрировать потоки мягких электронов и уточнить их энергию. По предварительной оценке (сделанной на основании определения высоты полярных сияний) она составляла примерно 10 кэВ. В качестве детекторов В.И. Красовский рекомендовал использовать фотоумножители (ФЭУ) с флуоресцирующими экранами, закрытыми тонкими фольгами. Абсолютная калибровка ФЭУ проводилась на электронном микроскопе посредством пучков электронов известной энергии и интенсивности. Величина сигнала ФЭУ, закрытого определенной фольгой, давала интенсивность электронов, соотношение сигналов от электронов, прошедших фольги разной толщины, позволяло оценить их энергию. Питч-угол электронов можно было определить на основании независимых измерений ориентации

спутника, проводившихся специалистами-баллистиками, выпускниками МГУ. Измерения привели к неожиданному результату. Оказалось, что наблюдаемые сигналы обусловлены не вторгающимися в верхнюю атмосферу струями корпускулярных потоков, а электронами внешнего радиационного пояса Земли с энергией 10 кэВ, которые достаточно интенсивны и имеют пич-распределение, характерное для частиц, захваченных в геомагнитную ловушку.

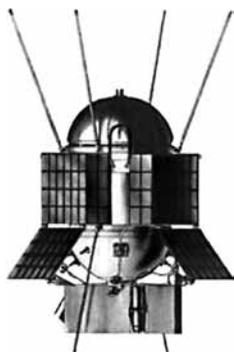
Для следующих космических экспериментов отделу В.И. Красовского были выделены два спутника: «Космос-3» и «Космос-5», на которых стояла аппаратура, аналогичная применявшейся на третьем спутнике. Предполагалось изучение мягких электронов с энергией от десятков электрон-вольт (для чего предусматривалось дополнительное ускорение) до десятков килоэлектрон-вольт, а также измерение жестких частиц с помощью счетчиков Гейгера. В 1961–1962 годах отдел выполнял два больших эксперимента по изучению частиц малых энергий в верхней атмосфере Земли. Однако в 1962 году было получено известие о подготовке американцами высотного термоядерного взрыва, и научную программу спутников «Космос-3» и «Космос-5» срочно переориентировали на его исследование.

В это время на орбитах над Землей находилось пять спутников: два советских и три зарубежных, но только «Космос-5», на борту которого имелось запоминающее устройство, смог сразу же зарегистрировать момент взрыва (Приложение 1). В это время спутник находился над территорией Китая, и точка взрыва над островом Джонстона была для него под горизонтом, но он зарегистрировал резкий всплеск скорости счета. Ю.И. Гальперин объяснил это явление вспышкой рассеянного гамма-излучения («гамма-заря»). Взрыв привел к образованию искусственного радиационного пояса, который регистрировался многими спутниками, в частности советскими спутниками «Космос-3» и «Космос-5», а позже «Электрон-1» и «Электрон-2». Интерпретации этих измерений была посвящена докторская диссертация Ю.И. Гальперина, которую он защитил в 1968 году. Воссоздав физическую картину формирования возникшего при взрыве искусственного радиационного пояса, он пришел к выводу о его устойчивости. При этом выявилась некоторая аналогия с процессами формирования пояса кольцевого тока в магнитосфере во время магнитной бури. Попутно был обнаружен ряд новых явлений: длительное сохранение тяжелых ядер вследствие вертикального дрейфа в экваториальной ионосферной аномалии, прорыв горячей плазмы вверх в экваториальной области и т. п.



Спутник «Космос-5»

* ИКИ — Институт космических исследований Академии наук



Спутник «Космос-261»

Когда путем слияния разных научных групп, занимавшихся исследованиями космоса, был образован ИКИ*, в него в 1967 году перевели из ИФА часть отдела В.И. Красовского, которая образовала лабораторию физики полярных сияний, возглавляемую Ю.И. Гальпериним. Юрий Ильич продолжил начатые вместе с В.И. Красовским эксперименты на следующих после «Космоса-3» и «Космоса-5» спутниках — «Космос-261» и «Космос-348», с целью изучения частиц, вызывающих полярные сияния. Для этого надо было иметь орбиту с углом наклона, более высоким, чем орбиты «Космоса-3» и «Космоса-5», которая пересекала бы авроральный овал и полярную шапку. Поэтому группа Ю.И. Гальперина с фактически готовым комплексом аппаратуры ждала, когда будет введен в действие северный полигон в Плесецке, с которого был возможен запуск на околополярную орбиту. Это упорство и, в результате, затяжка запуска угрожали тем, что группа лишится спутника — его могли передать следующим, ждущим своей очереди, группам. В этой напряженной и нервной обстановке Юрий Ильич проявил твердость и принципиальность, не желая принимать конъюнктурное решение о запуске спутника с полигона Капустин Яр, которое умилоствовало бы начальство, но принесло бы гораздо более скудные результаты.

В это время шла подготовка первого спутникового эксперимента по программе ИНТЕРКОСМОС, в соответствии с которой на советском спутнике устанавливалась только советская аппаратура, а другие участники программы, специалисты из социалистических стран, вели скоординированные с работой спутника наземные наблюдения ионосферы.

Запущенный 20 декабря 1968 года спутник «Космос-261» был фактически первым, работающим по этой программе. Однако, из-за затруднений с документацией, он не получил нового имени, спутник с официальным именем «Интеркосмос-1» был запущен лишь годом позже «Космоса-261». Благодаря совместной работе команды спутника «Космос-261» и специалистов из социалистических стран получен ряд новых научных результатов, в частности, обнаружена диффузная авроральная зона к экватору от овала дискретных полярных сияний¹, а в зарубежной научной литературе первые публикации

¹ *Гальперин Ю.И., Джорджио Н.В., Иванов И.Д., Карпинский И.П., Лейн Е.Л., Мулярчик Т.М., Поленов Б.В., Темный В.В., Федорова Н.И., Хазанов Б.И., Шифрин А.В., Шуйская Ф.К.* Исследование геоактивных корпускул и фотоэлектронов на спутнике «Космос-261». 2. Измерения электронов малой энергии // Космич. исслед. 1970. Т. 8. С. 108–119.

о диффузной авроральной зоне появились лишь через три года¹.

Обработка информации осуществлялась с помощью программы «Кадр», созданной молодым сотрудником лаборатории Ю.Н. Пономаревым. Программа позволяла проводить расчеты геофизических измерений вдоль траектории спутника по начальным условиям его орбиты. Впоследствии аспирант Ю.И. Гальперина Л.В. Зинин развил программу «Кадр», разработав трассировку данных измерений вдоль магнитных силовых линий до выбранных высот с учетом реального геомагнитного поля. Кроме того, он сильно упростил работу с программой, что дало возможность экспериментаторам свободно ориентироваться в околоземном космическом пространстве.

В эти же годы между СССР и Францией шли оживленные переговоры о сотрудничестве в космосе. Французский космический центр (CNES*) предложил сотрудничество в следующей форме: СССР запускает на высокую орбиту спутник РОЗО (ROSEAUХ) с французскими экспериментами по измерению частиц магнитосферной плазмы, ее активному радиозондированию, измерению электрических и магнитных полей и регистрации космических лучей. К глубокому сожалению французских ученых, французская администрация отказалась от спутника РОЗО. Формальным поводом был «недостаток финансирования», хотя во французской печати раздавались голоса о политической подоплеке отказа. Однако два французских участника проекта — Франсис Камбу (Francis Cambou) и Р. Жендрен (R. Gendrine) — предложили сотрудничать с советскими специалистами на околоземном спутнике типа «Космос», используя имеющиеся у них научные приборы. Ученые и инженеры CESR* под руководством Ф. Камбу сумели быстро адаптировать свои приборы к телеметрии и требованиям малого спутника. Однако для группы Жендрена реализация магнитометрического эксперимента оказалась невозможной из-за отсутствия в СССР жестких немагнитных штанг для магнитометра и трудностей с определением точной ориентации спутника.

В результате дальнейших согласований был образован комплекс советско-французских приборов по исследованию авроральных частиц в широком диапазоне энергий. Советские приборы создавались в СНИИП*, а французские — в CESR. Комплекс был дополнен

* CNES (KHEC) — Centre National d'Études Spatiales (Французское космическое агентство)

* CESR — Центр исследований космических излучений, Франция (Centre d'Étude spatial des Rayonnements)

** СНИИП — Специализированный научно-исследовательский институт приборостроения

¹ Lui A. T. Y., Perreault P., Akasofu S.-I., Anger C. D. The diffuse aurora // Planetary and Space Science. 1973. V. 21. N. 5. P. 857–861.

радиочастотным масс-спектрометром, создаваемым в ИКИ. Для проекта выбрали название АРКАД — сокращение от ARC-Aurorale et Densite, т. е. «дуга полярного сияния и плотность плазмы». С советской стороны научным руководителем проекта был Ю.И. Гальперин, с французской — Ф. Камбу.

Испытания научной аппаратуры перед поставкой ее из ИКИ прямо на полигон Плесецк происходили в еще строящемся здании ИКИ, где была установлена французская вакуумная камера, в которой испытывались спектрометры заряженных частиц. Затем вакуумную камеру перевезли на полигон для финальных испытаний французских приборов.

Уже в ходе запуска 27 декабря 1971 г., когда спутник, который и у нас и во Франции называли «Аркад», уже ушел за горизонт на первую орбиту, и все ждали его появления с юга над нашими станциями слежения, кто-то из очень больших начальников в Москве сказал, что имя «Аркад» непонятно советскому налогоплательщику, и спутник переименовали в «Ореол». Юрий Ильич был в отчаянии — что сказать французам, ведь слово «Ореол» будет так же непонятно во Франции. К счастью, он быстро нашел решение и изменил аббревиатуру на AUREOLE = AURora + EOLe, т. е. «ветер над полярным сиянием» и тем самым сохранил смысл первоначального названия. Спутник «Ореол-2» был запущен через два года после «Ореола-1», 26 декабря 1973 года.



Спутник «Ореол-1, -2»

Измерения на этих спутниках дали важные научные результаты:

- была обнаружена пятнообразная, ограниченная по долготе, форма каспа в противовес общепринятой тогда форме клефта — непрерывной полосы вторжения частиц, протянувшейся вдоль всей дневной магнитопаузы, а в полярной ионосфере смыкающейся с ночной частью аврорального овала;
- определена планетарная картина эволюции энергетических спектров протонов полярных сияний вдоль всего овала как результат их адиабатического нагрева по мере дрейфа к Земле;
- определены закономерности изотропизации энергичных протонов с широтой в экваториальной части аврорального овала и др.

В ходе подготовки проектов АРКАД-1 и АРКАД-2 и создания комплекса научной аппаратуры между советской и французской командами сложились дружеские, доверительные отношения, которые не раз подвергались ис-

пытаниям в перипетиях этих проектов. Создание такой товарищеской атмосферы, несомненно, было заслугой Юрия Ильича Гальперина, пользовавшегося дружбой и уважением советских и французских коллег.

В 1970 году Юрий Ильич, просматривая журнал «Космические исследования», прочитал статью сотрудника ВНИИЭМ* В.Н. Пономарева о создании датчика ориентации спутника «Метеор» на основе сравнения сигналов от двух ионных трубок, установленных на спутнике под углом друг к другу и регистрирующих поток ионов, налетающих на движущийся спутник («напор»). Разность токов служила мерой угла отклонения оси симметрии датчика от направления полета спутника. Однако этот метод не учитывал многие помехи, связанные с реальными движениями ионов. В это время на спутниках «Метеор» была отработана новая система ориентации, позволяющая использовать ионный датчик для регистрации ионных потоков. В.Н. Пономарев, понимая важность полученных результатов, настоял на опубликовании своей работы в открытой печати. Он надеялся обсудить их со специалистами в области физики ионосферы. Действительно, представитель ИЗМИРАН* М.Н. Фаткуллин оценил важность работы, но посетовал, что «результаты не привязаны к геомагнитным координатам». К большому огорчению В.Н. Пономарева, беседа эта продолжения не имела.

* ВНИИЭМ — Всесоюзный научно-исследовательский институт электромеханики

* ИЗМИРАН — Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова

Но тут он получил письмо из ИКИ от Ю.И. Гальперина следующего содержания: *«Дорогой тов. Пономарев! Я с большим удовольствием прочел Вашу статью в „Космических исследованиях“, 1970, т. 8, № 4. Прежде всего, очень приятно, что применен такой простой и эффективный метод измерений. Радуют совершенно оригинальные результаты, которые, несомненно, очень важны для физики ионосферы и магнитосферы. Вместе с тем многое в этой работе показывает, что Вы совершенно недостаточно использовали и обработали полученный материал, и некоторые важнейшие сведения об эксперименте отсутствуют в публикации, так что ею практически нельзя пользоваться. Сначала я постарался перечислить неясности, возникшие у меня при чтении этой интереснейшей работы, а потом перейду к деловым предложениям.*

Для анализа необходимо знать местное солнечное (или геомагнитное) время, например, на экваторе, для дневной и ночной части орбиты, поскольку результаты ясно показывают (и это следовало ожидать), что движение зависит от местного времени. Не ясно, к какой точке относятся приведенные значения — 23 ч 33 мин

и 10 ч 45 мин (это Московское декретное время или местное время на экваторе или еще что-либо).

Характер поля, очевидно, связан с геомагнитным полем, которое сильно отличается от дипольного. Во-первых, необходимо указать инвариантные (или, по крайней мере, геомагнитные, однако это очень неточно) координаты, в особенности в приполярных широтах для рис. 1. Во-вторых, измеренные значения скорости дрейфа (перпендикулярного) должны быть умножены на значения геомагнитного поля вдоль орбиты спутника, рассчитанного не по дипольной формуле, а на основании современных разложений геомагнитного поля (48 или 100 членов) для определения значения перпендикулярного электрического поля (и направления). Именно это представляет сегодня наиболее актуальную проблему в геофизике и мне кажется, что Ваши измерения являются уникальными. Эти расчеты не представляют сложности. Очень важно, таким образом, разделить наблюдаемые движения на перпендикулярные и продольные по отношению к локальному магнитному полю. Особый интерес имеют продольные движения в полярных шапках (теории „полярного ветра“ Бэнкса, Хольцера и Аксфорда, оживленно дискутирующиеся сейчас в геофизике).

Приведенные Вами карты по существу смешивают два различных эффекта — зависимость от солнечного местного времени (одинаковая для серии последовательных витков, поскольку орбита за это время не изменяется) и зависимость от магнитного поля (инвариантная широта, местное геомагнитное время), различающаяся от орбиты к орбите весьма заметно из-за несовпадения магнитной и географической осей Земли и, наконец, от величины перпендикулярной компоненты электрического поля. Таким образом, измерения на различных витках могут сильно отличаться друг от друга, но именно география, определяющая этот последний фактор, т.е. величину перпендикулярной компоненты геомагнитного поля, играет сравнительно небольшую и легко учитываемую роль, а остальные факторы (это видно из рис. 1) оказывают не меньшее или даже большее влияние. Очевидно, для анализа необходимо перестроить имеющиеся измерения в функции инвариантных координат и геомагнитного местного времени.

Полученные Вами скорости упорядоченного дрейфа часто близки или даже выше тепловой скорости ионов NO^+ и O^+ в термосфере, и это должно привести к ряду геофизических явлений, наблюдаемых наземными

геофизическими обсерваториями. Такое сопоставление было бы весьма интересно.

Таковы основные вопросы и неясности, возникшие у меня. Мы проводим геофизические исследования на спутниках по проблемам, близко связанным с проблемами, указанными выше. Мы располагаем машинными программами и ведем расчеты геофизических измерений вдоль траектории спутника. Если угодно, мы с удовольствием провели бы для вас необходимые расчеты у себя в ИКИ и даже, если пожелаете, могли бы принять участие в анализе полученных данных. Само собой разумеется, что при этом будут соблюдены необходимые правила работы с такого рода информацией. Во всяком случае, независимо от Вашего решения относительно последнего делового предложения нам очень хотелось бы получить от Вас ответ на вопросы, поставленные выше».

В. Н. Пономарев вспоминает, что он и его группа с радостью приняли предложение Юрия Ильича. Так началась совместная работа двух групп. Результатом ее было открытие **поляризованного джета** — узкой струи ионов, дрейфующих со сверхзвуковой скоростью в западном направлении вблизи плазмопаузы. Этот результат опубликован Ю.И. Гальпериным и В.Н. Пономаревым в журналах «Космические исследования»¹ и *Annales de Géophysique*². Спустя несколько лет это явление было переоткрыто в экспериментах на спутниках Explorer³ и приобрело название SAID (Subauroral Ion Drift). На протяжении последующих лет вышел ряд статей о спутниковых и наземных наблюдениях поляризованного джета и теоретических исследованиях его природы (*Journal Geophysical Research*, 1991, 1993, 1998, 2001, 2002; *Annales de Géophysique*, 2007; «Космические исследования», 2001 и т. п.).

Следующим проектом после АРКАД-1 и АРКАД-2 был проект АРКАД-3 на спутнике нового типа АУОС-3 (Автоматическая Универсальная Орбитальная Станция с ориентацией на Землю). Проект включал единый комплекс

¹ *Гальперин Ю.И., Пономарев В.Н., Зосимова А.Г.* Прямые измерения дрейфа ионов в верхней ионосфере во время магнитной бури // *Космич. исслед.* 1973. № 11. 1. Описание прибора и измерения в магнитно-спокойное время. С. 273–282; 2. Результаты измерений во время магнитной бури 3 ноября 1967 г. С. 283–292.

² *Galperin Yu. I., Ponomarev V. N., Zosimova A. G.* Plasma Convection in the Polar Ionosphere // *Annales de Géophysique*. 1974. V. 30. N. 1. P. 1–7.

³ *Spiro R., Heelis R., Hanson W.* Rapid Subauroral Ion Drifts Observed by Atmospheric Explorer C // *Geophysical Research Letters*. 1979. V. 5. P. 660–675.

* ОКБ ИКИ — Особое конструкторское бюро Института космических исследований АН СССР в Киргизии, Фрунзе

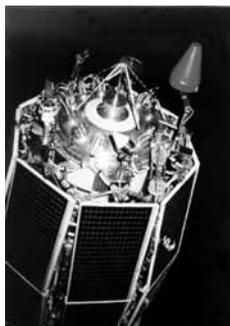
** СЕТР — Centre d'étude des Environnements Terrestre et Planétaires (Центр исследования Земли и планет, Франция)

*** LPCE — Laboratoire de Physique et de Chimie des Environnements (Лаборатория физики и химии окружающего пространства, Франция)

советско-французских приборов, охватывающих измерения тепловых, авроральных и энергичных частиц, детальные многокомпонентные волновые измерения, исследование квазипостоянного магнитного и электрического полей и спектрофотометрию полярных сияний со спутника. Часть советских приборов создавалась в СНИИП, часть — в ОКБ ИКИ (Фрунзе)*.

В создании французского комплекса приборов наряду с CCSR приняли участие две другие ведущие лаборатории Франции — СЕТР** в Сен-Мор под Парижем (эксперимент по измерению ионного состава тепловой плазмы, а также электрических и магнитных полей, научный руководитель Жан-Жак Бертелье (Jean-Jacques Berthelier)) и LPCE*** в Орлеане (эксперимент по радиочастотным измерениям концентрации и температуры электронов с миллисекундным разрешением, научный руководитель Кристиан Бегин (Christian Beghin)). Этот комплекс научных приборов отличался использованием новых экспериментальных методов, высокой для того времени информативностью измерений, широтой охвата принципиальных научных задач физики магнитосферы.

Ю. И. Гальперин всегда стремился к тому, чтобы установленная на спутнике аппаратура представляла единый комплекс приборов, работающих по общей программе с привлечением наземных наблюдений, согласованных с измерениями со спутника, а не была случайным набором инструментов. Он пригласил в проект блестящих специалистов из CNES — Ги Амери (Guy Hameury) и Жака Шена (Jacques Shene), которые привлекли на спутник свои разработки — новую систему, включающую бортовой компьютер CN2B и бортовую широкополосную систему телеметрии ТМФ, которая работала в режиме непосредственной передачи на несколько приемных станций, разбросанных по всему миру: в Тулузе (Франция), Тромсё (Норвегия), в Апатитах и Звенигороде (Россия), на острове Кергелен и Земле Адели (Антарктика), в Куру (Французская Гвиана), Сугадайре (Япония), Шрихарикоте (Индия). Советская телеметрия, хотя и имела гораздо меньшую опросность, позволяла производить измерения в местах, не охваченных французскими станциями.



Спутник «Ореол-3»

На спутнике «Ореол-3» проекта АРКАД-3 были применены новые методы измерения космической плазмы, достигнут рекордная для того времени чувствительность при измерении низкочастотных волн и частиц малых энергий. В конструкцию спутника внесено много существенных усовершенствований.

На предприятии «Квант» по инициативе Юрия Ильича были разработаны и созданы новые солнечные панели, в которых, кроме покрытия их поверхностей тонким проводящим слоем индия («металлизации») и надежного электрического контакта этих поверхностей с проводящей поверхностью спутника, были также радикально снижены выходящие из панелей в плазму магнитные поля. В результате поверхностный разряд по панелям был практически устранен, и шумы на волновой аппаратуре снизились почти в тысячу раз, что дало возможность проводить высокоточные волновые измерения.

Советские и французские исследователи совместно провели тщательные испытания научных приборов и систем спутника на электромагнитную совместимость. За создание научного комплекса проекта АРКАД-3 коллективу под руководством Ю.И. Гальперина в 1986 году присуждена Государственная премия СССР.

Для обеспечения управления бортовой ЭВМ цифровыми командами на спутнике «Ореол-3» была впервые установлена новая командная радиолиния, позволявшая передавать на борт за сеанс (с обязательным подтверждением на Земле — «квитанцией») более 20 двухбайтовых команд. Эти серии цифровых команд, точнее программ работы бортовых приборов, составлялись как в ИКИ, так и в Тулузе, передавались друг другу для согласования по специально установленной прямой телетайпной линии ИКИ – КНЕС, согласовывались и лишь затем передавались в Центр управления для закладки в бортовой программник спутника. Это положило начало последующей компьютеризации управления, которая использовалась во многих российских проектах и, в частности, в проекте ИНТЕРБОЛ. Вообще технологические находки проекта АРКАД широко использованы в проекте ИНТЕРБОЛ. Это относится к улучшению электромагнитной чистоты спутника, усовершенствованию солнечных панелей, применению процессоров в бортовых приборах для реализации программ управления измерениями, использованию широкополосной телеметрии и т. п.

Работа спутника планировалась так, чтобы проводить измерения, координированные с работой других спутников, наземных геофизических станций и нагревных стендов. В течение 1981–1986 гг. проведено несколько координированных экспериментов. Такие эксперименты, нуждающиеся в точных баллистических расчетах, требовали четкой и слаженной работы всех участников и были успешно выполнены. В отчете по результатам проекта АРКАД-3 Ю.И. Гальперин описал некоторые из них, перечислив по годам ряд новых открытий.

1982 год — обнаружение над ионосферой «эффекта Гетманцева» — нелинейной демодуляции ионосферной плазмой в зоне ионосферного тока КВ-волн, излучавшихся мощным наземным «нагревным стендом» в Тромсё в координированном эксперименте со спутником «Ореол-3» по активному воздействию на магнитосферную плазму. Этим была продемонстрирована возможность создания таким путем в ионосфере огромной антенны, излучающей в магнитосферу сверхдлинные волны. Затем эти результаты были подтверждены на американском спутнике DE-1.

1983 год — обнаружение стимулированного выпадения энергичных электронов и ионов, захваченных в области кольцевого тока, под действием модулированных ОНЧ-волн (19 кГц), излучаемых мощным наземным передатчиком в субавроральных широтах европейской части СССР.

1985 год — обнаружение генерации и распространения в магнитосферу сильной альвеновской волны после мощного наземного химического взрыва (0,3 кт ТНТ), а также плазменных колебаний и волн (в диапазоне 10 Гц – 5 кГц) в магнитосферной силовой трубке над районами наземных взрывов. Эти результаты были получены в ходе серии активных координированных экспериментов МАССА (магнитосферно-ионосферные связи при сейсмоактивных явлениях) по воздействию на магнитосферу акустическими волнами от мощных наземных химических взрывов. Они показали, что явления на уровне поверхности Земли и в нижней атмосфере могут вызывать наблюдаемые эффекты в магнитосфере.

1985 год — обнаружение интенсивных продольных электрических токов в полярных сияниях с поперечным масштабом в десятки и сотни метров и плотностями тока до 100 мкА/м^2 , соответствующих ярким лучистым формам полярных сияний и сопровождаемых вспышкой высокочастотных колебаний плазмы вблизи плазменной частоты. Эти результаты показали, что яркие формы полярных сияний представляют собой области мощных нелинейных плазменных процессов в околоземном космосе.

1986 год — обнаружение специфических структур выпадения авроральных ионов, диспергированных по широте — энергии (VDIS-I), возникающих внутри овала полярных сияний над структурами типа «перевернутое V», т. е. в магнитных силовых трубках плазменного слоя, на фазе зарождения суббури, а в 1987 году — обнаружение похожих структур выпадения ионов (VDIS-II), но возни-

кающих вблизи полярной границы овала дискретных полярных сияний при вторжениях пучков ионов из пограничного плазменного слоя. Открытие и интерпретация структур VDIS явились основой для уточнения строения магнитосферы, установления соответствия ее крупномасштабных плазменных структур и глобальной картины полярных сияний.

1987 год — обнаружение нагрева ионосферных ионов O^+ , He^+ , H^+ , до десятков и сотен электрон-вольт над областью ионосферы, облучаемой мощным наземным ОНЧ-передатчиком (19 кГц) в субавроральной зоне. Эти результаты продолжили исследования по активному воздействию радиометодами на ионосферу и магнитосферу.

1990 год — обнаружение со спутника «Ореол-3» МГД-волны, генерированной мощной плазменной струей (ток 10 А ионов цезия), излучаемой с вращающейся ракеты МР-12. Этот ракетный активный эксперимент, проведенный с корабля в Атлантике и координированный со спутником «Ореол-3», показал новые возможности генерации МГД-волн и их распространения в магнитосфере.

Приведенный выше перечень научных результатов, полученных вследствие разнообразных координированных экспериментов со спутника «Ореол-3» с наземными и ракетными измерениями, показывает, что российско-французский космический проект АРКАД-3 являлся крупной вехой в изучении околоземной плазмы, а научные и технологические идеи Юрия Ильича далеко опережали его время.

В 1980-х годах Ю.И. Гальперин и Я.И. Фельдштейн вели интенсивную дискуссию в рамках геофизического сообщества о соотношении овала полярных сияний и плазменных структур хвоста магнитосферы. Большинство исследователей считало, что авроральный овал проецируется на пограничный плазменный слой в хвосте магнитосферы на расстоянии 50–100 радиусов Земли. Так как генерация магнитосферных суббурь тесно связана с динамикой полярных сияний, были предложены модели генерации суббурь в пограничном плазменном слое.

Ю.И. Гальперин и Я.И. Фельдштейн утверждали, что овал проецируется в ночные часы на центральный плазменный слой в хвосте, а стационарная дуга на экваториальной границе овала, с которой начинается вспышка суббури, — на околоземный край центрального

плазменного слоя, и что область вспышки суббури расположена вблизи околоземной границы плазменного слоя на расстоянии 5-15 радиусов Земли. Эта точка зрения, изложенная в двух фундаментальных статьях, одна из которых опубликована в журнале *Reviews of Geophysics*, другая — в монографии¹, была сначала встречена в штыки, но потом приобретала все больше сторонников и, наконец, стала общепринятой.

Юрий Ильич обладал удивительной интуицией, опиравшейся на глубокие и разносторонние знания в области физики магнитосферы. Его предсказания часто подтверждались экспериментально. Он охотно делился своими идеями с коллегами в нашей стране и за рубежом и радовался, когда те использовали и развивали их. Друзья и коллеги Юрия Ильича из разных стран всегда отмечали новизну его научных идей, высокую культуру, дружеское отношение к окружающим и то, как он множество раз помогал своим коллегам и ученикам. Юрий Ильич подготовил около двадцати кандидатов и трех докторов наук. Он любил своих аспирантов и заботился о них, но это не была мелочная и каждодневная опека. Он им доверял и предоставлял свободу, радуясь каждому их успеху, с готовностью обсуждая результаты, и тактично направлял их работу. Он стремился сделать из них самостоятельных ученых и всегда говорил им об этом.

Юрий Ильич опубликовал более двухсот научных статей и пять монографий и сделал неисчислимое количество докладов на международных и отечественных конференциях. По списку статей, где он принимал участие, можно судить, как широк был его научный диапазон и как он настойчиво привлекал коллег к своим статьям, не думая о порядке авторства. Он активно сотрудничал со многими научными группами в разных уголках страны, в частности, в Калининграде, Могилеве, Мурманске, Якутске, и много направлений обязано ему своим рождением. Он побудил группу сотрудников Калининградского университета заняться моделированием электрического поля вокруг спутника, погруженного в разреженную плазму, и расчетом траекторий ионов малых энергий в его окрестности. Он активно участвовал в проекте ИНТЕРБОЛ, используя эти расчеты и накопленный в проекте АРКАД-3 опыт. Смерть прервала его работу над проектом РОИ по исследованию сильной турбулентности магнитосферной плазмы, в котором он был научным руководителем.

¹ Auroral physics / Eds. C.-I. Meng, M. J. Rycroft, L. A. Frank. Cambridge, UK, 1991.

Продуктивность работы Юрия Ильича поддерживалась удивительно благоприятной атмосферой в семье. Его главный и лучший друг, его жена, создала ему «крепкий тыл» в семье, где ему было хорошо жить, работать и отдыхать.

Юрий Ильич оставил глубокий след в изучении космической плазмы в нашей стране и за рубежом. Многие проблемы, которые он обдумывал до последних дней, остались открытыми и нуждаются в дальнейших исследованиях.

Татьяна Макаровна Мулярчик,
кандидат физико-математических наук, ИКИ РАН

ДНИ ПОРАЖЕНИЙ И ПОБЕД. БЫЛИ И ВЫДУМКИ О ЮРИИ ИЛЬИЧЕ ГАЛЬПЕРИНЕ

Поверьте, когда начинаешь писать подобные воспоминания об ушедших друзьях и коллегах, трудно дается только первая строчка. Потом нить памяти разматывается как клубок, сброшенный со стола кошкой, и трудно уже остановить обратный поток времени, уносящий все дальше и дальше в прошлое, которое только кажется ушедшим навсегда. Я, кстати, сейчас, в дни, когда пишется эта книга, часто об этом говорю ученикам и коллегам Юрия Ильича (Ю. И.), которые «тормозят» со своими воспоминаниями, — сядьте спокойно, сосредоточьтесь — загляните в свою память, и все само собой придет.

Итак — поздняя осень 1969 года. Появление в Институте космических исследований (тогда еще АН СССР) первых студентов новой кафедры космической физики, открытой благодаря многолетним усилиям Л.Л. Ваньяна (по неизвестным мне причинам, интриги скорее всего, Юрия Ильича не оказалось в числе преподавателей этой кафедры).

Я уже писал о перипетиях судьбы, забросившей меня на эту новую кафедру (см. книгу «Первая космическая»¹) из грозного ракетного НИИТП* (ныне Центр Келдыша). После несколько провинциального, но строгого и военизированного НИИТП, где даже лекции о газовой динамике писались в тетрадях, прошитых двумя суровыми сапожными нитками, атмосфера ИКИ напоминала что-то среднее между книгой Л. Пантелеева и Г. Бельх «Республика ШКИД» и махновским Гуляйполем. Наверное, студентам и невозможно было бы понять все нюансы отношений и субординаций, царивших тогда в нашем Институте, но нам как-то быстро стало ясно, что во всех четырех маленьких стеклянных зданиях ИКИ идет постоянная война всех против всех. Оказывается, такое впечатление было тогда не только у нас. Недавно я нашел описание очень сходной картины в воспоминаниях Ю. А. Осипяна: «Мое знакомство с Институтом космических исследований привело меня в ужас. Там занимались не столько научной работой, сколько интригами,

** НИИТП — Научно-исследовательский институт тепловых процессов*

¹ Первая космическая. М.: ИКИ РАН, 2007. С. 187–195.

так как вся космическая деятельность связана с организационными космическими аспектами...

Ю.И. казался какой-то особой точкой в этом карьерном мельтешении людей. Он был сосредоточен на своих экспериментах (магнитосферная физика переживала тогда свою золотую пору «географических» открытий), не примыкал ни к каким кланам и вообще старался минимизировать потери времени на административно-хозяйственно-организационную деятельность. Не сразу, но мне удалось протоптать дорожку к нему. Когда вчерне была написана моя первая работа об аномальном сопротивлении при протекании продольных токов в магнитосфере, мой тогдашний «микрошеф» В.А. Липеровский сказал: «А сейчас это надо обсудить с Гальпериним». Мы провели с Ю.И. несколько часов, спокойно и досконально поговорив о наших результатах, узнав бездну новых фактов, получив множество ссылок не только на опубликованные, но и готовящиеся к печати зарубежные статьи (Ю.И. всегда был в курсе работ своих иностранных коллег). Повторяю, никакого официального отношения к студентам кафедры космической физики Ю.И., к сожалению, не имел, а помощь его была просто щедрым подарком.

У меня на столе в кабинете до сих пор лежит под стеклом схемка ночной магнитосферы Земли, которую Ю.И. нарисовал разноцветными карандашами где-то в 1988–1989 годах. Схема основана на работе Гальперина и Фельдштейна 1987 года, слава богу, эта бумажка сохранилась, и сейчас вы видите ее на рисунке.



Не знаю, считал ли Ю.И. эту статью своей важнейшей работой (у него были десятки и других ярких результатов), но точно помню, что он гордился ею, с удовольствием объяснял всем желающим новую картографию магнитосферы по Гальперину. Речь шла о действительно важнейшем результате, полученном на основе проводившихся тогда совместных советско-французских спутниковых экспериментов. Уже был открыт к тому

времени PSBL (Plasma Sheet Boundary Layer) — важнейшая область магнитосферы, служащая одним из каналов переброса к Земле энергии солнечного ветра. Измерения проводились вдали от Земли, и дальнейшая судьба мощных плазменных потоков, текущих в PSBL, была не ясна, и шли ожесточенные споры: что представляет собой проекция PSBL на авроральную область — сам авроральный овал или только его верхнюю кромку — границу открытых и замкнутых магнитных силовых линий. В это же время в нашей работе с Жаном Мишелем Боске (Jean-Michel Bosqued) и Р.А. Ковражкиным были открыты VDIS (Velocity Dispersed Ion Structures), и их привязка к общей топологии магнитосферы принципиально зависела от картографии Гальперина. В итоге концы с концами сошлись очень хорошо. «Mapping» Гальперина: «авроральный овал» — «плазменный слой», «PSBL — самая верхняя кромка овала» — стал вскоре общепринятым, и, как всегда бывает с такого рода крупными открытиями, перешел из категории «этого не может быть» в категорию «это же очевидно». В схеме Гальперина — Фельдштейна прекрасно нашли свое место и наши VDIS, и позднее исследованные Ж.-А. Сово (Jean-André Sauvaud) и Р.А. Ковражкиным другие важные структуры — TDIS (Temporally Dispersed Ion Structures).

Ю.И. вообще обладал уникальной интуицией — я это особенно ценю. Какие-то вещи он просто чувствовал кожей, еще до того, как после долгой возни с данными находил для них убедительные экспериментальные подтверждения.

Вспоминаю нашу работу о мелкомасштабной структуре полярных сияний. Ю.И. фактически показал нам на пальцах (мне и М.М. Кузнецовой), как продольные токи распадаются, сливаются, давая в итоге «самопереливающуюся» филаментированную структуру. Нам осталось только написать уравнения для разрывной неустойчивости и найти нелинейный масштаб такой филаментации, который имеет удивительно малую (но наблюдаемую в эксперименте) величину в несколько десятков метров.

Интуиция редко подводила Ю.И. Для полноты картины я, пожалуй, могу вспомнить только об одном таком случае: в разгоревшихся, и не на шутку, дебатах о том, что собой представляет область вторжения солнечного ветра в магнитосферу, связанная с нейтральной точкой на ее дневной стороне, — воронку (CUSP) или ущелье (CLEFT), Ю.И. последовательно, и в то время аргументированно, отстаивал точку зрения, что зона вторжения солнечного ветра пространственно напоминает сужающуюся книзу воронку. Впоследствии и лабораторный

эксперимент (на проводившихся в ИКИ АН СССР опытах с тереллой), и спутниковые измерения подтвердили все же наличие очень широкой по азимуту расщелины в магнитном поле, по крайней мере, для южных (отрицательных) компонент межпланетного магнитного поля (ММП). По иронии судьбы эта область, действительно напоминающая ущелье, так и сохранила название Polar Cusp (полярный касп).



С процессами на стенках полярного каспа была связана и одна из моих первых серьезных работ. До сих пор вспоминаю многочисленные обсуждения ее с Ю.И. Как я уже говорил, Ю.И. не жалел ни времени, ни сил на «обсуждения» — для него это были не просто приятные разговоры за чашкой чая. Видно было, как он «оттачивает формулировки», обкатывает на собеседнике свои новые идеи. В таких разговорах нельзя было просто отмалчиваться с умным видом — ценились критика, контраргументы, и, даже если после спора идея Ю.И. «не проходила», Ю.И. не очень расстраивался — идей у него было много и большинство из них потом превращалось в прекрасные статьи.

*Лучистые структуры
в короне, Кировск*

Ю.И. имел громадное количество учеников и последователей, думаю, что практически во всех геофизических центрах СССР — от Калининграда до Камчатки, от Мурманска до Крыма. Жаль, что не все из них нашли силы написать о своем учителе. Мне довелось близко наблюдать

его работу с учениками последнего призыва — Володей Степановым, Наташей Бузулуковой, Вадимом Вовченком, Димой Чугуниным. Он называл их «мои ребятишки», гордился их небольшими тогда успехами и строил большие планы на будущее. К несчастью, после смерти Ю. И. мало что из этих планов сбылось. Но я уверен, проживи Ю. И. еще несколько лет, и все они были бы «довоспитаны» до серьезного научного уровня, давно защитили бы кандидатские диссертации и проложили свою дорогу в науке. Ю. И. и здесь оказался незаменим. Никто не смог так, как мог бы это он, передать им свои знания и увлеченность. Вообще та ниша — наставника, эрудита, генератора идей и энциклопедиста, которую занимал Ю. И., так и осталась незанятой за уже 11 лет, прошедших после его ухода из жизни.

Одна из встреч с Ю. И. поздней осенью его последнего 2001 года сыграла в моей жизни решающую роль. К этому времени уже стало ясно, что директор ИКИ РАН Альберт Абубакирович Галеев очень серьезно болен, и исполнять обязанности директора с каждым днем ему становится все тяжелее. Меня неожиданно позвали на разговор три главных «аксакала» ИКИ: Ю. И. Гальперин, В. И. Мороз и Г. Н. Застенкер и принялись настойчиво убеждать меня впрячься в эту ляжку. Не помню, какие чувства испытывал тогда, предвидел ли весь ворох грядущих проблем, — но мнение этих трех высокочтимых мною людей оказалось решающим, и где-то через 6–7 месяцев началась моя директорская эпопея. Очень часто, особенно в её первые годы, проходя мимо долго пустовавшего кабинета Ю. И. на четвертом этаже, я думал, как не хватает мне его мудрых и тонких советов. До сих пор помню, как, говоря об одном нашем общем коллеге, он сказал: «Конечно, важно, что он в целом серьезный и вдумчивый ученый, но гораздо важнее для меня, что он просто очень порядочный человек».

Вспоминаются и многие совместные поездки с Ю. И. за границу. Первая из них — на ассамблею IAGA* в Канберре зимой 1979 года (австралийским летом) — оказалась сорванной, точнее, сорванной наполовину. Ю. И. туда не выпустили. Может быть, это было связано с тем, что руководителем советской делегации был И. А. Жулин, тогдашний заместитель директора ИЗМИРАН, с которым Ю. И. со времен экспериментов АРАКС связывали непростые отношения. Для меня это была первая поездка в дальнее зарубежье, наш директор Р. З. Сагдеев сумел каким-то образом «вытолкнуть» меня туда. Забегая вперед, скажу, что после Австралии, по разным причинам, на следующие 10 лет я снова оказался «невъездным». Я видел, как был расстроен Ю. И. (о запрете, как обычно

* IAGA — *International Association of Geomagnetism and Aeronomy*

тогда делалось, он узнал за несколько часов до вылета самолета). Я очень рассчитывал, что Ю.И. познакомит меня в Канберре со своими друзьями — грандами магнитосферной физики, и его отсутствие ввергло и меня в серьезное уныние.

Несмотря на столь нехорошее начало, поездка в итоге оказалась для меня очень полезной (о многих забавных подробностях этого вояжа написала Т.К. Бреус в своей известной книге «Институт»). Хотя Ю.И. и не оказалось в Канберре — его незримое присутствие я чувствовал ежедневно. Десятки, если не сотни, зарубежных коллег спрашивали, почему нет Ю.И. (догадываетесь, что тут можно было ответить), передавали ему приветы, отписки статей, маленькие сувениры. Имя его очень часто упоминалось докладчиками, его работы в то время уже хорошо были известны и на Западе и в Японии.

С частыми ссылками на Гальперина в разных докладах связана одна смешная, но может быть и легендарная история. На одной из конференций, проходившей в Ленинграде, докладчик все время ссылался на Ю.И., при этом путая его отчество: «Как отметил в своей статье Юрий Абрамович...», «...как ошибочно утверждал Юрий Абрамович Гальперин...», «...как нашел Юрий Абрамович в экспериментах на спутнике „Аркад“...» В конце концов, Ю.И. не выдержал, медленно встал, привлекая при этом взгляды всего зала, и в наступившей тишине проникновенным голосом произнес: «Я — Ильич!»

Хочется вспомнить еще и о поездке с Ю.И. в 1989 году в UCLA* в группу по космическому моделированию к Махе Ашур-Абдала (Maha Ashour-Abdalla). Уже вовсю бушевала перестройка. Я был «выпущен», несколько позже ко мне, уже начинавшему немного скучать, присоединился Юрий Ильич. Незадолго до его приезда в результате бурной романтической истории отказалась возвращаться в Москву одна из переводчиц. Тогда это было уже не смертельным, но достаточно страшным преступлением. Принимавшие нас американцы не знали, чего ожидать от нас — вдруг тоже кто-то решит остаться. После уже разгоревшегося скандала с переводчицей повторения не хотел никто, и американцы сообщили нам — делайте что хотите, покупайте компьютеры (тогда практически отсутствовавшие в СССР), телевизоры, видеомагнитофоны, сколько поднимет самолет, мы оплатим все транспортные расходы — только улетайте домой. Вообще, это было замечательное время — все было в новинку, железный занавес только что поднялся, мы казались выходцами из экзотического мира, вызывали неподдельный интерес всех американских коллег.

*UCLA — University of California, Los Angeles (УКЛА — Университет Калифорнии в Лос-Анджелесе)



Юрий Ильич Гальперин
и Карл Мак-Илвайн

Старые друзья Ю.И. и мои новые друзья непрерывно приглашали нас в гости в свои, как правило, скромные, деревянные, профессорские дома. Ю.И. в эту поездку сумел объехать многих своих давних друзей, иногда приглашая меня с собой. Незабываемой осталась поездка на самый юг Калифорнии в Сан-Диего к его знаменитому другу Карлу Мак-Илвайну (Carl McIlwain). Сейчас мне кажется, что за этот первый год я узнал об Америке столько же, сколько за все последующие десятилетия.

Еще раз мы одновременно оказались в Лос-Анджелесе летом 1992 года. Ю.И. приехал на два месяца в Сан-Диего по приглашению Карла Мак-Илвайна, вместе с Натальей Геннадиевной (Н.Г.). Их впервые выпустили вместе, Ю.И. был абсолютно счастлив. Они ходили с Н.Г., взявшись за руки, и напоминали молодоженов. Маха Ашур-Абдала тоже заметила это и сказала мне: «Какая счастливая жена у Ю.И.! Каждая женщина мечтает, чтобы муж смотрел на нее такими глазами».

Громадную роль Ю.И. сыграл в проекте ИНТЕРБОЛ, особенно — его авроральной части. Во многом он способствовал собиранию под знаменами проекта мощного международного консорциума для проведения экспериментов на «Авроральном зонде». Несколько блестящих французских групп (из Орлеана, Тулузы, Сен-Мора), с которыми Ю.И. работал еще во времена АРКАД, были привлечены к проекту. В эти годы (1996–2000) Ю.И. много работал и с нашей молодежью, и с молодыми учеными из других стран. В Румынии, Польше, Франции до сих пор помнят его ежегодные лекции, читать которые европейские коллеги всегда очень настойчиво приглашали Ю.И.

Мне кажется, что в эти годы он, к сожалению, переоценил свои силы. Воздух свободы сыграл не лучшую роль не только с профессором Плейшнером, но и с Ю.И. Он продолжал очень много ездить, по многу раз меняя часовые пояса. Со стороны уже была заметна усталость, но так много еще хотелось увидеть, рассказать, обсудить, встретить новых коллег, услышать о новых результатах — что в эти последние годы он, к сожалению, не щадил себя. Особенно длительной была поездка в Японию осенью 2001 года. Я не советовал ему ехать — но Ю.И. рвался рассказать в Японии о новых результатах проекта ИНТЕРБОЛ, пообщаться со старыми друзьями, наметить новые совместные эксперименты — и все-таки отправился в эту последнюю поездку.

Ю.И. с Натальей Геннадиевной жили в квартире на Фрунзенской набережной с очень красивым видом на

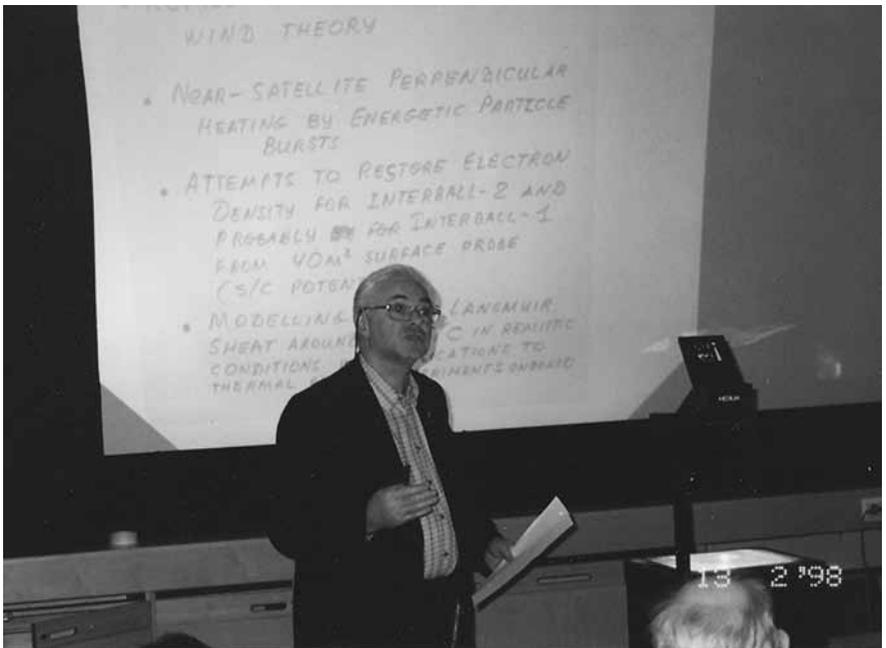
Москву-реку. Где-то в середине 1990-х годов при строительстве третьего транспортного кольца тогдашний мэр Москвы Ю.М. Лужков перенес старый Андреевский железнодорожный мост постройки 1907 года на полтора километра вниз по течению реки, превратив его в очень красивый пешеходный мост через Москва-реку. Ю.И. сразу освоил эту дорогу — от Шаболовской мимо Парка культуры через этот мост на Фрунзенскую набережную, а там уже и до близкого дома. Ю.И. горячо рекомендовал эту живописную прогулку всем друзьям. К каждому такому переходу по довольно скользким тропам он тщательно готовился и у меня до сих пор стоит перед глазами необычная картина: Ю.И. в элегантном, прекрасно сидящем на нем темном костюме, с красивым галстуком, в больших белых кроссовках и увесистым рюкзаком за плечами.

Я и сейчас, проходя по этому мосту под грозным взглядом черетелевского Петра и любясь сверкающими внизу огнями Парка культуры, часто представляю Юрия Ильича, быстро идущего домой по этому мосту.

Заканчивая эту статью, я решил порыться в фотоархиве и поискать фотографии Ю.И. Их оказалось много.

Раньше, на разных конференциях, сделав свой доклад, я любил фотографировать следующих за мной, обычно сильно волнующихся докладчиков. Иногда получались неплохие психологические портреты. Очень часто в объективе моего фотоаппарата оказывался и Ю.И.

Фотографии, которые сейчас перед Вами, сделаны в 1998 году в Кошице во время знаменитого Натовского симпозиума, организованного Карлом Куделой (Karel Kudela), где встретились почти вся команда ИНТЕРБОЛа и уже многочисленные к тому времени западные (натовские) друзья проекта: Тони Луи (Tony Lui), Дэвид Сайбек (David Sibeck), Джой Боровски (Joe Borovsky), Рей Лопец (Ray Lopez)... Думаю, что это были кульминационные дни проекта. Все четыре спутника ИНТЕРБОЛ отлично работали, мы получили прекраснейшие результаты и казалось, что так будет всегда. Ю.И. был более чем доволен — начал, наконец, давать данные и авроральный субспутник «Магион-5», в подготовку которого он также вложил много сил. Запомнилось какое-то радостное, просветленное выражение лица Ю.И. в эти дни. Обратите внимание на моцартовское вдохновение, с которым Ю.И. делает свой доклад о модели minimum-B. Он очень гордился этой работой (Modeling of a Prebreakup arc and Substorm by the "Minimum-B" Model).



Глядя на эти снимки, я очень живо вспомнил замечательные, но уже очень далекие дни в сентябрьском Кошице. Ю.И. и там ходил со своим неизменным полным оттисков и книг рюкзаком, постоянно собирав вокруг себя молодежь, которую просвещал разными интересными сюжетами из истории магнитосферной физики.

На последней фотографии запечатлен еще один «исторический» момент — прием профессора Нишиды с супругой в гостеприимном доме Ю.И. и Натальи Геннадиевны. Атцухиро Нишида так был впечатлен этой замечательной встречей, что, когда мы через несколько лет оказались в Токио, пригласил меня, Ю.И. и молодого тогда ученого А. Петруковича в свой дом в предместье Токио (в Японии приглашение в дом — знак особого доверия и уважения и случается чрезвычайно редко).



«Не говори с тоской — их нет, но с благодарностью — были». Жаль, очень жаль, что Ю.И. сейчас нет с нами, но и я, и все его многочисленные друзья и коллеги должны быть благодарны судьбе, что нам посчастливилось близко знать, вместе работать, да и просто общаться с этим ярким ученым и замечательным человеком.

Лев Матвеевич Зеленый,
академик, директор ИКИ РАН

ЮРИЙ ИЛЬИЧ И КОСМОС

Юрий Ильич Гальперин — выдающийся ученый, специалист мирового уровня в области исследований верхней атмосферы, плазмосферы и магнитосферы Земли, доктор физико-математических наук, лауреат Государственной премии, профессор. Начав свою научную жизнь с оптических наблюдений полярных сияний с поверхности Земли, он, одним из первых, перешел к исследованию околоземного космического пространства со спутников. В Институте космических исследований он создал и многие годы руководил лабораторией физики авроральных явлений. Ю.И. Гальперин был членом Международного астрономического союза (с 1957 года), Международной академии астронавтики (с 1974 года), Американского геофизического союза (с 1974 года), членом — учредителем Европейского астрономического союза (с 1990 года). Многие научные группы в Калининграде, Могилеве, Мурманске, Якутске и других городах обязаны ему своими успехами. Его эрудиция охватывала практически все направления исследований космоса. Юрий Ильич опубликовал более 200 статей и входил в коллектив авторов пяти монографий по экспериментальной космической физике.

Первомайская демонстрация под дождем. Профессор К. С. Куликов со своими студентами. Слева направо: В. Давыдова, С. Потаюк, Е. Страут, Ю. Гальперин



Юра, как и я, окончил в 1950 году мужскую московскую школу и мы вместе учились с 1-го по 5-й курс на мехмате МГУ в астрономической группе. Вместе слушали лекции, посещали практические занятия, семинары, собрания, часто (особенно на первых курсах) ходили в походы и почти еженедельно устраивали вечеринки с увлекательными байками обо всём, песнями под гитару и шарадами; были на сборах в военных лагерях, а на летних каникулах работали в колхозе. После 4-го курса вместе находились в экспедиции ГАИШ* по наблюдению солнечного затмения около города Невинномыск. Одним словом, была яркая общая студенческая жизнь, освещённая потрясающими лекциями профессоров МГУ и началом необычайного расцвета астрономии, превращением её во всеволновую. У нас была хорошая дружная группа. Юра всегда был вместе с коллективом. Хотя по эрудиции, кругозору и знанию языков он превосходил большинство из нас, он никогда этого не показывал, держался скромно. Юра увлекался многим, но главным увлечением была наука. Он с радостью делился своими знаниями и идеями с окружающими.

* ГАИШ — Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга

Его речь была очень грамотной, яркой и выразительной, как в университетские годы, так и позже, когда он стал знаменитым ученым. Иногда во время доклада четкое изложение нарушалось внезапно пришедшим сравнением, шуткой, но это только способствовало выяснению смысла. Таким он был и в горячих спорах о новостях науки, и в кругу друзей. «Активный комсомолец» — так в те годы записывалось в наших характеристиках. Для Юры это была запись о его активном отношении к жизни. В университете, например, занимался организацией кружков ДОСААФ** и сам участвовал в работе кружка снайперской стрельбы. В комсомоле, как мне кажется, он не стремился выдвигаться и не занимал выборных должностей, но от общественных поручений не отлынивал, относился серьёзно. Как и большинство из нас, думал и стремился улучшить жизнь в нашей стране.

** ДОСААФ — Добровольное общество содействия армии, авиации и флоту

Его любимым учителем в университете был профессор И. С. Шкловский, в то время увлеченно занимавшийся свечением в спектральных линиях верхней атмосферы Земли. По окончании университета Юра Гальперин был направлен в ГЕОФИАН (позднее ИФА) в отдел верхней атмосферы, где по совместительству работал и И. С. Шкловский, а руководил отделом В. И. Красовский. Такой союз двух крупных ученых во многом определил направления исследований в Институте и способствовал росту в нем молодых специалистов. Оба высоко оценили разносторонний талант, эрудицию и энергию Юры.

В то время шла подготовка к Международному геофизическому году (1957–1959) — координированным наблюдениям геофизических явлений. Институт физики атмосферы организовал наблюдательные станции Лопарская (за полярным кругом), Роцино (близ Ленинграда) и Звенигород (под Москвой). Они были оснащены светосильными спектрографами высокого разрешения, разработанными в Государственном оптическом институте и превосходившими по своим характеристикам аппаратуру, существовавшую тогда в мировой практике. На каждой из наблюдательных станций было установлено по три спектрографа, предназначенных для регистрации видимой, ближней ультрафиолетовой и ближней инфракрасной областей спектра. Самые интересные материалы были собраны на станции Лопарская, где Юрий Ильич провел три наблюдательных сезона. Ему удалось зарегистрировать множество спектров полярных сияний и классифицировать их. Особенное внимание он уделял широкой водородной линии H_{α} . Профиль линии отражал дисперсию скоростей вторгающихся в верхнюю атмосферу протонов, испытавших перезарядку с водородными атомами. На основе этих измерений он показал, что авроральные протоны вторгаются из магнитосферы, а не из «солнечных корпускулярных потоков», как тогда считалось. В Лопарской он выявил особенности разных типов полярных сияний. В наше время многие из них объяснены, и Юрий Ильич внес в это немалый вклад.

С наступлением спутниковой эры отдел В.И. Красовского сразу же включился в разработку космической аппаратуры. Среди первых был создан прибор для измерения частиц малых энергий (около 10 кэВ), что следовало из измерения высоты полярных сияний. Прибор был установлен на третьем ИСЗ, запущенном 15 мая 1958 года. Измерения показали, что подобные «мягкие» частицы достаточно многочисленны и имеют распределение по углам относительно магнитного поля, характерное для частиц, захваченных в магнитную ловушку. По современной терминологии, это соответствует частицам кольцевого тока. Тогда это стало сенсационным научным открытием, противоречившим представлениям об определяющей роли сравнительно маломощного источника — высокоэнергичных частиц космических лучей.

В 1961–1962 годах отдел В.И. Красовского выполнил два больших эксперимента на спутниках «Космос-3» и «Космос-5». Были проведены измерения частиц малых энергий, а также фотоэлектронов с энергиями более 30 эВ над областями полярных сияний. Однако после



И. С. Шкловский — руководитель Юрия



Выпускная фотография из альбома 5-го курса

объявления в печати о готовящемся высотном американском термоядерном взрыве Starfish эта программа была срочно переориентирована на исследование его воздействия на магнитосферу. «Космос-5», единственный из всех спутников, смог зарегистрировать эффекты, возникшие в момент взрыва. Измерения полностью изменившейся внутренней магнитосферы выполнялись до весны 1963 года и были продолжены на спутниках «Электрон-1» и «Электрон-2». Интерпретация этих измерений позволила Юрию Ильичу воссоздать физическую модель формирования возникшего при взрыве искусственного радиационного пояса, его характеристики и время распада, обнаружить ряд новых явлений (рассеяние гамма-излучения, длительное сохранение ионов тяжелых ядер, прорыв горячей плазмы вверх в экваториальной зоне и др.).

Когда был образован Институт космических исследований АН СССР, в него перевели из разных институтов научные группы, занимающиеся космической тематикой, и, в частности, группу во главе с Ю.И. Гальпериным. На ее основе Юрий Ильич создал лабораторию физики полярных сияний. К 1967 году, еще в ИФА, был подготовлен большой эксперимент по исследованию частиц полярных сияний с комплексом аппаратуры, полностью занявшим целый спутник. Предыдущие спутники «Космос-3», «Космос-5» и другие запускались с полигона Капустин Яр под Волгоградом (тогда еще Сталинградом), наклонение их орбиты составляло 49°, и поэтому овала полярных сияний спутник достигал лишь над Северной Америкой и южнее Австралии. Для того чтобы спутник пересекал авроральный овал и полярную шапку, необходим больший угол наклонения. Такие орбиты возможны при запуске с космодрома Плесецк. Новая орбита значительно расширяла возможности наблюдений. Спутник «Космос-261» был запущен 20 декабря 1968 г., второй спутник с идентичной аппаратурой, «Космос-348», — 13 июня 1970 г. Со спутника «Космос-261», в сущности, началось международное сотрудничество ряда европейских стран с СССР по программе ИНТЕРКОСМОС. На этом спутнике была установлена только отечественная аппаратура. В странах, участвовавших в программе, синхронно со спутниковыми проводились наземные измерения характеристик ионосферы, а затем бортовые и наземные измерения совместно анализировались. Так же была организована совместная работа на спутнике «Космос-348». В этих экспериментах была обнаружена диффузная авроральная зона — крупномасштабное высыпание электронов полярных сияний к экватору от овала дискретных форм.

На четырех спутниках серии «Космос» была установлена только советская, а на последующих трех: «Ореол-1» (1971–1972), «Ореол-2» (1973–1974), «Ореол-3» (1981–1986) — советско-французская аппаратура. Работы проводились в рамках советско-французского проекта АРКАД. Уже в проектах АРКАД-1 и АРКАД-2 были получены важные научные результаты: установлена пятнообразная форма каспа, определена картина эволюции энергетических спектров протонов, их инжекции из хвоста во внутреннюю магнитосферу, их дрейфа в магнитосфере и высыпания в диффузной зоне. Научные приборы, разработанные в проекте АРКАД, стали существенным шагом вперед в области космического приборостроения. На спутнике «Ореол-3» (проект АРКАД-3) были применены новые методы измерения космической плазмы, достигнута рекордная для того времени чувствительность при измерении низкочастотных волн и частиц малых энергий. В разработке и изготовлении научных приборов проекта АРКАД участвовали многие организации в Советском Союзе и во Франции.

В 1970-х годах Юрий Ильич привлёк внимание к первым результатам и огромной перспективе исследований магнитосфер и плазмосфер других планет (доклад¹ на научной сессии Отделения общей физики и астрономии АН СССР 24–25 ноября 1976 года) (Приложение 2).

Юрий Ильич был очень критичен при интерпретации наблюдений, особенно измерений тепловой плазмы. Он ясно сознавал, что неравномерное распределение потенциала вокруг спутника сильно искажает наблюдаемые потоки мягких частиц. Поэтому он настоял на эквипотенциализации спутника «Ореол-3» и изготовлении для него новых, электромагнитно-чистых солнечных панелей. Советская и французская группы совместно провели тщательную проверку научных приборов и систем спутника на электромагнитную совместимость. Усовершенствование солнечных панелей уменьшило электромагнитные помехи и существенно продлило срок их службы — за шесть лет работы спутника они сохранили свою эффективность.

Тщательная отладка телеметрической системы уменьшила процент сбоев до 0,1. Кроме штатной телеметрии использовалась французская телеметрия, передающая информацию в режиме непосредственной передачи на несколько приемных станций, расположенных в Тулузе (Франция), Тромсё (Норвегия), Апатитах, Звенигороде

¹ *Гальперин Ю.И.* Магнитосферы Земли и планет // Успехи физ. наук. 1977. Т. 122. Вып. 1(500). С. 160–164.

(Россия), на острове Кергелен и Земле Адели (Антарктика), в Куру (Французская Гвиана), Сугадайре (Япония) и Шрихарикоте (Индия). Работа спутника планировалась так, чтобы проводить измерения, координированные с другими спутниками, наземными геофизическими лабораториями и мощными радиопередатчиками.

В проекте АРКАД-3 получены приоритетные для того времени результаты: изучены новые явления в каспе, авроральном овале и субавроральной зоне; обнаружены новые типы дисперсии по скоростям вторгающихся ионов; исследованы явления, возникающие в магнитосфере в результате искусственных воздействий. В 1984 г. в Тулузе состоялась международная конференция, посвященная результатам выполнения программы АРКАД-3. Доклады, сделанные на этой конференции, показывают актуальность исследований по проекту. Те же имена и в значительной степени те же проблемы встречаются в современных журналах и на конференциях. Информация, полученная в проекте, используется до сих пор. Ю. И. Гальперин за подготовку и осуществление проекта АРКАД-3 был удостоен Государственной премии.

Юрий Ильич проводил эксперименты на многих других спутниках. Анализ первых прямых измерений дрейфа ионосферной плазмы, проведенных на спутнике «Космос-184», позволил ему и его коллегам открыть новое явление в возмущенной магнитосфере — узкую струю ионов, дрейфующих со сверхзвуковой скоростью в западном направлении вблизи плазмопаузы. Это явление, открытое в 1973 году, повторно обнаружили американские исследователи в 1977 году. В ионосфере существование такого джета приводит к целому ряду резких изменений, создающих сильные плазменные неоднородности, которые хорошо регистрируются с поверхности Земли с помощью ионозондов и сильно нарушают распространение радиоволн, т.е. влияют на космическую погоду.

Ю. И. Гальперин активно сотрудничал со многими научными группами в разных уголках нашей страны, и много направлений обязаны ему своим рождением. Он побудил группу сотрудников Калининградского университета заняться моделированием электрического поля вокруг спутника, погруженного в разреженную плазму, и расчетом траекторий ионов малых энергий в его окрестности. При постоянной поддержке Юрия Ильича эта группа развивала также нестационарную модель полярного ветра. Центральной проблемой многолетнего сотрудничества Ю. И. Гальперина с профессором Моги-

лёвского университета А. В. Волосевич было моделирование нелинейных волн и локализованных движущихся структур в магнитосфере. Авторы опубликовали серию статей, разрабатывая эту проблему.

Юрий Ильич активно участвовал в проекте ИНТЕРБОЛ, используя накопленный при проведении проекта АРКАД-3 опыт; он активно развивал международный проект РОИ по исследованию сильной турбулентности магнитосферной плазмы и являлся его научным руководителем. Ю. И. был также одним из руководителей готовившегося тогда крупного российско-украинского проекта ИНТЕРБОЛ-ПРОГНОЗ по проблемам космической погоды.

Юрий Ильич был исключительно благожелательным человеком и обладал удивительной интуицией, опирающейся на глубокие и разносторонние знания. Его предсказания обычно подтверждались экспериментально. Ю. И. Гальперин оставил глубокий след в исследованиях космической плазмы в нашей стране и во всем мире, а также в памяти его друзей и коллег. Его оригинальные крупные международные проекты одновременных спутниковых и наземных наблюдений внесли неоценимый вклад как в науку, так и в признание авторитета и престижа нашей страны. Он создал крепкий дееспособный научный коллектив из единомышленников и учеников. Его беззаветное и строгое служение науке было примером и основой в создании такого коллектива. Большой яркий Ученый, надёжный товарищ и очень хороший человек.

Николай Семенович Кардашев,
академик, директор Астрокосмического центра ФИАН

О ЮРИИ ИЛЬИЧЕ ГАЛЬПЕРИНЕ И ЕГО СЕМЬЕ



*Отец Юрия
Илья Романович
Гальперин*

Отец Юрия Ильича, Илья Романович Гальперин — мой самый близкий родственник, сыгравший в моей жизни важнейшую роль. Ни братьев, ни сестер, ни детей у меня нет, отсюда близость наших семей. Юрий Ильич Гальперин — мой двоюродный племянник, т. е. сын моего старшего двоюродного брата со стороны отца. Поскольку мне самому исполнилось уже 86, легко понять, в какие дебри памяти приходится погружаться.

Мой и Илюшин дед, а Юрин прадед — Иосия (Илья) Зельманович Гальперин служил в молодые годы солдатом в Литве, и там в него так влюбилась местная девушка Рейзи (Роза), из, видимо, зажиточной еврейской семьи, что ушла с ним от родителей. У меня сохранились фото очень хорошего качества и ее, и Иосии. Рассматривая их, можно обнаружить заметное сходство Юры со своим весьма красивым прадедом.

Молодые поселились в поселке Большой Токмак Бердянского уезда, ныне город Токомак Запорожской области Украины. Иосия Гальперин стал торговцем-коммивояжером. К несчастью, глава семьи разорился и покончил с собой, оставив на руках 36-летней вдовы шесть душ детей, из которых старшему Рувиму (Роману) — деду Юрия Ильича — было 14.

Рувим был тоже красив, в 25 лет женился на 14-летней Гитель (Кате) Танкелевич, один из братьев которой (Борис) стал в Первую мировую войну Георгиевским кавалером трех или даже четырех степеней, а самый младший — Абрам Григорьевич Танкелевич — известным горным инженером, метростроителем, создателем станций «Чистые пруды» (за что награжден орденом Ленина) и «Площадь Свердлова», ныне «Театральная» (орден Трудового Красного Знамени), — работавшим 10 лет главным инженером Метростроя в генеральском звании, репрессированным и реабилитированным членом Еврейского антифашистского комитета времен ВОВ, лауреатом Сталинской премии. С его дочерьми Майей и Ланой (Светланой) Юра дружил всю жизнь, эту дружбу сохранила и Юрина жена Наташа.

Отец Юры, Илья Романович Гальперин, с которого я и начал свои воспоминания, можно сказать безо всякого преувеличения, являлся легендарной личностью в становлении и развитии отечественной высшей школы изучения иностранных языков. Один из организаторов Института иностранных языков им. Морса Тореза, в разгар войны в 1942 году стал первым деканом и вновь созданного переводческого факультета. Илья Романович заведовал кафедрой стилистики английского языка на педагогическом факультете того же института. Его популярнейший двухтомный учебник 1940-х годов, многократно переиздававшаяся «Стилистика», многочисленные научные статьи, наконец, вышедший в 1972 году под его руководством и с его участием впоследствии неоднократно переизданный фундаментальный «Большой англо-русский словарь» — *БАРС* — сделали имя профессора И.Р. Гальперина весьма известным среди широких кругов интеллигенции СССР. Он дружил со знаменитым советским пианистом Яковом Флиером, языковедом академиком Г.В. Степановым, поэтом С.Я. Маршак, блестящим переводчиком Вильгельмом Левиком, председателем Комитета по делам Высшей школы, позднее министром, Сергеем Васильевичем Кафтановым. Они нередко бывали в его доме, общались с его сыном Юрой.

Мама Юры — Надежда Михайловна Гальперина (Гольдман) — из семьи известного московского адвоката. Её отец, Михаил Юрьевич Гольдман, член городской коллегии защитников (так тогда это называлось), входил в группу юристов, разработавших Уголовный кодекс РСФСР, за что, как водилось в то время, был арестован в 1937 году и расстрелян, а в 1954 году — реабилитирован по отсутствию состава преступления. Мама Надежды Михайловны, Елизавета Моисеевна, окончив Высшие женские курсы, была преподавателем русского языка и литературы, очень образованным человеком, дружила с семьей Брюсова, с Мариной Ивановной и Анастасией Ивановной Цветаевыми.



*Мать Юрия
Надежда Михайловна
Гальперина*

Надежда Михайловна окончила филологический факультет МГУ, преподавала французский язык в Институте иностранных языков им. Мориса Тореза. Ее сестра Женя закончила знаменитый ИФЛИ*, писала стихи, работала редактором в каком-то техническом издательстве и преподавала литературу в школе рабочей молодежи. Ее брат, Александр Михайлович Гольдман, — доктор химических наук, лауреат Государственной премии — был сотрудником ГИА**. Александр Михайлович подарил маленькому ещё Юре первые марки и альбомы, причем было условие — Юра должен был безошибочно

** ИФЛИ — Московский институт философии, литературы и истории им. Н.Г. Чернышевского*

*** ГИА — Государственный научно-исследовательский институт азота*



*Юра в двухмесячном
возрасте*



Юре два года

показать на карте страну и столицу страны, выпустившей марку, и рассказать что-нибудь из истории этой страны — иначе марка изымалась из альбома. Отсюда, наверное, пошло то замечательное знание географии и всемирной истории, которые, подчас, удивляли в последующие годы его знакомых и друзей. Александр Михайлович был женат на Нине Сергеевне Зайцевой, очень хорошем враче-офтальмологе, специализировавшейся по вирусным заболеваниям глаз. Она была ученицей знаменитого академика М.П. Чумакова (создателя советской вакцины против полиомиелита), стала профессором, заведовала вирусологической лабораторией Московского научно-исследовательского института глазных болезней имени Гельмгольца. При встречах мы всегда обменивались подчеркнутыми знаками взаимной симпатии. Нина Сергеевна затем очень сблизилась и сдружилась с Юриной женой Наташей, чему способствовала общность их научных интересов, так как Наташа занималась микробиологией и иммунохимией и даже по некоторым вопросам консультировала коллег-коллекторов Нины Сергеевны.



Юре шесть лет

Мои собственные контакты с Юрой Гальпериним были достаточно частыми и нередко выходящими за семейные рамки, тем более что я был всего на семь лет его старше, а если исключить армию, то и вовсе на три. К тому же кончал близкий по «космической» тематике ракетный факультет МВТУ им. Н.Э. Баумана.

Вообще семейный церемониал в среде этих моих родственников почти никогда не использовался. Никаких тетей и дядей. Часто только имена. Для некоторых старших: имя, отчество. Я — Саня, Санька; Юра — Юрий, Юрка; его жена, которая мне тоже нравилась, Наташа, Наташка.

Сравнительно недавно мне попалось на глаза одно из последних интервью патриарха нашей космонавтики, сподвижника С.П. Королева, Бориса Ефимовича Чертока, которое он дал «Известиям» за полгода до смерти: «Не надо человеку лететь на Марс». В том интервью знаменитый ученый, маститый академик, высказывается против таких амбициозных проектов пилотируемой космонавтики как полеты на планеты, считая их неоправданно дорогими и рискованными, по сравнению с полетами роботов, способных в принципе решать любые практические задачи землян за исключением их переселения на другие небесные тела.

Я тут же вспомнил о Юре, который, насколько помнится, придерживался сходной точки зрения. В частности, он довольно бурно сетовал на ненужность «лунной гонки», сокрушался по поводу невозможности решать из-за нее более интересные и важные задачи.

Безусловно, специалисты Института космических исследований могут высказаться по этому вопросу в сто раз подробнее и убедительней. Я вспоминаю об этом лишь потому, что хочу засвидетельствовать: Юру интересовала только сама наука, а не общественно-политические, социальные и даже семейно-родственные «приложения» к ней. В этой связи не могу простить себе ту бестактность, с которой позволил себе высказаться на его поминках, упрекая в скупости эмоций ко многому, что не касалось самой науки, в том числе и к родственникам. На самом деле это была не холодность, не скупость на чувства, а сдержанность к второстепенному по отношению к главному для него. Такая концентрация в интеллектуальной сфере жизни позволила ему сделать весьма много в науке, несмотря на преждевременную смерть. Об этом, собственно, я и хотел сказать тогда 11 лет назад на поминках. Но сделал это так не к месту и так топорно, что до сих пор переживаю.

С осени 1955 года мне довелось несколько месяцев исполнять обязанности Главного инженера Перовского механического завода Министерства сельского хозяйства СССР. Появилась служебная машина, с личным шофером, довольно задрипанный двухместный «Москвич-пикап», но с закрытым кузовом, обшитым покрытыми лаком деревянными рейками. Вид — не ахти какой, но для «сельхозников» такой вид персонального транспорта тогда считался отнюдь не худшим вариантом. Меня так, в частности, возили на работу из Москвы в город Перово (где ныне станция метро «Рязанский проспект»).

Однажды Юра попросил помочь, используя появившиеся мои транспортные возможности, перевезти для Наташи, а точнее для ее школьной подруги, работавшей в Горках Ленинских, где размещались опытные поля Института генетики АН СССР, небольшой бургт кукурузы в початках. Машину подогнали на само поле. Юрка, согнувшись, разместился на корточках на самих початках, поскольку кузов пикапа был очень низкий. Мы сделали две ездки. Так или иначе, но кукуруза была сохранена, все просьбы выполнены, все услуги оказаны, Юрина обязательность подтверждена, а советская генетика двинулась в своем ущербном развитии дальше к развенчанию и смещению Т. Д. Лысенко.

Мне еще не раз приходилось быть свидетелем его подчеркнутой взвешенности при описании тех или иных ситуаций или участия в тех или иных событиях, касались ли они впечатлений о первой научной командировке в Китай или похорон моей мамы в 1983 году.

На Донском кладбище Юра был тогда вместе с 26-летним сыном Мишей. Потом мы все вместе поехали к нам домой, где он сдержанно, но с запоминающейся теплотой произнес необходимые поминальные слова.

Что касается его тогдашних китайских впечатлений, то, на мой сегодняшний взгляд, Юрий Ильич, как и большинство нас, недооценил всех источников и последствий глобального развития. Его шокировало пренебрежение китайских студентов и даже научных работников технологической дисциплиной, учетом всех необходимых тонкостей методик научного исследования. Он сомневался в большом будущем китайской экономики и особенно китайской науки.

Однако чудеса все-таки иногда происходят. А, может быть, это и не чудеса вовсе, а еще одна иллюстрация

к теории Стивена Хокинга¹ (известного современного британского физика-теоретика, астронома) о внутренних причинах всякого развития. Так или иначе, но китайское «чудо» произошло и продолжается на наших глазах.

Большим другом Ильи Романовича Гальперина был известный профессор МГУ имени М.В. Ломоносова Николай Сергеевич Чемоданов. Он одно время был деканом филологического факультета, а затем долгие годы на этом факультете заведовал кафедрой. На всяких семейных торжествах он был не прочь со мной пообщаться не только как с молодым родственником своего друга, но и как с фронтовиком, вернувшимся с войны и знавшим с 17 лет в деталях армейскую службу и солдатский быт. В большинстве наших бесед принимал участие и Юра. А еще Чемоданов просил петь песни. И не только «Землянку», и не только народные на строевой лад, вроде «Когда я на почте служил ямщиком...», но и блатные. Слова последних знал только я, но Юра старался подпевать. Репертуар наш был довольно значителен. До материщины мы, конечно, не опускались, но «по фене ботали», хотя и очень слабо. Николай Сергеевич иногда просто млел, слышав: «Раздался выстрел, шалава покачнулась и тихо, тихо упала на траву...», или что-то в этом роде.

В чем причина этой тяги к запретному? Почему гимном студентов становится «Бригантина»? Почему маститые профессора и музыканты нередко между собой даже матерятся? От пресности повседневной жизни, что ли? Не берусь анализировать. Я здесь только предаюсь воспоминаниям.

Замечу, однако, что сам Юра на этом поприще не был не только передовиком, но даже и троечником. Он был истинным интеллигентом.

Вообще-то я, как уже упомянул выше, окончил факультет «РТ» Бауманки*. Но поступил-то я после демобилизации не туда, а в ММИ**, который имел аналогичный факультет, но с другим названием. В 1949 году их объединили.

ММИ тогда размещался в нескольких местах, в том числе и на Мясницкой, дом 21, напротив почтамта (тогда она называлась улицей Кирова). А в соседнем доме,

* «РТ» Бауманки — радиотехнический факультет ныне Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана

** ММИ — Московский механический институт

¹ Стивен Хокинг (Stephen William Hawking, родился 8 января 1942 года, Оксфорд, Великобритания) — один из наиболее влиятельных и известных широкой общественности физиков-теоретиков нашего времени.

во внутреннем корпусе дома 19 (не помню, имел ли он собственный номер, я условно назвал его 19а) поселился Дима Курт, однокурсник, многолетний друг Юры. Юра же и познакомил меня тогда с Димой и его женой Лидой. Я начал у них изредка бывать. Они, как и Юра с Наташей, звали меня Саня. Так появилась у меня еще одна линия контактов с пользователями ракетной техники, на сей раз с исследователями космоса. Наташа даже вспоминает о нашей совместной с Куртами встрече Нового года.

А вот первая, короткая, связанная с оборонной тематикой и насильно прерванная линия, которую я продолжаю до сих пор считать в своей биографии главной, начала отмирать. Отмирала она сравнительно медленно. Все-таки я был фронтовиком и коммунистом, не говоря уж о такой мелочи как красный диплом МВТУ. Но против данных анкеты и ее «п. 5» не попрешь, особенно в 1950-х годах и особенно для «кадра», которому предполагалось доверить ракетно-ядерный щит страны.

Поскольку «графа Монте-Кристо из меня не вышло, пришлось переqualificироваться в управдомы». В том, что я сохранил интерес к науке, защитил и кандидатскую и докторскую, имел в учениках десять «остепененных» кандидатов наук и трех докторов, есть определенная заслуга Юрия Ильича Гальперина и его молодых друзей, моральную поддержку которых я тогда чувствовал.

То, что все это осуществилось в совсем другой области науки и техники, области, отстоящей от космоса буквально как небо от земли, — в сфере надежности тракторов и сельскохозяйственных машин, оказалось не столь уж существенным обстоятельством.

*Александр Самуилович Гальперин,
доктор технических наук*

СЛОВО О ДРУГЕ

Я начну свои воспоминания о моем лучшем друге, Юрии Ильиче Гальперине, с краткого введения о характере этих воспоминаний и том чувстве, которое я испытываю, набирая текст в компьютере. Прошло 11 лет с того дня, как его не стало, и писать воспоминания о нем мне очень тяжело. У моих воспоминаний будет один очень существенный недостаток. Я плохо знаю (с профессиональной точки зрения) его работы в области геофизики, так как всю жизнь занимался «чистой» астрономией, а тем, чем занимался Юра, только интересовался в основном для лекций по курсу «Геофизика и физика планет», который я уже несколько лет читаю на астрономическом отделении физфака МГУ. В отличие от меня, Юра, будучи очень высоким профессионалом, занимался всю свою творческую жизнь — от 1954 года и до конца своей жизни (2001), т.е. почти полвека, одним направлением, а именно взаимодействием заряженных частиц (электронов и протонов) с магнитным и электрическим полем Земли, полярными сияниями и свечением ночного неба, высыпанием заряженных частиц из радиационных поясов Земли и всеми смежными проблемами этой сложной и важной науки. Я же, то ли по своему характеру, то ли по случайности судьбы и сильной воле моих руководителей и коллег, занимался то ультрафиолетовой астрономией, то рентгеновскими источниками, то гамма-всплесками, а то даже «высокой наукой» — космологией, куда меня завлекли Яков Борисович Зельдович и Рашид Алиевич Сюняев. Юра являл собой тот тип исследователя, который мне по душе: он сам придумывал эксперименты (вначале наземные, а потом космические), сам руководил разработкой научной аппаратуры и ее испытаниями и сам обрабатывал и интерпретировал полученные результаты. Это резко отличало его от теоретиков и от инженеров-конструкторов аппаратуры. Ему нравилось и увлекало и то, и другое направление. При этом, надо честно признаться, Юра был более меня склонен к теории.

Второе замечание в этом кратком предисловии состоит в том, что мои личные отношения с Юрой, наверное, не всем покажутся верными и соответствующими действительности, но, как известно, воспоминания и мемуары часто пишутся не о том, о ком хочется написать, а во

многом и о себе самом. Прошу читателя извинить меня за это. Единственное, что я обещаю, это честность при написании сих кратких заметок.

УНИВЕРСИТЕТ

Мы поступили с Юрой на астрономическое отделение механико-математического факультета МГУ 1 сентября 1950 г. Прошло всего несколько дней, и мы с ним как-то сблизились, хотя он и не был из нашего общества любителей астрономии Московского Планетария. В нашей астрономической группе было около 25 студентов, причем почти половина — девочки. Когда Юра привел меня к себе домой, а это было, наверное, через месяц после начала занятий, я понял, в какой семье он вырос и воспитывался. Его семья входила в совсем другой круг советского общества, нежели моя. Его отец профессор Илья Романович Гальперин заведовал кафедрой стилистики английского языка в Институте иностранных языков имени Мориса Тореза. Он был, пожалуй, самый знаменитый человек в своей сфере: автор множества статей, книги по стилистике английского языка и фундаментального словаря, написанных им самим или большими коллективами под его руководством, он блестяще читал лекции. Я знаю это не понаслышке, а из первых рук: моя младшая дочь Анна поступила в этот институт, делала диплом на кафедре Ильи Романовича и стала после окончания института переводчиком прозы и стихов английских и французских авторов, неплохим журналистом, членом Союза писателей.

Илья Романович, кажется, курил то ли трубку, то ли сигары, понимал толк во французском коньяке, любил и прекрасно рассказывал анекдоты и истории из мира искусства. Мне он напоминал дореволюционного богатого барина. У него были замечательные и именитые друзья — Самуил Яковлевич Маршак, отличный пианист Яков Флиер, министр высшего образования Кафтанов, словом, лица высшего интеллектуального круга. Юрина мама, Надежда Михайловна, преподавала в том же институте французский язык. Дом был поставлен, по сравнению с моим, на широкую ногу: на стенах — гравюры, прекрасная мебель и вкусная еда. Мне страшно нравилось там бывать. С.Я. Маршак посвящал Илье Романовичу и Надежде Михайловне шуточные стихотворения, одно из них вошло в «Чукоккалу»: «Как прежде я Надежде верен, / Не меньше верен, чем Илья, / Илья Романович Гальперин, / Надеждой выбранный в мужа...» Но самое главное — у Юры в его отдель-

ной комнате были электропроигрыватель и множество пластинок классической музыки, о которой я и понятия тогда не имел. Запомнились 2-й фортепьянный концерт Рахманинова, скрипичный концерт Брамса, фортепьянный концерт Грига, бетховенские симфонии. Я просто упивался всем этим. Наверное, именно благодаря Юриной семье я стал любителем, а потом и знатоком музыки. Сегодня у меня большая коллекция классической музыки, а по оперной, пожалуй, я могу потягаться и с провинциальным музеем. Но об опере будет дальше и подробнее. Юра был истинный интеллигент, и, кроме того, красавец, неотразимый для девочек, как из нашей группы, так и для всего курса. Естественно, что в «языковой» семье Юра читал и говорил как по-английски, так и по-французски. В доме было полно художественной литературы на этих языках. Я же в это время дальше школьного адаптированного Артура Конан Дойля не продвинулся.

Учились мы с ним на равных, т. е. на почти сплошные пятерки. Для Юры это было нормой, он кончил школу с золотой медалью и поступил на мехмат МГУ без экзаменов. Я же окончил школу весьма средне (правда, без троек), но медали, даже серебряной, не получил. Тем удивительней для меня самого были мои пятерки почти по всем предметам, а особенно по математике, которой я вовсе не увлекался. Я же был астроном с пятого класса школы: строил телескопы, ходил в кружок при Планетарии и решил покончить с жизнью, утопившись в пруду на даче, если не поступлю на астрономическое отделение мехмата. Впрочем, лучше нас учились наши со товарищи — Виктор Брумберг, Алена Вашкова, Эдвард Кононович, Николай Шефов. Кажется, из 19 выпускников нашей астрономической группы шесть студентов окончили университет с «отличием», в том числе и мы с Юрой. Третьим в нашей компании был Анатолий Микиша. Его отец, Михаил Венедиктович Микиша, был выдающимся русским оперным тенором. Он пел первые партии в Большом театре, в опере Зимина. Его история вполне заслуживает быть темой романа. Старший на много лет нашего Толи, его сводный брат в 1920-е годы эмигрировал в США, где стал пианистом высокого мирового уровня, что, конечно, было известно бдительным органам. Толиному отцу пришлось тихо «слинять» вначале в Харьков, а потом, когда столица Украины переехала в Киев, он стал солистом Киевского оперного театра и профессором Киевской консерватории. Наша тройственная дружба продолжалась всю жизнь. Сегодня и Толя ушел из жизни. Различало нас отношение к комсомольской деятельности. Я, как и Толя, ни в школе, ни в университете никаких комсомольских должностей

не занимал. Юра был за построение «комсомольского братства». Мы собирали комсомольские собрания, занимались «самокритикой». К каждому студенту был прикреплен его «критик» и т.д. Хорошо запомнил, что моим куратором была наша «групповая» красавица, дочь академика Соболева Наташа. Меня и Микишу критиковали за безынициативность в общественной работе и за изготовление «позорящих комсомольцев» предэкзамениционных шпаргалок. На 4-м и 5-м курсах, когда половина наших друзей уже пережилась, мы все еще собирали комсомольские собрания и брали социалистические обязательства закончить сессию без троек (или даже без четверок) и не пользоваться шпаргалками. Смех, да и только!

После окончания университета судьба нас с Юрой временно развела. Юра поступил младшим научным сотрудником в ГЕОФИАН (потом из него выделились ИФЗ*, ИФА, ИПГ**), а я остался в родном университете в ГАИШ на «высоком» посту старшего лаборанта. Вместе с Юрой мы дважды побывали в летних военных лагерях, где жили в палатке с уровнем дождевой воды «по колёно». Как-то во время дежурства по кухне мы с ним, споткнувшись, вывалили в лужу бак с вареной треской, отмыли ее под краном и подали нашей третьей батарее на обед. Ничего, съели! На студенческую практику Юра поехал в Кисловодск на высокогорную солнечную станцию, а я — на такую же станцию в Алма-Ату. Надо же так случиться, что, уже работая в ГАИШ, я просидел два года в Кисловодске на Юрином месте.

Примерно в конце учебы в университете на нашем горизонте ярко засияла звезда Наташи Фиш, дочери известного писателя Геннадия Семеновича Фиша, вполне признанного и широко печатаемого. Он был автором книг о революции и гражданской войне в Финляндии, участвовал в качестве военного корреспондента в Финской, а потом и в Великой Отечественной войне. После войны переключился на скандинавские страны: Данию, Швецию, Норвегию и Исландию. В мае 1956 года Юра с Наташей поженились, конечно, никакой свадьбы не было (как и у меня), и они уехали «в свадебное путешествие» вдвоем в Ленинград. Я отлично помню, как мы с моей женой Лидой провожали их на вокзале. Какие мы тогда были молодые и счастливые! А было нам 23 или 24 года! Ну, а потом в 1957 году у них родился сын Миша, началась семейная жизнь, конечно без собственной квартиры, жили вместе с родителями, даже с бабушкой и дедушкой. О собственной квартире никто из нас и не мечтал. Я жил с родителями жены и с соседкой, которая травила нас доносами в КГБ. Юра с женой и сыном жил

* ИФЗ — Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта Академии наук
** ИПГ — Институт прикладной геофизики Академии наук



Наташа с охапкой грибов



На даче. Наташа с маленьким Мишей

в одной квартире то с одними родителями, то с другими. Собственная кооперативная квартира в конце проспекта Вернадского появилась у них лишь в 1970 году, когда Юра уже был доктором наук, заведовал лабораторией в академическом институте.

Дипломная работа Юры была посвящена вычислению относительной интенсивности и поляризации линий атомарного натрия с длинами волны 5890 и 5896 Å в свечении ночного и сумеречного неба. Работа выполнена им с блеском, вполне тянула на кандидатскую диссертацию. Моя же работа о линии гелия в солнечных протуберанцах с длиной волны 5876 Å была гораздо слабее, хотя тоже была оценена на «отлично».



У нас с Юрой был один и тот же научный руководитель, как по курсовым, так и по дипломным работам: профессор И. С. Шкловский (именуемый всеми близкими к нему Доктором). В то время Доктор по совместительству работал в ГЕОФИАН в отделе физики верхней атмосферы Земли, которым заведовал замечательный человек — профессор Валериан Иванович Красовский — с необычной биографией, не имевший высшего и даже среднего образования. Ему принадлежали отличные работы в области изучения свечения ночного неба и химии верхней атмосферы. Вот к нему-то и определил И. С. Шкловский Юру. После поступления в ГЕОФИАН Юра три года зимние месяцы проводил в экспедициях на полярной

*Юра докладывает
дипломную работу*

станции Лопарская вблизи Мурманска. Там Юра выполнил замечательные работы по измерению и интерпретации профилей линии H_{α} (длина волны 6563 Å) в спектре полярных сияний. Я думаю, что через пять лет Юра стал самым эрудированным специалистом по физике полярных сияний. Именно там, в Лопарской, Юра познакомился с тогдашним сотрудником ФИАН* Владимиром Афиногеновичем Гладышевым, ставшим на всю жизнь его лучшим другом и помощником. На материале, полученном на этой станции в феврале 1959 года, Юра и защитил свою кандидатскую диссертацию.

* ФИАН — Физический институт имени П. Н. Лебедева Академии наук

Следующий этап его деятельности связан с изучением радиационных поясов Земли и влиянием на них высотных ядерных взрывов, которыми тогда «развлекались» великие державы: США (операция Starfish, «Морская звезда») и СССР. Я хорошо помню, как во время Юриной защиты в 1968 году в ГАИШ (само собой все было сильно-пресильно засекречено) я притащил в конференц-зал академика Я.Б. Зельдовича. Вначале он не хотел идти, сказав, что он все знает про ядерные взрывы и даже более того, но потом я его все-таки утащил туда. Яков Борисович вместе с Доктором провели в зал на защиту Юрину жену Наташу, не имевшую необходимого «допуска». Диссертация Зельдовичу очень понравилась, и он сказал, что существует что-то в этом деле, о чем он не знал. Оппонентами по Юриной докторской диссертации были академик и будущий Нобелевский лауреат Виталий Лазаревич Гинзбург и доктор физико-математических наук Вадим Глебович Истомин. Кто был третьим, я не могу вспомнить. Успешную защиту отмечали в Доме литераторов на Поварской.

ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ АН СССР

В 1967 году группа сотрудников из отдела В.И. Красовского во главе с Юрой была переведена из ИФА во вновь организованный Институт космических исследований АН СССР (ИКИ), где судьба вновь свела нас вместе. К этому времени Юра выполнил уже несколько экспериментов по изучению радиационных поясов Земли. На третьем ИСЗ, запущенном на орбиту 15 мая 1958 года, был установлен его первый космический прибор, предназначенный для регистрации заряженных частиц с энергией около 10 кэВ. Затем началась его плодотворная работа с аппаратурой, установленной на новых спутниках, разработка и изготовление которых велось в КБ «Южное»* в Днепропетровске. Спутники и научная

* КБ «Южное» — Государственное предприятие «Конструкторское бюро „Южное“ им. М.К. Янгеля»

аппаратура для них создавались для определения спектров (зарядовых и энергетических), а также для определения направления прихода и угловой зависимости потока заряженных частиц радиационных поясов. Эта сложная аппаратура разрабатывалась по заданию ИКИ в дружеском с ИКИ институте СНИИП. Там также сформировался высокопрофессиональный коллектив научных работников и инженеров под руководством кандидатов технических наук И.П. Карпинского, С.И. Бабиченко и докторов наук Б.И. Хазанова и Л.С. Горна. По материалам, полученным в процессе работы этих спутников с установленной на них аппаратурой, многие сотрудники СНИИП защитили диссертации. Я с большим удовольствием выступал на этих защитах как оппонент или рецензент.

В самом начале 1970-х годов у Юры наладилось тесное сотрудничество с французскими специалистами, которые стали участвовать не только в обработке полученных Юрой и его коллегами данных, но и устанавливали на наших спутниках свои приборы. В некоторых экспериментах участвовали одновременно два или даже три спутника. Все эксперименты были весьма успешными, их результаты печатались в лучших отечественных и зарубежных журналах. Я старался, как ответственный секретарь нашего академического журнала «Космические исследования», пропускать все Юрины статьи с максимальной возможной скоростью, минимизируя время на их подготовку к печати. Результаты Юра часто докладывал на сессиях КОСПАР*, поражая меня своим прекрасным английским. Он мог свободно переходить и на французский, если это требовалось. Его международный авторитет к середине семидесятых годов был очень высок.

* КОСПАР (COSPAR — *Committee on Space Research*) — Комитет по космическим исследованиям при Международном совете научных союзов

В это время при Президиуме Академии наук был организован Совет «Интеркосмос», председателем которого стал академик Б.Н. Петров. Началась эпоха совместной работы со странами социалистического лагеря (Польшей, Чехословакией, Венгрией, ГДР, Болгарией), а также с Францией. По этой программе КБ «Южное» запустило на орбиту более десяти специализированных спутников серии «Интеркосмос». Спутниками с научной аппаратурой, разработанной в лаборатории Юры, стали «Космос-261» и «Космос-348», стартовавшие на орбиту 20 декабря 1968 года и 13 июня 1970 года. Кажется, это были первые спутники, запущенные по программе ИНТЕРКОСМОС. Юра являлся научным руководителем еще трех спутников, аппаратура для которых создавалась совместно с французскими геофизиками: «Ореол-1» (1971–1972), «Ореол-2» (1973–1974) и «Ореол-3»

(1980–1986). Эти три весьма успешных спутника входили в советско-французский комплексный проект изучения магнитосферы АРКАД.

Юра также участвовал и в разработке аппаратуры для других спутников, входивших в программу ИНТЕРКОС-МОС, и вне этой программы. Это были спутники «Интеркосмос-19», «Космос-184» и «Космос-1809». Сейчас трудно поверить, сколько успешных экспериментов проводилось тогда в ИКИ, как мы все успевали месяцами без выходных и отпусков работать в НПО им. С. А. Лавочкина, в Днепропетровске в КБ «Южное», в наших КБ во Фрунзе и в Тарусе*, на полигонах Байконур, Плесецк и Капустин Яр. Ведь это продолжалось более 20 лет, в течение которых сработались коллективы научных работников, инженеров, испытателей, баллистиков, работников вычислительного центра ИКИ, и, конечно, теоретиков. Мне хочется вспомнить тех наших коллег, с которыми Юра Гальперин плодотворно работал многие годы. Это заведующий баллистическим отделом профессор П. Е. Эльясберг, человек исключительных знаний и личного обаяния, заведующий вычислительным центром ИКИ В. С. Покрас, ведущие по объектам Е. М. Васильев, В. И. Субботин, Л. В. Песоцкий, А. М. Певзнер, Л. С. Чесалин, В. И. Прохоренко, Н. А. Эйсмонт, Б. С. Новиков и многие, многие другие.

** СКБ КП ИКИ РАН — Специальное конструкторское бюро космического приборостроения ИКИ РАН в Тарусе Калужской области*

Сразу после окончания МГУ Юра стал участвовать в международных конференциях и совещаниях. Кажется, первой его поездкой за рубеж была трехмесячная командировка в Китай в 1959–1960 годах, где он обучал китайских исследователей свечения ночного неба и физики верхней атмосферы Земли. Он ездил на советско-французские встречи, на сессии КОСПАР, а потом, как известный специалист, посещал по приглашению университеты и институты во многих странах — в США, во Франции, в Греции, Швейцарии и Японии. Из его длительных экспедиций я лучше всего запомнил его шестимесячную поездку в эксперименте АРАКС на остров Кергелен в Южной части Индийского океана на широте 49° не так уж далеко от Антарктики. Идея этого эксперимента состояла в следующем. С острова Кергелен, где была расположена военно-морская база французского флота, 26 января и 15 февраля 1975 года были запущены две французские твердотопливные ракеты, с которых инжектировались пучки высокоэнергичных электронов. Энергия электронов составляла 27 кэВ в начале и 15 кэВ в конце эксперимента. Первая ракета «Эридан» была запущена в плоскости геомагнитного меридиана на север. Целью этого запуска было исследование взаимодействия волн и частиц и механизмов возникновения

полярных сияний. Второй запуск аналогичной ракеты был направлен к геомагнитному востоку, и его цель состояла в изучении азимутального дрейфа электронов и влияния электрического поля на движение таких электронов. В обоих случаях предварительно на высоту 80 км запускали ракеты с детекторами рентгеновского излучения. Двигаясь по магнитной силовой линии, проходившей через точку максимума подъема ракеты, эти электроны, наматываясь на силовую линию по спирали, должны были «прилететь» в «сопряженную точку», расположенную вблизи Архангельска в деревне Согра. Там они должны были, вторгаясь в атмосферу на высоте 100–150 км, произвести искусственное полярное сияние и вызвать геомагнитное возмущение.

После всех весьма успешных экспериментов на ИСЗ серии «Космос» у Юры сложилась тесная кооперация со многими геофизическими институтами и станциями в нашей стране. Насколько я помню, у него были ученики, стажеры и аспиранты в ПГИ* на Кольском полуострове, в ИКФИА** (в Якутске), где директором был наш общий друг Юрий Георгиевич Шафер (сегодня этот институт носит его имя), в Иркутске в СибИЗМИР***, в Могилевском государственном университете (Белоруссия). Он часто там бывал, выступая на семинарах и конференциях. Про его зарубежные поездки я писал чуть выше.

Не надо думать, что его работа в ИКИ была совершенно безоблачной. Юра был нетерпим к халтурщикам и к неквалифицированным ученым, выдававшим себя за корифеев науки и любивших «надувать щеки». Я хорошо помню его резкие выступления по поводу докладов и статей академика К.Я. Кондратьева (Ленинград), некоторых сотрудников Института прикладной Геофизики гидрометеослужбы, НИИЯФ МГУ****. Он прекрасно и подробно писал многочисленные рецензии для журнала «Космические исследования». Являясь членом редколлегии этого журнала, он курировал все направления по магнитосфере, радиационным поясам Земли, свечению ночного неба и смежным вопросам. Его очень подробные отзывы с его разрешения всегда посылались авторам. Он не терпел анонимных рецензий и всегда соглашался встретиться с автором отклоненной статьи, помогал исправить выявленные им ошибки и помочь все-таки опубликовать статью. К своим статьям он относился очень строго, многократно переписывал их, стараясь довести до совершенства. Он всегда сам переводил их на английский или сразу же писал по-английски.

Юра до сих пор, через 11 лет после того, как ушел из жизни, — один из самых цитируемых геофизиков.

* ПГИ — Полярный геофизический институт Кольского научного центра Академии наук (ПГИ КНЦ)

** ИКФИА СО АН СССР — Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю. Г. Шафера Сибирского отделения АН СССР

*** СибИЗМИР СО АН СССР — Сибирский институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн, ныне Институт солнечно-земной физики (ИСЗФ СО РАН)

**** НИИЯФ МГУ — Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына Московского Государственного университета имени М. В. Ломоносова

Его статьи вошли во все монографии, посвященные магнитосфере, полярным сияниям и свечению ночного неба. Его хорошо помнят зарубежные коллеги, с которыми он выполнил так много прекрасных экспериментов. В феврале 2003 года в ИКИ РАН была проведена специальная мемориальная конференция в честь Ю.И. Гальперина, в которой приняли участие около 200 человек, в том числе из Франции, Японии, США, Бельгии, Германии, Австрии. Были изданы труды этой конференции¹.



*Летняя школа
в Якутске, на реке Лене.
Ю. Гальперин —
адмирал*

Будучи полностью увлеченным своей научной работой, Юра много работал и дома поздно вечером. Был многолетний период, когда мы с ним каждый вечер обменивались новостями по телефону. Конечно, мы вместе проводили праздники, отмечали Новый Год, наши и детей дни рождения. Все эти годы после его кончины наши связи с его женой Наташей оставались прочными. Наши ближайшие друзья — это те же ближайшие друзья и сотрудники Юры: Татьяна Мулярчик, Володя Гладышев и его жена Тамара. Мы все гордимся тем, что Юрин сын стал известным биологом, работающим в престижном институте в США. У Юры сегодня две внучки и двое правнуков. Им есть, чем гордиться, их дед и прадед прожил очень достойную, и, в общем, счастливую жизнь. Юра скоропостижно скончался в ночь на 28 декабря

¹ Auroral Phenomena and Solar-Terrestrial Relations: Proceedings of the Conference in Memory of Yuri Galperin, 3-7 February 2003 / Ed. L. M. Zeleniy, M. A. Geller, J. H. Allen. Boulder, 2004.

2001 года от острого инфаркта миокарда, совершенно неожиданно. Еще накануне, 27-го, он прошел диспансеризацию в поликлинике РАН, его лечащий врач была довольна хорошей кардиограммой, результатами УЗИ и анализами. Он был очень рад в тот день выдвижению Ученым советом на пост директора ИКИ РАН Л. М. Зеленого, подробно рассказывал об этом вечером дома. Похоронен Юра на Донском кладбище в Москве.

Владимир Гдалевич Курт,
доктор физико-математических наук, профессор,
заместитель директора АКЦ ФИАН*

* АКЦ ФИАН — Астро-
космический центр
ФИАН

ИЗ ДАЛЕКИХ ПЯТИДЕСЯТЫХ

Это было более полувека тому назад. В Московский университет на отделение астрономии пришли учиться ребята, многие из которых в дальнейшем внесли большой и славный вклад в развитие астрономических наук и в преподавание. Группа была необыкновенно богата талантливыми и одаренными людьми, ставшими впоследствии академиками, докторами, кандидатами, профессорами и доцентами. Ныне это всем известные имена: Н. С. Кардашев, Ю. Н. Парийский, В. Брумберг, Ю. И. Гальперин, Л. М. Гиндилис, Т. В. Казачевская, В. Г. Курт, Э. В. Кононович, Н. С. Соболева, Н. Н. Шефов, Т. С. Белякина, А. В. Вашкова, Г. Н. Гузеева, А. В. Микиша, Е. К. Страут, Т. Н. Чеснокова и другие. А тогда это были просто мальчишки и девчонки, объединенные желанием познания.

Пятидесятые годы для большинства семей были трудными (особенно для наших родителей). Ведь недавно кончилась война, и надо было как-то выживать. Было голодно, одежда почти не покупалась: что-то и чье-то донашивали, перешивали, перелицовывали (уже давно забыто это слово). Но мы относились ко всем бытовым проблемам с высоким пренебрежением и были счастливы тем, что молоды, что поступили в университет, на любимую специальность, нас учили изумительные педагоги: К. С. Куликов, П. П. Паренаго, В. В. Подо-



Юра с группой однокурсников. Слева направо: В. Давыдова, С. Потаюк, Д. Курт, Ю. Гальперин

бед, И. С. Шкловский, А. Б. Млодзеевский (курс физики), А. П. Минаков (курс теоретической механики), С. Л. Соболев и многие другие.

Юрий Ильич Гальперин, а тогда просто Юра, чаще Юрка, Гальпера, был одним из нашей замечательной группы. Он сразу засверкал, заискрился интеллектом, глубокой образованностью, блеском ума, ироничностью, остроумием, был легок на шутку и полон афоризмов. Конечно, помимо его собственных талантов, была у него прекрасная база, на которой эти таланты успешно развивались. А это, прежде всего, обожаемые Юрой родители: красивые и умные люди, лингвисты. Отец — Илья Романович, профессор, зав. кафедрой, мама, бесконечно любящая своего «Юрашу», — Надежда Михайловна, яркая, с огромными глазами, очень живая и веселая, о которой мы как-то прочитали прекрасные стихи С. Маршак в одном из альманахов известной «Чукоккалы» К. Чуковского.



Юра — студент МГУ

Дом был по-старинному интеллигентен, с кабинетным роялем, уютен. Мы часто слышали от Юры фамилии таких людей, как Флиер, Маршак, Фиш, Эренбург, Щипачев, которые в большей или меньшей степени были связаны с его семьей. Поэтому Юра, с его обостренной восприимчивостью и эмоциональностью, был всем этим наполнен, но без всякого хвастовства или снобизма. Конечно, по интеллекту Юра был намного выше среднего школьного уровня. Но вольно или невольно он старался нас поднять, открывая для нас хорошие книги, стихи, даже заостряя наше внимание на чем-то известном, но более глубоко или подчас совсем под другим углом зрения.

В его доме, а тогда это было еще не очень распространено, была коллекция записей классической музыки на пластинках-гигантах, и, когда мы у него бывали, Юра, очарованный красотой какого-нибудь фортепианного концерта или симфонии, заводил их нам, чтобы мы тоже почувствовали эту красоту. Юра прививал нам любовь к консерватории, и для многих она сохранилась на всю жизнь. Да и в музеях он умел подвести к чему-то удивительному и прекрасному, мимо чего мы — со стандартным школьным мышлением — могли и пройти. Вообще, как он говорил, он нас «приобщал». Приобщал он нас и к науке, щедро даря хорошие книги.

С самых первых дней университетской жизни наша астрономическая группа стала «сплачиваться». Очень общительный, жизнелюбивый и веселый Юра был одним из самых главных заводил всех походов, лыжных прогулок, сборищ по всяким поводам и без них (от него пошло называть их «Бибендум» или «Сабантуй»), которые

устраиались и на природе, и в квартирах, и в общезжитии. Немудреная закуска в виде винегрета, картошки, дешевой колбасы и хлеба не мешала нам веселиться и хохмить, устраивать всевозможные розыгрыши, играть в шарады. А сухое грузинское вино, к которому Юра усиленно прививал наш вкус, и шампанское, залившее стены и потолки не одной квартиры, добавляли беззаботного веселья. Однажды в одну из квартир, где устраивался объединенный день рождения, с другого конца Москвы, из дома Коли Кардашева, ребята умудрились перетащить на пятый этаж без лифта в разгар веселья здоровенный сундук с сюрпризом: когда сундук открыли, из него вылез в восточном халате какой-то древний дух, упрятанный туда многие тысячелетия назад. Под жуткие радиофицированные завывания и наши негодующие вопли этот дух, а им оказался Юра, который, чтобы никто не усомнился в его многовековом обитании в этом сундуке, стал пригоршнями черпать из него нафталин и посыпать им всех нас и всю нашу праздничную еду. В довершение новорожденным был зачитан объединенный шуточный гороскоп.

А вообще, имея с детства большое количество друзей, Юра активно насаждал в нас чувства дружбы и товарищества.

В наших встречах, помимо веселья, иногда менялась тональность, и спонтанно возникали умные и острые разговоры, а порой и безудержные споры на какие-то волнующие темы, начиная с литературы и кончая наукой, в которых одним из основных ораторов был Юра. Его живая мысль и эрудиция, случалось, в пути разговора надолго уводили в какие-то иные сферы, возвращаясь, конечно же, к основному предмету беседы. Но это было всегда интересно.

Началась астрономическая практика. Нас разбросало по всей стране. Какая-то часть группы была отправлена в Крымскую астрофизическую обсерваторию, какая-то — в Алма-Ату на Каменское плато, часть группы поехала в Ленинград, в ИТА*, часть — в Пулковку, и только Юре довелось ехать одному в Кисловодск. Будучи всегда с друзьями, он поначалу переживал свое одиночество, «но дело сделано и его не исправишь, как говорят в Турции, когда отрубят голову не тому, кому следует», писал он по этому поводу (в те времена эта присказка была у него одной из любимых).

Из своего «заточения» Юра умудрился организовать активную переписку между всеми нами, письма летели по всей стране, и мы опять были вместе.

* ИТА — Институт теоретической астрономии АН СССР

Вот что он писал из Кисловодска:

«Я уже дошел до вершин, если не знания (можно написать вместе), то, по крайней мере, до каких-то. Высота $h = 2130$ м. Пейзаж — шедевр, описывать невозможно, но все же: горы маленькие, зеленые рядом, ущелье вниз, за ними синие горы, тоже не очень высокие, и над ущельем и надо всем остальным сияет белый Эльбрус, и утром обе его башки светят розовым светом. М-да!»



«Здесь есть волки, шакалов нет, но зато есть две кошки, их котенок, два волкодава, их щенки, козы, бараны, коровы, телята, лошади и осёл. И голуби, куры, гуси, индюшки и мы. Многие из них молоды и, возможно, поэтому, многие из них орут. Ничего, привык, но сначала

На преддипломной практике в Кисловодске

удивлялся. А коровы, сволочи, сжевали волейбольную сетку, когда мы ее оставили висеть на площадке».

«Привет! Ап-чхи! Привет! Ап-чхи! Мда. Мы в облаках. Из нас, наверное, идет дождь, и на днях уже били молнии. Когда здесь облака, именно здесь, то шагов за 20 ни черта не видно: все белесое, как в вате».

«Пока мы здесь, главным образом занимаемся сеном — убираем, скирдуюем, сушим, и на мне уже семь мозолей».

«Возим камни из каменоломни, укладываем из них лестницу и заливаем бетоном. Во время работы мы ведем с Мстиславом Николаевичем (Гневышевым) душещипательные беседы о солнечной активности и проч. Точнее я его спрашиваю, а он со мной беседует. Тут он задал мне одну теоретическую задачку — очень интересно, но надо невероятно много читать и зубрить».

Собирался работать на фотогелиографе, на коронографе, «но зеленой линии еще нет — все еще в спячке», потом на спектрографе, получать снимки факелов для А. Харитонова, которому ужасно не везло, «а что поделаешь, если Солнце не зажигает факелов»».

И вот, наконец, началась работа и восторги: «Я своими глазами вижу корональные линии и уже не вижу в этом ничего удивительного! <...> Самое удивительное в том, что в короне в эти дни страшно засветился нейтральный гелий, а именно линия D3 (7876 Å), я ее видел сам. Это очень дико, ведь при $T = 250\ 000$ град гелий полностью ионизован, а здесь — нейтральный. Возможно, эти дни войдут в историю. Рву на себе волосы, что, уезжая из Москвы, не взял у Ситника эталона Фабри – Перо, мог бы хоть на глаз оценить полуширину — самый фундаментальный факт, а сейчас щелкаю зубами. <...> Сено в общем уже убрали, поэтому сейчас только наука. Очень сильно недостает знания „Теоретической астрофизики“ и „Солнечной короны“. Кроме этого читаю Вальдмайера (с практикой усваивается лучше), пришлось смотреть Унзольда „Астрофизический сборник“ и пр. Я теперь просто ожил!»

Он много тогда работал с линиями D и H: «С короной я уже теперь „на ты“, даже знаю о ней некоторые интимные подробности, которые другим не известны».

Однажды мы были ошарашены известием, что у одного из наших мальчиков, невероятно тихого, скромного и застенчивого, есть, оказывается, сын и написали об этом Юре. В ответе он прокомментировал: «То, что

у него есть сын — не столь удивительно. Гораздо более удивительно, что у этого сына есть мать».

О переписке с Димой Куртом: *«В Димкином письме было три чертежа. Зато в моем две гипотезы и к каждой по несколько подпунктов. Я острою, что, мол, как у Ньютона с Лейбницем, только те матом не ругались».*

У Димы что-то не ладилось в Алма-Ате, о чем он написал в Кисловодск Юре, и вот Юра пишет нам в Пулково: *«Я Димке написал письмо на 10 страницах. Там много всяких дельных советов, которые я, главным образом, почерпнул у Мстислава Николаевича. Я у него спросил, и он долго мне внушал много разных дельных вещей, что я и описал Димке. Теперь, наверное, у него получится. Он работает страшно, и поэтому в грустях. Так что вы уж с Натальей напишите ему что-нибудь ободряющее».*

А вот с военных сборов: *«Пишем мы из положения „лежа“ (сегодня воскресенье). Мы живы, но не здоровы: одни болеют телом (симуляция!), другие душой (их большеинство), третьи — за „Спартак“ (сегодня игра с Норвегией)».*

Как-то, когда несколько дней не получал писем: *«Никто, собаки, не пишет. И за что я вас всех так любил, просто не понимаю!»*

Он, действительно, очень любил своих друзей, а в нашей группе их было много.

Юра был увлекающийся человек и сам увлекал нас идеями, мыслями, книгами, интересом к людям, желанием всегда помочь, терпеливо объяснить и научить, навесить больных, дать дельный совет. Когда после окончания университета мы все разлетелись, Юра очень трепетно относился к встречам нашей группы, которые регулярно происходили все эти годы, и всегда, при всей занятости, приходил на них. Тепло и уважение было у него к каждому из нас, независимо от достигнутого в жизни места.

Как сказал в одном из своих романов Ромен Гари: *«Будучи такими, какие вы есть сейчас, никогда не забывайте, какими вы были раньше».* Вот это наше университетское «раньше» было прекрасным, во многом благодаря Юре, и крепко осело в душе.

Светлана Глебовна Потаюк,
кандидат физико-математических наук

ЮРИЙ ИЛЬИЧ ГАЛЬПЕРИН: ФРАГМЕНТАРНЫЕ ВОСПОМИНАНИЯ

Юрий Ильич Гальперин — крупный ученый, астрофизик и геофизик, один из пионеров исследования окружающего пространства с помощью космических аппаратов. Спустя несколько лет после его ухода из жизни коллеги решили издать книгу о нем и предложили мне написать воспоминания. Время стерло из памяти многое. Остались лишь отдельные фрагменты.

С Юрой Гальпериным мы учились в одной группе на астрономическом отделении мехмата МГУ. На первом курсе она называлась А-11, а на пятом — А-51. Юра был талантливым студентом. Но не это отличало его: талантливых у нас было много — Коля Кардашев, Юра Парийский (впоследствии ставшие академиками), Виктор Брумберг, Дима Курт, Наташа Соболева, Алена Вашкова да и другие. Мне кажется, что учеба на мехмате давалась ему легко, чего не обо всех скажешь. Юра отличался своей активностью. Он был душой и заводилой всех студенческих мероприятий и проделок — капустников, вечеров, походов. И общественную работу Юра выбрал своеобразную: он у нас был руководителем ДОСААФ (Добровольного общества содействия армии, авиации и флоту).

В июне 1954 года мы с Юрой были в экспедиции по наблюдению полного солнечного затмения в Невинномысске. ГАИШ послал очень представительную экспедицию. Руководила ею Евгения Яковлевна Богуславская, в состав входили Н.Н. Парийский, И.С. Шкловский, Г.Ф. Ситник, Е.А. Макарова, а из студентов еще Коля Кардашев, Дима Курт, Тамара Казачевская. Это время оставило много незабываемых воспоминаний. Готовились тщательно, целый месяц, но... в день затмения пошел дождь.

Солнечное затмение совпало с началом лагерных сборов по программе военной подготовки. Из уважения к науке высокое военное начальство разрешило нам опоздать на несколько дней на сборы. Там началась, конечно, совсем другая жизнь. Перед окончанием сборов нас выстроили, командир батареи скомандовал мне:

«Два шага вперед», — и зачитал приказ с объявлением благодарности Юрию Ильичу Гальперину за образцовое прохождение службы. Хотя подобное не было предусмотрено уставом, но я решил, что истина дороже, и доложил, что я — не Гальперин. На что мне было сказано: «Отставить разговорчики в строю, начальство лучше знает». Так я и не понял, кому из нас объявили благодарность. Думаю, все же Юре.



Близилась пора распределения. Оставить всех в ГАИШ было невозможно. И.С. Шкловский определил Юру Гальперина в ИФА к своему другу и соратнику Валериану Ивановичу Красовскому. Так Юра расстался с астрофизикой и ступил на стезю геофизики, став одним из крупнейших ученых в этой области. Впрочем, переход был не очень резким, ибо методика исследований во многом совпадала. Насколько я помню, первое время Юра занимался исследованием полярных сияний, часто ездил наблюдать спектры сияний на Кольский полуостров. По-моему, он первый из нашей группы защитил кандидатскую диссертацию, а вскоре и докторскую. С присущим ему юмором Юра рассказывал, как его родители-гуманитарии прореагировали на его защиту. Они попросили объяснить, за что ему дали степень. Юра

И. С. Шкловский во время главной фазы затмения рисует дракона, пожирающего Солнце

показал полученный им спектр полярного сияния. Дисперсия была невелика, спектр занимал небольшое место на фотоплёнке и был не очень впечатляющим. «И за это тебе присудили степень!» — воскликнули родители с изумлением.

Затем Юра сыграл роль и в моей защите. Я защищал кандидатскую диссертацию по абсолютной спектрофотометрии противосияния в 1962 году. В то время существовало правило (продержалось оно недолго), согласно которому соискатель не мог защищаться в том институте, где он работал. Я работал в ГАИШ, а защищался в ИФА, где работал Юра. К тому времени он был уже известным ученым, и мой руководитель Николай Николаевич Парийский попросил его быть одним из моих оппонентов. Юра согласился. Тогда он уже активно занимался исследованием верхней атмосферы и околоземного пространства с помощью космических аппаратов. В день защиты выяснилось, что он не сможет присутствовать на ученом совете, так как находился в Подлипках, где готовился очередной эксперимент. Никого из исполнителей из КБ Королева не выпускали, пока все не будет готово, они там и спали. Ничего поделать было нельзя: объект режимный, без пропуска не уйдешь. По правилам ВАК оппонент должен был лично присутствовать на защите, письменного отзыва было недостаточно. Пришлось Ученому совету срочно назначать третьего оппонента. И все-таки Юра приехал! Приехал и успел огласить свой отзыв. Чувство долга у него было очень развито. Но как ему удалось вырваться, я не знаю.

В дальнейшем наши пути не пересекались, мы редко виделись: на встречах курса или группы. Но всякий раз Юра с присущей ему энергией убеждал меня вернуться к изучению противосияния, обращая внимание на большие достижения в области изучения магнитосферы Земли, в частности, на обнаружение магнитного хвоста Земли, что могло иметь отношение к противосиянию. Иногда встречались в ИКИ, в лифте. «Привет, привет, как дела?» Кстати, Юре принадлежит остроумное определение зануды: зануда — это человек, который на вопрос, как дела, начинает подробно рассказывать о своих делах.

Хотелось бы отметить еще один штрих в наших отношениях. С середины 1960-х годов под влиянием И.С. Шкловского и Н.С. Кардашева я стал заниматься проблемой SETI¹. Получилось так, что, в отличие от моих

¹ Проект SETI (SETI, Search for Extraterrestrial Intelligence) — проект по поиску внеземных цивилизаций и возможному вступлению с ними в контакт.

коллег, которые тоже занимались этой проблемой, для меня она стала основным содержанием моей деятельности. Некоторые иронизировали по этому поводу и, встречаясь, спрашивали: ну что, вы еще не обнаружили сигналы внеземных цивилизаций? Юра никогда не допускал подобного. Сам он не принимал участия в исследованиях и дискуссиях по проблеме SETI, у него был свой круг научных интересов. Но как человек культурный, с широким кругозором, он понимал значение проблемы и, как мне кажется, относился к этим исследованиям с уважением. Позднее, когда я заинтересовался НЛО и пытался разобраться в этой сложной, запутанной проблеме, Юра и к этим моим занятиям отнесся с пониманием. Просто он допускал, что мы еще далеко не все знаем.

Лев Миронович Гиндилис,
кандидат физико-математических наук,
ГАИШ

КАК МЫ РАБОТАЛИ В ЛОПАРСКОЙ

Мне довелось учиться вместе с Ю.И. Гальпериным на астрономическом отделении мехмата МГУ, но не помню его в наши ранние годы. Когда мы встретились, я была на пятом курсе (группа А-51), а Юра — на четвертом (группа А-41). Я готовила эталон Фабри–Перо к солнечному затмению в Невинномысске, а Юра мне помогал. В конце мая я заболела и не смогла участвовать в экспедиции, а Юра и наши однокурсники приехали в Невинку, но их постигла неудача, какие часто случаются с наблюдателями затмений: в последний момент Солнце заволокли облака, и весь предыдущий труд пропал впустую. У меня сохранился снимок, на котором наш учитель Иосиф Самойлович Шкловский в момент полной фазы рисует на листе фанеры дракона, пожирающего Солнце (см. с. 64).

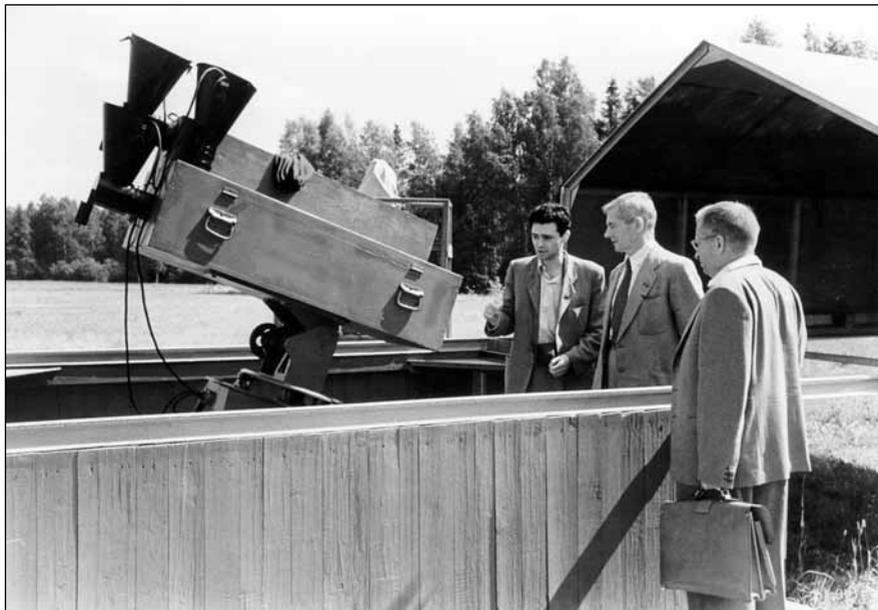
Наша с Юрой совместная работа прервалась в 1954 году. Я поехала по распределению на Алма-Атинскую обсерваторию АН КазССР, Юра в Звенигороде начал дипломную работу по наблюдениям сумеречной вспышки дублета натрия и измерениям относительных интенсивностей его компонент. Диплом он защитил с блеском, и Юрин руководитель Валериан Иванович Красовский направил его доклад в Белфаст на конференцию по свечению ночного неба в сентябре 1955 года. Доклад был опубликован¹ в 1956 году в сборнике "Aurora and Airglow". Благодаря этой публикации Юра вошел в круг серьезных исследователей свечения верхней атмосферы, широко известных в геофизическом сообществе.

Я вернулась из Алма-Аты в 1956 году и поступила на работу в ГЕОФИАН к Валериану Ивановичу Красовскому. Это было большой удачей для меня — работать у такого шефа. После строгой и довольно мелочной опеки Д. А. Рожковского на Алма-Атинской обсерватории я поразилась свободе, царившей в отделе Валериана Ивановича. Он очень умело руководил нами, создавая в нас уверенность, что мы — вольные птицы и сами себе хозяева, а на самом деле направлял нас твердой рукой.

¹ **Galperin Yu. I.** The Ratio of the Intensities of the Components of the Sodium Doublet in the Twilight Spectrum // *Airglow and Aurorae* / Eds. E. B. Armstrong, A. Dalgarno. L.; N. Y.: Pergamon Press, 1956. P. 91–94.



*Ю. И. Гальперин
и В. И. Красовский
на семинаре по резуль-
татам Международно-
го геофизического года
(МГГ)*



*Юрий и его шеф
В. И. Красовский показывают
Сиднею Чепмену
спектрограф СП48
во время МГГ*

В. И. Красовский сам был энтузиастом науки и своих учеников заражал энтузиазмом. Он очень тонко чувствовал новое и умел выбрать главное звено в цепи исследований. Например, он был в авангарде наземных наблюдений в период Международного геофизического года (МГГ), а сразу после запуска Первого спутника с головой окунулся в изготовление аппаратуры для космических исследований.

Валериан Иванович очень заботился о своих молодых сотрудниках, считая, что, во-первых, надо помочь им (вернее, заставить их) защитить диссертацию, и, во-вторых, дать возможность выезжать с докладами за границу. Он любил Юру за его знания, трудолюбие, самостоятельность и талант, высоко ценил Юрин свободный английский и часто приглашал его на международные конференции, которых много было в СССР во время МГГ. На снимке Юра и Валериан Иванович на семинаре.

Во время МГГ Красовский организовал три наблюдательные станции ИФА, расположенные на одном меридиане, но на разных широтах: Лопарская у Полярного круга, Рошино под Ленинградом и Звенигород под Москвой. Валериан Иванович заказал в ГОИ три спектрографа: СП-48, СП-49 и СП-50 на видимую, ультрафиолетовую и инфракрасную области спектра. Это были спектрографы с большой светосилой и высоким разре-

шением, далеко превосходившие остальные приборы того времени.

Валериан Иванович направил в Звенигород Н. Шефова и В. Прокудину, в Рошино — Ф. Шуйскую и О. Вайсберга и в Лопарскую — Ю. Гальперина и меня. Начиная с 1955 года, Юра в Лопарской готовил к наблюдениям свои любимые спектрографы, «улучшал им условия существования». Спектрографы надо было защитить от морозов, сырости, перепадов температуры и других внешних помех. Их надо было поместить в прочные ящики с плотно закрывающимися крышками. На торцах ящичков были установлены защитные бленды с поворотными зеркалами наружного напыления. С помощью зеркала оптическую ось спектрографа можно было направлять под разными углами к зениту. Приборы помещались в специальные наблюдательные будки, которые изнутри можно было легко вращать вокруг вертикальной оси, производя сканирование по азимуту. Таким образом, находясь внутри будки, наблюдатель мог в любой момент навести свой прибор в любую точку неба. Ящики изнутри подогревались, чтобы оптика не запотевала и не покрывалась инеем. Юра этими приготовлениями занимался осень 1955 и зиму 1955/56 годов, подбирая аппаратуру, учился паять у наших асов Михаила Брагина и Владимира Трунова, юстировал спектрографы, делал пробные снимки неба.

Лаборантка Света наводит бленду





Юрий на лыжах

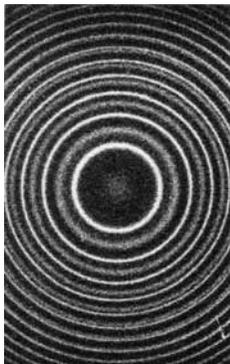


Все эти дела он подробнейшим образом описывал своей жене Наташе, а в январе 1956 года, когда в первый раз получил широкую водородную эмиссию, он прислал телеграмму-молнию: «Получил спектр аш альфа, радуйся вместе со мной!»

Юрий с оленями

Я работала в Лопарской в 1957 и 1958 годах. Пребывание там связано у меня с очень яркими впечатлениями. Когда думаю о ней, я вспоминаю Джека Лондона: сильный мороз, снег хрустит под ногами, темное небо, озаренное яркими вспышками сияний. Все как в Клондайке, только вместо ездовых собак в Лопарской использовали северных оленей, а собаки, большие лайки с густой шерстью, жили около станции и дружили с ее сотрудниками, а особенно пес Верный, которого сотрудник ФИАН Володя Гладышев нашел в снегу тяжело раненого, принес домой и выходил. Пес был предан ему и всюду ходил за ним. Как и клондайкских золотоискателей, нас переполнял азарт, но у Лондона это был азарт в погоне за золотом, а у нас — в ожидании открытия. Помню, как у меня замирало сердце, когда я проявляла пленки, в нетерпении, что я сейчас увижу? Я делала снимки сияний с эталоном Фабри–Перо, очень любила «свои колечки» (интерференционные кольца), любовалась ими и беспокоилась, почему толщина кольца (ширина линии) время от времени меняется, в то время как кольца сравнения (линии криптона — лазеров тогда

еще не было в помине) не смещались и не расширялись. Юра утешал меня в моем огорчении: «Чему ты удивляешься? Ты видишь здесь нагрев атмосферы во время бури. Ширина линий зависит от температуры верхней атмосферы, а следовательно, от скоростей излучающих атомов».



Интерференционные кольца зеленой и красной линии OI

Юра в это время фотографировал спектры полярных сияний и, изучая их, предложил их классификацию: спектры типа «А», где усилены атомные линии, и типа «В», где преобладают молекулярные полосы. Но главная его цель — водородная линия H_{α} (6563 Å), профиль которой был расширен вследствие того, что протоны при вторжении в атмосферу испытывали перезарядку, и образовавшиеся быстрые атомы излучали линии, которые были смещены вследствие эффекта Допплера. По интенсивностям этих узких линий и по их смещению можно было оценить потоки вторгающихся протонов и их скорости. Юра был очень увлечен своими профилями, «охотился» на них и увеличил их число с пяти, известных до МГГ, до семнадцати. Анализ этих профилей и их интерпретация стали темой его кандидатской диссертации, которую он защитил в феврале 1959 года.



Т. Мулярчик и пес Верный

Юра провел в Лопарской три с лишним сезона: 1955, 1956, 1957 и часть 1958 года, много там узнал и очень повзрослел. Он был исполняющим обязанности начальника экспедиции после Якова Гершковича Бирфельда и строго хранил заведенный Бирфельдом стиль жизни на станции: уважение к работе сотрудников, тщательная забота о приборах, стремление к четкой организации труда. Распорядок работы станции подчинялся режиму наблюдателей: обед в общественной столовой в 20 часов, потому что те днем спят, а ночью работают. Во время ночных работ свет на станции всегда бывал выключен, дорожки к приборам расчищены от снега, чтобы можно было без помех к ним добежать, когда возникнет необходимость.

Юру на станции уважали за то, что он много наблюдает, не отлынивает от общих работ, не напускает на себя важность и знает, когда нужно попросить, а когда и приказать, и часто прибегали к его решению в конфликтных ситуациях.

Порядок, введенный Бирфельдом и сохраняемый Юрой, нарушился лишь однажды, когда Красовский отозвал его в Москву, и Мурманский обком прислал к нам руководителем экспедиции бывшего начальника одного из гулаговских лагерей, а тот начал свои крутые перемены (обед не в 20, а в 14 часов, свет на станции сразу загорелся, на дорожках тут же выросли сугробы снега), но год был уже 1958, а научная станция — это не ГУЛАГ. Мы взбунтовались, к нам приехала ревизионная комиссия из ИФА и спасла нас от надвигавшегося разгрома. А начальника выгнали, как «не справившегося с поручением».

На станции работали две группы сотрудников: оптики и радисты. Оптике (Юрий Гальперин, Аркадий Коротин, Татьяна Мулярчик, Николай Джорджио, Михаил Брагин) работали со спектрографами, эталоном Фабри-Перо и фотоэлектрическим фотометром. Радисты (Александр Грачев, Виктор Погорелов, Борис Потапов) изучали радиоотражения от полярных сияний. Радисты работали в помещении, а оптики вели наблюдения на улице и время от времени прибегали в оптический домик греться. Когда я думаю о нашем оптическом домике, в памяти всплывает дивный запах кофе, который мы варили в стеклянных кофейниках, а покупали в Москве, на улице Кирова (теперь Мясницкая) в магазине «Чаеуправление» и долго думали, что выбрать: арабику или харари. Был еще «Колумбийский», но мы его ценили не слишком высоко. Кофе варили всю ночь, чтобы не так хотелось спать.



Группа лучей над Лопарской

Володя Гладышев, с которым мы очень подружились в сезон 1957/58 годов, очень страдал от этого нашего обычая: он работал днем, запускал в небо шары — баллоны со счетчиками Гейгера, и вечером сон никак не шел к нему, а днем все равно надо было работать. Мы, кстати, от него впервые услышали об экспериментах Д. Ван-Аллена.

Наш оптический домик был наполнен не только запахом кофе, но и звуками музыки. Юра привез в Лопарскую долгоиграющие пластинки с классической музыкой и ставил их одну за другой. Особенно мне нравился Григ.

В домике было тепло и уютно. Наш сотрудник Володя Трунов очень его обихаживал, вплоть до того, что в фотокмнате всегда с точностью до градуса поддерживалась температура плюс двадцать градусов, оптимальная для проявления пленки. Этого нельзя было сказать об улице. Наблюдать при минус двадцати градусах было, в конце концов, возможно, но минус сорок выносить было гораздо труднее. Я даже мечтала в долгие холодные ночи, что, вот, наступит лето, и в Москве будет жарко так, что даже неприятно.

В ночные холода нас утешали сияния, мы ждали их, без них нам было как-то одиноко. Обычно они начинались с однородной дуги, которая сначала спокойно висела на горизонте, а потом медленно двигалась к зениту, а в зените рассыпалась на яркие разноцветные лучи, иногда переходившие в ярчайшую корону, а потом все исчезало, и на небосводе оставались только регулярно вспыхивавшие и гаснувшие пятна. Мы называли их «отходами сияния». Юра говорил, что если теоретики объяснят природу этих пятен, то они заслужат высочайшую награду. В последние годы мне некоторое время казалось, что такое объяснение появилось, но потом увидела, что это — моя иллюзия. Еще Юра говорил, что каждому теоретику необходимо провести хотя бы один сезон в Лопарской, чтобы он своими глазами увидел, как работают его формулы.

Для нас сияния были прекрасными и таинственными, а для Юры только прекрасными. Мне кажется, что он физически ощущал магнитосферу, видел, как текут в ней токи, как изгибаются силовые линии. Он мог одним взором увидеть мир вокруг себя, чувствовал его единство, но различал при этом мелкие детали, глубоко понимая жизнь магнитосферы. Чтение новых журналов и участие в научных конференциях помогали ему дополнить существовавшую в его сознании картину мира.



*Юрий проверяет
гидирование*

В 1959 году я уехала из Лопарской в Москву, в ИФА. Валериан Иванович поручил мне обработку результатов спутников «Космос-3» и «Космос-5», и моя «северная одиссея» закончилась.

Уехав из Лопарской, Юра сменил поэзию созерцателя, восхищенного окружающим его миром, на позицию активного действия, и с головой ушел в предложенные В.И. Красовским спутниковые исследования, но судьба тут преподнесла ему большой подарок — когда «Космос-5» был на орбите, над островом Джонстона произошел высотный термоядерный взрыв Starfish.



Я хорошо помню, как все для нас началось. Валериан Иванович пригласил нас к себе в кабинет и сказал: «Америка готовит чудовищное злодеяние, которое может погубить все вокруг: высотный термоядерный взрыв, — помолчал немного и потом добавил: — Но если это безобразие все же произойдет, мы должны сделать все возможное, чтобы как можно лучше исследовать это замечательное научное событие».

*Спокойная дуга
над Лопарской*

Помню, как я ездила за телеметрией (она была на старомодной фотопленке) и огорчилась, что водитель не спешил, пристроившись за медлительным фургоном, и с подъемом декламировал мне свои довольно неумелые стихи. Помню еще, как пришла в ужас, увидев, что

Т. М. МУЛЯРЧИК

спокойная лесенка сигналов счетчика Гейгера вдруг исчезла. Но Юра утешил меня: «Ты же видишь, что произошел сильнейший всплеск скорости счета!» Юра потом много обрабатывал результаты спутника «Космос-5» с помощью Тони Болюновой.

Татьяна Макаровна Мулярчик,
кандидат физико-математических наук, ИКИ РАН

ИЗ ПИСЕМ Ю. ГАЛЬПЕРИНА НАТАШЕ

ЛОПАРСКАЯ, 1955–1956 ГОДЫ

21.12.1955 год. <...> Просто не могу тебе не писать — хоть, ничего, собственно, не происходит... Что тебе написать? Я с тобой все время разговариваю, ты мне отвечаешь, и, как всегда, остроумно, и каждый день. Ем я тоже с тобой вместе вечером, т. к. сiju один. Так что ты должна всё знать. <...>

Пишу тебе под концерт Сен-Санса, потом Грига, потом Бетховена. Время детское — 1 ч 30 мин. <...> Как дела у меня? Ничего, идут своим чередом, вчера резал пластинки алмазом целый вечер (с 8 до 2). Отфокусировал визуально Малыша (МЗС) — кажется, близок к истине. За 15–20 минут он даёт прелестный спектр, но раз в 10–15 хуже по дисперсии, чем, скажем, СП-48. Но он у меня будет вести службу — я буду знать с точностью до 0,5 часа, когда была H_{α} , а когда — нет. Американцы ведут такую службу. Валериану даже боюсь писать про это — как заработает, так напишу уже результаты. Пока что я на нём получил три спектра при плохой фокусировке — ясно, что экспозиции в 0.5 часа на Панхроме будет достаточно, но вот что с РФ-3 (сорт плёнки) получится — ещё не пробовал. Сегодня со Славкой установили (разобрались в нём, собрали, вычистили от масла, отрегулировали) измерительный микроскоп. Очень хорошая штука, только не приспособленная под наши измерения. Надо будет кое-что сделать — столик, зажимы и т. п. Ну, вот, есть ещё множество мелких дел — ртутно-кадмиевую лампу зажгли, станочек для резки плёнки модернизировали, фокусировку СП-48 поправили и т. д. и т. п.

Из больших дел мне остается переделать систему «зенит» на систему «зенит-горизонт». Это означает, что в уже отъюстированную систему «зенит» нужно добавить ещё одно зеркало так, что половина щели будет освещаться светом из магнитного зенита, а половина — из магнитного горизонта. Потом я хочу попробовать сделать систему «зенит» для СП-48 (тот, на котором я делал диплом). Дело осложняется тем, что он (СП-48) у меня стоит на платформе с колесиками (на которую поставлена турель), позволяющей его вращать



Жена Юры Наташа

вокруг вертикальной оси и вокруг горизонтальной. А объектив с него я снял из некоторых соображений. По-этому трудность вот какая: объектив прикреплен к окну, нужно быстро придвинуть к нему спектрограф (это, конечно, легко), отфокусировать объектив на цель (сравнительно легко), но так, чтобы спектрограф был направлен по оптической оси объектива. Ну, вот, ты мне даже помогаешь — как всегда у меня, все мысли приходят во время разговора — вот и сейчас я, кажется, понял, что нужно делать. Как это сделаю, займусь эталоном Фабри. С каждой новой установкой количество дел (суммарное) увеличивается.

<...> На МЗС надо получить дисперс. кривую (детская задача из практикума на 3-м курсе). Ерунда, а время отнимает. Да, ещё надо проверить его фокусировку — кажется, уже неплохо, но, конечно, хрен его знает. А резка пластинок, это каторга. Славка отказался их резать — хорошо не выходит, а он, видно, не хочет, чтобы потом, увидев плохо обрезанную пластинку, сказали, что её резал он. Но, ведь, резать всё равно нужно — режу я сам. Алмаз хреновый, треснут на три части, да я ещё и резать-то не умею. Да ещё нужно с ними пробовать гиперсенсублизацию — макать в разные растворы, надеяться, что от этого возрастает чувствительность (растворы: аммиак, метиловый и этиловый спирт, бура и т.д.). Только когда всё это наладится, можно садиться за эталон. Фильтры делать, видно, придется самому — красить пластиночки, подбирать краски и проч. И так до самого апреля — 0,3 января, февраль, март. ...Ты не думай, я здесь бодр, весел, сегодня отмахал 10 км — очень хорошо. Просто мне с тобой надо поговорить, походить, посидеть... Да, «но чудес не бывает, и мечтать о них нечего».

22.12.55 год. <...> Вопросов ты назадала много, попробую всё описать. У меня сейчас, как и вчера и позавчера и т.д. и завтра и т.п. — сияние. Начинается оно в 5–6 вечера, а кончается в 8–9 утра, так что успеваем только спать. Больше ничего. А об думать не может быть и речи. А путного пока что ничего не получается. Ну, ладно, слушай подробно и последовательно. <...>

Об отношениях — что же, отношения хорошие, даже я не ожидал. Я заслужил уважение у своих лаборантов. Насколько оно велико — трудно сказать. Но некоторое есть. Правда, эти лаборанты — люди особенные. Это не чета тем сдельщикам, которые работают 7 часов 58 минут в день. Здесь мы и они работаем за совесть, т. е. часов по 16 в день — столько, чтобы осталось 8 часов на сон — а то все очень устали. Это не значит, что

работа непрерывная — есть и передых, и вчера даже минут 20 кидались в пинг-понг по полу — чтобы рассеяться. Но у нас даже стульев нет в лаборатории — так вот. Режем, паяем, пилим, строгаем, мыслим, ругаемся даже (так, от усталости). Они видят, что я, хоть и слабее их физически, а работаю совершенно наравне — таскать ящики, пилить и проч. Работа сейчас не интеллектуальная, только руками, а в ней Славка, скажем, гораздо сильнее меня. Когда всё установится, будет несколько иначе. Но сейчас я ничего не могу передоверить полностью, если этого я сам не продумал до конца, так что и делать и думать приходится не то, чему я учен, а то, чему совсем не учен, а только сам кое-где схватывал. Мне и учиться-то такой работе, кроме затмения, было негде. Сейчас нам прислали ещё двух ребятешек — один кончил школу, другой — после 9-го класса. Ни хрена, конечно, не умеют. Их надо учить, воспитывать и ещё чего-то — пытаемся. Но пока не очень. <...>



Сегодня у меня новоселье. Я, наконец, получил свою комнату — отдельная, угловая, прохладная, но с отдельной печкой. У меня свой письменный стол, роскошный книжный шкаф и кровать. На столе стоит проигрыватель, на нём — Шопен. Скоро изотру пластинку. Единственное, что её спасает — это то, что Славка с трудом переносит музыку — она ему мешает работать, как он говорит. <...>

*Ю. Гальперин
и его сотрудники
В. Трунов, А. Коротин
и В. Мусатова*



*Легкий луч над оптиче-
ским домиком*

Спектрографы — так. Один установлен в нулевом приближении, и на нём я уже получил несколько мало интересных спектров, но кое-что есть. H_{α} нет. Но сияния есть всё время, средние и ниже средних, вся загвоздка в том, чтобы окна не потели. Мы в них вогнали плиточные спирали и жжем их. Когда отпотевают (приходится сильно их накаливать, а тогда красный свет — от плитки, знаешь?), вот мы и комбинируем. Поэтому пока ещё только одно окно хорошо, а оно — в чужой лаборатории — у Гершковича. Там и стоит мой спектрограф. Второй ещё не готов — я его фокусирую и т.п. Как доделаю — тоже заработает. Дня через 2–3 сияния нас всё время держат за бока — всю ночь наблюдаем — днем спим, а днем-то лучше всего работать с установкой. Сейчас опять был перерыв в час — полтора. Сияние очень красивое. Такие занавесочки висят и даже колышутся — прелесть.

Контейнеров пришло уже 3 штуки. Так что вся аппаратура здесь. Один приехал только сегодня — перед окном неразгруженная машина. 13 и 14 и 15-го было сияние. Но я почти ничего не смог снять, т.к. были облака и мало что видно. Сейчас сияние не хуже и без облаков. Стоп, пошел разгружать машину. Подожди немножечко... <...>

0 ч 02 мин. Наташенька, передо мной на столе лежит спектр. Это не сегодняшний, это спектр, полученный во время нашего праздника в субботу 17-го. Мне его сильно подпортили — спектрограф работал, а в это время для усиления торжества завхоз включил наши уличные фонари (на электрических столбах). Второй спектр на той же пленке тоже кто-то подпортил. Проявил, посмотрел — внизу, вроде, натрий, спектр подпорчен, ну, думаю, жаль, пусть сохнет. И повесил под потолок сушиться. А потом Мурманск, сияния, ночная работа, я и забыл про него. А сегодня ночью, во сне, думаю — надо снять, посмотреть, записать, сложить — все-таки натрий — вещь интересная (в сиянии очень редок). И снял... У-У-УХ! Ты, конечно, понимаешь. Да, так и есть, H_{α} . И даже на двух спектрах. Интересно, что она получилась с экспозицией в 4 часа, а вчера за 8 ч ничего нет. Снимок грязный, очень много недостатков. Это ещё не результат, хотя и этот можно промерить, и он, даже, возможно, будет не хуже других. Но это всё же ерунда. Это только показывает, что можно получить. Вот теперь я знаю, что получится. Ведь, понимаешь, я перехитрил Валериана — он сказал, что до Нового Года он не верит, что я что-нибудь получу — только, в лучшем случае — установлю аппаратуру, да и то, вряд ли. Так и есть, что самое смешное. Я её ещё далеко



В Лопарской нет водопровода

не установил. Но зато я один спектрограф пустил работать в оригинальной (очень упрощенной) схеме, на всякий случай, а это потребовало немного труда — всего несколько дней. И вот он работает, а я продолжаю точную установку. И вот вам результат. Завтра попробую H_{β} — в другой области, на другой пленке.

18 января 1956 года. <...> Я уже писал тебе, что 12-го получил интересный спектр короны — очень красивое сияние. И вот я его обрабатывал, обрабатывал и даже ещё сейчас не кончил... Но уже почти отождествил всё — H_{α} есть! Даже 2 раза, но хреновая — рядом с ней сильные линии, которые её затемняют «блэндируют»). Валериан прислал нам такую телеграмму: «Предлагаю немедленно прекратить нарушение моего распоряжения о ежедневной информации ходе работы». Вот. Так что он тоже волнуется. Но вчера снова было сияние, и я его наблюдал уже на трех спектрографах, из которых СП-48 — на юг, под 45° к горизонту, СП-50 — через зеркала в зенит (поставил вчера, страшно повезло — отъюстировал в 1-м приближении, посмотрел, точно — и совершенно случайно совпало, т.е. сразу отъюстировалось. А я не рассчитывал, что уложусь за 1–2 дня. Но ещё предстоит, конечно, с ним возиться. И с этой установкой тоже. Новые идеи пришли от Петьки — надо переходить на пластинки. Славка сделал специальную кассету, но резать трудно — алмаз плохой. Почти всё время ухлопал на отождествление. <...> Смотри, какой у меня получился спектр короны: N_2 (полосы первой положительной системы), O_2^+ (первая отрицательная система) и H_{α} , и две красных линии OI. Есть некоторые не отождествленные линии. <...> Письмо сумбурное, конечно. Напишу Курту в Кисловодск, Томке в Симеиз. Они мне прислали письма — очень хорошие.

23 января [1956]. <...> Петька в Москве? Узнай, пожалуйста, у Эдика. Я Питу очень благодарен за идею о показателе Шварцшильда — я сам проверил, посчитал — ужасные эффекты. Экспозиция в 30 часов на наших «сверхчувствительных тестах» эквивалентна экспозиции в 3 часа на сравнительно малочувствительных пластинках Agfa ISS — представляешь? Вот почему у нас и в Звенигороде ни хрена не получается. Но сам я еще на пластинках не снимал — буду, наверное, сегодня, только надо сейчас сделать гиперсенсibiliзацию. <...> Из идей пока осуществлен, да и то не окончен, МЗС — я же тебе писал. Правда, многое из плановой работы пришлось менять, переделывать, додумывать и проч. Но, ведь, это же всегда, в том и работа. А у нас глаза завидующие — Валериан-то прав, только он не рассчитывал,

что я буду работать по 16 часов. Я всегда себе так говорю: лень — значит сиди, не рыпайся, а хочешь делать — никто тебе не поможет, ни в чем. Всё, абсолютно всё надо продумать и проделать самому. <...> Мне легче, у меня есть Доктор, Валериан — они меня хотя бы слушают и говорят: — бред, вот почему, но посчитайте, проверьте сами.

31 января 1956 года. В общем, дело обстоит довольно плохо пока, но сейчас появились идеи, почему это так. Дело в том, что после той, уже надоевшей мне H_{α} больше ничего не получилось. В последнее время я стал применять подсвечивание и стал получать полосы N_2 — это то, забывает H_{α} , и, след., раз они получились, значит H_{α} или совсем не было, или она имела интенсивность, которую нельзя получить (слабее этих полос, т. е. её контур был бы искажен). Но это всё-таки ещё не плохо — в горизонте я её получил и могу таким образом получить ещё, когда она будет. Но мне нужно в ЗЕНИТЕ. Вот это гроб. Один спектрограф у меня направлен в зенит (СП-50) и настроен на H_{β} и я на нем перешел на пластинки, но снова кроме зеленой линии ничего не получается. Теперь сделал подсветку (надо ещё попробовать) и сделал гиперсенсibiliзацию — тоже ещё не снимал с ней. Посмотрим. Раза 3 это может дать. Но это не самый главный гроб. Мне надо попробовать ту схему, которую я рассчитывал в Москве — ведь, во время МГГ надо иметь что-то конкретное, и у нас заказана такая схема на заводе. И вот неизвестно, имеет ли смысл её делать. Определить это надо мне, а тут много механических работ и т.п., и я один просто не могу. <...> Это, кажется, опять получилось нытье. Я теперь от Валериана получаю писем не меньше, чем от тебя. Последнее получил сегодня. Валериан — это голова. Понимаешь, я сам допер, что с подсветкой у меня получается, а без подсветки — фигу. И вот последнее время я сам уже получал кое-что (полосы N_2). А он написал, как её делать (подсветку), прислал фотокопии двух страниц из одной истинно немецкой монографии (700 стр.), и теперь мне кое-что ясно. Но главное, что он написал, что важен только зенит — а у меня с ним дело швах. И он всё время повторяет — не разбрасывайтесь, занимайтесь одним, но основательно. Я, след., занимаюсь неосновательно. Так что, как оценивать результаты с H_{α} ? Так, в плане возможности получения настоящих результатов. Вот. Но я очень доволен своей работой, конечно. Это именно настоящая работа, не ковыряние пальцем в носу и не общие фразы о том, что «хорошо бы это как-нибудь»... <...> Тут мало людей и никто не мешает работать — хоть 24 часа. Нет беготни, вообще ничего нет.

От Димки и из ГЕОФИАНа получил нужные мне кривые, но от Петьки хорошо бы узнать, если он что-нибудь знает, рецепты для изготовления фильтров — я писал каких.

7 февраля [1956]. Пишу сейчас с почты в Лопарской, жду одного из двух — либо телефонного разговора с Москвой, либо поезда в Мурманск (он опаздывает), откуда буду звонить и тебе и маме.... Тут идут такие дела, что и писать-то неприятно. Просто оказалось, что наши хозяйственники тут — и начальник станции и завхоз — воры, воруют у нас, правда, не вещи, а продукты, обсчитывают, недовешивают, пропивают и т.д. Что начальник станции — вор, это я понял сравнительно быстро, а вот, что завхоз — это очень тяжело. Понимаешь, пожилой человек, седой, всю жизнь работал, в гражданской войне участвовал, лицо такое честное — и вот мы с ним рядом сидим, едим, здороваемся, а он в это время нас обворовывает. Это совершенно в голове не укладывается. Я получил в горизонте ещё две N_a , но, понимаешь, — никакого удовлетворения. И притом даже работать трудно — склад продуктов перевешивали, проверки разные и всё совещания, разговоры и т.д. И новостей много. Тут гостил один дядька из ФИАНа, очень умный, настоящий оптик, фиановский. Он мне рассказывал такие вещи — просто поразительно. На теоретическом семинаре в ФИАНе акад. Тамм сделал неожиданный доклад — «О новейших проблемах генетики». Оказывается, там очень много занимаются разной биофизикой и вот что недавно стало известно (журнал "Acta Crystallographica"): методами рентгеноструктурного анализа расшифровано строение хромосом. Это огромная молекула (одна!) длиной порядка 3 см(!), завитая в спираль. На основную цепь подвешены кольца типа бензольных, причем всего четыре типа колец. Так вот, с помощью этих четырех знаков (их порядка расположения и др.) и может передаваться наследственность, т.е. совершенно реальный физико-химически обоснованный способ передачи наследственных признаков. Так вот, математически показано, что таким способом при ста атомах С (в цепочке) можно передать, т.е. записать 10^{24} разных комбинаций. Это на сотне атомов, а длина молекулы около 3 см — представляешь, сколько возможностей. <...> У меня дела обстоят так: с подсветкой я стал получать полосы N_2 совершенно элементарно — значит чувствительность резко возросла. Со временем я возможно увеличу её еще больше. Сейчас вожусь с переделкой СП-48 на зенит — почти готово. Готовлю себе новый кадр — вот сейчас уехал, а знаю, что наблюдения будут.



11 февраля [1956]. <...> У меня сейчас выгодно то, что Драйри оба СП устремлены неподвижно в одну точку, и, след., около них сидеть не нужно. Эта точка — магнитный зенит. Сегодня написал Валериану очередной отчет.

<...> Что же у меня нового? Теперь — только зенит. Посмотрим, что сегодня получилось. В зените было много

ярких форм. Это просто дьявольски красиво. Вот бы тебе посмотреть — ты бы ахнула (но замерзла бы). Работы сейчас ещё больше, чем раньше — в начале марта придет Валериан, а с 15.11 начнут приезжать разные люди — нужно всё подчистить в установке, убрать кирпичи, задрапировать грязные места. А при этом ещё нужно срочно пробовать ту оптич. схему, которую мы на проектировали в Москве. По-моему, это ерунда, т.к. на щели ни хрена не видно. Но — заказано, нужно пробовать. Я придумал схему поумнее, вот сегодня написал Валериану. <...> Ты спрашиваешь, что есть интересного кроме 4-х спектров H_{α} в горизонте — ровно ничего. Поэтому я и говорю, что ничего не получается. Работой я доволен, а результатов почти нет, след., нечему и быть довольным.

16 февраля [1956]. <...> ...я получил H_{α} и твою телеграмму. А ты хорошо чувствуешь эксперимент — вопросы у тебя очень толковые. <...> У меня сейчас затишье — сияний уже два дня нет, аппаратура (СП-48 и СП-50) отъюстирована и готова к бою. Но, конечно, это только успокоение. На СП-50 ничего не получается. Кое-что мне понятно, но всё же не знаю, что с ним делать. А доклад-то в Льеже будет — надо что-то иметь, чтобы показать, не только же данные сообщать. Да и эталон Фабри стоит без движения. Сегодня я в плане отдыха паял электронный стабилизатор напряжения. Я вообще люблю это занятие — паять радиосхемы, хотя он мне пока и не нужен. Но теперь он стоит и работает — приятно. Это очень интересный прибор, он перегорел в прошлом году, затем в Москве сгоревшую часть перемотали, и я его сегодня отремонтировал. Завтра хочу ещё попечать фотографии — впервые с момента приезда. Это стимулируется тем, что надо напечатать фотографии полученной H_{α} и послать Валериану (и тебе, конечно, смотри и удивляйся). Схему свою я испытал, она не работает, т.е. на щели ни хрена не видно. Написал в Москву, чтобы снимали заказ на заводе. Придумал другую — это уж я тебе писал, впрочем. Почему не получается на СП-50 — толком непонятно. Дело в том, конечно, что светосила его дает в 4 раза меньшую эффективность, чем СП-48, да ещё, возможно, плохая концентрация решетки (дифракционной), т.е. ее коэффициент отражения для нужных длин волн. Но одна линия получается великолепно (самая сильная), а другие, которые в 5–10 раз слабее, — не получаются никак, вот что странно. Есть разные соображения, конечно, но до результатов ещё далеко. А установлено всё очень точно, я этим долго занимался, и даже свой натрий не снимаю, чтобы установку эту не сбивать (тогда бы пришлось кое-что перестраивать).

<...> Вообще же, задача обнаружения присутствия H_{α} должна быть отделена от изучения её контура. Понимается, первое легко решается на малых, но очень светосильных спектрографах, установленных на улице и следящих за сиянием. На больших же получить её трудно, получается она редко, гидирование за сиянием очень затруднено и т.п. ... Но, зато, контур можно изучать только на них — затем я сюда и поехал. Питу, если ты с ним ещё не говорила, скажи, что фильтров мне сейчас не надо, а нужно знать спектральную чувствительность Agfa Astroplatten Panachromatisch и Agfa ISS. Как они на H_{β} ? Может, в ГАИШе есть Grun-Rapid Agfa? Спроси, пожалуйста. Если есть, пускай пулей шлют мне бандероль или посылку, или посылают с Валерианом — это, по-видимому, даже лучше. Пит мне не писал, а, вот, Сашка Чичеров написал, надо ему написать на днях.

27 февраля 1956 года. <...> Сейчас страшная пурга и вьюга, даже сидя дома, слышно, как воеет ветер. По небу бегают облака, сияние то видно, то нет. Четыре дня подряд идет сильнейшая буря вверху — связь с Москвой (кроме радиовещательной) прервана, магнитная буря, сильное сияние и т.п. Даже радио слушать нельзя. А у меня — фиг, облака, да ещё полная луна. Правда, я всё равно снимаю — но это для очистки совести. Скоро приедет Валериан, уже известно — 5-го числа, и дел — тьма, пришли новые мысли и т.д. Димка прислал мне письмо, где написано, что подсветку делать надо как раз наоборот того, что делаю я. Я ему сразу написал для выяснения, написал Шкловскому — он прислал мне письмо и статью, которую я его просил. Лаборантку мне ещё не оформили — это ещё пока всё тянется. И помощи пока от неё 0. <...> Димке протуберанцы не нужны — нужна ему корона. А видно её без затмения на специальном приборе — коронографе — основном на их станции. Это — самый изящный и нежный прибор в астрономии — если на большом его объективе будет сидеть 1–2 пылинки — ничего не получится. Там Солнце закрывается такой крышечкой (вместо Луны во время затмения), а то, что вокруг, проходит. Но тут самое главное — уменьшить рассеянный свет неба, который очень велик, намного сильнее протуберанцев и, тем более, короны. Поэтому и лезут на горы, поэтому снимают каждую (!) пылинку и т.д.

30 февраля [1956].¹ <...> Бирфельду пришло письмо от Валериана и там гранки моего доклада в Белфасте. Очень симпатичные папиросные бумажки, солидно,

¹ Так в письме (Н. Г.).

серьёзно. Но для ускорения дела Валериан сам (или кто-то ещё в Институте — непонятно из письма) сверил эти гранки и отослал уже обратно в Лондон. И там, т.о. по-видимому, осталась совершенно неприличная опечатка — корректор её всегда пропустит — там написано ${}^3\text{P}$, а нужно 3P , но ${}^3\text{P}$ — это означает, что автор ни хрена в спектроскопии не понимает, т.к. ${}^3\text{P}$ — так означают триплет, а у меня дублет, т.е. ${}^2\text{P}$, но натрий триплетов вообще иметь не может, это должно быть известно курсе на 3-м. Поэтому $\text{Na}({}^3\text{P})$ есть бред. На это я и надеюсь, ясно, что это — абсурд. Но неудобно. Но не это самое главное. Таня Мулярчик, жена Васьки Мороза, теперь, видно, работает у нас, и она специально занимается теперь подсветкой. Она уже нашла способ, который в Звенигороде дает, как выразился Валериан, «потрясающие результаты». Там сейчас сидят, какжется, Петька и Коля Шефов. Это — ура! Там, ведь, ни хрена не получалось совсем в течение годов! Для меня это тоже очень важно, я теперь снова переделываю себе подсветку, перестаю портить вид кадров непрерывным спектром, — жаль, что испортил хорошую H_α — ту, о которой телеграфировал. Собственно, все мои H_α -ы сняты с непрерывными спектрами, что портит вид (и усложняет работу). Теперь этого не будет (с момента, как я налажу новую подсветку.) Танечка — это голова, а уж муж у нее — так это просто две головы. <...> Предстоит самый тяжелый месяц — март (это месяц максимального числа сияний в году и хорошей погоды), я, ведь, всё ещё наблюдаю один.

1 марта [1956]. Началась весна, чувствуешь? Поздравляю. Вчера писал тебе — написал «30 февраля», потому что писал очень поздно. <...>

Бирфельд приходил ко мне утром жаловаться, он напуган. Он, ведь, писал Валериану о расстановке сил тут. И тот ответил, что «Вы меня убили, сообщив, что все работают только на локацию, а Гальперин работает, в сущности, один. Он мне об этом не писал» и т.п. В результате, битва за Славку, в сущности, выиграна и без ругани насмерть (что очень важно), да ещё будет и Валентина. От неё, правда, пока проку мало, но она такой кадр, который долго не уйдет, — она здесь живет на мосту.

2 марта [1956] <...> Сегодня я выполнял заветы Доктора (и твои, конечно) — ходил на лыжах перед завтраком часа 1,5, видел зайца. Но когда встаешь после ночи наблюдений часов в 12, то идти уже нельзя, а то в лаборатории дела не идут. Наташенька, очень тебя прошу, сейчас же попытайся достать книгу В. Гайтлер

«Квантовая теория излучения» (третье издание). Она недавно вышла и очень мне нужна, но, возможно, её уже разобрали — нужно бы объехать окраинные книжные магазины. <...> Сегодня моя лаборатория являла зрелище, достойное взгляда начальства: организация, дисциплина, расстановка кадров, личный пример. В одном углу сидит Валя и шьет чехол для СП-48. В другом Славка делает скобочки для «крепления оптической оси» — у меня перед (т. е. под) спектрографом СП-50 лежит доска с привернутым рельсом — оптическая скамья. На ней посажен питающий объектив. Так вот, стол качается, и доска перевешивает вперед, да и держится ненадежно. Для этого на нее положены два кирпича — метод обычный, испытанный и надежный, но едет начальство, и всё должно быть, кроме всего прочего, и красиво. Так что кирпичи надо снять, а это усложняет работу. Сам я занимаюсь проявлением и делаю вывод розетку на улицу, под окно, для обогрева зеркал. Надо теперь кончить экспозицию, т. к. около 2 небо расчистилось и залито ярким диффузным свечением, которое жалко терять, а надо сделать некоторые вещи, которые можно делать только ночью — проверить направление оптической оси и её положение, чтобы было что закреплять — у меня, правда, стоит надежно, но проверить всё же надо.

5 марта [1956]. <...> К приезду Красовского задача такова — чтобы СП-50 стоял на улице и наблюдал. Володя Трунов заканчивает работу с циклопической all-sky. На маленькой шведской камере работа идет — сейчас она работает и так каждое сияние. Картинки получаются очень хорошие, но делать с ними пока нечего. Нового у меня мало — поставил в калибровку новый красный люминофор с красным фильтром — теперь для H_{α} калибровка вполне приличная. Сейчас снимается уже так. Ковыряюсь с установкой люминофора на патрульном спектрографе — это дело умственное, хотя и паять тоже приходится...

7 марта [1956] <...> Сияния идут, вчера было довольно сильное, но я ещё не проявлял, чтобы не расстраиваться, пока не напишу. Сейчас лаборатория приведена в парадный вид, на спектрографах чехлы, на зеркалах — тоже, новые письменные столы, кирпичей нет, везде провода и разное электричество во всех видах. Сегодня на стенах развешиваются фотографии сияний. Они большие и красивые — начальство должно ахнуть. <...> Сейчас мне уже существенно помогает Валя — она гудит, шьет и даже уже проявляет, но я еще боюсь. Так что легче. Как сделаю подсветку — отдохну. Она, собственно, уже сделана, но дает совсем не то, и её надо переделать. Сейчас займусь этим.

12 марта [1956]. <...> Сейчас я дежурный, только что все приехали на двух машинах из Кицы — грузили дрова, застряли там. А я, дежурный, остался на станции, жду-жду, опаздывают они на 2,5 часа. А ночь, мороз, дорогу занесло, черт знает, что случилось. Но подходишь поближе — ан нет, приехали. Я им сразу кипящий чай, рыбу, теперь все уже спят. В пятницу приезжает Красовский — он плохо себя чувствует, но едет. Засыпаю просто, видишь кляксы? А спать ещё нельзя. Ну, вот, походил по территории, сейчас -23°C , а днем лило с крыши и шел снег. Какое впечатление будет у Красовского — не знаю. Во всяком случае, я не беспокоюсь. Правда, ОН в ИК-части спектра получился слабенький, в красной — тоже не очень, но зато получены УФ-спектры, полученные ИК-спектры, получены H_{α} , попробую получить H_{β} , на СП-47 получается H_{α} , с На получается интересный эффект и с $\lambda 3727 \text{ \AA}$ я придумал интересную штуку — я тебе писал. Контур для любого зенитного расстояния, а не только для магнитного зенита и горизонта я теоретически вывел — собирался это сделать черт знает каких пор, а выводил минут 10 — просто отлежалось уже. Но сосчитать это невозможно — ужасно сложный вид получился, я вообще не представляю себе, как его считать. Сейчас будут сумерки, надо пойти, поснимать с Володией Яриным — это студент-дипломник из Горьковского ун-та, будет работать где-то в Якутии. Здесь он должен постигнуть спектроскопию.

19 марта [1956]. <...> А с СП-50 дело плохо. Я его теперь перестроил на H_{α} , а не на H_{β} , но старую великолепную фокусировку (лучшую в мире — хе-хе) мне сбивать жалко, и поэтому я держу его в том состоянии, что в старое положение он может быть переведен за 2 мин. И жду сияния, а теперь уже хана — светит мощная луна, сияние начинается поздно, кончается рано, да и вообще сияний что-то нет, а взамен есть облака. Зато сейчас освободилось время на разные эксперименты, но уже лень — устал, надоело. Всё же я собрал и отъюстировал и установил эталон Фабри — вот он сейчас стоит рядом с СП-50 с заряженной кассетой, а на небе — луна, облака и сияния нет — было что-то и пропало. Для пробы все готово, даже для двух вариантов — для зеленой линии и для красной линии (это линии нейтрального кислорода, очень сильные, но очень узкие, и нужно определить их ширину, из которой можно получить температуру излучающих атомов). Но что проба эта удастся — как-то не верится, луна здорово мешает. А насчет СП-50 мы с Валерианом договорились обо всём — он теперь у меня останется, УФ-спектрограф тоже придет — заваривается каша: понимаешь, хочу на СП-50 получить линии азота 5200 \AA — их ещё никто

не разрешал на компоненты. Но вот сияния нет сильного. Март оказался хреновым месяцем. Но ничего, я на коне — H_{α} есть и несколько — это, конечно, неплохо. А Димка получил корональную линию — знаешь? Он мне фотографию прислал, а я понять ничего не могу — не написано ни слова. Подсветку я сделал — результаты потрясающие. В общем, по сравнению с предыдущим чувствительность увеличена раз в 10 или больше (тут ещё два фактора, кроме подсветки, но и она дает раз 5, не меньше). Подсветка, конечно, по Тане, а не по Димке — Димкина больше 1,5–2 раза увеличения чувствительности не дает и является результатом недомыслия и недочтения. А Таня — это голова. Славка сейчас занят съемкой кинофильма с экрана радиолокатора. Уже всё получается, сегодня они сняли метров 35 пленки по 6 кадров в сек.

25 марта [1956]. <...> Эталон теперь на ходу, юстировка железная, даже стукнешь по нему случайно — не сбивается, а, ведь, разрешающая сила — 10^6 — приеду, объясню, что это значит, но это очень много. С неба ничего ещё не получилось, я дал экспозицию в 7 часов на пластинках Agfa ISS — и ни черта. Теперь переделал всё на плёнку — она более чувствительная. В лаборатории получаю кольца роскошные, а с неба — шиш. На спектрографе СП-50 получились слабые линии азота, о которых я мечтал, но уж очень слабы — не знаю, можно ли будет обрабатывать. Сейчас опять сильное сияние, но полнолуние мешает. Снимаю в зеленой части и на СП-48 и на СП-50. Настройка уже чемоданное, понемногу разбираю ненужные приборы. Меня держит эталон — разбирать его сейчас не хочется, а надо его немного исследовать в разобранном виде. А для этого нужно иметь собранный монохроматор, след., я и его тоже не разбираю. Но это не долго — полдня, не больше. Вазелина нет — в Москве ищут, но пока не нашли. Немного у меня уже есть, в крайнем случае, хватит, остальное, менее ценное, смажу солидолом (тоже есть такая смазка) А как я вчера на лыжах катался — я тебе об этом не писал, вроде, вчера. К Лёне Фришману приехала его девушка Майя и мы втроем полезли на самую ближнюю сопку — довольно высокую — там наверху вышка и с неё замечательный пейзаж.

27 марта [1956]. <...> Ковыряюсь с эталоном Фабри. Перешел на пленку Панхром и объектив 1:1,4 вместо старых пластинок ISS при 1:3,5. Выиграл раз 10 или больше, но пока ничего ещё не получилось — сияние не было. Сегодня небо чистое, наверное, будет работка. Надо ещё кое-что изменить в установке, доделать, допилить, допаять и т.п. Но это немного, она уже работает,

и, в крайнем случае, можно и без этого. Сейчас делали фотогазету к конференции о нашей жизни и Станции. Очень много чудесных фотографий — наверное, часть и я буду иметь.

21 октября [1956]¹. <...> Я уже почти наладил программу-минимум. Собственно, я её даже совсем наладил, в течение 20 мин можно перенести приборы из комнаты на площадку и в течение ещё часа всё привинтить и начать наблюдать. 25-го придет Красовский, и я два дня убирал лабораторию — всё переставил, оформил. Стало удобнее, свободнее и красивее. Но в 4-м доме я сделаю ещё лучше — здесь я не сделал некоторых вещей, т. к. это — временное помещение, и закреплять солидно многое не хочется. А там будет всё насмерть. Там будет красиво: масляная краска, печи будут топиться из коридора, след., в лаборатории будет чисто. Будет свободно, солидно, удобно. Строителей сейчас масса — 24 человека. Трудами Гершковича сделано так, что СМУ-5, которое нам строит, решило на нашей станции выполнить квартальный план, и это вселяет надежду. <...> Но самое интересное — письмо от Чемберлена. Это вот что: сначала он, значит, благодарит за отписки. Он написал уже статью (она вышла, возможно, Красовский её мне привезет) про тот же натрий, и пишет, что у него та же теория, что и у меня, но у меня точнее расчет. Пишет о некоторых интересных выводах, просит пронаблюдать отношение D2:D1 целый год. Но дальше просит прощения, что он меня не упомянул в статье, т. к. к этому времени ещё не читал статьи, а по резюме в Белфасте толком не понял, что конкретно сделано. Письмо длинное, вежливое, я так понимаю, что он извиняется. Конечно, обидно немного, но хрен с ним. Посмотрим, что дальше будет. Они, между прочим, здорово занимаются натрием, может, он тоже на что-нибудь нужен? А я совсем забросил. Теперь надо будет снять некоторые штучки, которые он просил, — когда СП-48 будет на улице, я попробую.

30 октября [1956]. Второй день мы разгружаем дрова — грузили их на машину и отвозили с ж/д станции (за 25 км от нас) к себе. Это метровые бревна диаметром 40–60 см. Ещё не всё вывезли, а сегодня пришло известие, что в Мурманск прибыл багаж, вагон и платформа с оборудованием. А в это время прибыл ещё наш домик (последний), его уже перевезли и стены уже сегодня поставили. При этом три дня шли сияния, и по ночам я наблюдал — получил одну слабую H_α. Работают два спектрографа — патрульный и СП-48, но они запотевают,

¹ Начало нового сезона наблюдения, после лета в Москве (Н.Г.).

надо поковыряться, а некогда. В общем, сплошной содом. Все в угольной пыли, все усталые, грязные, небритые, при этом ходит начальство, надо обсудят вопросы, показывать аппаратуру и т.д. Программа МГГ у меня работает, но обработка не доведена, и есть ещё кое-какие долги — потееет, например, оптика и т.п. Лаборантов у меня двое — теперь уже всё в порядке. Вызов меня в Москву произойдет в зависимости от того, когда дадут отпуск Красовскому. Но завтра я с ним еще поговорю, чтобы в декабре (наверняка, но я хочу пораньше) — ведь дел тьма — нужно отчет писать, нужно готовить новую статью (если получится что-нибудь), нужно готовить доклад в Торонто — это большой доклад всего отдела, коллективный. Да ещё ГОМЗ...

4 ноября [1956]. <...> Уехал Красовский. Он, по-видимому, очень доволен, программу МГГ я почти подготавливал, в смысле наблюдений. Станция растет на глазах. Обухов в восторге. <...> Теперь мне надо готовить кадры — Валю, Мишу к наблюдениям без меня. Проявлять и составлять проявитель и гидировать они уже умеют, нарезать пленку и заряжать кассеты — хуже, но это не трудно.

7 ноября [1956]. <...> За эти дни я получил несколько интересных спектров, H_{α} в зените и горизонте есть, кажется, 2 или 3 раза. Но это уже не существенно. Зато я получил 3 штуки спектров ОН в красной части — это интересно. Сделать это очень просил Красовский. Но это не то, что я тебе рассказывал про УФ-спектрограф — про сумеречную вспышку. То я ещё не сделал. Вчера начал на нем снимать, дал экспозицию на ночное небо без сияния 12 часов и ничего — чистая пленка. Завтра, наверное, сниму на нем дневной свет через плекс и так, и вообще, начну ковыряться, почему не получается. А что с первого раза не получилось, так это такой закон — никогда сразу не получится, хоть тресни. По-видимому, холод увеличивает чувствительность в 3–5 раз. Поэтому у меня на улице такая огромная чувствительность. Ведь, я получил в красной части ОН за 4 часа, а в Звенигороде не могут за целую ночь, а за две ночи уже падает усиление, даваемое подсветкой. Надо будет получить то же самое в зеленой части спектра. Это даже не потребует никакой работы — только изменить установки. Собственно, нужно было бы это сделать сегодня, а то начинается луна, но я устал... Небо, кажется, затянуло, так что даже совесть чиста. <...> Красовскому, по-моему, всё очень понравилось. Во всяком случае, он меня ни за что не ругал и, главным образом, рассказывал новые идеи, что свидетельствует о том, что он спокоен за программу МГГ.

23 ноября [1956]. <...> ...мой натрий попадет в числе достижений нашего Ин-та в доклад Несмеянова — во всяком случае, так будет подано от нашего ин-та. Чемберлена я явно опередил, сделал он то же самое, но, правда, получше разработал, подчистил уголочки, написал чуть ли не 20 страниц. Очень поучительно. Но я-то мерил сам, а он сам ничего не мерил. В измерениях же я опередил Хантена и Валанс-Джонса — это канадские киты. Материалы у них всё самые последние — 1955–1956 год, кое-что было и в Белфасте — я ещё не видел сборника, и мне ничего не присылают. А теперь я получил натрий в сияниях — это интересно, Бейтс вообще сомневается в том, натрий светит в сияниях, а я опять смеряю отношение интенсивностей — это может кое-что сказать о механизме возбуждения, а это очень важно. Ты спрашиваешь, какая разница в получении ОН в красной и зеленой частях спектра. В зеленой получить гораздо труднее — там должно быть слабее, но зато это очень важно — получить большое количество полос — достоверность выводов от этого сильно зависит. А у меня такая разрешающая сила, с которой никто, по-моему, ОН не снимал, только, возможно, Чемберлен, но я плохо помню ту статью. <...> Прочел я статью Чемберлена об ОН — у него разрешающая сила примерно, как у меня, чуть хуже, но в другой, в инфракрасной части спектра. Для теории получение спектра ОН в красной и зеленой части почему-то очень важно, но я в эту проблему почти не вникал, и мнение у меня есть, но это, возможно, липа. Но Красовский-то знает, а потом я вникну.... Сейчас я перечитал 2–3 статьи и кое-что вспомнил, но последнее время я не следил за литературой по ОН. Ладно, догоним.

КОМАНДИРОВКА Ю. И. ГАЛЬПЕРИНА В КИТАЙ

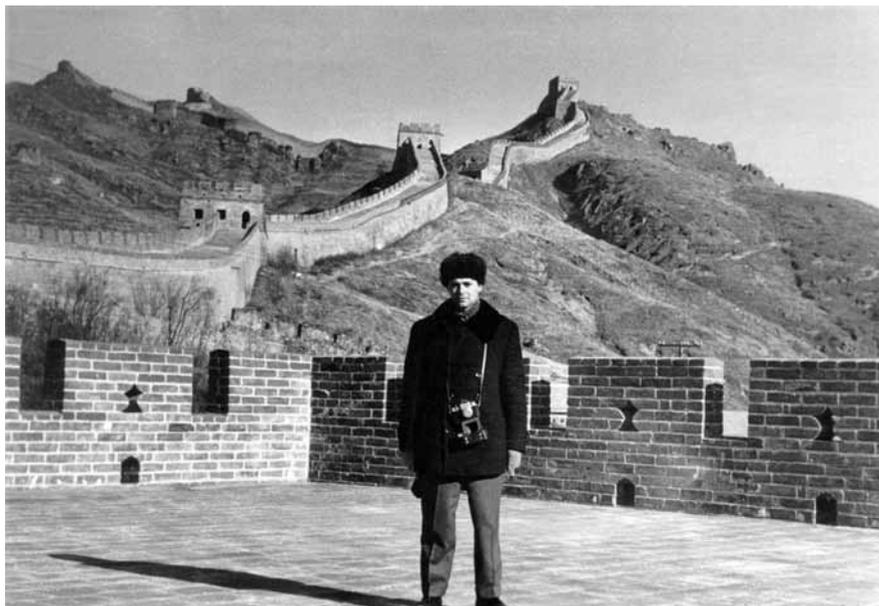
В 1959 году В.И. Красовский послал Юрия в Китай для обучения группы китайских научных работников и студентов технике наблюдения ночного неба по программе Международного геофизического года (МГГ). Юра провёл в Китае несколько месяцев. Работа требовала большой выдержки из-за строгой инструкции, полученной китайскими сотрудниками от своего начальства: за всеми иностранцами был установлен строгий надзор, строже, чем у нас в Союзе.



Всегда в группе при беседе Юры со своими учениками присутствовал китайский «искусствовед в штатском», передвижение по стране строго ограничивалось, китайских граждан призывали не верить приезжим учителям и тщательно проверять или даже корректировать их указания. Результаты были обычно печальными. Например, правило проявлять негативы строго при плюс двадцати градусах часто нарушалось, и проявление

*Ю. И. с группой
студентов*

КОМАНДИРОВКА Ю. И. ГАЛЬПЕРИНА В КИТАЙ



*У Великой Китайской
стены*

*Ю. И. обучает китай-
ских сотрудников
технике наблюдений
ночного неба*



производилось либо при более низких, либо при более высоких температурах, что приводило к тому, что либо изображение не появлялось вовсе, либо возникала сильная вуаль. То же относилось ко времени и длительности экспозиции.

Однако между учителем и учениками постепенно установились дружба и взаимопонимание. К несчастью, потом грянула китайская культурная революция, и Юра так и не смог узнать что-нибудь о судьбе своих учеников.

ЮРИЙ ГАЛЬПЕРИН, «КОСМОС-5» И STARFISH

9 июля 1962 года ночное небо над Тихим океаном осветилось из-за самого большого взрыва в истории человечества. Наибольшая экзоатмосферная ядерная бомба из всех, когда-либо сконструированных, была взорвана Соединенными Штатами во внешнем пространстве над островом Джонстона на высоте 400 км. На расстоянии 1000 миль люди на Гавайях увидели на западном небосклоне полярное сияние гораздо более яркое и переменное, чем все те, которые они видели раньше, так как полярные сияния редко достигают экваториальных широт. Драматические отблески того, что было названо взрывом Starfish, полыхали по всему небу, вызывая новую волну страхов перед опасностью ядерной войны. Британский астроном Бернард Лоуэлл (Bernhard Lowell) горячо протестовал против засорения естественных радиационных поясов. Его поддерживали сотрудники NASA и журнала Nature. Их протесты привели к тому, что Джон Кеннеди и Никита Хрущев подписали соглашение о прекращении высотных взрывов.

Вот как Юрий Гальперин описал результаты наблюдения «Космосом-5» взрыва Starfish: *«Эффект взрыва 9 июля 1962 года проявился в 09 час 00 мин 09.8 сек в виде резкой вспышки скорости счета счетчика Гейгера на три порядка величины. В этот момент „Космос-5“ был на расстоянии 7500 км от острова Джонстона по дуге большого круга. С места спутника плоскость горизонта проходила над островом Джонстона на высоте 1200 км, и место взрыва с высотой 400 км даже с точки расположения „Космоса-5“ было далеко под горизонтом. Всплеск радиации, зарегистрированный „Космосом-5“, продолжался около двух минут. Появление гамма-излучения вне прямой видимости „Космоса-5“ можно объяснить как результат многократного рассеяния в атмосфере запоздавшего гамма-излучения от места взрыва. Мы называем это явление „гамма-зарей“».*

Через несколько минут «Космос-5» прошел через зону взрыва и зарегистрировал жесткую радиацию, в частности, гамма- и нейтронное излучение, а также электроны с энергией от 50 до 300 кэВ (которые возбудили полярное сияние). Спустя несколько дней «Космос-5» зарегистрировал на орбите рост радиации от 4 до 5,6 раз по сравнению с фоновой, установленной в 1960 г. «Кос-

мос-5» был единственным из пяти находившихся на орбитах спутников, который детально пронаблюдал момент взрыва.



Полярное сияние над Гавайскими островами, возникшее после взрыва

Аналогичный советский спутник «Космос-3», запущенный 26 апреля 1960 года, был снова включен и зарегистрировал на другой орбите рост радиации в 2,6 раза. Оба эти спутника обеспечили наиболее точные измерения эффектов взрыва Starfish. Но остальным спутникам на орбитах повезло меньше. В частности, у британского спутника «Ариэль» и первого американского спутника связи «Тельстар» радиацией были повреждены солнечные панели. «Космос-3» продолжал передачу информации вплоть до 22 июля 1962 года, а «Космос-5» — до 17 октября 1962 года, поскольку они обладали более высокой радиационной стойкостью.

«КОСМОС-5». ФОНОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Спутники «Космос-3» и «Космос-5» были созданы по решению правительства от 9 мая 1960 года в ИФА в отделе верхней атмосферы под руководством Валериана Красовского еще до взрыва Starfish. Межведомственный

научно-технический совет по космическим исследованиям, возглавляемый Президентом АН СССР Мстиславом Келдышем, предложил программу исследований радиационных поясов Земли, которые были обнаружены вторым советским спутником в 1957 году и интерпретированы Д. Ван-Алленом (D. Van Allen) на основании измерений на спутнике «Эксплорер-1» в 1958 году. Были одобрены две серии малых спутников (МС) — МС-1 и МС-2 — и две серии высокоапогейных спутников: «Электрон-1, -2» и «Электрон-3, -4». Серия МС-1 была передана К. Грингаузу из РТИ* (один потерпел неудачу, другой стал «Космосом-2»), а серия МС-2 («Космос-3» и «Космос-5») — передана в отдел Красовского ИФА. Эти две серии различались тем, что на спутниках Красовского применялись солнечные панели, а Грингауз предпочел химические батареи из опасений, что панели внесут помехи в его приборы. Серия МС была большим успехом в ранних космических исследованиях. Многие годы выходили из печати научные статьи с интерпретацией измерений на этих спутниках. Это были малые спутники массой около 300 кг с установленными на них разнообразными приборами. «Космос-5» имел орбиту с перигеем 190 км, апогеем 1587 км, наклоном 49° и периодом 103 мин, которая захватывала средние широты. Бортовые приборы регистрировали потоки частиц, форму радиационных поясов и др.

* РТИ — Радиотехнический институт имени А.Л. Минца

ПРЕДЫСТОРИЯ ВЗРЫВА STARFISH

Спутники «Космос-3» и «Космос-5» оказались на орбитах во время взрыва Starfish — самого крупного взрыва в околоземном пространстве, но вовсе не первого. Со времени взрыва первой атомной бомбы Trinity Соединенными Штатами в июле 1945 года великие державы (Соединенные Штаты, Советский Союз и Британия) производили ядерные взрывы либо на поверхности Земли, либо в нижней атмосфере, главным образом, в Неваде, на островах Тихого океана, в Казахстане, на Новой Земле и на территории аборигенов в Австралии. В 1958 году Соединенные Штаты начали взрывать бомбы над поверхностью Земли. Два первых взрыва назывались Teak (77 км) и Orange (43 км). Обоснование для взрыва Starfish было предложено Николасом Христофилом (Nicholas Christofilos) (1916–1972). Христофилос был яркой, активной, популярной личностью, очень деятельным человеком, переполненным часто противоречивыми идеями. В прессе его часто называли «безумным греком». Он родился в 1916 году в Бостоне, затем его

семья вернулась в Афины, где он работал в лифтовой компании. Во время немецкой оккупации (1940–1945) компания была вынуждена чинить военные грузовики, но он использовал ее контакты с немцами, чтобы получить учебники по ядерной физике, по которым занимался самостоятельно. В 1946 году он запатентовал синхротронный ускоритель, а в 1953 году вернулся в США и поступил к Эдварду Теллеру, где занялся проектом своей жизни, термоядерным реактором «Астрон». Этот громоздкий проект в конце концов не пошел, но привел к созданию линейного ускорителя. Его следующим проектом была низкочастотная система для военно-морских сил США, предназначенная для того, чтобы устанавливать связь между подводными лодками при наличии спутников связи. В 1957 году Христофилос пришел к идее создания искусственного радиационного пояса вокруг Земли (операция Argus). Заметим, что это было до открытия естественных радиационных поясов. Христофилос убедил Комиссию по атомной энергии, что облака космической радиации могут разрушить системы приближающихся советских боеголовок и привести их к выходу из строя задолго до того, как они достигнут земной поверхности («эффект Христофилоса»). Три маленькие экзотмосферные бомбы были взорваны в августе 1958 года над Южной Атлантикой на высотах 200, 256 и 539 км соответственно, но о них не было специальных сообщений. Советский Союз тоже начал ядерные испытания, осуществив несколько взрывов, но на гораздо меньших высотах и с меньшей мощностью, чем последующий Starfish. Идеи Христофилоса были не единственными экзотическими идеями этого периода. Новая американская идея — «Проект Вестфорд» — состояла в том, чтобы поместить на околоземных орбитах миллионы медных иголок и сформировать новый отражающий квазионосферный слой с надеждой, что после атомной войны военные смогут поддерживать связь, используя сигналы, отраженные от этих иголок. Иголки были действительно запущены в 1961 и 1963 годах, но создали опасность столкновений и к тому же не оправдали надежд на создание с их помощью системы связи. Взрыв Starfish был в значительной степени в струе этих опасных военных экспериментов и в качестве второй задачи имел целью проверить эффект его электромагнитного импульса в разрушении вражеской радиосвязи во время ядерной войны. Британский писатель Артур Кларк высмеял эти проекты в сатирическом рассказе «Проект Плутон» о том, как американское военное начальство сделало заказ изучить возможность быстро погасить Солнце нейтронной бомбой, чтобы проверить американскую систему защиты от неожиданной ночной советской ядерной атаки. Если по какой-нибудь

причине Солнце не загорится снова, они заказали другое исследование под названием «Выгода для электрической индустрии от 24-часовой ночи».

ПЕРЕД ВЗРЫВОМ STARFISH

За проектом Argus последовал гораздо более амбициозный проект — Starfish, о котором было объявлено в начале лета 1962 года. Реальная дата была названа на несколько недель ранее, главным образом для того, чтобы дать возможность самолетам и кораблям своевременно произвести эвакуацию. Более ранний запуск, назначенный на 20 июня, потерпел неудачу, и было объявлено, что вскоре будет сделана вторая попытка. Советские научные корабли уже встали на якорь у острова Джонстона и островов Самоа для того, чтобы наблюдать процесс взрыва. Взрыв Starfish был интересен для Советского Союза по трем причинам:

- было уже известно, что эксперимент ARGUS привел к образованию маленького искусственного радиационного пояса и к подпитке уже существующих естественных поясов; это было интересно для ученых, которые могли измерить мощность и состав нового пояса и сравнить его с уже существующим естественным поясом;
- советские военные, со своей стороны, хотели по силе взрыва определить ядерную мощь Соединенных Штатов; ученые в Советском Союзе могли знать, что американцы запустили «Эксплорер-4» непосредственно перед взрывом Argus (27 августа 1958 года), чтобы спутник пролетел через область радиации над Южной Атлантикой для проверки «Эффекта Христофилоса»; хотя взрывы Argus были маленькими (2 кт), их радиация за минуты распространилась к северным широтам и создала новый пояс между внешним и внутренним радиационными поясами; спутник «Эксплорер-4» сделал 180 пересечений радиационных поясов, созданных взрывами Argus, и определил, что энергия частиц превышает 3 МэВ;
- в августе 1962 года должен был произойти полет двух советских космонавтов; Юрий Гальперин и еще несколько специалистов должны были оценить обстановку и гарантировать, что радиационный фон на низкой околоземной орбите будет безопасен для их полета.

Многие считают, что Советский Союз специально запустил спутник «Космос-5» для регистрации взрыва

Starfish, но это не так, поскольку запуск «Космоса-5» был запланирован еще в 1960 году. Спутник уже находился на орбите, когда был объявлен момент взрыва, и нужно было добиться, чтобы он провел наблюдение его воздействия с максимальной эффективностью. Спутник «Космос-3» в этот период был в нерабочем состоянии. Магнитофон «Космоса-5» работал, но он мог записывать данные только 205 мин, после чего переставал получать информацию и перематывался, чтобы произвести сброс данных и далее иметь возможность получать следующую информацию. Таким образом, «Космос-5» должен был заранее, до взрыва, произвести сброс информации, но, к несчастью, это было вне зоны действия советских приемных станций.

Юрию Гальперину было 30 лет, когда он оказался перед командой старших военных чинов, полковников и генералов, каждый из которых был украшен рядами военных орденов. Они стояли у большой черной доски советского военного ведомства и слушали Юрия. Когда он предупредил, что, хотя спутник при взрыве будет находиться в благоприятных условиях наблюдения, получить результат будет невозможно, председательствующий генерал сказал: «Молодой человек, скажите нам, что необходимо, а что возможно — это нам решать». Решением было сделать для «Космоса-5» дополнительный сброс данных на корабль вблизи Британских островов и освободить магнитофон для запоминания информации в момент взрыва.

ВЗРЫВ

Взрыв Starfish произошел 9 июля в расчетное время. Ракета Thor подняла бомбу в 1,4 Мт в атмосферу и в должное время послала электромагнитный импульс. Его главные эффекты можно было почувствовать в Гонолулу на расстоянии 1450 км, где вышли из строя все электрические системы. Сияния были такими яркими, что они освещали праздничные столы, которые отели предложили гостям по случаю «радужной бомбы». Импульс на много дней «отключил» средне- и коротковолновые радиочастоты. Светящиеся облака были видны над атоллом Тарава, островом Рождества и Новой Зеландией. Эффекты взрыва могли подействовать на погоду даже на Аляске и, возможно, ультрафиолетовое излучение, сопровождающее взрыв, привело к образованию там озоновой дыры. Спутник «Космос-5» пролетел через зону взрыва над Тихим океаном выше точки взрыва, но радиация мгновенно достигла этой высоты. Ряд приборов

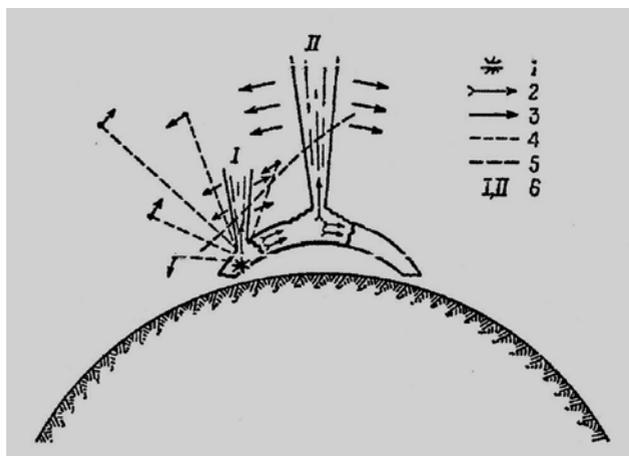
оказался в зашкаленном состоянии, но счетчик Гейгера, стандартный лабораторный счетчик Гейгера, был защищен свинцовым экраном толщиной 3 мм и продолжал счет. Спутник летел дальше, минувя Америку, на север, к Атлантическому океану. По истечении 205 мин он произвел сброс данных либо на подводную лодку, либо на приемный пункт на рыболовном катере.

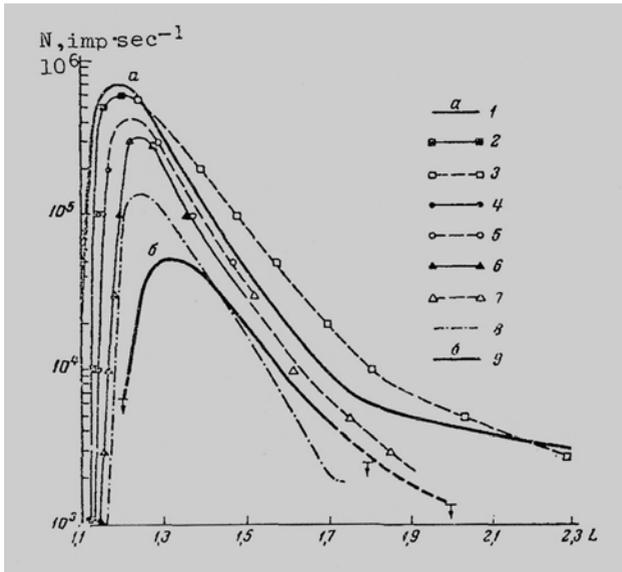
ПОСЛЕ ВЗРЫВА SRARFISH

Анализ результатов спутника «Космос-5» (см. Приложение 1) проходил несколько фаз.

- Юрий Гальперин и его коллеги должны были решить, представляют ли измеренные уровни радиации опасность для следующего полета двух космонавтов на КА «Восток-3» и «Восток-4». Юрий вместе с 25 коллегами каждый лично должны были подписать отчет. Заключение Юрия состояло в том, что орбиты «Востоков» будут заведомо ниже высот, на которых можно было ожидать опасность от радиации взрыва Starfish, и, на самом деле, ни Андриян Николаев, ни Павел Попович не пострадали в своем полете.
- По данным спутника «Космос-5» исследователи построили карту взрыва Starfish, на ней было видно, что он образовал облако, из которого развилось две струи, простирающиеся с высоты 700 км вверх в пространство. Измерения показали, что скорость счета до взрыва составляла 7 имп/с, а потом произошел мгновенный взлет до 20 000 имп/с, и затем — уменьшение через 3 ч. Коллега Юрия Гальперина Юрий Шафер

Схема распространения осколков деления в верхней атмосфере после взрыва: 1 — точка взрыва; 2 — движение плазмы; 3 — движение захваченных частиц; 4 — движение нейтральных частиц; 5 — линия горизонта спутника «Космос-5»; 6 — эруптивные выбросы плазмы





Распределение скорости счета гейгеровского счетчика на спутнике «Космос-5»:
 1 — 09.07.1962;
 2 и 3 — 10.07.1962;
 4 и 5 — 17 и 19.07.1962;
 6 и 7 — с 12.08 по 16.10.1962;
 8 — 01.01.1963;
 9 — 1964 год, февраль

писал, что взрыв «сломал» магнитосферу и создал протоны с энергией до 190 МэВ, нарушил радиационные пояса и увеличил уровень радиации на 80 %.

- Впоследствии спутники продолжили изучение искусственного радиационного пояса и обнаружили, что его осколки «заразили» околоземное пространство на много лет. Спутник «Космос-6» выявил наличие радиоактивных осколков на больших высотах в течение недель после взрыва и измерил, как спутник адсорбировал осколки от взрыва, спутник «Космос-137» установил, что осколки взрыва сохранялись во внутреннем поясе более четырех лет.

ПОСЛЕДСТВИЯ ВЗРЫВА STARFISH

Юрий Гальперин проанализировал взрыв и его последствия. Он воссоздал физическую картину формирования образовавшегося искусственного радиационного пояса, его характеристики и время распада. Попутно он нашел ряд новых явлений, например, гамма-зарю, длительное время сохранения тяжелых ионов вследствие вертикального дрейфа в области экваториальной ионосферной аномалии и прорыв вверх горячей плазмы в экваториальной зоне. Эти исследования он изложил в докторской диссертации «Геофизические эффекты высотных ядерных взрывов».

- В октябре–ноябре Советский Союз сделал ответный шаг, взорвав три экзотатмосферные бомбы над Сары-Шаганом в Казахстане, но меньшие (300 кт) и на меньшей высоте (60–200 км). В это же время американцы произвели еще четыре взрыва. Юрий Гальперин был приглашен в Соединенные Штаты наблюдать эти взрывы для сравнения их с взрывом Starfish. В общем, две сверхдержавы произвели с 1952 по 1962 год 18 экзотатмосферных взрывов, образовав несколько радиационных поясов вокруг Земли, из которых пояс, образованный взрывом Starfish, был самым высоким и мощным.
- Был продолжен сбор информации от спутников, которые пролетали через области ядерных взрывов. Согласно данным Центрального разведывательного управления США, «Космос-11» пролетел через области трех казахстанских взрывов (после них) через 2, 8 и 12 дней.
- Даже несмотря на то, что СССР и США прекратили экзотатмосферные испытания, другие ядерные державы, вроде Китая и Франции, производили взрывы атомных бомб над поверхностью Земли. В 1968 году спутники «Космос-259» и «Космос-262» пролетели через область китайского ядерного взрыва 27 декабря 1968 года через 10 и 23 ч соответственно, регистрируя его осколки в верхней атмосфере, когда радиоактивное облако приплыло с китайской территории.

Гальперин Ю. // Труды конференции по физике космического пространства. 10–16 июля 1965. М.: Наука, 1965. С. 388–393.

Harvey B., Zakutnaya O. Спутники «Космос-3» и «Космос-5» и связанные с ними обстоятельства // Russian space probes. New York: Springer, 2011.

Mellisinos A. C. Greek fire — Nicolas Christifilos and his contribution to Physics. Central Intelligence Agency. The Soviet atomic energy programme. National Intelligence Estimate, 2 July, 1963, 11-2A-63 and 11-2A-65 (19 Mai, 1965).

Herman H. United States high altitude test experiences. Los Alamos Scientific Laboratory: Monograph. 1976.

*Брайан Харви (Brian Harvey),
Центр Информации, Дублин, Ирландия*

16 ЛЕТ В ЛАБОРАТОРИИ ФИЗИКИ ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЙ

НА РАБОТУ В КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Два эпохальных события XX века (правильнее сказать, в истории человеческой цивилизации), в котором я прожил большую часть своей жизни, случились на моей памяти. Я учился в 10-м классе московской школы, когда 4 октября 1957 года в официальных новостях появилось сообщение о запуске в Советском Союзе первого в мире искусственного спутника Земли (ИСЗ). Позднее один из научных комментаторов сказал, что это было первое подброшенное человеком тело, которое не вернулось на Землю. Тогда даже ежедневные газеты печатали меркаторские карты с орбитами Первого спутника, а по радиовещательной сети передавали полученные с него и озвученные телеметрические сигналы. Через 3,5 года, 12 апреля 1961 года, в Советском Союзе был осуществлен первый орбитальный полёт человека. Я сам слышал по радио сообщение с предшествующей заставкой «важное сообщение», которым начинались утренние 10-часовые «Последние известия», это было, как сказали бы сейчас, сообщение в реальном времени, т.е. полёт начался, но ещё не завершился. Приблизительно через 1,5 ч прошло сообщение о благополучном завершении полета. В Москве была стихийная демонстрация, в которой я принял участие. Была прекрасная весенняя солнечная погода. Эти события не прошли мимо моего внимания. Я понимал их значительность, но тогда не мог предположить, что мне посчастливится работать в области научных космических исследований.

В МГУ я окончил радиоотделение физфака, кафедру физики колебаний, которой заведовал тогда Владимир Васильевич Мигулин (немного о нём — ниже). При выборе узкой специализации я ориентировался на модную тогда среди молодежи, по сталинскому определению, «буржуазную лженауку» кибернетику. Моя дипломная работа касалась математики систем автоматического управления. По её результатам я был соавтором двух публикаций в «Вестнике Московского университета».

По окончании МГУ я начал предпринимать активные попытки попасть на работу в Институт космических исследований АН СССР. Уже тогда представлял себе, что есть космос технический (создание ракет-носителей, искусственных спутников Земли — ИСЗ, космических аппаратов — КА), космос военный и космос научный (исследование физики космоса с помощью КА). Мои попытки не сразу привели к результату. Однако судьба мне благоволила и, спустя некоторое время, через одного знакомого я вышел на А. К. Кузьмина (продолжающего работать в ИКИ), который тогда работал в ИКИ в лаборатории Юрия Ильича Гальперина. Научные интересы Ю. И. включали исследования свечения ночного неба и полярных сияний. Много позднее я узнал, что Ю. И. защитил закрытую докторскую диссертацию по исследованиям атмосферных и ионосферных эффектов американского высотного ядерного взрыва «Морская звезда» (Starfish), осуществленного в начале 1960-х. Ю. И. использовал данные измерений, выполненных на ИСЗ «Космос-3», «Космос-5». Осенью 1969 года Саша Кузьмин организовал мне встречу с Ю. И. на предмет моего прихода на работу в ИКИ.

До поступления в ИКИ у меня уже имелся небольшой опыт работы в области элементов цифровой вычислительной техники, телеизмерений, алгоритмизации производственных процессов, программирования (в машинных кодах) цифровых управляющих машин, математического моделирования процессов на аналоговых вычислительных машинах. Это был поиск приложения себя.

При первой встрече Ю. И. произвёл на меня положительное впечатление, которое в целом не изменилось, даже когда я оставил его лабораторию. Кроме вопросов относительно моего образования, Ю. И. поинтересовался, не являюсь ли я радиолюбителем, мой ответ был утвердительным. Действительно, в школьные годы одним из моих юношеских увлечений было радиолюбительство наряду с авто и фото. Подоплёка вопроса Ю. И. заключалась в том, чтобы понять, умеет ли человек работать не только головой, но и руками, что необходимо физику-экспериментатору. Юрий Ильич рассказал о характере и специфике предстоящей мне работы. Рискую предположить, что я также произвел на Ю. И. хорошее впечатление, потому что мне сразу было предложено место работы в лаборатории, я был принят в лабораторию физики полярных сияний ИКИ АН СССР на должность инженера-расчетчика 2-й категории. На работу я вышел 4 ноября 1969 года.

ЛАБОРАТОРИЯ

Юрий Ильич имел большой опыт наземных оптических исследований полярных сияний и свечения верхней атмосферы и прекрасно понимал, какие новые перспективы открывает мощное техническое средство — ИСЗ — для исследований как раз в области его научных интересов. Поэтому, когда в Академии наук был создан Институт космических исследований, думаю, Ю.И. с рядом сотрудников с готовностью перешли из Института физики атмосферы АН СССР в ИКИ.



Н. И. Федорова, Ф. К. Шуйская и Ю. И. Гальперин перед входом в Полярный геофизический институт

Ниже я перечисляю (по алфавиту) сотрудников лаборатории, с которыми мне на протяжении многих лет приходилось в той или иной мере непосредственно взаимодействовать: Гальперин Юрий Ильич; Бекрицкая Лидия; Болюнова Антонина Дмитриевна; Брагин Михаил Леонидович; Гладышев Владимир Афиногенович (фактически исполнял обязанности заместителя Ю.И.); Джорджио Николай Викторович; Зуев Игорь Васильевич; Ковражкин Ростислав Алексеевич; Кузьмин Александр Константинович; Мулярчик Татьяна Макаровна; Пономарев Юрий Николаевич; Темный Владимир Владимирович; Федорова Надежда Ивановна; Шуйская Фаина Константиновна.

Возможно, я перечислил не всех, но ведь это было так давно. Конечно же, в лаборатории появлялись и исчезали ещё какие-то сотрудники, я назвал бы их «проходными», которые по разным причинам не приживались в лаборатории, но это бывает в любом коллективе. Спустя какое-то время, проработав в лаборатории несколько

лет, я положительно оценил рабочий научный микроклимат, что было несомненной заслугой Ю.И. как организатора. Вполне возможно, внутри лаборатории возникали и существовали какие-то конфликты, которые меня не затрагивали, и я их не замечал.

Я был принят в ИКИ для работы с научными приборами и, конкретно, для подготовки комплекса научной аппаратуры «Вальдшнеп» к запуску на ИСЗ, который планировался к концу 1969 года. Бортовые научные приборы разрабатывались и изготавливались СНИИП, ведущей организацией в СССР в области измерений радиации. Свои проекты (темы) этот Институт называл именами птиц, хищных — для военных проектов и нехищных — для гражданских научных исследований. Предполагалось, что в ноябре будут проведены испытания летного комплекта научной аппаратуры на заводе-изготовителе спутника (КБ «Южное» — КБЮ, Южный машиностроительный завод — ЮМЗ*, Днепропетровск), а в конце декабря состоится запуск. Юрий Ильич в начале своей научной деятельности занимался наземными исследованиями, и он, как никто другой в то время, прекрасно понимал необходимость координации спутниковых исследований с наземными измерениями, которые в северном полушарии приходились на зимнее время. Поэтому запуск планировался на время зимнего солнцестояния. Испытаниям на заводе должны были предшествовать испытания в лаборатории, к которым все научные приборы были подготовлены. К тому времени уже было известно, что полярные сияния вызываются вторгающимися в верхнюю атмосферу заряженными частицами (корпускулами). Поэтому комплекс научной аппаратуры «Вальдшнеп», предназначенный для измерения радиации в космосе, включал в себя приборы для измерения нейтральных и заряженных частиц, рентгеновского излучения (ловушки, сцинтилляционные счетчики и счетчики Гейгера).

** ЮМЗ — Государственное предприятие «Производственное объединение Южный машиностроительный завод им. А.М. Макарова»*

ПОТОП

Я вышел на работу в ИКИ 4 ноября 1969 года (вторник) в подвальное помещение в жилом доме на улице Нижняя Масловка. Три дня я проработал до ноябрьских праздников. В тот год на начало ноября пришёл необычный мороз, что случается в Москве в это время нечасто. В районе улицы Нижняя Масловка произошел прорыв трубы, по-видимому, магистрального водопровода. Были затоплены все окрестные подвальные и полуподвальные помещения. Когда я пришел на работу

после ноябрьских праздников, зрелище было ужасающим. Вся улица была залита смесью грязи, снега и талой воды. Вода из полуподвала была уже откачана, но все, что находилось в помещениях, побывало под водой: оборудование, аппаратура (в том числе и лётные приборы), книги, отчеты, личные вещи сотрудников. Подвал круглосуточно охранялся милицией. Все сотрудники Института, работавшие в этом полуподвале, помнят, что дежурный милиционер по фамилии Груша спас только телефонный аппарат. Стало очевидно, что бортовые приборы, побывавшие под водой, для запуска в космос не годятся. Наша лаборатория (я уже проработал три дня) со всем имуществом, которое удалось спасти, была переселена в «парикмахерские» на Профсоюзной улице (в обиходе сотрудников ИКИ тогда это место именовалось «Вымпел»). Возник вопрос об отмене планировавшегося запуска. Специалисты, работавшие и работающие в космической отрасли, прекрасно знают, что значит перенести запуск спутника, проще отменить запуск вообще. К решению вопроса подключился первый директор ИКИ академик Г. И. Петров, которому пришлось использовать весь свой авторитет в космической отрасли, чтобы перенести запуск на полгода, который в конце концов состоялся. Сотрудникам лаборатории предстояла тяжелейшая грязная работа по восстановлению летных приборов. По моему мнению, только благодаря авторитету Ю. И., тогда молодого доктора наук, героическим усилиям сотрудников лаборатории, разработчиков приборов (СНИИП) и содействию коллег КБЮ удалось восстановить комплекс научных приборов. Этот запуск был первым с моим участием в научных космических исследованиях. Я прошел все стадии наземной отработки комплекса научной аппаратуры: автономную проверку в условиях лаборатории, комплексные заводские испытания (март 1970 года) в составе разобранного и собранного спутника. Заводские испытания проводились в знаменитом 70-м сборочном цехе ЮМЗ, где мне довелось увидеть много КА различного назначения.

«КОСМОС-348»

В конце мая 1970 года команда из сотрудников лаборатории (Брагин, Гладышев, Джорджио, Зуев, Ковражкин и я) во главе с Ю. И. отправились на северный полигон, так в лабораторном обиходе назывался теперешний космодром Плесецк (Мирный). Мы везли с собой лётный комплект научной аппаратуры, который был восстановлен частично из затопленных приборов, частично из

запасных фрагментов приборов, сохранившихся в СНИ-ИП. Заводские испытания на ЮМЗ, о которых упоминалось выше, проводились с неполноценным комплектом приборов. В монтажно-испытательном комплексе (МИК) космодрома мы заменили все научные приборы. Запуск состоялся 13 июня, спутнику был присвоено имя «Космос-348». Посмотреть запуск не удалось, так как по поручению Ю.И. мне предстояло немедленно вернуться в Москву и сразу же вместе с В. Тёмным лететь в Крым на наземный измерительный пункт (НИП) под Симферополем для участия в сеансах сброса телеметрической информации (ТМИ) и ее предварительном просмотре. ИСЗ «Космос-348» был полным аналогом спутника «Космос-261», запущенного лабораторией Ю.И. в 1968 году (т.е. до моего прихода на работу в ИКИ). Платформой, как говорят сейчас, для них был днепрпетровский спутник унифицированный, модель 2 (ДС-У2), специфика этих аппаратов была обозначена ГКА — гео-корпускулярный-авроральный. Как мне помнится, масса унифицированной части аппарата составляла около 300–350 кг, масса бортового комплекта приборов «Вальдшнеп» — около 70 кг. Для запуска аппарата использовался легкий носитель, который при запуске с космодрома Плесецк обеспечивал орбиту: апогей — около 650 км, перигей — около 200 км, наклонение — 71°. Баллистическое время «жизни» аппарата на такой орбите составляло около трех месяцев. Наклонение орбиты более 70° позволяло проводить измерения в авроральной области, а в отдельных пролётах — даже в окрестностях геомагнитного полюса. В полете ИСЗ не имел ориентации и вращался беспорядочно, что позволяло исследовать питч-угловое распределение измеряемых частиц. В состав бортовой служебной аппаратуры входили трехкомпонентный магнитометр и датчик Солнца, обработка ТМИ с которых позволяла определять текущую ориентацию ИСЗ и, соответственно, направления полей зрения (апертур) научных приборов. Поскольку с течением времени вращение замедлялось, на аппарате был установлен небольшой баллон со сжатым газом, который по команде с Земли пиропатроном разгерметизировали, и спутник снова закручивался.

Замечу, что методы регистрации потоков заряженных частиц тогда были аналоговыми. К тому времени у меня уже был опыт работы с элементами дискретной и цифровой техники и такой способ регистрации мне казался устаревшим, но аналоговый формат (тогда такое слово ещё не применялось) регистрации определялся телеметрией. Ловушками измерялись интегральные токи на коллектор, сцинтилляционными детекторами — интегральный ток фотоумножителей, при регистрации

электронов малых энергий использовалась схема регистрации совпадений и доускорение мягких частиц до энергий, способных вызвать сцинтилляции (прибор РИЭ-204). Для своего времени этот прибор был уникальным, так как давал возможность регистрировать фотоэлектроны, роль которых в дневной ионосфере значительна, а также потоки высыпавшихся электронов, ответственных за полярные сияния. Мне кажется, здесь уместно привести фамилии некоторых специалистов СНИИП, с которыми мне непосредственно приходилось сталкиваться при отработке этой аппаратуры и в последующих разработках: Хазанов Б.И., Горн Л.С., Поленов Б.В., Веревкин А.Д., Коваленко В. и др. Я думаю, что потоки мягких электронов на ИСЗ в то время измерялись только специалистами лаборатории Ю.И. Метрические характеристики приборов, входивших в научный комплекс «Вальдшнеп», оценивали расчетным путем. Но уже тогда была очевидна необходимость предполетной калибровки приборов или калибровки в полете. Так как приборы измеряли заряженные частицы — протоны и электроны широкого диапазона энергий, — их калибровка могла проводиться с помощью радиоактивных источников, ионных и электронных пушек в наземных условиях в вакуумных камерах. Вопросы калибровки не оставались без внимания Ю.И. Обсуждались также и вопросы калибровки приборов в полете с помощью радиоактивных источников, которые можно было бы включать в состав аппаратуры. Бортовая телеметрическая система (ТРАЛ) обеспечивала три режима работы: непосредственная передача (НП) в зоне радиовидимости наземных измерительных пунктов (НИП), два режима запоминания измерений — 200 и 800 мин, естественно, с уменьшением периода опроса параметров (период опроса составлял единицы секунд). Телеметрическая информация (ТМИ) регистрировалась на 35-мм фотопленку в виде точек, амплитуда которых соответствовала величине измеряемого параметра. При обработке ТМИ фотопленка отображалась на экране специального диапроектора ЭДИ, который позволял просматривать точку за точкой для построения графиков, выполнения расчетов, анализа данных. Программирование работы КНА ИСЗ «Космос-348» в полёте заключалось в задании времени включения и режима запоминающего устройства (ЗУ) телеметрии. Сброс ЗУ осуществлялся на систему НИП, которая охватывала всю территорию СССР. В сутки проводилось 2–3 сброса ТМИ. На НИП сбрасывалась ТМИ, и с НИП на борт ИСЗ выдавались радиомандаты управления. Позже я бывал на НИП в Симферополе неоднократно, при работе с другими аппаратами. В лаборатории даже сложилась традиция — сразу после запуска на первые сбросы научной ТМИ Ю.И. направлял

меня. Хотелось бы отметить очень уважительное отношение сотрудников НИП, включая руководство, к представителю Академии наук. После запуска работа на НИП продолжалась в течение двух-трёх недель. В течение этого времени сеансы связи с НИП проводились почти ежедневно. В связи с тем, что радиотелеметрия работала в диапазоне метровых волн (т.е. в диапазоне работы телевидения), телевидение создавало сильнейшие помехи приёму телеметрии, поэтому сеансы работы с ИСЗ проводились глубокой ночью (после часа ночи) и до утра. Но иногда, в случае крайней необходимости, по разрешению из Москвы начальство НИП имело возможность на время сеанса (5–7 мин) отключить модуляцию телевизионного сигнала, правда, для полного исключения помех было необходимо отключать и несущую частоту, но такой возможности не было. Сброс ТМИ этого спутника осуществлялся также и на другие НИП. Спустя несколько недель фотопленки с ТМИ поступали в ИКИ. Участие в сеансах приёма ТМИ порождало у меня положительные эмоции от удовлетворения исполняемой работой: работа с бортовой аппаратурой при наземной отработке, запуск на орбиту и вот, где-то далеко, за тысячи километров над НИП, летит спутник, и начинают поступать данные от приборов, и аппаратура работает.

Здесь нужно отметить, что в конце 1960-х – начале 1970-х годов прошлого века возникла программа ИНТЕРКОСМОС, в рамках которой к космическим исследованиям стали привлекаться ученые стран народной демократии. Это коснулось и ИСЗ «Космос-348». Официально это формулировалось так: *«Выведение на орбиту ИСЗ „Космос-348“ явилось частью второго комплексного эксперимента по изучению верхней атмосферы Земли, полярных сияний и магнитных бурь, проводимого совместно учеными-геофизиками НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР. Первый комплексный эксперимент в этой области проводился зимой 1968 г. с применением ИСЗ „Космос-261“ (см. Ежегодник БСЭ. 1969, стр. 496). Эксперимент 1970 г., в отличие от первого, проводился летом. Это позволило сопоставить данные двух экспериментов, изучить сезонные вариации в ионосфере».*

Таким образом, Ю.И. стал руководителем международного научного коллектива. Однажды, в одну из годовщин этого коллектива, Ю.И. организовал у себя дома приём руководителей научных подразделений стран, работавших по космической тематике. Я с удовольствием воспользовался приглашением Ю.И. принять участие в этом полуформальном общении, восприняв это как положительную оценку моей работы в лаборатории. В те времена устроить такой прием в домашних условиях

было возможно только с разрешения высокого начальства, и не только научного. Приём был организован безупречно. Мне это было очень интересно. Например, в частной беседе выяснилось, что болгарский ученый Кирилл Серафимов, тогда — директор ИКИ Болгарской АН (позднее — президент Болгарской АН), заканчивал физфак МГУ, у меня и у него был один и тот же руководитель дипломной работы (правда, в разное время) — профессор МГУ К. Ф. Теодорчик.

ПРОЕКТ АРКАД-1

Юрий Ильич был новатором в научных космических исследованиях. Каждый новый его космический эксперимент был существенным продвижением вперед. После запуска ИСЗ «Космос-348» в активную фазу вступила работа по подготовке следующего космического геофизического эксперимента. Это был советско-французский проект АРКАД-1. Научные задачи эксперимента формулировались как комплексные исследования явлений в полярной верхней атмосфере, связанных с вторжениями энергичных частиц. Платформа для эксперимента была та же, что и для ИСЗ «Космос-261», «Космос-348». Однако использование более мощного носителя позволило вывести спутник на орбиту, обеспечивавшую более длительное время баллистического существования, а значит — активного проведения исследований. Комплекс научной аппаратуры (КНА), устанавливаемый на борт, состоял из советских приборов «Кукушка-1» (сцинтилляционные счетчики потоков электронов и протонов), масс-спектрометра, разработанного в группе В. Г. Истомина, и трёх французских приборов E2AP1A, E2BP1B и E2C, которые измеряли энергетические спектры ионов и электронов малых энергий с электростатическими анализаторами и каналотронами в качестве детекторов. Ещё на стадии работ по подготовке КНА для «Космоса-348» у меня началось плотное взаимодействие с Р. А. Ковражкиным — я много от него воспринял. Несмотря на то что, мы — почти ровесники, у него было значительно больше опыта работы с лётными приборами. Слава научил меня работать с вакуумом, до этого у меня совершенно не было такого опыта, работал он и с французскими приборами. Французские приборы были более совершенны, так как детекторами частиц в них были каналные умножители, в наших же приборах — фотоэлектронные умножители (ФЭУ). К работам с французской аппаратурой подключились специалисты отдела комплексных испытаний ИКИ, в частности П. И. Лягин.

Французские специалисты предоставили нам вакуумную камеру, обеспечивавшую безмасляный вакуум. Работа с научными приборами проводилась как обычно: в ИКИ — при участии французских специалистов, а в КБЮ, ЮМЗ и на космодроме — сотрудниками лаборатории. Предпусковая отработка научных приборов на полигоне прошла, как принято говорить в космической отрасли, штатно. Запуск состоялся 27.12.1971 года, орбита: в перигее 410 км, в апогее 2500 км, наклонение 74°. Спутник был назван «Ореол-1».

По возвращении в Москву Ю.И. немедленно направил меня на НИП в Симферополь. Там выяснилось, что спутник на несколько дней положен в дрейф, и работы с ним возобновятся только после наступления Нового года.

Телеметрическая информация, поступавшая со спутника «Ореол-1», уже регистрировалась на 35-мм магнитную ленту и визуализировалась на электрохимическую бумагу. Появилась возможность обрабатывать ТМИ на институтских цифровых ЭВМ. Обработка состояла из трёх стадий: предварительная — очистка от сбоев и привязка времени, первичная — выделение каналов и параметров, вторичная — выполнялась самим экспериментатором с целью получения физического результата. На спутнике «Ореол-1» я уже начал интересоваться обработкой ТМИ и выуживанием из неё физических результатов. ТМИ обычно представляется в виде графиков, Ю.И. учил меня, что телеметрические графики надо изучать методом «пристального всматривания». Тогда Ю.И. время от времени организовывал лабораторные семинары, которые помогали понимать, как интерпретируются результаты наших измерений в исследовании ионосферы. Для того чтобы обозначить, насколько продвинулось теперешнее понимание атмосферно-ионосферно-магнитосферного взаимодействия, в которое Ю.И. вложил значительные усилия, приведу некоторые примеры проблем, обсуждавшихся на лабораторных семинарах: замкнут или разомкнут овал полярных сияний; существование таких структур как дневной и ночной (благополучно забытый) каспы.

ПРОЕКТ АРКАД-2

Проект был в основном повторением проекта АРКАД-1. В Плесецке «пусковую» команду нашей лаборатории возглавлял Ю.И. Однако для меня в процессе подготовки запуска было одно запоминающееся событие. Испытания

на космодроме в МИК завершаются пристыковкой спутника к ракете-носителю и накаткой обтекателя. При транспортировке ракеты-носителя на стартовую позицию, которая выполнялась ночью, осуществлялась термостатирование ракеты-носителя посредством обдува подогретым воздухом. При этом возможно нежелательное попадание пыли в коллиматоры приборов. Поэтому для каждого научного прибора изготавливались специальные заглушки, которые с помощью киперной ленты соединялись в «паука» и выводились через окно головного обтекателя наружу. Заглушки и этого «паука» изготавливал М.Л. Брагин — наш лабораторный умелец, мастер на все руки. Осечка была чревата отказом работы прибора или даже всех приборов, поэтому процедура «сдергивания заглушек» было очень ответственной и неоднократно репетировалась. Вся эта процедура, прописанная в перечне предстартовых манипуляций, представляла определённый риск для исполнителя и должна была выполняться представителем науки на стартовой позиции на заправленном носителе в составе последнего расчета, за полчаса до старта. На стартовой позиции все расчеты работают в противогазах. Поэтому представителю науки было необходимо подобрать противогаз, пройти так называемое «окуривание» — проверку функционирования противогаза, облачиться в защитный прорезиненный костюм и после этого идти на исполнение вышеупомянутой процедуры. Для ее выполнения подготавливались два человека: основной исполнитель и дублер. Такая манипуляция выполнялась перед запуском на спутниках «Космос-261» (Ю.И.), «Космос-348» (Р. Ковражкин), «Ореол-1», «Ореол-2» (автор этих строк). После снятия «паука» его отбирал офицер и печатывал, исполнитель препровождался в бункер. Менее чем через полчаса ракета стартовала. Запуск состоялся 26.12.1973 года с космодрома Плесецк. Орбита: перигей 407 км, апогей 1995 км, наклонение 74°. Спутник получил название «Ореол-2». Сразу после запуска наша команда немедленно выезжала на НИП, расположенный на космодроме Плесецк, в нескольких десятках километров от стартового комплекса. После успешного запуска ИСЗ примерно через полтора часа входил в зону радиовидимости этого НИП, и со спутником началась работа. Проводились измерения орбиты, выдавались разовые радиокоманды, в том числе на включение научных приборов, таким образом, появлялась информация, что аппарат вышел на орбиту, команды на научные приборы выданы и идет прием телеметрической информации, в том числе от научных приборов. Спустя некоторое время нам представлялась обработанная фотоленка с записями данных, полученных в режиме непосредственной передачи. Для меня это

было неповторимое ощущение некоего значительного этапа успешно выполненной работы: еще вчера приборы испытывались на Земле, а вот с этого момента начинают научные измерения в космосе.



Газеты с сообщением о запуске спутника «Ореол-2»

Когда мы вернулись в Москву, Ю.И. традиционно направил меня на НИП, но теперь уже после наступления Нового, 1974 года. К тому времени я уже активно занимался обработкой данных измерений, полученных с «Ореолов». По рекомендации Ю.И. я обращал особое внимание на данные французских приборов, измерявших потоки мягких электронов. Однажды, обсуждая результаты обработки большого числа сеансов, где я отмечал достаточно резкий подъём (скачок) интенсивности измеряемых потоков частиц на авроральных и субавроральных широтах в вечернем секторе геомагнитного времени, Ю.И. поинтересовался, как часто наблюдается такой подъём. Я ответил — всегда. Так нашла свое подтверждение, по-видимому, уже существовавшая у Ю.И.

идея границы диффузного вторжения (ГДВ) мягких авроральных электронов в вечернем секторе местного времени, которая нашла отражение в статьях, опубликованных в журнале «Космические исследования» (1977)¹, где я был одним из соавторов. Это было моё первое участие в публикации по космическим исследованиям.

Анализ и интерпретация полученных с борта ИСЗ данных измерений были возможны только при наличии текущих навигационных (орбитальных) и геофизических параметров при полёте ИСЗ вдоль орбиты. Источником таких параметров были результаты вычислений по «Программе КАДР для расчета географических, геодезических и астрономических координат и других характеристик точек вдоль траектории, 1971 г.». Идеологом программы КАДР (CADR) был Ю.И., авторами Ю.И. и Ю.Н. Пономарев (машинная версия программы). Позднее программа неоднократно модифицировалась. Последний вариант CADR-4 (версия 3.0, авторы Ю.И. Гальперин, Л.В. Зинин) была выпущена в августе 1995 г. Программа широко использовалась не только специалистами ИКИ, но и другими научными организациями нашей страны и за рубежом.

Участвуя в работах с «Ореолами», я постепенно более плотно начал приобщаться к управлению режимами бортового КНА в полёте. Это было продолжением моей работы на НИП. Один из Центров управления непилотируемыми КА в те времена находился в Хамовнических казармах на Комсомольском проспекте, поблизости от моего дома, а поскольку часто сеансы проводились глубокой ночью, это было удобно. В Центр управления полётами нужно было прибыть к началу сеанса сброса ТМИ. После сеанса сброса ТМИ необходимо дождаться сообщений с НИП о качестве принятой ТМИ и подготовить программу (времена выдачи радиокоманд на борт) на период дальнейшей работы.

¹ *Гальперин Ю.И., Кранье Ж., Лисаков Ю.В., Николаенко Л.М., Синицын В.М., Сово Ж.-А., Халипов В.Л.* Диффузная авроральная зона. I. Модель экваториальной границы диффузной зоны в вечернем и полуденном секторах // Космич. исслед. 1977. № 15. С. 421–434; *Халипов В.Л., Гальперин Ю.И., Лисаков Ю.В., Николаенко Л.М., Кранье Ж., Синицын В.М., Сово Ж.-А.* Диффузная авроральная зона. II. Образование и динамика полярного края субаврорального ионосферного провала в вечернем секторе // Космич. исслед. 1977. № 15. С. 708–724.

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ОРБИТАЛЬНЫЕ СТАНЦИИ («САЛЮТ-3, -4»)

Как я упоминал ранее, научные интересы Ю.И. включали исследования свечения ночного неба. Ещё до моего прихода в ИКИ в лаборатории готовился эксперимент ЭМИССИЯ. Это должен был быть аналоговый фотометр, устанавливаемый на долговременную орбитальную станцию (ДОС). Научная задача прибора состояла в том, чтобы по интенсивности свечения красной линии кислорода (6300 Å) исследовать динамику температуры верхней атмосферы. С прибором предполагалась работа оператора (космонавт), который должен был устанавливать прибор на иллюминатор и наводить его на светящийся атмосферный слой, результаты измерений записывались на телеметрию. В разработке прибора участвовал Саша Кузьмин. Ю.И. подключил меня к работам по «Эмиссии» после окончания работ со спутником «Космос-348». В августе 1970 года Ю.И. направил меня в столицу Киргизии город Фрунзе, где в конце 1960-х на базе кроватной мастерской было создано ОКБ ИКИ. Прибор «Эмиссия» был одним из первых, разрабатываемых ОКБ. Мною была радикально пересмотрена концепция построения прибора. В ИКИ я провёл определённую работу по отбору фотоумножителей ФЭУ-75, которые предполагалось использовать в качестве детекторов излучения. В середине 1972 года первый образец прибора «Эмиссия» был готов. До конца года в окрестностях Ашхабада (близ местечка Фирюза) на обсерватории Туркменской АН сотрудниками лаборатории при моём участии проводились работы по калибровке одного из образцов прибора. Позднее калибровка прибора продолжилась с борта самолета в полетах в северных широтах. В начале 1974 года почти одновременно (с разными образцами прибора) проводились комплексные испытания в составе ДОС (военного назначения) в Реутово и в составе ДОС (гражданского назначения) в Подлипках. В испытаниях участвовали я и Кузьмин. В начале апреля начались испытания на космодроме Байконур, в испытаниях от лаборатории участвовали Кузьмин, Пономарёв и я. Испытания также проводились одновременно на двух площадках. Существенно отметить, что ТМИ представлялась на электрохимической бумаге (ЭХБ). 25 июня 1974 года была запущена ДОС военного назначения («Салют-3»). ДОС гражданского назначения была выведена на орбиту 26.12.1974 года («Салют-4»). На обоих бортах был установлен прибор «Эмиссия». После работы с прибором «Эмиссия» я пришёл к убеждению — выполнять научные измерения на «обитаемых» КА возможно только с минимальным (лучше однократным — установка) использованием опера-

тора (космонавта). Позднее работы с прибором «Эмиссия» продолжались и на других орбитальных станциях, но в них я уже не участвовал.

В январе–феврале 1975 года завершилась совместно подготавливаемая работа советских и французских ученых по изучению комплекса электромагнитных явлений в магнитосопряженных точках Земли. Советские ученые работали на острове Кергелен в Индийском океане, а их французские коллеги — в поселке Согра Архангельской области. Это был советско-французский эксперимент АРАКС, в котором принимал участие Ю.И. Во второй половине 1974 года и первой половине 1975 года около шести месяцев Ю.И. отсутствовал в лаборатории — путешествие на корабле на остров Кергелен, участие в эксперименте, путешествие обратно. По возвращении Ю.И. очень интересно рассказывал об этом. В его отсутствие работы в лаборатории продолжались своим чередом. Мне вспоминаются некоторые высказывания Ю.И. о роли заведующего лабораторией в её жизни. Своей точки зрения на этот вопрос я не имею. Приблизительно в этот период в нашем отделе возникла некая ненаучная чехарда с должностью заведующего отделом. На некотором отрезке времени Ю.И. пришлось быть заведующим отделом. Пришлось, потому что Ю.И. неоднократно сетовал на то, что эти обязанности мешают ему заниматься настоящей работой, под которой он понимал научную работу лаборатории. Спустя короткое время Ю.И. оставил должность заведующего отделом и, я уверен, сделал это с большим удовольствием.

ПРОЕКТ ИОНОЗОНД

Из написанного выше ясно, что в лаборатории Ю.И. одновременно реализовывались несколько научных экспериментов (проектов), находившихся на разных стадиях исполнения, и, по моему мнению, в этом была заслуга Ю.И., который сумел мобилизовать относительно небольшой коллектив на выполнение достаточно объемных работ. Одним из таких экспериментов была постановка спектрометра мягких электронов СФ-3 в проект ИОНОЗОНД, готовившийся ИЗМИРАН. Научным руководителем проекта был директор ИЗМИРАН В.В. Мигулин. Это был комплексный эксперимент, подготавливаемый в рамках программы ИНТЕРКОСМОС. Основная научная задача его состояла в исследовании ионосферы Земли методом импульсного зондирования с орбиты. Главным бортовым прибором был ионозонд ИС-338. Наряду с приборами, разрабатываемыми ИЗМИРАН, использовались

приборы, разрабатываемые специалистами ИКИ, а также совместно ИКИ, НРБ, ВНР, ПНР и ЧССР. Лаборатория Ю.И. поставляла спектрометр мягких электронов СФ-3 («Свет»). Ведущей по прибору была Ф.К. Шуйская. СФ-3 разрабатывался и изготавливался в ОКБ ИКИ и представлял собой модификацию упоминавшегося выше спектрометра РИЭ-204. Начало разработки — выпуск ТЗ на СФ-3 датировано 29 апреля 1972 года. Ф.К. Шуйская и я на протяжении разработки и изготовления прибора 1–2 раза в год летали во Фрунзе — это 6,5 часов на Ил-18 (позднее 4,5 часа на Ту-154, Ил-62). Во Фрунзе очень благодатный климат, хотя регион сейсмоактивный. Из города видны заснеженные вершины пиков семитысячников Тянь-Шаня. В одну из летних командировок мне посчастливилось несколько дней провести на озере Иссык-Куль. В ОКБ ИКИ прибором занималась очень целенаправленная, грамотная и доброжелательная команда во главе с В.М. Арямкиным. Для создания прибора ОКБ ИКИ пришлось освоить сложнейшие технологические процедуры: изготовление тончайших сеток, выполнение микронных напылений, специальных чернений, надежных высоковольтных статических источников питания (12 кВ) и многие другие. В процессе разработки прибор прошёл большое количество разнообразных испытаний. СФ-3 состоял из двух блоков: датчик размещался вне гермоотсека, блок электроники — внутри него. Спектрометр имел аналоговые и цифровые выходные параметры, квазилогарифмический (по основанию 2) формат вывода: 8 двоичных разрядов, из которых 4 разряда — порядок, 4 — мантисса. Научная задача спектрометра формулировалась как исследования фотоэлектронов и быстрых вариаций (временное разрешение 0,01 с) потоков электронов. Диапазон измеряемых потоков электронов — 10 эВ – 15 кэВ, энергетическое разрешение — $\Delta E/E = 20\%$, угол зрения — конус 10° , геометрический фактор — $1,4 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2 \cdot \text{ср}$. Прибор СФ-3 представлял собой электростатический цилиндрический анализатор со сцинтилляционным счетчиком электронов, прошедших дополнительное ускорение 12 кВ. Для снижения фона счет сцинтилляций выполнялся двумя ФЭУ-85А, включенными по схеме регистрации совпадений. Масса прибора составляла 14 кг. Были изготовлены следующие образцы: габаритно-массовый макет, электрический, тепловой, технологический (лабораторный), лётный макеты и ЗИП*. Мне представляется, что этот прибор был некой вехой в истории ОКБ, после него ОКБ можно было поручать разработку бортовых приборов любой сложности. В ИКИ в вакуумной камере была проведена калибровка лётного образца спектрометра с использованием аттестованной тритиевой мишени. Прибор успешно работал на борту КА.

* ЗИП — запасные части, инструменты, принадлежности

Комплекс научной аппаратуры проекта ИОНОЗОНД размещался на новой платформе АУОС-3, разработанной КБЮ. Космический аппарат допускал большую массу научной аппаратуры, обеспечивал трехосную ориентацию на Землю, телеметрическая система позволяла регистрировать значительно больший объём информации с более высокой опросностью каналов, осуществлялось программируемое управление служебными системами и КНА в полёте и другие полезные для космического эксперимента новации. Кроме штатной телеметрии, в состав КНА входила дополнительная телеметрическая система ЕТМС-А (единая телеметрическая система), разрабатываемая совместными усилиями стран-участниц. Регистрация ТМИ ЕТМС предполагалась в режиме НП на наземные приемные пункты Академии наук: в ИЗМИРАН, на приёмном пункте ИКИ, размещенном в только что возникшем СКБ ИКИ в Тарусе, в ПГИ (Апатиты), а также в местечке Панска Вес на территории ЧССР. Позднее в рамках работы с СФ-3 я дважды побывал в ПГИ Кольского филиала АН СССР в Апатитах, в марте 1979 года и январе 1980 года. Первое международное совещание по проекту, в котором мне довелось участвовать, прошло 18.03.1973 года и было совещанием именно по ЕТМС. Замечу, что в то время от момента написания методической записки на эксперимент в космосе научным руководителем проекта до запуска КА проходило в среднем 7 лет.

Во второй половине мая 1978 года на космодроме Плесецк начались комплексные испытания технологического КНА проекта ИОНОЗОНД в составе КА. В испытаниях, кроме представителей ОКБ ИКИ, на космодром были допущены специалисты стран-участниц.

В конце июня 1978 года Ю.И. предполагал участвовать в совещании по полярным сияниям и свечению ночного неба, проводившемся в Институте космофизических исследований Якутского филиала Сибирского отделения АН СССР (20–30 июня 1978 г.). В Якутск я летел вместе с Ю.И. В Новосибирске самолет дозаправлялся, и мы провели некоторое время в аэропорту. Юрий Ильич вспомнил, что тогдашний наш новый директор академик Р.З. Сагдеев пришел в ИКИ из Новосибирского академгородка. Ю.И. посетовал мне, что он поддерживал это назначение, а вот теперь академик пытается закрыть проект АРКАД-3, который на тот момент находился в достаточно продвинутой фазе. Мне вспоминается, что в том разговоре я впервые услышал слово ИНТЕРБОЛ.

Одним из направлений подготовки к работе с КА в полёте была организация приема ТМИ с ЕТМС в СКБ ИКИ

в Тарусе. Эти работы проводились одной из лабораторий ИКИ (В.В. Лаврусевич, В.Н. Скородумов). Тогда на том месте, где сейчас размещается СКБ, не было ничего кроме бетонного забора, правда, электричество уже было подведено. На территорию внутри забора был доставлен КУНГ с аппаратурой, обеспечивающей работы по приёму ТМИ ЕТМС: антенны, приемники, магнитофоны и др. Я провел там несколько дней и участвовал на начальном этапе подготовки приёмной станции к работе в проекте ИОНОЗОНД.



Летняя школа в Якутске. Слева от Ю. И. Гальперина Ю. Лисаков

В последние дни 1978 года ОКБ ИКИ поставило нам лётный образец и образец ЗИП прибора СФ-3, а также КИА. Эту аппаратуру необходимо было забрать из аэропорта. Шуйская и я выехали на институтской машине в Домодедово. Это были дни сильнейших морозов — до -45°C . На МКАД машина заглохла, попытки водителя завести двигатель были тщетны. Машина выхолаживалась исключительно быстро. Несмотря на то, что мы были одеты достаточно тепло, и продолжалось всё это не более 15 минут, пришлось пережить очень неприятные ощущения. Но, в конце концов, машина все-таки завелась, и все закончилось благополучно.

На испытаниях лётного КНА в Плесецке я по личным обстоятельствам участвовать не смог, но был уверен, что проблем с прибором СФ-3 не будет и их действительно не было.

Успешный запуск состоялся 27.02.1979 года с космодрома Плесецк. Орбита: перигей — 502 км, апогей — 995 км, наклонение — 74°. Космический аппарат был назван «Интеркосмос-19». Традиционно, после запуска я с 28 февраля по 11 марта провел на НИП под Симферополем. По данным ТМИ, СФ-3 функционировал нормально. Началась рутинная работа по обработке и анализу ТМИ. Очень быстро Шуйская обнаружила, что в момент излучения зондирующего импульса в телеметрируемых данных СФ-3 наблюдается всплеск. Вначале этот всплеск был принят за помеху в электрических цепях (проблема электромагнитной совместимости — ЭМС). Я уверял, что экранирование электрических цепей с бортовыми системами было выполнено тщательно. К объяснению этого эффекта подключился Ю.И., и достаточно быстро появилось понимание, что это — эффект, возникающий в околоспутниковой плазме. Спустя некоторое время результаты были опубликованы, я также был одним из соавторов. Мне кажется, что для Ю.И. это был первый плазменный эксперимент в космосе, все предыдущие эксперименты имели геофизическую направленность. Как мне известно, тогда Ю.И. считал, что это — один из значительных научных результатов. Я думаю, что эксперимент ИОНОЗОНД – спектрометр СФ-3 вполне можно отнести к одному из первых активных плазменных экспериментов в космосе (на орбите). При этом, как и должно быть в активном эксперименте, имелся воздействующий прибор, генерирующий возмущение (импульсный ионозонд ИС-338), и диагностический прибор, регистрирующий эффект от возмущения (СФ-3), а околоспутниковая плазма выполняла роль лабораторной, правда, получить такую плазму возможно только на околоземной орбите.

Результаты анализа измерений, выполненных спектрометром СФ-3, дали основу ещё для нескольких научных публикаций. Однако безвременная кончина Ф.К. Шуйской остановила эти работы, а я уже покинул лабораторию Ю.И.

28.10.2009 года в ИЗМИРАН состоялась научная конференция «30 лет ИСЗ „Интеркосмос-19“: итоги и перспективы», в которой приняли участие Мулярчик и я. Нами были доложены некоторые результаты, полученные по данным измерений, выполненных при проведении эксперимента с прибором СФ-3. По существу, наш доклад посвящался памяти Ю.И. и Ф.К. Шуйской. Замечу, что специалисты ИЗМИРАН до сих пор продолжают обрабатывать и анализировать данные зондирования ионосферы, выполненного на спутнике «Интеркосмос-19», и продолжают получать новые результаты.

ПРОЕКТ АРКАД-3

Советско-французский космический проект АРКАД-3 выполнялся на платформе АУОС-3. Комплекс научной аппаратуры проекта включал советские научные приборы для измерения заряженных частиц, исследования оптического свечения (ИКИ), волновых измерений (ИЗМИРАН), французские приборы для измерения заряженных частиц и волновых излучений. Выполняемые измерения позволяли исследовать взаимодействие высокоширотной ионосферы с магнитосферой.



Совещание по проекту АРКАД-3. Ю. Гальперин, В. Гладышев, А. Рем, Н. Масевич, Жак Шен, Ги Амери, Ж. Боске, Ю. Лисаков

Я непосредственно занимался прибором «Кукушка-2» — спектрометр протонов и электронов низких энергий (в настоящее время один из датчиков спектрометра находится в экспозиции постоянно действующей выставки ИКИ). Прибор был сделан задолго до проекта АРКАД-3, блок электроники был доработан с тем, чтобы обеспечить цифровую регистрацию измерений. Доработанный прибор именовался «Кукушка-2-Гриф». Однако гарантийный срок на него истек (прибор был выполнен в начале 1970-х и доработан в начале 1980-х). Все-таки прибор был поставлен на борт соответствующим решением Генерального конструктора, под личную ответственность Ю.И. (это ещё раз подтверждает высокий уровень авторитета Ю.И.). На борту прибор проработал достаточно долго. Прибор представлял собой спектро-

метр протонов и электронов низких (от 10 эВ) и средних (до 15 кэВ) энергий. В его состав входили четыре датчика, блок высоковольтного питания и блок электроники (устанавливался внутри гермоотсека). Прибор был уникальным для своего времени. Беспрецедентный геометрический фактор датчиков (фактически чувствительность) определялся электростатическим анализатором, пластины которого были выполнены по формуле логарифмической спирали, что обеспечивало сгущение траекторий частиц на выходе анализатора (входе детектора) в сравнении с траекториями на входе. Детекторами в датчиках были открытые вторично-электронные умножители — ВЭУ (ВЭУ — это фактически ФЭУ без фотокатода). Достоинство ВЭУ заключается в том, что они регистрируют одноэлектронные (однопротонные) импульсы, что как раз требуется при регистрации потоков частиц слабой интенсивности.

В состав КНА проекта АРКАД-3 входил прибор «Альтаир», который разрабатывался в ОКБ ИКИ. Я в разработке непосредственного участия не принимал, но всё-таки у меня был интерес к прибору, поскольку это было развитием идей ЭМИССИИ. По идеологии прибор являлся фотометром, но в его основе использовался принцип счета отдельных фотонов оптического излучения. В то время это было новаторством, хотя существующая электронная база уже позволяла сделать такой фотометр. Регистрация отдельных фотонов — это фактически та же регистрация одноэлектронных (однопротонных) импульсов ВЭУ, аналогичная регистрации заряженных частиц спектрометром «Кукушка-2-Гриф». Поэтому в приборе «Альтаир» вполне мог использоваться предусилитель импульсов тока, исполненный по схеме предусилителя «Кукушка-2-Гриф», что гарантировало бы работу фотометра «Альтаир» в широком диапазоне интенсивностей регистрируемых потоков фотонов. Однако разработчики «Альтаира» (ОКБ ИКИ) выбрали схему предусилителя импульсов напряжения. На этом этапе разработки возник, на мой взгляд, критический момент. Я был уверен, что при регистрации реальных потоков фотонов прибор будет «захлёбываться». Улучив момент, когда Ю.И. и Гладышев находились вместе, я заявил им (указав на важность), что в варианте, предложенном ОКБ ИКИ, прибор в полете работать должным образом не будет, подчеркнув в шутку, что это моё официальное заявление. Моё замечание осталось безответным, а прибор, действительно, должным образом не работал. В полёте прибор переполнялся уже при потоках фотонов даже небольшой интенсивности. Мне до сих пор жалко пропавший перспективный эксперимент.

Упомяну некоторые общие технические специфические особенности проекта. На борту была установлена французская телеметрическая система ТМФ, дополнительно к штатной ТМС. Штатная телеметрическая система имела четыре локальных коммутатора. Но вместо одного из них был подключен французский бортовой компьютер. При подготовке проекта с целью уменьшения помех волновым измерениям, которые проводились сотрудниками ИЗМИРАН и французскими специалистами, ИКИ совместно с ЛОНИИР* были предприняты системные меры обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) и электромагнитной чистоты (ЭМЧ) служебных систем и всех научных приборов. Начало этим работам было положено специалистом ЛОНИИР Ю. В. Полозком, продолжено Л. С. Туриным. На начальном этапе этих работ Ю. И. подключил к ним и меня. Уже на КА «Интеркосмос-19» в работе со спектрометром СФ-3 я столкнулся с проблемой ЭМС и почувствовал, как легко пропустить физическое явление, не выполнив требований ЭМС (в том случае — тщательности экранирования).

* ЛОНИИР — Ленинградский отраслевой научно-исследовательский институт радио

Позднее, уже вне лаборатории Ю. И., мне пришлось более обстоятельно заниматься вопросами обеспечения ЭМС, ЭМЧ и магнитной чистоты в других институтских проектах. В проекте АРКАД-3 одно из направлений обеспечения ЭМЧ заключалось в разработке, изготовлении и расширенных испытаниях металлизированных солнечных панелей. Эта работа проводилась под руководством специалиста НПО «Квант» А. И. Козлова. Результаты системного подхода к работам по обеспечению ЭМС в проекте АРКАД-3 были представлены в отдельной книге, написанной коллективом авторов под руководством Ю. И. До настоящего времени книга является единственным изданием, в котором изложены системные подходы к решению проблемы обеспечения ЭМС и ЭМЧ на КА, которые не утратили актуальности. Мне представляется, что начало системному подходу к решению проблемы ЭМС, ЭМЧ при реализации Институтом плазменных экспериментов в космосе было положено при подготовке проекта АРКАД-3. Одной из физических проблем, связанных с измерениями потоков частиц малых энергий, является проблема заряжения КА в космической среде (плазме). Потенциал, приобретаемый телом, движущимся в плазме, либо ограничивает, либо искажает нижний порог энергии регистрируемых заряженных частиц (отрицательный потенциал ограничивает порог измеряемых электронов и искажает порог регистрируемых ионов (протонов), положительный — наоборот). Минимизировать погрешности измерения заряженных частиц возможно при обеспечении эквипотенциальности всей поверхности КА, вклю-

чая солнечные панели. Что и было реализовано в проекте АРКАД-3.

Комплексные испытания технологического КНА проводились в мае–июне 1980 года на полигоне Капустин Яр (Астраханская область) с участием французских специалистов. Научную команду советских специалистов возглавлял Ю.И. По результатам испытаний технологического комплекса год был отведен на доработку летных приборов. Испытания летного КНА также проводились на полигоне Капустин Яр в июне 1981 года. В августе 1981 года научная команда ИКИ–ИЗМИРАН во главе с Ю.И. прибыла на космодром Плесецк, французских специалистов на космодром не допускали. Успешный запуск состоялся 21 сентября 1981 года. Орбита – перигей — 408 км, апогей — 2012 км, наклонение — 82,5°, орбитальный период — 109,5 мин. Замечу, что в отличие от предыдущих запусков, когда научная аппаратура включалась на первом же витке, на «Ореол-3» с целью обезгаживания было решено включать научную аппаратуру лишь спустя трое суток после запуска. По возвращении с космодрома меня, по традиции, Ю.И. направил на НИП. На этот раз — это был НИП в Евпатории, который в общем-то работает в информационной связке с симферопольским НИП. Я был на этом НИП по работам с КА «Ореол-3» дважды: в октябре–ноябре 1981 года и в июле–августе 1982 года. В это время мне также приходилось заниматься управлением КНА в полете. Ещё со времени КА «Интеркосмос-19» Центр управления полетом находился в первом подъезде здания ИКИ. Уже тогда я приобрел опыт управления режимами прибора СФ-3 в полете, который мне теперь пригодился в работах по управлению КА «Ореол-3». Работа служебных систем и КНА программировалась на несколько суток.

В проекте АРКАД-3 одной из новаций Ю.И. было создание библиотеки фотомикрофишей, содержащей обработанные данные измерений, которой Ю.И. уделил много внимания. Однако спустя очень короткое время появление персональных компьютеров сделало ненужной такую архивацию научных результатов.

Проект ОРЕОЛ-3 был последним, в котором я участвовал под руководством Ю.И. Я проработал в лаборатории Ю.И. около 16 лет. За это время я непосредственно участвовал (с разной степенью вовлеченности) в работах по четырем научным проектам («Космос-348», «Ореол-1, -2, -3») и трех работах, в которых лабораторией на КА «Салют-3, -4», «Интеркосмос-19» поставлялись отдельные научные приборы. Все эти работы я выполнял

под руководством Ю.И., тем не менее, я не могу в полной мере отнести себя к ученикам Ю.И.

В 1986 году я для себя принял решение оставить лабораторию Ю.И. Несколько ранее меня лабораторию покинул Юра Пономарев. Он-то и составил мне протекцию в немногочисленную группу (А.А. Мартинсона) в нашем отделе, которая занималась подготовкой проекта АКТИВНЫЙ. Группа занималась ракетными космическими исследованиями, но совершенно не имела опыта работы на орбитальных КА. Поэтому мы с Пономаревым были востребованы в группе. Я почувствовал, что уже обрёл некую самостоятельность и в лаборатории Ю.И. не видел для себя перспективы. Я привык к оперативной работе: методической разработке приборов, испытаниям, управлению в полете, обработке данных. Проект ИНТЕРБОЛ двигался очень медленно, и ещё раньше Ю.И. предпринимал попытки поставить на борт ИНТЕРБОЛа спектрометр электронов, аналогичный СФ-3. С этой целью Ю.И. командировал меня в Институт физики и механики АН Украины (Львов) прозондировать возможность разработки и изготовления на предприятии спектрометра мягких электронов. Я отправился во Львов вместе с сотрудником нашего отдела В.И. Онищенко. Тогда ИКИ продуктивно сотрудничал с Львовским институтом, нас принимал зам. директора В.Е. Корепанов. Однако наши переговоры успехом не увенчались. Другие предпринимаемые попытки разработать спектрометр мягких электронов для проекта ИНТЕРБОЛ также были безуспешны.

Мне представляется, что уход из лаборатории был моим единственным конфликтом с Ю.И. Все время в лаборатории я проработал на одной зарплате и в одной должности. На мой взгляд, такой сотрудник является очень удобным. С другой стороны я был уверен, что мой уход совершенно не скажется на функционировании лаборатории, оплотом лаборатории был Ю.И. Я постарался обставить свой уход как можно мягче. Я пошёл к заведующему нашим отделом А.А. Галееву, сообщил ему о моём решении, он не возражал против моего перехода в группу Мартинсона. Галеев понимал, что эксперимент АКТИВНЫЙ — перспективный, а команда, занимающаяся проектом, не имеет необходимого опыта. Я спросил Галеева, сообщить ли мне самому Ю.И. о моем решении, или Галеев уладит этот вопрос, на что он ответил, что сам все решит. Свой переход в другое подразделение я сознательно обставил таким образом, чтобы у Ю.И. не сложилось впечатление, что я ставлю какие-то условия, но что решение моё оставить лабораторию — окончательное. После того, как Галеев сообщил эту не-

ожиданную «новость» Ю.И., он посетовал мне, что с ним чуть не случился инфаркт. Не думаю, что я как сотрудник представлял собой большую ценность для лаборатории, мне просто было интересно работать в космических исследованиях. После моего ухода из лаборатории общение с Ю.И. на производственные темы прекратилось.

И ЕЩЁ НЕМНОГО О Ю.И.

Юрий Ильич был специалистом по проведению комплексного эксперимента: в его проектах очевидно просматривался системный подход: измерения на КА должны сопутствовать скоординированные наземные и, по возможности, измерения, выполненные на других КА. Эти устремления Ю.И. вполне реализовались в проекте ИНТЕРБОЛ.

Юрий Ильич не был кабинетным работником. В КА «Космос-348», «Ореол-1, -2, -3», научную команду на космодроме (Плесецк, Капустин Яр) возглавлял Ю.И. и участвовал в работах от начала до завершения (запуска), когда приходилось безотлагательно решать многие вопросы, что в дальнейшем существенно облегчало работу с КНА в полете. Однажды летом Ю.И. пришел в Институт экипированным вполне по-зимнему. Выяснилось, что в этот день он отправляется в Тикси. Делясь опытом, приобретённым в многочисленных командировках и экспедициях, Ю.И. говорил, что отправляясь в командировку, чтобы иметь меньший багаж, нужно одеваться как «капуста». Юрий Ильич был не лишен чувства юмора, допускал употребление анекдотов и выражений, содержащих лёгкую двусмысленность. Но, я ни разу не слышал из его уст ненормативной лексики, даже при оценке последствий потопа. Интересны высказывания Ю.И. на чаепитиях по случаю его наградений. Юрий Ильич обратил внимание сотрудников лаборатории на то, что награждает народ. Тезис, широко распространённый в настоящее время. В моём общении с Ю.И. я бы отметил его аполитичность. Хотя он с сожалением отнёсся к распаду СССР. Я сказал ему, что в этом есть и положительный момент: по крайней мере, отделяющиеся республики перестанут говорить, что они кормят Россию, что и подтвердилось к настоящему времени. На референдуме я голосовал против сохранения Союза, мне было очевидно, что местные элиты рано или поздно захватят власть и развалят Союз.

Научные публикации Ю.И. всегда содержали обширную библиографию, что свидетельствовало о его подробной

осведомленности о публикуемом материале не только в российских (советских), но и в зарубежных научных журналах. Юрий Ильич был энциклопедически образован, что в наше время встречается все реже и реже, все чаще ученые, особенно среди молодых, считающиеся специалистами в своей области, неграмотны даже в русском языке, что свидетельствует о недостаточной начитанности. Энциклопедичность Ю.И. проявлялась и в повседневном общении. Я вспоминаю, например, как однажды, уж не помню по какому поводу, в разговоре со мной Ю.И. высказал известную максиму: *«Чем отличается умный от мудрого: мудрый никогда не попадет в ситуацию, из которой умный выйдет с честью»*. К сожалению, мудрых людей в наше время все меньше, а среди руководителей, даже высшего звена, просто нет. Интересны были неформальные мысли Ю.И., которые высказывались им на нечастых лабораторных чаепитиях.

Однажды, в выходной день, я с большим удивлением увидел через окно во дворе дома, где я прожил всю жизнь, Ю.И. с батонем хлеба. На следующий день на работе выяснилось, что Ю.И. поменял квартиру и стал моим соседом, фактически через два дома. Позднее, кажется, в начале 90-х прошлого века, поскольку мы были соседями, Ю.И. как-то подвёз меня до дома, управляя собственным автомобилем, это были синие «Жигули». Раньше я никогда не предполагал, что Ю.И. — автомобиль и имеет права, хотя, как выяснилось, права у Ю.И. были ещё со студенческих лет. Но, надо отдать ему должное, в свои 60 с лишним лет автомашину он вел вполне уверенно, я совершенно не испытывал дискомфорта.

Я вспоминаю рассказ одной из сотрудниц лаборатории из жизни Ю.И. Однажды Ю.И. где-то на проселочной дороге случайно шел рядом с повозкой, запряженной лошадью, и оторвавшаяся с копыта лошади подкова упала прямо ему под ноги. Юрий Ильич подкову подобрал, я видел ее у него дома. Известно, что на Руси найти подкову — счастливое предзнаменование на всю жизнь. Я считаю, что Ю.И. прожил счастливую научную жизнь. На период его активной научной работы пришлось три эпохальных события: запуск первого ИСЗ, первый орбитальный полет человека в космос, внедрение персональных компьютеров в повседневную работу, и всеми этими достижениями человеческой цивилизации Ю.И. довелось воспользоваться для реализации своих научных целей. По рассказам сотрудников лаборатории, у Ю.И. не было неудачных запусков спутников («за бугор», как говорят в космической отрасли).

С точки зрения ресурсов специалистов, мне представляется, что научные космические исследования находятся на вершине пирамиды, в основании которой — многочисленные специалисты (от рабочего до Генерального конструктора), разрабатывающие КА и обеспечивающие его запуск. Выше находится относительно немногочисленная научно-инженерная элита, разрабатывающая и изготавливающая научные приборы, и, наконец, совсем немногочисленные научные коллективы во главе с конкретным ученым — руководителем. Одним из таких учёных был Ю.И. Очевидно, все многочисленные специалисты, составляющие эту пирамиду, работают на немногочисленный научный коллектив, находящийся на её вершине.

В прошлом, 2011, году исполнилось 10 лет, как Юрий Ильич ушёл из жизни. В сентябре 2012 года Ю.И. исполнилось бы 80 лет. В ИКИ есть стена памяти с портретами нескольких ученых, которые, работая в стенах нашего Института, внесли вклад не только в российскую, но и в мировую космическую науку. Среди них Юрий Ильич Гальперин.

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Когда-то, в студенческой юности в одной из книг, я обратил внимание на мысль, которая мне запомнилась на всю жизнь. Мысль эта заключается в том, что каждый человек за свою жизнь совершает всего 3–4 поступка или становится участником всего нескольких событий (может быть, даже случайных), определяющих всю его дальнейшую жизнь. Это может быть выбор школы, вуза, работы, наверное, женитьба (замужество), встречи с разными людьми и др. Каждый думающий человек, с высоты своего возраста оглядываясь на прошлое, всегда может выделить эти поступки, события. Так вот, одним из таких событий для меня была встреча с Юрием Ильичом и приход (поступок) на работу в ИКИ в ноябре 1969 года.

А жизнь продолжается, продолжают и космические исследования. Работая в лаборатории Ю.И., я приобрел опыт физика-экспериментатора, который позволяет мне продолжать работать в космических исследованиях до сих пор. После ухода из лаборатории я работал в других подразделениях Отдела. В связи с безвременной смертью А.А. Мартинсона мне пришлось полностью погрузиться в проект АКТИВНЫЙ («Интеркосмос-24») в качестве ведущего по научным экспериментам, затем

я участвовал в подготовке проекта МАРС-94-96, в части обеспечения ЭМС и магнитной чистоты, в подготовке и реализации проекта ИНТЕРБОЛ («Хвостовой зонд», «Авроральный зонд», полунаучный прибор БНС), в эксперименте ЗОНД-ЗАРЯД (измерения токов натекания и электрических полей в приповерхностной зоне сверхбольшого КА) и в активных экспериментах ИСТОЧНИК и АРИЭЛЬ на борту орбитального комплекса (ОК) «Мир». Участвуя в совместных работах с американскими специалистами в рамках образовательной программы, связанной с активными экспериментами на ОК «Мир», в 1995 году по приглашению НАСА мне в течение двух недель довелось побывать в Лос-Анджелесе и Вашингтоне.

А в настоящее время я продолжаю работать в космических исследованиях, участвуя в активном эксперименте «Импульс» на борту Российского сегмента Международной космической станции.

Юрий Васильевич Лисаков,
ИКИ РАН

О СОАВТОРСТВЕ С ЮРОЙ

Перебрав различные варианты для названия статьи, посвященной памяти Юры Гальперина, остановился на том, который охватывает наиболее существенное проявление нашей деятельности, — занятие наукой. На протяжении нескольких десятилетий в статьях, обзорах и монографиях публиковались результаты нашей научной работы. Не ошибусь, сказав, что научные исследования составляли важнейшую часть нашей жизни. Это то, что мы могли делать профессионально, в отличие от многого другого, где были дилетантами. Пересказать содержание всех наших результатов, даже основных, невозможно в рамках этой одной статьи. Буду вспоминать только некоторые работы, с публикациями которых сохранились в памяти подробности, рисующие, как мозаика, отдельные фрагменты общей картины.

Наше тесное сотрудничество началось в конце семидесятых, когда у каждого за плечами уже был значительный путь. И продолжалось чем дальше, тем более тесно. После окончания физфака МГУ, так сложилась судьба, мне пришлось 9 лет проработать на арктической станции острова Диксон. Мои товарищи — физики — шутили, что меня направили в Арктику на такой срок для выведения породы морозоустойчивых евреев. Экзамен на выведение породы сдал, но гораздо труднее оказалось устроиться на работу в Москве. Но и это было преодолено. С сентября 1959 года директор НИЗМИР* Н.В. Пушков определил, что мне в институте следует продолжать заниматься полярными сияниями. В частности, аскафильмами сети камер всего неба за период Международного геофизического года (МГГ) в Арктике и в Антарктике. Первичная подготовка их для публикации в «Анналах МГГ» и последующий анализ привели к открытию овала полярных сияний — как области в верхней атмосфере с наиболее частыми вторжениями из космоса электронов авроральных энергий. Юра в эти же годы в отделе верхней атмосферы ИФА, в составе группы молодых ученых под руководством В.И. Красовского, успешно исследовал с помощью спектрографов субвизуальные формы аврорального свечения. Основное внимание уделялось эмиссиям водорода. Уже первые Юрины публикации, в том числе и в самых престижных международных научных журналах, сделали его имя широко известным в кругу специалистов.

** НИЗМИР — Научно-исследовательский институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Министерства связи СССР (с 30 марта 1956 года)*

В шестидесятые годы прошлого столетия наблюдения на спутниках в пределах магнитосферы были направлены преимущественно на исследования радиационных поясов, образованных в околоземном пространстве частицами с энергиями, на порядки превосходящими частицы полярных сияний. Потоки электронов измерялись счетчиками Гейгера. Вот как оценивал состояние проблемы В.И. Красовский в докладе¹ на сессии Отделения общей и прикладной физики АН СССР 27 апреля 1967 года: «До сих пор основной материал о природе, морфологии, динамике полярных сияний был получен с помощью наземных наблюдений. Ракетные и спутниковые исследования еще не дали сколько-нибудь существенных результатов по полярным сияниям. Одной ракетой и одним спутником трудно попасть в нужное ограниченное место и в соответствующий момент времени. Исследования с помощью этих методов следует нацелить прежде всего на разрешение тех задач, которые не могут быть разрешены иными средствами, и тесно координировать их с наземными наблюдениями».

Таковыми задачами в тот период было установление крупномасштабной структуры плазменных доменов и геомагнитного поля в пределах магнитосферы. Результаты, полученные со спутников серии «Космос», Explorer, IMP, Injun, OGO и Atmospheric Explorer, обнаруживали прекрасное согласие с данными о полярных сияниях: ночной сектор аврорального овала связан магнитными силовыми линиями с основным резервуаром энергичной плазмы в магнитосфере, названным центральным плазменным слоем (ЦПС — central plasma sheet — CPS), а слабое диффузное свечение к полюсу от овала проецируется на периферию ЦПС, получившую название граничного плазменного слоя (ГПС — boundary plasma sheet или plasma sheet boundary layer — PSBL).

В эти годы мы неоднократно встречались с Юрой на научных семинарах в ИФА. Иногда на них докладывались результаты исследований, выполненных в других институтах. Мне запомнился семинар с участием сотрудников кафедры астрономии Киевского университета, наблюдавших полярные сияния в бухте Тикси. Юра весьма настойчиво спрашивал, учитывалась ли ими при обработке спектральных наблюдений какая-то хитрая поправка. Докладчик Женя Пономарев путался с ответами, по-видимому, такая поправка не вводилась, что ставило под сомнение общие результаты работы. Тогда с места поднялся профессор С. К. Всехсвятский и резко оборвал

¹ Красовский В.И. Полярные сияния // Геомагнетизм и аэрномия. 1967. Т. 7. № 6. С. 945–957.

дискуссию, заявив, что все необходимые поправки были учтены, что вдаваться в детали не следует и что озвученные выводы правильны. Следует обсуждать результат, а не сомневаться в нем. Вот так и плодились у Юры недоброжелатели, существование которых выявлялось время от времени. Для некоторых старших по чину он был чрезмерно знающим и амбициозным.

На эти же годы приходится и другая запомнившаяся наша встреча. В декабре 1968 года в ИЗМИРАН пришло приглашение из ГАИШ присутствовать на закрытой защите докторской диссертации Ю.И. Гальперина. В процессе защиты выяснилась причина столь необычного приглашения. В Ученый совет поступил анонимный резко отрицательный отзыв на автореферат, и было желательно участие в защите как можно более широкой научной общественности. У Юры, как у любого активного ученого, в ученой среде были не только доброжелатели.

В конце шестидесятих годов прошлого века сотрудники отдела В.И. Красовского начали принимать активное участие в космических исследованиях¹. Создавалась аппаратура нового поколения¹, позволяющая измерять потоки геоэффективных корпускул вплоть до 10^{-3} эрг/(см²·с·ср) и фотоэлектронов на спутниках серии «Космос». Появилась возможность прямого измерения частиц авроральных энергий в космосе. В ИФА образовалась группа молодых энтузиастов исследования космоса. Душой ее и признанным научным авторитетом был Юра Гальперин. В 1967 году на ее основе во вновь созданном Институте космических исследований (ИКИ АН СССР) была организована под руководством Ю.И. Гальперина лаборатория полярных сияний по изучению авроральной радиации в космосе и обусловленных ею геофизических эффектов.

Развивалось сотрудничество с иностранными исследователями. Особенно тесная кооперация была установлена с французскими учеными². Происходили взаимные поездки между ИКИ и Тулузой. Юра был очень заинтересован в этом обмене и старался показать французским коллегам «товар лицом», приглашая в ИКИ на научные

¹ *Гальперин Ю.И., Джорджио Н.В., Иванов И.Д., Карпинский И.П., Лейн Е.Л., Мулярчик Т.М., Поленов Б.В., Темный В.В., Федорова Н.И., Хазанов Б.И., Шифрин А.В., Шуйская Ф.К.* Исследование геоактивных корпускул и фотоэлектронов на спутнике «Космос-261». 2. Измерения электронов малой энергии // Космич. исслед. 1970. Т. 8. С. 108–119.

² *Cambou F., Galperin Yu. I.* Resultats d'ensemble obtenus grace a l'experience ARCAD a bord du satellite Aureole // Annales de Géophysique. 1974. V. 30. P. 9–19.

беседы с гостями коллег из других институтов. Я был приглашен на встречу с Ф. Камбу. В это время вместе с Г.В. Старковым мы ввели в авроральную суббурию дополнительную начальную фазу, которую по-русски называли «фазой зарождения».



Летняя школа на реке Лене: Ю. Гальперин, М. Сивцева и Я. Фельдштейн

Я и решил обсудить с Ф. Камбу геофизическое обоснование для введения третьей фазы суббурии, а заодно и попросить совета, как лучше перевести на английский ее название. Предложение Ф. Камбу "creation phase" мне понравилось, и в дальнейшем я всегда его употреблял и отстаивал. Для суббурии в геомагнитных вариациях Р.Л. Мак-Феррон (Robert L. McPherron) предложил в это же время термин "growth phase", который стал наиболее популярным в научной литературе. Но "creation" точнее отражает существо происходящего, ибо в начале суббурии происходит не простой рост (growth) уже существующих процессов, а зарождение (creation) новых.

В эти годы было открыто существование поляризационного джета вблизи плазмопаузы¹. Один из плазменных

¹ **Гальперин Ю.И., Пономарев В.Н., Зосимова А.Г.** Прямые измерения скорости дрейфа ионов в верхней атмосфере во время магнитной бури. 2. Результаты измерений во время магнитной бури 3 ноября 1967 г. // *Космич. исслед.* 1973. № 11. С. 273–292; **Galperin Yu. I., Ponomarev V. N., Zosimova A. G.** Plasma convection in the polar ionosphere // *Annales de Géophysique.* 1974. V. 30. P. 1–9.

приборов на спутнике «Космос-184» стал функционировать по нештатной программе. Юра смог извлечь из этих измерений значения скорости магнитосферной плазмы относительно спутника и установить существование вблизи плазмопаузы узкой полосы в 100–200 км ионного дрейфа со скоростью >1 км/с. Этому сверхзвуковому течению было дано название поляризационный джет (Polarization Jet — PJ). Поляризационный джет тесно связан с возникающим на плазмопаузе, экранирующим внутреннюю магнитосферу электрическим полем, т.е. с крупномасштабной характеристикой магнитосферы.

В рамках советско-французского проекта АРКАД проводились измерения электронов и ионов авроральных энергий на спутниках «Ореол-1» и «Ореол-2». Началось детальное изучение закономерностей диффузного вторжения мягких электронов к экватору от аврорального овала¹. Этот тип аврорального вторжения, приводящего к субвизуальному свечению в верхней атмосфере, привлек широкое внимание исследователей после начала наблюдений полярных сияний с помощью телевизионной техники со спутников ISIS 2 и DMSP². Виннингем Ж.Д. с коллегами³ [далее — WYAH75] обсудили соотношение между характеристиками потоков электронов, вторгающихся в ночном секторе на широты области дискретных и диффузных форм полярных сияний. Они считали, что диффузное свечение связано с вторжениями из центральной части плазменного слоя (CPS) хвоста магнитосферы, а дискретные формы возникают в результате вторжений из его высокоширотной (внешней) пограничной области (BPS — boundary plasma sheet — PSBL). Такое представление о связи областей вторжений (или свечения) с плазменными доменами в ночной магнитосфере получило широкое распространение и стало достаточно популярным в научной среде на западе. Оно было также положено в основу

¹ Гальперин Ю.И., Кранье Ж., Лисаков Ю.В., Николаенко Л.М., Синицын В.М., Сова Ж.-А., Халипов В.Л. Диффузная авроральная зона. I. Модель экваториальной границы зоны диффузного вторжения авроральных электронов в вечернем и околополуночном секторах // Космич. исслед. 1977. № 15. С. 421–432.

² Lui A.T.V., Anger C.D. A uniform belt of diffuse auroral emission by ISIS 2 scanning photom // Planetary and Space Science. 1973. V. 21. P. 799–809; Akasofu S.-I. A study of auroral displays photographed from the DMSP-2 satellite and from the Alaska meridian chain of stations // Space Science Reviews. 1974. V. 16. P. 617–725.

³ Winningham J.D., Yasuhara F., Akasofu S.-I., Heikkila W.J. The latitudinal morphology of the 10-eV to 10-keV electron fluxis during magnetically quiet and disturbed times in the 2100-0300 MLT sector // J. Geophysical Research. 1975. V. 80. P. 3148–3171.

распространенной в эти годы модели генерации магнитосферной суббури¹.

В журнале «Космические исследования» в 1977 году появилась первая публикация из серии статей Ю.И. Гальперина и его коллег из ИКИ и из Франции, объединенных общим названием «Диффузная авроральная зона» (далее ДАЗ). Согласно измерениям на спутниках «Ореол», диффузная зона вторжения электронов с $E \geq 0,2$ кэВ наблюдается постоянно в вечернем секторе. Ее экваториальная граница (ГДВ) соответствует потоку энергии высыпавшихся в атмосферу электронов $\geq 0,01$ эрг/(см²с.ср). Физический смысл этой границы состоит в том, что она определяет глубину проникновения горячей плазмы из хвоста во внутреннюю магнитосферу в ночном секторе, т. е. является проекцией на ионосферные высоты околоземного края области существования мягких электронов, поступающих из плазменного слоя². Этот вывод был затем подтвержден³ сопоставлениями одновременных измерений мягких электронов со спутников «Ореол» и «Эксплорер-45». Ю.И. Гальперин с коллегами исследовали форму и положение ГДВ в вечернем секторе и построили модель среднего положения ГДВ в зависимости от индекса K_p . Мы обсуждали с Юрой желательность использования его наблюдений для сопоставления конкретных случаев корпускулярных вторжений с пространственным распределением форм аврорального свечения. Однако прошло уже много лет после МГГ, и сеть камер всего неба перестала функционировать в полном объеме. Возникла необходимость в привлечении данных о крупномасштабном пространственном распределении свечения. И тут помог его величество случай. Правда, случай всегда появляется, если чего-то очень добиваешься.

Группа сотрудников ПГИ и ИЗМИРАН была награждена орденами и медалями. После церемонии награждения и традиционного бокала шампанского я обратился к вице-президенту АН СССР академику В.А. Котельникову,

¹ *Rostoker G., Eastman T.E.* Boundary layer model for magnetospheric substorms // *J. Geophysical Research.* 1987. V. 92. P. 12-187–12-202; *Lyons L.R.* Discrete auroral and magnetospheric processes // *Auroral Physics / Eds. C.-I. Meng, M.J. Rycroft, L.A. Frank.* Cambridge: Cambridge UP, 1991. P. 195–205.

² **Гальперин Ю.И.,** Кранье Ж., Лисаков Ю.В., Николаенко Л.М., Синицын В.М. Сово Ж.-А., Халипов В.Л. Диффузная авроральная зона. I. Модель экваториальной границы зоны диффузного вторжения авроральных электронов в вечернем и околополуночном секторе // *Космич. исслед.* 1977. № 15. С. 421–432.

³ *Джорджио Н.В., Кранье Ж., Собо Ж.-А., Синицын В.М.* Диффузная авроральная зона. III // *Космич. исслед.* 1978. Т. 16. № 6. С. 937; *Jorjio N.V. et al.* Auroral diffuse zone. III // *J. Cosmic Research.* 1978. V. 16.

курующему в Академии спецтематику, с просьбой помочь приобрести в США крупномасштабные снимки полярных сияний, сделанных со спутников DMSP. Академик передал меня своей помощнице, которая обещала сделать что возможно в такой ситуации. Через несколько месяцев такие снимки поступили в ИЗМИРАН из Библиотеки АН СССР. Первые результаты¹ совместного исследования пространственного распределения форм полярных сияний по телевизионным изображениям со спутника DMSP-7529 и электронных спектров по данным спутника «Ореол-2» в предполночные часы местного времени составляли уже четвертую статью серии ДАЗ. В ней проводилось сопоставление практически одновременных наблюдений свечения и корпускулярных вторжений. Это предоставило уникальную возможность для интерпретации широтных вариаций потоков энергии зачастую сложного характера и спектров электронов авроральных энергий, наблюдавшихся со спутника «Ореол-2». Анализировались широтная структура свечения, форма энергетических спектров и потоки энергии электронов при различном уровне магнитной возмущенности и фазах магнитосферных суббурь. Мы убедились, что полоса с дискретными формами полярных сияний, существующими на фоне диффузного свечения (авроральный овал), обрамлена с полярной и экваториальной сторон областями диффузного свечения. Такая структура свечения существует как в магнитно-спокойные интервалы, так и в периоды возмущений. Основной поток энергии электронов в дискретных формах порядка нескольких эрг на квадратный сантиметр-секунду-стерадиан, а в дифференциальном энергетическом спектре появляется максимум на энергиях в несколько килоэлектрон-вольт. В диффузном вторжении от овала к экватору спектр электронов с уменьшением широты смягчается, а поток энергии уменьшается до 0,01 эрг/(см²с·ср) вблизи ГДВ. Границей между овалом дискретных форм и диффузным свечением является граница устойчивого захвата (stable trapping boundary) Λ_s электронов с энергией ≥ 40 кэВ. К полюсу от овала наблюдается полоса электронных вторжений шириной в 100–200 км со смягчающимся к полярной границе спектром при потоке энергии мягких электронов 0,01–0,1 эрг/(см²с·ср).

За авроральные геофизические явления на соответствующих широтах ответственны корпускулярные вторжения

¹ Вальчук Т.Е., Гальперин Ю.И., Кранье Ж., Согов Ж.-А., Николаенко Л.М., Фельдштейн Я.И. Диффузная авроральная зона. IV. Широтная картина высыпания авроральных частиц в ионосферу и структура плазменного слоя в хвосте магнитосферы // Космич. иссл. 1979. Т. 7. № 4. С. 559–578.

из определенных областей магнитосферы. Выявлены тесные связи типов электронных вторжений и расположения их границ в предполуденные часы с плазменными доменами в ночной магнитосфере. Это позволило не ограничиваться только изложением результатов наблюдений, но и предложить схему их взаимосвязи: авроральный овал проецируется магнитными силовыми линиями на ЦПС, диффузное свечение к полюсу от овала — на ГПС, диффузное свечение к экватору от овала — на промежуточную область между ЦПС и плазмопаузой. При таком проецировании основной резервуар плазмы авроральных энергий в ночном секторе магнитосферы располагается в центральном плазменном слое.

Несколько следующих статей в серии ДАЗ с участием ИЗМИРАН были посвящены исследованиям ГДВ от утренних до вечерних часов, установлению количественных соотношений между положениями ГДВ и индексами магнитной активности, анализу инерционности в положении ГДВ относительно протекания магнитосферной активности. Оказалось, что положение ГДВ зависит от предыстории инжекции частиц во внутреннюю магнитосферу.

Основное направление наших совместных исследований касалось полярных сияний и корпускулярных вторжений в ночном секторе. Особняком стояли некоторые публикации¹. Первая посвящена наблюдениям со спутника «Ореол-1» за вторжениями электронов и ионов в дневном секторе, вторая — тестированию созданной в ИЗМИРАН модели ИЗМЭМ по прямым измерениям скоростей конвекции и электрических полей на спутнике «Космос-184». Одновременные измерения спектров протонов и электронов с энергиями $0,5 \leq E \leq 30$ кэВ, проведенные на спутнике «Ореол-1», позволили построить в координатах $\Phi - MLT$ двумерные схемы корпускулярных вторжений с разным характером энергетических спектров. Привязка данных, полученных на разных пролетах, осуществлялась с использованием измерявшейся непосредственно на спутнике границы устойчивого захвата Λ_s электронов с $E > 30$ кэВ. Изолинии интенсивности потока вторгающихся мягких протонов образуют «пятно» каспа к полюсу от Λ_s .

¹ Мулярчик Т.М., Гальперин Ю.И., Гладышев В.А., Николаенко Л.М., Сого Ж.-А., Кранье Ж., Фельдштейн Я.И. Диффузная авроральная зона. VI. Вторжения электронов и протонов в дневном секторе // Космич. исслед. 1982. Т. 20. № 2. С. 244–263; Белов Б.А. Гальперин Ю.И., Зинин Л.В., Левитин А.Е., Афонина Р.Г., Фельдштейн Я.И. Конвекция плазмы в полярной ионосфере: сравнение измерений со спутника «Космос-184» с моделью, зависящей от вектора ММП // Космич. исслед. 1984. Т. 22. № 2. С. 201–212.

Граница Λ_3 отделяет область интенсивных вторжений мягких протонов в каспе с монотонно падающим спектром, характерным для протонов переходной области между магнитопаузой и ударной волной, от более жестких, но менее интенсивных вторжений к экватору от Λ_3 , которые дрейфуют внутри замкнутой магнитосферы с ночной стороны на дневную. В каспе изолиния 10^4 протон/(см²с-ср-эВ) располагается на $\Lambda \approx 82^\circ$ между 11 и 13 MLT. Эти результаты по вторжениям в дневном секторе не потеряли актуальность до настоящего времени.

В период нашего сотрудничества мы часто приезжали из ИЗМИРАН в ИКИ для обсуждения текущих проблем. Встречались преимущественно с Т.М. Мулярчик и Л.М. Николаенко, как правило, в вестибюле ИКИ, где было огорожено специальное помещение, отведенное для контактов сотрудников ИКИ с посетителями. Это позволило исключить процедуру оформления пропусков на вход внутрь ИКИ. Юра всегда был в курсе наших обсуждений и неоднократно подчеркивал, что он рад нашему тесному взаимодействию с его сотрудниками и удивлен отсутствием даже намеков на малейшие трения между нами. Такое доброжелательное отношение сохранилось и в последующие годы, когда общение стало не таким регулярным: мы с Юрой перешли на написание более пространных публикаций, о чем речь будет ниже.

Параллельно с этой работой с ИКИ в ИЗМИРАН на основе данных магнитных обсерваторий была разработана методика, позволяющая по наземным вариациям геомагнитного поля определять крупномасштабные распределения электрических токов, электрических полей и потенциалов, джоулева тепла в ионосфере, продольных токов, текущих между ионосферой и магнитосферой. На основе этой методики была создана модель ИЗМЭМ, позволяющая, с учетом сведений о межпланетной среде, вычислять планетарное распределение электромагнитных параметров в космосе. Модель создавалась при определенных допущениях, поэтому окончательные результаты расчетов необходимо было тестировать на прямых измерениях в космосе. Юра предложил использовать для тестирования измерения скорости конвекции в ионосфере на спутнике «Космос-184». Такая процедура и была реализована Беловым Б.А. с коллегами¹. Сравнение модельных и наблюдаемых ионосферных электрических полей показало,

¹ Белов Б.А. *Гальперин Ю.И., Зинин Л.В., Левитин А.Е., Афонина Р.Г., Фельдштейн Я.И.* Конвекция плазмы в полярной ионосфере: сравнение измерений со спутника «Космос-184» с моделью, зависящей от вектора ММП // Космич. исслед. 1984. Т. 22. № 2. С. 201–212.

что вычисленное по модели ИЗМЭМ распределение электрического поля удовлетворительно согласуется с результатами наблюдений. Для улучшения количественного согласия между ними необходимо введение масштабного коэффициента $\sim 2,5-3,0$.

С течением времени у нас появлялось все больше оснований полагать, что предложенная Виннингамом Ж.Д. с коллегами [WYAN75] схема планетарной структуры ночных авроральных вторжений и их связи с плазменными доменами в ночной магнитосфере не вполне адекватна. Между тем эта схема пропагандировалась ее авторами как последнее достижение науки и стала широко цитироваться в литературе. Поэтому было решено написать обзор в один из престижных зарубежных журналов с обстоятельным изложением структуры и энергетики аврорального свечения и корпускулярных вторжений по данным наблюдений. В обзоре обосновать наши представления о структуре аврорального свечения и о том, с какими именно плазменными доменами в ночной магнитосфере связаны конкретные структуры свечения. Написание обзора стимулировалось в значительной степени Гордоном Шепардом (Gordon Shepard), профессором Университета в Торонто, Канада, руководителем секции полярных сияний МАГА*. В марте 1984 года Г. Шепард представил обзор в журнал *Reviews of Geophysics*. Проходил месяц за месяцем, а рецензии на статью отсутствовали. Из журнала на наши запросы отвечали, что рецензию ожидают. И только в апреле 1985 года была получена рецензия в 10 строк без всяких замечаний по содержанию вместе с сообщением редактора о принятии к публикации. Через 10 лет, в Университете Мичиган в Анн Арбор (США) меня познакомили с редактором журнала. Он помнил и рассказал историю с публикацией нашего обзора. Было необходимо две рецензии. За одну рецензию посчитали представление Г. Шепарда, для получения второй материал послали авторитетному ученому. Прошли все сроки, ответа нет. Несколько раз из редакции посылали напоминания, но не приходили ни отрицательная, ни положительная рецензии. Послать обзор на рецензию третьему ученому, при отсутствии какого-либо ответа от второго, — это отступление от правил. Поэтому обзор был принят редакцией более чем через год без всяких исправлений, как только поступил ответ рецензента.

* МАГА — Международная ассоциация геомагнетизма и аэронауки

Обзор Я.И. Фельдштейна и Ю.И. Гальперина¹ [далее — FG85, 58 страниц журнального текста и библиография

¹ *Feldstein Y.I., Galperin Y.I. The Auroral Luminosity Structure in the High-Latitude Upper Atmosphere, its Dynamics and Relationship to the Large-Scale Structure of the Earth's Magnetosphere // Reviews of Geophysics. 1985. V. 23. P. 217–275.*

378 наименований] содержал обстоятельное рассмотрение различных аспектов структуры планетарного распределения аврорального свечения и корпускулярных вторжений в ночном и частично в дневном секторах. В последующие годы FG85 часто цитировался в литературе. И сейчас, по прошествии более четверти века, остались востребованными некоторые основные положения обзора:

- Существование в ночном секторе к экватору от полярной шапки трех районов аврорального свечения — дискретных форм полярных сияний в овале полярных сияний (AO — auroral oval), диффузного свечения к экватору от овала (DAE — diffuse aurorae equatorial), диффузного свечения к полюсу от овала (DAP — diffuse aurorae poleward).
- Связь областей аврорального свечения вдоль силовых линий геомагнитного поля с плазменными доменами в хвосте магнитосферы: AO с CPS, DAP с BPS, DAE с областью в магнитосфере между внутренней границей CPS, расположенной вблизи границы захвата Λ_e электронов с энергией ≥ 35 кэВ, и плазмопаузой. Обычно эту область относили к внешней радиационной зоне, в которой зарегистрированы большие потоки электронов с энергиями в десятки килоэлектрон-вольт. Хотя DAE проецируется пространственно в магнитосферу на область внешней радиационной зоны, это свечение обусловлено частицами с энергиями, на порядки меньшими, со своими характерными параметрами, отличающимися от частиц радиационного пояса. Необходимо было дать название этой области исходя из физических предпосылок формирования в ней потоков мягких частиц. Мы назвали ее остаточным слоем (remnant layer-RL), ибо плазма в RL — это остатки дрейфующей к Земле и вокруг Земли плазмы из плазменного слоя в хвосте магнитосферы.
- Модель положения экваториальной ГДВ мягких электронов в вечернем секторе при разных уровнях магнитной активности¹ оказалась практически идентичной полученной со спутника DMSP/F2². Когда я показал результаты сопоставления Юре, он прокомментировал: «Я знал, что положение ГДВ на DMSP

¹ *Гальперин Ю.И., Крапье Ж., Лисаков Ю.В., Николаенко Л.М., Синицын В.М. Согов Ж.-А., Халипов В.Л.* Диффузная авроральная зона. I. Модель экваториальной границы зоны диффузного вторжения авроральных электронов в вечернем и около-полуночном секторах // *Космич. исслед.* 1977. № 15. С. 421–432.

² *Gussenhoven M.S., Hardy D.A., Burke W.J.* DMSP/F2 Electron Observations of Equatorward Auroral Boundaries and Their Relationship to Magnetospheric Electric Fields // *J. Geophysical Research.* 1981. V. 86. P. 768–778.

аналогично нашему, но не предполагал, что они настолько совпадают». Учитывая, что на «Ореолах» измерялись электроны с энергиями 0,2–30 кэВ, спектр из 7 каналов сканировался за 17 с, а на DMSP интервал измеряемых энергий 0,03–30 кэВ, спектр из 19 каналов сканировался за 1 с, становится понятным, какое трудолюбие, настойчивость и находчивость потребовались от Юры и его коллег по проекту АРКАД.

Новой вехой в нашей совместной работе стал обзорный доклад на международной конференции по физике авроральных явлений, проходившей в конце 1989 года в Кембридже, Англия. В начале 1989 года Юра и я получили от программного комитета приглашения принять участие в конференции с заказным докладом «Авроральное свечение и его связь с плазменными доменами в ночной магнитосфере». Мы сразу же дали согласие. Не возникало и проблемы, кто из нас будет докладчиком на конференции. Юра был «выездным» за границу, включая капиталистические страны, а я мог ездить только в страны «народной демократии», но был «невыездным» в капстраны. Доклад был построен на основе противопоставления двух циркулирующих в научном сообществе концепций взаимосвязи аврорального овала дискретных форм свечения с центральным (CPS) или с граничным (BPS) плазменными слоями. Были суммированы прямые экспериментальные данные, включены новые результаты со спутника «Ореол-3»¹, использованы результаты модельных расчетов по проецированию в магнитосферу авроральных структур с ионосферных высот. В ИКИ был выпущен препринт доклада для раздачи на конференции. Несколько экземпляров досталось мне. Юра итогом конференции был очень доволен, в частности и тем, что делегация задержалась на несколько дней в Лондоне. Ее руководитель академик Р.З. Сагдеев согласовал в Королевском Обществе научное заседание с докладами членов делегации, и им компенсировали несколько дней пребывания в Лондоне.

Наш доклад на конференции в Кембридже вошел отдельной главой в опубликованную по ее итогам монографию «Авроральная физика»² [далее — GF91]. Как

¹ Ковражкин Р.А., Боске Ж.-М., Зеленый Л.М., Джорджио Н.В. Обнаружение свидетельств пересоединения и ускорения плазмы на расстоянии 0,5 млн км в хвосте магнитосферы Земли // Письма в журнал экспериментальной и теоретической физики. 1987. Т. 45. С. 377–380; Zelenyi L. M., Kovrazhkin R. A., Bosqued J. M. Velocity-Dispersed Ion Beams in the Nightside Auroral Zone: AUREOL-3 Observations // J. Geophysical Research. 1990. V. 95. P. 12-119–12-139.

² Galperin Y. I., Feldstein Y. I. Auroral Luminosity and its Relationship to Magnetospheric Plasma Domains / Ed. C.-I. Meng, M. J. Rycroft, L. A. Frank. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. P. 207–222.

принято, ее содержание было послано на рецензирование. Обычно это два, в крайнем случае три рецензента. На нашу главу мы получили восемь рецензий: одна глубоко отрицательная, три нормальные, с некоторым количеством замечаний, и четыре положительные, практически без замечаний. Две рецензии были подписаны. Г.Л. Сиско (G.L. Siscoe) написал, что наша глава — наиболее интересная из всей монографии, а Л.А. Франк (L.A. Frank) указал на необходимость дополнительно процитировать один из его результатов о границе CPS/BPS в хвосте магнитосферы и ее расположении относительно аврорального овала [GF91, Fig. 7]. Публикации FG85 и GF91 посвящены обсуждению различных сторон одной и той же проблемы и в значительной мере являются одним целым. При цитировании часто обе упоминались последовательно, одна за другой.

В конце 1989 года совершенно неожиданно меня включили в состав группы научного туризма для участия в очередной ассамблее МАГА, проходившей в Университете Exeter, в юго-западной Англии. Имевшиеся у меня препринты нашего доклада в Кембридже я раздал участникам ассамблеи, среди них — Пэт Райфф (Pat Reiff) (председателю рабочей группы по проектированию аврорального овала в магнитосферу), Г. Ростокеру (G. Rostoker) — автору статей о связи АО с BPS, и передал через А. Нишиду для Л. Лайонса (отстаивающего концепцию расположения дискретных форм и, следовательно, генерации авроральной суббури в BPS). П. Райфф удивилась, как это может быть, чтобы CPS захватывал область расположения внешнего радиационного пояса (как следовало из предлагаемой в модели [WYAH75] связи CPS с диффузным свечением к экватору от аврорального овала).

В нашей отечественной литературе предлагаемая нами структура аврорального свечения и связь ее с плазменными доменами в ночной магнитосфере не подвергалась особой критике. За рубежом было несколько публикаций, в которых обсуждались наши с Юрой результаты. Л.Р. Лайонс (L.R. Lyons) в приглашенном докладе¹ о суббурих на конференции в Кембридже, на которой Юра делал и наш доклад, основывался на результатах [WYAH75] о связи структуры аврорального свечения с плазменными доменами в ночной магнитосфере. На международной конференции по суббуриам в Кируне (Швеция) Л.Р. Лайонс противопоставил свои

¹ Lyons L.R. Discrete Auroral and Magnetospheric Processes // Auroral Physics / Eds. C.-I. Meng, M.J. Rycroft, L.A. Frank. Cambridge: Cambridge UP, 1991. P. 195–205.

идеи¹ существования дискретных форм в BPS, а диффузного свечения в CPS, нашим представлениям [FG85, GF91]. Ошибочность концепции Л.Р. Лайонса о генерации суббурь в граничном плазменном слое была продемонстрирована в работе², в которой Л.Р. Лайонс был соавтором. Более обстоятельное обсуждение расположения источника генерации суббурь в связи с результатами GF91 содержится в статье³.

Другим исследователем, критиковавшим утверждение о расположении дискретных форм в CPS, относя их появление к BPS, был Г. Ростокер (G. Rostoker). В более позднем исследовании⁴ он пришел к выводу, что прежние представления о расположении дискретных форм следует модернизировать. Дискретные формы и связанное с ними начало авроральной суббури в вечернем секторе располагаются во внутренней магнитосфере в окрестности крупномасштабного продольного тока зоны 2. Но такой ток в вечернем секторе наблюдается на ионосферных высотах к экватору от аврорального овала, а не к полюсу.

Наблюдения за авроральным свечением в ночном секторе к полюсу от овала свидетельствовали о существовании полярной диффузной зоны и, следовательно, вторжении мягких электронов из хвоста магнитосферы, поддерживающих это свечение. Источник таких электронов должен располагаться в хвосте вблизи границы CPS, однако прямых наблюдений этого длительного время не было. Мы с Юрой настойчиво искали данные о существовании слоя мягких электронов на поверхности хвоста. Поэтому были весьма обрадованы появлением статьи⁵, в которой по измерениям спутника ISEE было установлено существование в хвосте на расстоянии

¹ Lyons L.R. Inferences Concerning the Magnetospheric Source Region for Auroral Breakup // Proc. 1st Intern. Conf. Substorms (ICS-1) / Ed. B. Hultqvist. ESA Publications Division, ESTEC, Noordwijk, Netherlands. 1992. V. ESA SP-335. P. 257–261.

² Samson J.C., Lyons L.R., Newell P.T., Creutzberg F, Xu B. Proton Aurora and Substorm Intensifications // Geophysical Research Letters. 1992. V. 19. P. 2167–2170.

³ Samson J.C. Mapping Substorm Intensifications from the Ionosphere to the Magnetosphere // Proc. 2nd International Conference on Substorms (ICS-2) / Eds. J. Kan, J.D. Craven, S.-F. Akasofu. Alaska, Fairbanks. 1994. P. 237–246.

⁴ Rostoker G. A renovated boundary layer dynamics model for magnetospheric substorms // Proc. Second International Conference on Substorms (ICS-2) / Eds. J. Kan, J.D. Craven, S.-F. Akasofu. Alaska, Fairbanks. 1994. P. 189–194.

⁵ Parks G.K., Fitzenreiter R., Ogilvie K.W., Huang C., Anderson K.A., Dandouras J., Frank L., Lin R.P., McCarthy M., Reme H., Sauvaud J.A., Werden S. Low-Energy Particle Layer Outside of the Plasma Sheet Boundary // J. Geophysical Research. 1992. V. 97. P. 2943–2954.

15–22 радиусов Земли слоя низкоэнергичных электронов и ионов. Этот слой магнитными силовыми линиями проецируется на диффузное свечение к полюсу от овала, подтверждая нашу схему планетарного распределения структур аврорального свечения (FG85 и GF91). Однако в упомянутой статье Г.К. Паркс (G.K. Parks) с коллегами полагали, что их схема авроральных вторжений существенно отличается от нашей, ибо и в 1985, и в 1991 годах нам не было еще известно о существовании в хвосте открытого ими слоя мягких электронов. Для восстановления истины мы решили написать «Замечания» на эту статью. Написание затруднялось тем, что в «Замечаниях» должно было содержаться несогласие с утверждением о новизне предлагаемой в упомянутой статье структуры авроральных вторжений на высотах ионосферы и ее связи с плазменными доменами в магнитосфере, и одновременно продемонстрировано уважение к авторам статьи. Юра сохранил добрые воспоминания от общения с Г.К. Парксом (G.K. Parks) во Франции, Л.А. Франк — один из соавторов — был его научным кумиром, среди других соавторов были участники его француско-советского проекта. Насколько нам удалось справиться с задачей, в некоторой степени можно судить по ответу авторов статьи на наши замечания: “The authors of this paper are pleased that Parks et al. (1992) has been read so carefully and critically <...> Suggestions made in our paper must be regarded as the posing of questions be answered by further observations and analyses. The useful suggestions made in the Commentary by Feldstein and Galperin (this issue, 1994) provide additional question of the same kind”. («Авторам этой статьи очень приятно, что статья Parks et al. (1993) была прочитана и проанализирована так внимательно. <...> Предложения, высказанные в нашей статье, следует рассматривать как постановку вопросов, на которые должны дать ответы дальнейшее наблюдение и анализ. Полезные заключения, сделанные в комментарии Фельдштейна и Гальперина (настоящее издание, 1994), предлагают дополнительные вопросы в этой же области».)

Наше обсуждение с П. Райф проблемы проецирования различных структур аврорального свечения с ионосферных высот в магнитосферу стимулировало публикацию Л. Вейс (L. Weiss) с коллегами¹, которая делала диссертацию под руководством П. Райф. В статье предложена переработанная версия схемы вторжения [WYAH75]. Детальный разбор результатов этого, по существу нового,

¹ Weiss L.A., Reff P.H., Hilmer R.V., Winningham J.D., Lu G. Mapping the Auroral Oval into the Magnetotail Using Dynamics Explorer Plasma Data // J. Geomagnetism and Geoelectricity. 1992. V. 44. P. 1121–1144.

проецирования содержится в статье¹. В эти же годы на одном из международных симпозиумов я встретился с довольно миловидной женщиной — Л. Вейс. Она согласилась обсудить наши научные расхождения, но только в конце симпозиума. А в конце симпозиума мне стало известно, что Л. Вейс уже пару дней как уехала. По-видимому, решила избежать обсуждения. Я в этом мнении укрепился еще сильнее после прочтения статьи², в которой Л. Вейс соавтор.

Е.У. Хоунс (E.W. Hones) с коллегами исследовали магнитную сопряженность авроральных широт над ионосферой с экваториальным районом магнитосферы на геостационарных расстояниях по наблюдениям за электронными спектрами от 32 эВ до 30 кэВ на полярных спутниках DMSP F8, F9, F10 и геостационарных спутниках (1989-046 и 1990-095). Их измерения “strongly support the view of Feldstein and Galperin (1985) and are clearly contradictory to the view of Eastman et al. (1985) ... supports the view that the auroral oval of discrete arcs is an ionospheric mapping of the full thickness of the plasma sheet (Feldstein and Galperin, 1985) and not just of the plasma sheet boundary layer (e.g. Eastman et al.)” («...убедительно подтверждают точку зрения Фельдштейна и Гальперина и явно противоречат мнению Истмена и др. (1985) ...и поддерживают точку зрения, что авроральный овал дискретных дуг является ионосферной проекцией полной толщины плазменного слоя (FG85), а не граничного плазменного слоя (как у Eastman et al.).

Рассмотрение структуры области авроральных вторжений над ионосферой в ночном секторе и ее интерпретация по наблюдениям различных спутников было нами продолжено³.

Следующей вехой в наших с Юрой исследованиях было создание совместно с американскими учеными алгоритма для автоматического выделения авроральных структур по наблюдениям потоков и спектров электро-

¹ Фельдштейн Я.И., Гальперин Ю.И. Структура авроральных вторжений в ночном секторе магнитосферы // Космич. исслед. 1996. Т. 34. № 3. С. 227–247.

² Hones E. W., Thomsen M. F., Reeves G. D., Weiss L. A., McComas D. J., Newell P. T. Observational Determination of Magnetic Connectivity of the Geosynchronous Region of the Magnetosphere to the Auroral Oval // J. Geophysical Research. 1996. V. 101. P. 2629–2640.

³ Feldstein Y. I., Galperin Yu. I. An Alternative Interpretation of Auroral Precipitation and Luminosity Observations from the DE, DMSP, Aureol and Viking Satellites in Terms of their Mapping to the Nightside Magnetosphere // J. Atmospheric and Terrestrial Physics. 1993. V. 55. N. 1. P. 105–121.

нов и ионов на серии спутников DMSP¹. История написания этих статей такова. В 1994 году Патрик Ньюэлл (Patrick Newell) получил грант от NSF для сотрудничества с советскими учеными и посетил ИЗМИРАН (Троицк), НИИЯФ МГУ (Москва) и ЛГУ* (Ленинград). Более недели он жил в Троицке, и мы обсуждали возможности идентификации авроральных структур и их связи с плазменными доменами магнитосферы, преимущественно для ночного сектора. Такая идентификация с использованием наблюдений со спутников DMSP проводилась сотрудниками APL** под руководством П. Ньюэлла и выкладывалась в Интернете для всеобщего пользования. Идентификация для ночного сектора основывалась на модели вторжения потоков корпускул авроральных энергий, предложенной [WYAH75]. Не берусь утверждать, что смог убедить в Троицке П. Ньюэлла в недостаточной корректности модели, используемой в APL для интерпретации электронных авроральных вторжений. Но через несколько месяцев получил от него из США письмо с предложением написать в журнал *J. Geophysical Research* совместную статью о морфологии ночных вторжений, основывающуюся на детальной системе количественной классификации и максимальном извлечении геофизической информации из наблюдений, получаемых со спутников DMSP. Мы с Юрой приняли это предложение и в первой половине 1995 года был готов черновик статьи². Статья включала экспериментальную идентификацию границ плазменных структур, оперативное автоматическое их определение на основе использования системы естественных трассирующих индикаторов. Принцип идентификации границ для электронов соответствовал применявшемуся ранее в FG85, но добавлена граница b4, располагающаяся между границами b2 (начало центрального плазменного слоя) и b3a (экваториальная граница области, в которой происходит ускорение электронов продольными электрическими полями). Эти индикаторы, располагающиеся вдоль магнитных силовых трубок, являются границами плазменных структур в магнитосфере и идентифицируются экспериментально на разных высотах между магнитосферой и ионосферой. По наблюдениям спутников DMSP можно было определять набор трассирующих индикаторов на ионосферных высотах, необходимых

* ЛГУ — Ленинградский государственный университет им. А. С. Пушкина

** APL — Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

¹ Newell P., Feldstein Y.I., Galperin Yu.I., Meng C.-I. The Morphology of Nightside Precipitation // *J. Geophysical Research*. 1996. V. 101. N. 5. P. 10-737–10-748; Фельдштейн Я.И., Гальперин Ю.И. Структура авроральных вторжений в ночном секторе магнитосферы // *Космич. исслед.* 1996. Т. 34. № 3. С. 227–247.

² Newell P., Feldstein Y.I., Galperin Yu.I., Meng C.-I. The Morphology of Nightside Precipitation // *J. Geophysical Research*. 1996. V. 101. N. 5. P. 10-737–10-748.

для идентификации плазменных структур. Исключение составляла граница устойчивого захвата Λ_s электронов с энергиями более ~ 30 кэВ, ибо счетчики частиц на этих спутниках были ориентированы в зенит, что исключало возможность определения пичч-углового распределения. Для окончательного согласования текста статьи Юра и я встретились с П. Ньюэллом в APL в середине 1995 года. После нескольких дней оживленной дискуссии имевшиеся «шероховатости» были сглажены, статья послана в редакцию и опубликована. Хотя с тех пор прошло 16 лет, она до сих пор цитируется как наиболее всеобъемлющее описание морфологии ночных авроральных вторжений. Но возникла следующая проблема. В APL проводилась идентификация структуры авроральных вторжений на основе спектров электронов и ионов от 32 эВ до 30 кэВ. Для идентификации в ночном секторе использовалась схема вторжений [WYAH75]. После опубликования нашей совместной статьи появилась необходимость идентифицировать заново наблюдения всех спутников DMSP, начиная с 1973 года. А это около миллиарда спектров! Имеющаяся в APL вычислительная техника позволила это сделать, и в настоящее время в Интернете для пользователей приводится для ночного сектора структура авроральных вторжений согласно нашей схеме. Данные о дневном секторе в Интернете остались без изменений.

О характере «шероховатостей» можно получить представление по двум следующим эпизодам. Дискуссия возникла в связи с цитированием исследований о связи экваториальной границы аврорального овала с границей устойчивого захвата энергичных электронов Λ_s . П. Ньюэлл приводил две американские работы, мы с Юрой демонстрировали приоритет Старкова и Фельдштейна. Юра спросил, какие научные журналы читает П. Ньюэлл. Оказалось, в основном JGR и GRL. Увидев выражение Юриного лица и после нескольких его слов, П. Ньюэлл согласился с нами. Во втором случае дискуссия возникла относительно границы b_4 , введенной по настоянию П. Ньюэлла. Я вначале был против введения такой границы, полагая, что между диффузными и дискретными формами свечения граница уже есть — b_2 или b_3a . Но для П. Ньюэлла проецирование центрального плазменного слоя на область как диффузных, так и дискретных форм оказалось принципиально важным в связи с его прежними публикациями. Мы согласились ввести дополнительно такую границу, считая, что вреда от этого не будет. Но я до сих пор полагаю, что можно было обойтись и без нее.

Одновременно с публикацией в журнале J. Geophysical Research на ту же тему, но в более расширенном

варианте, была опубликована статья в «Космических исследованиях»¹. Дискуссия о схеме авроральных вторжений, начатая в [FG85], была продолжена с привлечением новых данных и результатов других исследователей. На их основе была составлена сводка основных авроральных структур и их взаимосвязи с соответствующими плазменными доменами в ночной магнитосфере. Указаны характерные вариации (автографы) параметров плазмы, которые позволяют осуществлять экспериментально «естественное трассирование» границ при их пересечении спутником на разных высотах.

Дневному сектору посвящены немногочисленные статьи. Более детально морфология аврорального свечения в этом секторе исследовалась в работах наших коллег из ПГИ Г.В. Старкова, В.Г. Воробьева, В.Л. Зверева, Б.В. Реженова, О.И. Ягодкиной, норвежских ученых А. Эгеланда (A. Egeländ) и Р.Е. Сандхольта (P.E. Sandholt). Соотношение авроральных структур с плазменными доменами в дневном секторе нельзя полагать окончательно установленным. Наибольшей популярностью пользуется схема типов дневных авроральных вторжений и их пространственного распределения, предложенная в работе². Она воспроизведена в монографии³, в написании которой принимал участие Ю.И. Гальперин. Подрисовочная подпись к Fig. 5.22 заканчивается фразой: "In the words Newell and Meng, the maps is less than reality but more than a cartoon" («В словах Ньюэла и Менга карты — меньше, чем действительность, но больше, чем эскиз.»)

В наших с Юрой работах дневной сектор остался исследованным не до конца. В будущем результаты исследования «Морфология дневных вторжений» должны будут сменить распространенную в настоящее время схему дневных вторжений Ньюэла и Менга (С.-I. Meng). Для этого необходимо пересмотреть критерии идентификации как авроральных вторжений, так и магнитосферных плазменных доменов, и в дальнейшем строго придерживаться принятых методик определения границ при интерпретации результатов наблюдений.

От нашей первой совместной публикации до последней прошло 20 лет. Написано несколько десятков статей.

¹ *Фельдштейн Я.И., Гальперин Ю.И.* Структура авроральных вторжений в ночном секторе магнитосферы // Космич. исслед. 1996. Т. 34. № 3. С. 227–247.

² *Newell P. T., Meng C.-I.* Ionospheric projections of magnetospheric regions under low and high solar wind pressure conditions // J. Geophysical Research. 1994. V. 99. P. 273–278.

³ *Auroral Plasma Physics / Eds. G. Paschmann, S. Haaland, R. Treumann.* Kluiver Academic Publ., 2003. Fig. 5.22.

Но я не припомню ни одного случая больших разногласий между нами по научным проблемам. Наоборот, тесное общение привело к тому, что мы стали независимо излагать похожим образом свои мысли. Приведу такой случай. Я написал для нового издания «Физической энциклопедии» заметку для статьи «Магнитосфера Земли». Продолжение со слов Юрия Ильича: «...заходит директор ИКИ академик А.А. Галеев с несколькими листочками бумаги и говорит, что ему прислали на рецензию заметку, которую, судя по стилю и содержанию, написал, по-видимому, Юра. Заметка ему понравилась, писать рецензию он не будет, а сделает несколько устных замечаний».



Визит в ИКИ профессора Нишиды с коллегой. Слева направо: Я. И. Фельдштейн, К. Маецова, Ю. И. Гальперин и А. Нишида

Юрий Ильич являлся пионером спутниковых исследований авроральной радиации в Советском Союзе. Наблюдения на спутниках «Ореол-1» и «Ореол-2» в рамках советско-французских экспериментов АРКАД-1 и АРКАД-2 позволили получить уникальные данные и сделать обобщенные выводы о морфологии и природе диффузной зоны вторжения авроральных электронов с $E > 0,2$ кэВ.

Не ограничиваясь этими рамками, а основываясь на всей доступной совокупности наблюдений за авроральной радиацией в космосе и за полярными сияниями с поверхности Земли, Гальперин с соавторами предложил концепцию связи характерных областей аврорального

свечения с плазменными доменами в ночной магнитосфере, существенно отличающуюся от общепринятой в то время.

Характерные особенности этой концепции:

- связь овала дискретных форм аврорального свечения (овала полярных сияний) с центральной частью плазменного слоя; диффузного свечения к полюсу от овала с граничным плазменным слоем;
- связь диффузного свечения к экватору от овала с областью магнитосферы между внутренней границей плазменного слоя и плазмопаузой.

Эта схема взаимосвязи плазменных доменов в магнитосфере с областями авроральных вторжений на высотах ионосферы выдержала проверку временем. Вклад Юрия Ильича в становление современных знаний об области диффузных вторжений экваториальнее овала и ее связи с плазменной структурой ночной магнитосферы является определяющим. Им открыта в этой области поляризационная электроструя. Считаю возможным дать переходной плазменной области в магнитосфере с авроральной радиацией, расположенной между внутренней границей токового слоя хвоста и плазмопаузой, название слоя Гальперина (Galperin layer).

Яков Исаакович Фельдштейн,
доктор физико-математических наук, ИЗМИРАН

А БЫЛО ЭТО ТАК...

Весной, уже на переломе её к лету, Юрий Ильич организовал выездной семинар под Звенигородом на экспериментальной базе ИФА. На этой базе изучали свечение ночного неба, а научным руководителем её был Валериан Иванович Красовский — заведующий отделом ИФА и учитель Гальперина. Все мы помним не столько семинар как таковой, а наше настроение в прекрасном месте, пьянящее чувство от огромных кустов цветущей сирени, сказочной зелени и цветов, заполнявших огромные поляны перед каждым дощатым домиком на этой базе. Было много народа, сотрудники из ИФА, ИЗМИРАН, ИКИ, ИКФИА, НИИЯФ... Обед прошел без вина, но у всех было пьянящее и приподнятое настроение от этого устроенного нам праздника. Мы почувствовали себя единой командой, пытающейся найти ответы на самые насущные вопросы физики ионосферы и магнитосферы. Основная часть сотрудников лаборатории Ю. И. Гальперина работала в ИФА, в отделе В. И. Красовского (В. И.). Однажды в 1966 году В. И. пришел в свой отдел и предложил группе, которая занималась исследованиями непосредственно в космосе, перейти во вновь созданный Институт космических исследований. После обсуждения эта группа организовалась в два подразделения ИКИ АН СССР: лабораторию Ю. И. Гальперина и сектор О. Л. Вайсберга. Переход в ИКИ происходил без особой охоты, так как под крылом Валериана Ивановича было и тепло, и уютно. Основу лаборатории Ю. И. составляли сотрудники: Н. И. Федорова, В. В. Темный, А. Д. Болюнова, Т. М. Мулярчик, Ф. К. Шуйская, Н. В. Джорджио, М. Л. Брагин, а также аспирант Ю. И. — Ю. Н. Пономарев. В скором времени в лабораторию пришло пополнение — В. А. Гладышев, А. К. Кузьмин, автор этих строк, затем Ю. В. Лисаков, И. В. Зуев; а позже в нашу лабораторию перевелась Л. М. Николаенко из отдела обработки информации. В это время ИКИ был разбросан по нескольким территориям в Москве, чаще всего это были подвальные помещения в жилых домах. Наша лаборатория размещалась в подвале на улице Нижняя Масловка, и мы ходили к этому дому от метро мимо стадиона «Динамо».

Когда я пришел в ИКИ, в лаборатории готовился научный комплекс приборов, которые полетели уже в этом же 1968 году на ИСЗ «Космос-261». Таким образом,

я включился сразу в испытания летной научной аппаратуры. Запуск состоялся 20 декабря. Было интересно пройти все этапы работы со спутником, и я поехал в командировку в Забайкалье на НИП (наземный измерительный пункт) и впервые тогда увидел всю матушку-Сибирь с самолета. Выход на связь с Ю.И. Гальпериным после проведенных сеансов проходил тогда по телетайпу. Это напоминало эпоху периода гражданской войны после революции. Казалось странным, что между нами 7000 км, в то время как между спутником и Землей было всего 250 км. Связь иногда прерывалась, и было много повторов, но все же информация доставлялась вовремя для принятия решений по управлению спутником. Ю.И. ориентировался очень быстро, и иногда решения о режимах работы научного комплекса принимались по горячим следам, фактически сразу вслед за движением ленты телетайпа. В некоторых случаях Юрий Ильич полностью отдавал управление комплексом аппаратуры мне, было страшно — ведь я был совсем новичком в этих вопросах, к счастью, все сработало нормально.

Юрия Ильича невозможно представить без домашней работы над заготовками научных публикаций; он всегда приглашал домой тех, с кем он делал в данное время работу, особенно часто он любил принимать у себя аспирантов. Сначала это было на проспекте Вернадского, затем на Фрунзенской набережной. Была всегда веселая и в то же время изнурительная работа, и разговор оканчивался обычно очень поздно. Ю.И. в конце включал магнитофон и наговаривал план, основные положения, а иногда и наброски работы. Но в самом конце ждали приятная беседа на литературные, музыкальные, да и вообще на темы культуры и чудесный ужин, который готовила прекрасная и интеллигентнейшая Наталья Геннадиевна (Н.Г.), причем обсуждение было иногда настолько непредсказуемо, что гость забывал даже про чай. Вот в этот момент радушная Н.Г. говорила: «А у меня есть еще пирожки к чаю». Вкусность этих пирожков удивляла всех нас, я не помню, чтобы я еще где-нибудь пробовал такие пирожки, недаром иностранцы, вспоминая дружеские вечера у четы Гальпериных, с восторгом говорили о кулинарных способностях (и не только) Наташи. И даже уже после того, как Ю.И. ушел от нас, Наталья Геннадиевна приглашала его коллег, и, конечно, были душевные разговоры и эти необыкновенно вкусные пирожки. Ю.И. обожал свой дом, там чудесно работалось, а был он трудоголиком и дома не отвлекался, как он говорил, на мелкие детали пейзажа. В создании такой обстановки тоже была огромная заслуга Натальи Геннадиевны. Писал он необыкновенно мелким бисерным почерком, и Лида Бекрицкая, а затем и Люда Масюк

долго разбирали этот бисер, особенно в списке литературы и дополнительных вставках, так как он писал и тут же правил свой текст, причем делал это бесчисленное количество раз, добиваясь совершенства. Вообще в знании литературы Гальперин был не просто энциклопедистом, т. е. помнил авторов, название статьи и журнал, но часто он мог сказать и год издания, и номера страниц искомой статьи. Недаром его блестящее знание литературы отмечалось оппонентами на защите докторской диссертации. Он защищал докторскую в то же время, что и Велиор Петрович Шабанский, и Велиору Петровичу досталось от оппонентов за своеобразное знание научной литературы. К счастью, оба претендента получили искомую докторскую степень без каких-либо затруднений, так как было понятно, что они оба являются в космической физике учеными экстра-класса.

Все мы помним, что подготовка нового проекта после космического аппарата (КА) «Космос-261» преподнесла нам исключительно неприятный сюрприз. В начале ноября 1969 года весь комплекс летной аппаратуры был подготовлен к отправке на испытания в составе спутника в Днепропетровск. Аппаратура была уже уложена в ящики, мы даже имели ж.-д. билеты. 10 ноября должен был быть выезд в конструкторское бюро и на завод. Однако, когда мы пришли после праздника 9 ноября, то не узнали свой подвал на Масловке. Он был затоплен, уровень воды был 1 м 80 см. Так что же произошло? В ночь с 8 на 9 ноября прорвало коллекторную трубу по соседству, потоки воды и грязи заполнили наши лабораторные комнаты, и научная аппаратура полностью погибла. Создалась трагическая ситуация. Мы понимали, что проект с запуском спутника не состоится. Однако на экстренном совещании у первого директора ИКИ — Георгия Ивановича Петрова — было принято поразительное решение: попытаться восстановить летную аппаратуру. Мы ее мыли, чистили, меняли электронные элементы. Особенно трудно было восстановить детекторные блоки, ведь они содержали очень чувствительные элементы, тонкие фольги, специально зачерненные сетки и т.д. Очень помогли нам лаборатории Б. И. Хазанова, Л. С. Горна и Б. В. Поленова из СНИИП. И вот в марте 1970 года начались включения аппаратуры и ее калибровки. И все заработало! Удивлению всех, знавших эту историю, не было конца. А когда 13 июня 1970 года было передано сообщение ТАСС, что спутник «Космос-348» успешно запущен на полярную орбиту, и научная аппаратура работает нормально, то один из участников — Ю. В. Лисаков воскликнул: «Нет, пусть они скажут, что ранее затопленная аппаратура работает нормально». Мы сидели на космодроме в Плесецке,

и Юрий Ильич принимал поздравления и от ученых, и от военных; он сиял как начищенный самовар. Это, пожалуй, был первый и последний раз, когда я видел его принявшим достаточно большую «дозу на грудь», ведь повод был исключительным для праздника.

После реализации проекта Ю.И. был приглашен на научную конференцию в новосибирский Академгородок, а после конференции обсуждал вопросы авроральной физики с плазменщиками, в частности, с Роальдом Зиннуровичем Сагдеевым (Р.З.). Юрий Ильич был очень доволен неординарным взглядом Р.З. на заполнение и опустошение пояса кольцевого тока. После рассказа об этом обсуждении я по каким-то совершенно незначительным нюансам предположил, что, вероятно, Сагдеев с его энергией захотел бы работать в нашем институте. Гальперин ответил, что у Роальда Зиннуровича страстная любовь к термояду, а ведь мы занимаемся низкотемпературной плазмой. Однако позже Р.З. Сагдеев возглавил ИКИ, и было сделано много интересных космических проектов под его руководством, начиная с АРАКСа в 1975 году. Проект был посвящен генерации пучка частиц из ионосферы над французским островом Кергелен, расположенным в Индийском океане, в сопряженное северное полушарие над поселком Согра под Архангельском. Это был первый эксперимент по созданию искусственного полярного сияния и эффектов формирования электрических токов и возбуждения колебаний в магнитной силовой трубке в природных условиях. Роальд Зиннурович предложил Гальперину возглавить научную экспедицию на остров Кергелен, где совместно работали советские, французские и американские ученые и инженеры. Эксперимент закончился удачно, но эффект высыпания электронов не был таким мощным, как ожидался. Вероятно, произошло достаточно сильное рассеяние пучка частиц при его распространении в сопряженное полушарие. Действительно, дальнейшие исследования показали, что пучок частиц может «баунсировать», т. е. колебаться между точками отражения в разных полусферах в определенных условиях; впервые такой эффект в естественном плазменном слое наблюдал один из самых блестящих ученых в области космической физики — Карл Мак-Илвайн со своим аспирантом Квинном.

Но еще до прихода Роальда Зиннуровича в наш институт началось активное международное сотрудничество в космосе. Во время визита президента Франции Шарля де Голля в СССР в 1966 г. он посетил космодром Байконур; это был первый иностранец на столь специфичном объекте. В 1967 году во время визита во Францию

президента АН СССР М. В. Келдыша было достигнуто соглашение об исследовании космического пространства и о запуске советской ракетой французского спутника с научными приборами. За создание такого спутника взялся генеральный конструктор КБ в Химках — Георгий Николаевич Бабакин. Этот проект назывался РОЗО (ROSEAUX); он был посвящен исследованиям магнитосферы и солнечно-земных связей. Однако проект остался только на бумаге. Это сильно расстроило Ю. И. Гальперина и французского профессора Франсиса Камбу — основателя и директора CESR. Оба они были энтузиастами изучения авроральных явлений и преимуществ совместного эксперимента. Ф. Камбу просто загорался, когда речь заходила о возможности сотрудничества в исследованиях космоса. Помню, как он был воодушевлен, когда на одном из приемов Ю. И. предложил тост за то, чтобы полярные сияния загорались и в Тулузе.



*Дружеский шарж
о сотрудничестве, исполненный французской командой*

Профессор Ф. Камбу делал все возможное для осуществления общих работ по нашей тематике. Ю. И. Гальперин обсуждал создавшуюся негативную ситуацию с проектом РОЗО с генеральным конструктором Г. Н. Бабакиным, который обещал сделать специальный небольшой спутник для исследования полярных сияний и ионосферно-магнитосферных связей, как он выражался «космический чеходан», и отправить этот спутник как сопутствующий груз при очередном запуске ракеты с другим основным спутником. Это идея также не осуществилась, однако Бабакин переговорил с конструкторами других фирм; идея была поддержана главным конструктором КБ-3 в Днепропетровске В. М. Ковтуненко. И работа закипела — программа получила название ARCADE (ARC — дуга полярного сияния, A — аврора, DE — плотность атмосферы) или АРКАД по-русски. Первый спутник с советской и французской аппаратурой «Ореол-1» по программе АРКАД-1 был запущен 27 декабря

1971 года. Огромную работу по реализации этого проекта (как и остальных программ — АРКАД-2 и АРКАД-3) проделал отдел Инны Семеновны Игдаловой в КБ-3. Я и не буду перечислять специалистов из КБ-3, работавших с нами, чтобы случайно не забыть кого-либо. Все мы сохраним добрую память о Владимире Ивановиче Онищенко, который фактически участвовал в решениях по всем вопросам, касающимся научной аппаратуры, и работал в КБ-3, а затем в ИКИ.



Мне особенно вспоминается один случай. Мы в ИКИ, на заводе и на космодроме использовали для испытаний французских датчиков под пучком электронов и протонов вакуумную камеру. Вся наша команда, а также П.И. Лягин, который работал в ИКИ в комплексе С.И. Карманова, и В.И. Онищенко принимали участие в этих испытаниях. В ИКИ и на заводе в вакуумной камере под пучком частиц приборы давали «фон» до десятка импульсов в секунду, так как вторичный вакуум достигался за счет ионного насоса, и ионы воспринимались детектирующим элементом — каналотроном. К нашему удивлению, на космодроме этот «фон» исчез, и мы все переполошились. Что же случилось? Выдвигались самые неожиданные идеи, вплоть до того, что в Плесецке магнитные силовые линии идут под другим углом

На испытаниях. В глубине Ги Амери, на переднем плане Р. Ковражкин и В. Гладышев

к Земле по сравнению с таковыми в Москве и Днепропетровске. Запуск был отложен, мы ходили и обсуждали создавшуюся ситуацию. Было проведено множество экспериментов по проверке разных версий, но безрезультатно. Наконец, вспомнили простую вещь: ведь в ИКИ и на заводе мы устанавливали в вакуумную камеру приборы без кожуха, а на космодроме прибор уже был полностью собран и имел кожух. Вечером (ближе к ночи) 21 декабря мы с В.И. Онищенко поехали в МИК (монтажно-испытательный корпус на космодроме). Тест с удалением кожуха с приборов показал, что именно в этом и было дело: ионы из ионного насоса попадали в открытый прибор непосредственно на вход каналотрона, минуя коллиматор. В закрытом же приборе эти ионы проходили коллиматор и систему электростатического анализа, они просто «выходили из игры» до входного окна детектора. Юрий Ильич ждал нас в Плесецке уже с коньяком. Запуск был осуществлен через несколько дней после объявленной даты, зато мы были уверены в работе аппаратуры, и действительно приборы работали нормально и четко. Именно по данным этих приборов Ю.И. и Ф. Камбу получили новые приоритетные результаты по формированию дневного полярного каспа. Сравнивая магнитный поток во входном плазменном слое магнитосферы, в каспе и в магнитном хвосте, а также экспериментальные результаты высыпания ионов в дневном каспе, они пришли к заключению, что касп представляет собой круглую воронку вблизи 12 часов местного магнитного времени. В это время по общепринятой версии считалось, что касп имеет щелевидную форму и простирается на несколько часов местного времени. Дальнейшие исследования переноса и осаждения плазмы в область каспа показали, что форма этой области зависит от энергии высыпавшихся частиц, и особенно от отношения ионных потоков с разными энергиями. Гальперин и Камбу определили форму каспа для отношения потоков протонов на 0,5 и 5 кэВ, и этот результат остался неизменным, несмотря на прогресс экспериментальной космической техники. Вообще говоря, открытие дневного полярного каспа можно было сделать уже по данным приборов на спутниках серии «Космос», и Ю.И. имел уже эти экспериментальные данные, однако он хотел убедиться, что частицы низких энергий проходят в касп непосредственно из переходного слоя на разные высоты, потому что высота орбиты спутников «Космос» была порядка 200 км, и казалось невероятным, что протоны «провисают» до орбит этих спутников. А вот американский ученый Франк опубликовал результаты по каспу сразу после получения данных, поэтому приоритет обнаружения дневного полярного каспа принадлежит ему. Необходи-

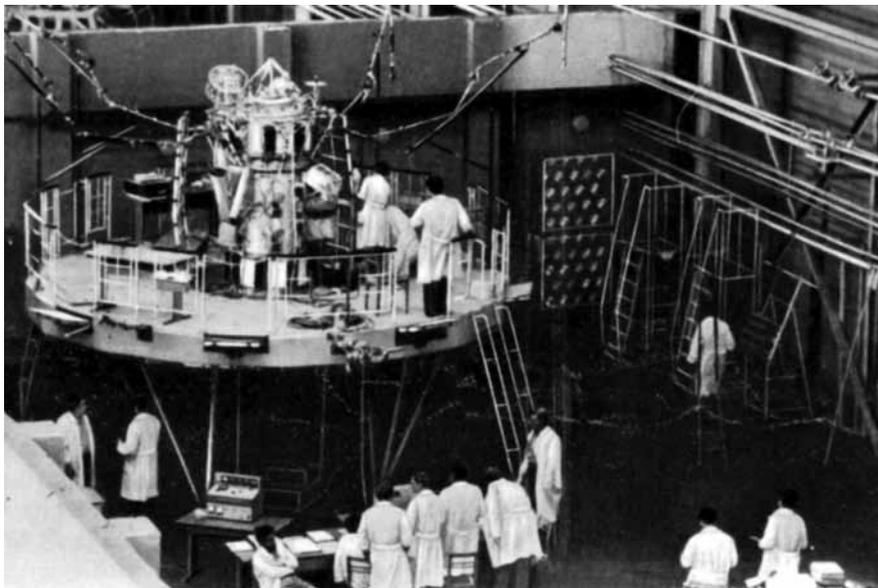
мо отметить, что подобная ситуация не так уж и редка в истории космической физики; мы знаем случаи очень быстрых публикаций не до конца проверенных результатов некоторыми исследователями. Самое интересное, что по статистике число действительно новых результатов в этих работах достаточно велико. Это происходило в начале прямых измерений в космическом пространстве, особенно в 60-е годы прошлого века, когда каждый научный эксперимент приносил новые данные о неизведанных тайнах мироздания...

Юрий Ильич с нежностью опекал студентов и аспирантов, не считаясь со временем, тратил его на их подготовку, часто даже письменно рецензировал статьи, готовящиеся к публикации. Он старался, чтобы его ребята были в хорошей форме, и не только в научном плане. Помню, что меня достаточно часто посещала простуда. Юрий Ильич провел специальную беседу на эту тему. Он рекомендовал лечить простуду двумя средствами: грузинской минеральной водой «Лугелла» и коньяком. Необходимо просто полоскать горло, не проглатывая затем ни воду, ни коньяк. Знаете ли вы, что такое «Лугелла»? Это горько-соленая вода, проглотить которую можно лишь под дулом автомата, да и то... Что же касается коньяка... здесь я нарушал инструкцию и может быть поэтому продолжал довольно часто простужаться.

Программа АРКАД (три запуска) растянулась на 10 лет: спутник «Ореол-1» был запущен в 1971 году, «Ореол-2» — в 1973 году, «Ореол-3» — в 1981 году. Юрий Ильич предпочитал иметь «натуральное хозяйство», поэтому мы готовили обычно целый проект, а не устанавливали 1–2 прибора на так называемый «колхозный» спутник. Конечно, Ю.И. привлекал многих специалистов. Во всех наших проектах участвовали и комплектики, и баллистики, и специалисты по доработке служебных систем под цели нашего космического проекта. Эксперименты на спутнике «Ореол-3» (АРКАД-3) были сложнее, чем на «Ореол-1, -2», и сам спутник был уже другого типа со стабилизацией при помощи гравитационной штанги длиной 17 м с магнитным демпфером на конце. Кстати, этот магнит образовывал небольшую искусственную магнитосферу вблизи космического аппарата. Это учитывалось при анализе экспериментальных данных. Также для этого спутника специально впервые были разработаны малощумящие электромагнитно-чистые солнечные панели, которые имели напыление для создания эквипотенциализации. Огромную работу по созданию и испытаниям этих новейших батарей провела группа из ВНИИТ*, руководимая А.И. Козловым. В подготовке эксперимента от Франции участвовали

* ВНИИТ — Всесоюзный научно-исследовательский институт источников тока

не только сотрудники научных институтов в Тулузе, Орлеане и Сен-Море, но и специалисты КНЕС. Руководил этой группой Ги Амери, а техническим ведущим был Жак Шен. Научным руководителем от Франции был назначен профессор Анри Рем. С советской стороны технические вопросы решала очень квалифицированная команда, руководимая Е. М. Васильевым, в которую входило несколько человек, а основную роль играли А. Д. Рябова и Г. И. Терёхин.



Советская и французская команды проекта АРКАД-3 работают со спутником

Отработку научного комплекса аппаратуры, включая впервые установленный на спутник для этого комплекса французский компьютер, было решено проводить на космодроме, так как о присутствии французов на заводе в эти годы не могло быть и речи. Однако на космодром Плесецк у французов также не было допуска. После долгих обсуждений было найдено компромиссное решение: допустить французских специалистов на первый советский космодром — Капустин Яр. Испытания проходили в летнюю жару — полный цикл длился около месяца. Французы стойчески работали в этих условиях, однако было несколько срывов, связанных со своеобразным пониманием дисциплины. Один из случаев был таков: французов привезли из МИК на ужин в гостиницу, а часть наших специалистов вместе с Ю. И. осталась на работе. Когда мы приехали, то услышали сильный шум в столовой. Французы стучали ложками по столу и по тарелкам и все время что-то выкрикивали.

Работники кухни были в панике и бросились к Гальперину, как к своему спасителю. Он спросил французов: «Что случилось?» Они стали объяснять, что заказали блины, но им их не дают. Когда Ю.И. перевел это шеф-повару, то он воскликнул: «Так сразу бы и сказали, нет ничего проще для нас, как испечь блины». Через некоторое время установилась благостная тишина — все с удовольствием ели блины с икрой, а французы записали свою благодарность в книгу жалоб и предложений, хотя они сначала долго не могли понять, для чего существует эта толстая тетрадь, подвешенная на стене в столовой? Обычно в Капустином Яру инциденты заканчивались очень быстро, в том числе благодаря молниеносной реакции Юрия Ильича.

Гимн проекта АРКАД, написанный французской командой



HYMNE ARCAD 3

Le Spoutm'k ... Le Spoutnik ... Le Spoutnik ... Le Spoutnik...
Le Spoutnik ... Le Spoutnik..

I

Un satellite franco-russe
Une belle machine bourree d'astuces
Des equipes qui font le poids
Tu vois, tout ga c'est ARCAD 3.
Surtout ne sois pas en r'tard
Toulous', Moscou, Kapustin Yar
Notre marmitte va bouillir
Depeches toi, il faut partir.

Allons les plus anxieux
Deridez-vous un peu
Souriez car tout ira bien
Faut garder le moral
Et tout sera "NARMAL"
Tout marchera, ca c'est certain.

II

Entre Guy et Volodia
Jacq', Jojo, Guena, Alina
Pierre, Alain, Doudou, Slava.
Marcel, Leonid, Natacha
Jean-Jacques, Gerard, Jean-Francois
Christine, Jean-Michel, Larissa
Josiane, Bernard, Henri, Jenia
Claude, Jean-Marie, Gabin, Mari

N'oublions pas surtout
Notre gentille Kakou
Victor, Lulu, Youri, Tania
Jean-Yves, Yvan, Micha
Vadim, Robert, Sacha
Vitali, Michel, Nicolas.

FINAL

Cette chanson ARCAD 3
Nous l'avons chantee jusqu'au bout
Jamais on ne l'oubliera
Et maintenant buvons un coup.

FIN

В программе АРКАД было получено много интересных и совершенно новых приоритетных результатов по физике магнитосферы. Один из них — это обнаружение в авроральной зоне дисперсионных структур по энергии, являющихся автографами ускоренных ионных пучков, распространяющихся из пограничного плазменного слоя. Этот результат был далее использован Я.И. Фельдштейном и Ю.И. Гальпериным для обоснования раздвоения областей высыпания авроральных частиц и их источников в хвосте магнитосферы. Это была актуальнейшая и пионерская работа, в которой доказано, что проекция пограничного плазменного слоя расположена полярнее аврорального овала, содержащего высыпание ускоренных электронов.

После АРКАД вся лаборатория участвовала в проекте ИНТЕРБОЛ, на «Авроральном зонде». Подготовка проекта продолжалась около 15 лет, но в конце концов он был реализован в 1995 и 1996 годах двумя запусками, в результате которых в космос было выведено два спутника со своими субспутниками. Научное руководство всего проекта осуществлял академик Альберт Абубакирович Галеев, техническое — Евгений Михайлович Васильев. Субспутники разрабатывались в Чехии; научным руководителем был доктор Павел Триска, техническим — Ярослав Войта. В проекте участвовали ученые, инженеры и техники от 20 стран. В этих работах Ю.И. пытался использовать всё, что было до этого разработано и изобретено для спутников и научной аппаратуры. В проекте были использованы наработки проектов АРКАД, в частности, на спутнике были установлены малощумящие электромагнитночистые солнечные батареи с эквипотенциальными поверхностями, а, кроме того, была осуществлена впервые эквипотенциализация всего спутника «Авроральный зонд». Это был первый случай, когда поверхность спутника выглядела весьма экзотической, она была черной, так как была покрыта специальной проводящей краской. Таким образом, удалось избежать микроразрядов между элементами спутника, которые обычно заряжались в космическом пространстве. Роль Юрия Ильича в подготовке и реализации проекта ИНТЕРБОЛ была исключительно важна. Были найдены новые подходы к решению экспериментальных задач в авроральной зоне на больших высотах (апогей «Аврорального зонда» простирался до 20 000 км), были использованы специальные режимы работы научной аппаратуры, поэтому научные результаты проекта ИНТЕРБОЛ продолжают получать до настоящего времени. Работы было так много, что Ю.И. набрал новую группу молодых аспирантов под задачи этого проекта.

28 декабря 2001 года на 15 часов был назначен Ученый совет ИКИ. Юрий Ильич пришел на 2-й этаж примерно минут за 40 перед советом. Мы обсуждали будущие научные работы. В частности, речь шла о достаточно интересном результате по данным ИНТЕРБОЛ — о «провале» потока протонов кэвного диапазона в авроральной зоне, связанного с большим временем «путешествия» этих протонов до дневного и утреннего секторов в магнитосфере. Следуя по магнитосфере, ионы за счет сильной диффузии попадают в конус потерь, в результате образуется область падения потока частиц в этих секторах местного времени. Юрий Ильич много шутил, и не было никаких признаков его недомогания. Мы сидели рядом с ним на Ученом совете и иногда даже перешептывались. После этого он еще общался со своими аспирантами, а потом поехал домой.

А ночью приехала «03», и перед отъездом в СКЛИФ он еще успел сказать Наташе, чтобы она берегла себя. И там, в СКЛИФе, врачи старались его спасти всеми силами, но он уже был далеко-далеко и от Москвы, и от Земли, он уже находился на иной орбите... Спутники, запущенные Юрием Ильичом Гальпериным, такие как «Ореол-1,-2», «Интербол-2» (авроральный) находятся на своих траекториях до сих пор, будут вечно проходить через авроральную зону, кружась в околоземном космическом пространстве.

*Ростислав Алексеевич Ковражкин,
доктор физико-математических наук, ИКИ РАН*

СПУТНИК-РОБОТ, СПУТНИК-ТРУЖЕНИК «ОРЕОЛ-3»¹

Запуском на полярную орбиту советского спутника «Ореол-3», осуществленным 21 сентября 1981 года, началась новая советско-французская программа исследований околоземного космоса — проект АРКАД-3 на советской космической станции АУОС-3. В околоземном пространстве появился современный робот, управляемый бортовой вычислительной машиной, непрерывно подстраивающей приборы, находящиеся на спутнике, к условиям окружающей его плазмы.

В Советском Союзе эксперименты на спутнике «Ореол-3» проводят ученые ИКИ в Москве и ИЗМИРАН в Троицке под Москвой, во Франции — ученые из CESR, Университета им. Поля Сабатье в Тулузе, CRPE в Сен-Море под Парижем и LPCE в Орлеане. Научным руководителем проекта АРКАД-3 с французской стороны является профессор А. Рем (H. Rete, CESR).*

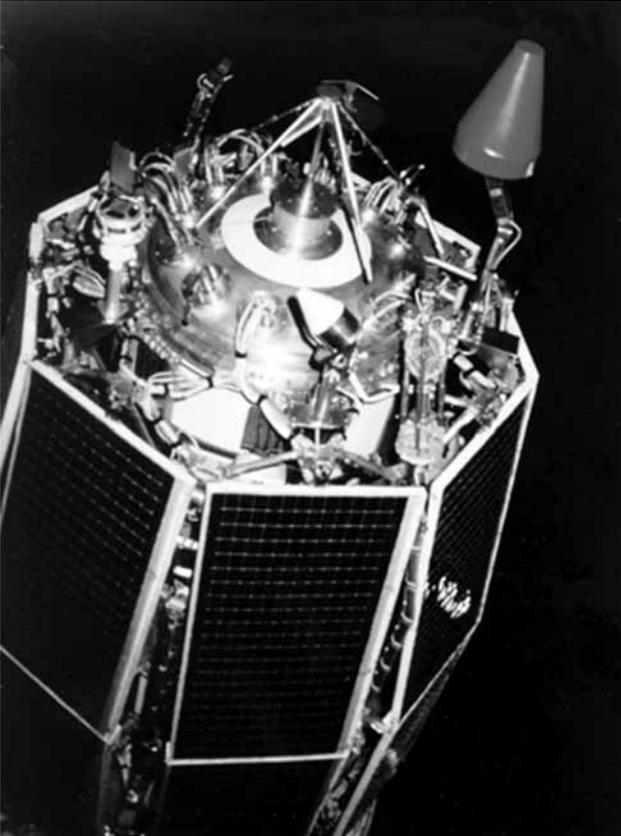
* CRPE — Центр исследований околоземного космоса, Франция

Этот большой коллектив ученых и инженеров, несмотря на разделяющие их расстояния, работает слаженно, помогая друг другу: «Кто составляет программу на четверг и пятницу? Не забыли про телекс от французов? Они договорились об эксперименте со станцией некогерентного рассеяния в Кируне. Апатиты готовы к приему?» — «Апатиты-то не подведут, а вот программа никак не уместается, на предыдущий виток давно уже запланирована работа вместе с ОНЧ-излучателем, и хорошо бы ещё посмотреть эффект в магнитно-сопряженной точке, так что вся память на борту нам нужна. А у нас идет очередная перестройка прибора „Спектро“, чтобы уточнить обнаруженный эффект высыпания энергичных частиц под воздействием мощных радиоволн низкочастотного диапазона, излучаемых с Земли». — «Видно, опять придется просить дополнительный сеанс связи с воспроизведением...» — «Но только не в воскресенье, хорошо?»

Вот, примерно, так, два-три раза в неделю уже более двух лет оперативные дежурные из лаборатории

¹ Неопубликованная статья Ю. И. Гальперина.

физики магнитосферных процессов ИКИ составляют программу научных измерений в околоземном космосе, согласовывая её со своими коллегами из ИЗМИРАН и из Франции. При этом обсуждается, «где, когда и как» провести измерения со спутника «Ореол-3», в каком варианте включать его научные приборы, что и где запоминать на борту, чтобы потом передать на Землю по основной телеметрической системе.



Это напоминает работу на большом телескопе или на ускорителе частиц, где несколько коллективов ученых работают бок о бок. Так советские и французские ученые совместно ведут комплексные геофизические эксперименты по исследованию магнитосферы по проекту АРКАД-3 — одной из программ научного сотрудничества, руководимых Советом «Интеркосмос». Работая рука об руку в течение нескольких лет, советские и французские ученые, инженеры и рабочие создали удивительную

Спутник «Ореол-3»

многоцелевую исследовательскую станцию в космосе, оснащенную всеми основными современными методами диагностики околоземного космического пространства. На спутнике установлены разнообразные спектрометры и масс-анализаторы энергичных электронов и ионов для изучения процессов их ускорения в магнитосфере на высотах в тысячи километров от Земли, которые вызывают красивейшие полярные сияния, генерируют колебания магнитосферной плазмы и характерные радиошумы. Связанные с этими процессами колебания электрических и магнитных полей в широком диапазоне частот — от коротко- до длинноволновых измерений вдоль орбиты, улавливаются антеннами — шариками из проводящего стеклоуглерода, магнитными катушками. Сложные радиоспектрометры и масс-спектрометры используются для детальных измерений концентрации, температуры и состава тепловой и сверхтепловой плазмы в ионосфере и магнитосфере, протекающих там электрических токов, которые вызывают интенсивный разогрев верхней атмосферы высоких широт и т.д. Весь этот комплекс советской и французской научной аппаратуры тесно взаимосвязан — приборы обмениваются информацией, один помогает понять, уточнить показания другого, и этим оркестром автоматов дирижирует бортовая вычислительная машина.

Нелегко было его создать, отладить, убедиться в его работоспособности и надежности. Для управления бортовыми научными приборами с Земли оказалось необходимым использовать тысячи команд, а для этого пришлось создать небольшой программно-вычислительный комплекс со своими ЭВМ. Формирование программ управления этим роботом проводится совместно учеными и инженерами СССР и Франции; для оперативной связи между ними, обмена данными и программами создана специальная линия передачи данных между вычислительными центрами ИКИ АН СССР и КНЕС.

Сотрудничество СССР и Франции на околоземных орбитах началось ещё в 1971 году запуском советского спутника «Ореол-1» по совместному проекту АРКАД-1, а в 1973 году — спутника «Ореол-2» по проекту АРКАД-2. Эти эксперименты позволили получить новые важные данные о планетарной структуре областей формирования полярных сияний в магнитосфере, они широко признаны и уже используются в практике прогноза коротковолновой радиосвязи в приполярных районах.

Исследование околоземного пространства, особенно в полярных широтах, требует организации геофизических

измерений планетарного масштаба, и международное сотрудничество в этой области имеет уже большую историю: Первый и Второй полярные годы, Международный геофизический год, Международный год спокойного Солнца и, наконец, недавно завершившийся крупнейший в истории проект МИМ — Международные исследования магнитосферы (1976–1980). Необходимость таких исследований определяется двумя основными проблемами. Первая — фундаментальные исследования плазменной оболочки планеты Земля. Это — возможность проникнуть внутрь источников космического радиоизлучения (ведь Земля, точнее, области сильной плазменной турбулентности над дугами полярных сияний — самый мощный источник километрового диапазона радиоволн во всей Солнечной системе!). Это — возможность провести множество сложных плазменных экспериментов большого масштаба и длительности, которые трудно, или даже невозможно выполнить в лабораторных условиях. Вторая, не менее важная проблема — это выяснение природы нарушений радиосвязи, помех для радиолокации и радионавигации в полярных районах, которые обусловлены, в основном, бурными процессами в магнитосфере и ионосфере Земли. Цель здесь — выявление физических источников таких помех и улучшение методов их прогноза, учета, компенсации.

На самом деле, эти две большие проблемы — научная и техническая — почти неразделимы, и получаемые выводы от измерений в космосе интересуют как ученых — физиков, геофизиков, астрономов, — так и инженеров — радистов, связистов, летчиков, моряков, да и всех тех, кто связан с Арктикой и Антарктикой. А, ведь, сейчас без надежной, бесперебойной радиосвязи, без радиолокации и радионавигации для кораблей и самолетов немыслимо освоение полярных районов, их снабжение, медицинское обслуживание и т.д. Но по мере освоения Арктики и Антарктики, по мере развития техники всё время возникают новые проблемы, так или иначе связанные с физикой околоземной плазмы. Так, в последние годы стало ясно, что магнитосферная плазма подвергается все более заметному антропогенному воздействию от низкочастотных радиоволн, излучаемых наиболее мощными современными радиопередатчиками. Оказалось, что протяженные линии электропередач играют роль гигантских антенн, растянувшихся на тысячи километров и излучающих в магнитосферу сверхдлинные радиоволны. Эти активные антропогенные воздействия на околоземную плазму представляют как научный, так и практический интерес.

Недавно на околоземные орбиты для исследований магнитосферной и ионосферной плазмы были запущены спутники «Интеркосмос-19» (27 февраля 1979 года), «Интеркосмос-Болгария-1300» (7 августа 1981 года), «Ореол-3» (21 сентября 1981 года), два американских спутника по проекту «Электродайнемикс Эксплорер». Это новый этап планетарных экспериментов по исследованиям магнитосферы — более сложных, координированных, обладающих значительно большей чувствительностью и направленных уже не только на исследования, но и на реализацию полученных результатов в ежедневной практике освоения и использования космического пространства. Поэтому одной из основных особенностей проекта АРКАД-3 является поиск, локализация и изучение тех областей околоземной плазмы, в которых происходят активные плазменные процессы, вызывающие вспыхивающее ускорение заряженных частиц и генерацию колебаний и волн. Вот зачем необходимы тонкие интерферометрические измерения плазменных волн со спутника, анализ вспышек интенсивности частиц с помощью бортовой ЭВМ, тщательнейшая «чистка» всех систем спутника от взаимных помех, мешающих точным измерениям.

Как известно, одним из основных источников такого рода помех на спутнике являются электрические разряды в околоспутниковой плазме, возникающие между элементами его конструкции, в особенности, по поверхности панелей солнечной батареи. Поэтому в рамках проекта АРКАД-3 была создана и испытана солнечная батарея нового типа, в которой электрические и магнитные помехи уменьшены в тысячу раз! Вариант этой батареи использован также на спутнике «Интеркосмос-Болгария-1300». Так эти два спутника породнились ещё до запуска.

Планетарные исследования магнитосферы и ионосферы Земли немислимы без координированных измерений с наземных геофизических станций в Арктике и Антарктике. В проекте АРКАД-3 с помощью широкополосной телеметрической системы французского изготовления детальные результаты измерений со спутника передаются прямо на приёмные пункты, расположенные как раз там, где ведутся геофизические измерения полярных сияний, высокоширотной ионосферы, геомагнитных вариаций: в Апатитах на Кольском полуострове, где работают ученые и инженеры ПГИ, в Норильске, где расположена геофизическая обсерватория СиБИЗМИР. Это позволяет оперативно проанализировать данные и использовать их для оценки текущего, мгновенного состояния магнитосферы. Кроме того, приемная станция

ИКИ создана в Тарусе (Калужская область). На разных этапах работ по проекту АРКАД-3 французский КНЕС подключал для приема телеметрической информации со спутника «Ореол-3», прежде всего, станции на Земле Адели (Дюмон-Дервиль) и на острове Кергелен в Индийском океане, а также в Тулузе (Франция), в Тромсё (Норвегия), в Куру (Французская Гвиана), в Японии (Сугадейра) и в Индии (Шрихарикота). Может показаться удивительным, что в этом списке есть и экваториальные станции в Куру и Индии, но дело в том, что (как стало ясно в последние годы) явления в ионосфере, весьма похожие на те, которые вызываются в высоких широтах полярными сияниями, возникают почему-то и над геомагнитным экватором, и здесь также появляются характерные радиопомехи.

Целый ряд геофизических экспедиций в советской Арктике и в Антарктике, радиозондирующих установок, мощных радиопередатчиков проводит совместные синхронные эксперименты со спутником «Ореол-3». В этих координированных измерениях планетарного масштаба — основная ценность такой многоцелевой исследовательской программы. Мы расскажем сейчас подробнее об одной серии таких координированных экспериментов. Дело было так. Осенью 1981 года геофизики ряда институтов АН СССР в Москве, Алма-Ате, Иркутске и др. под руководством профессора М. Б. Гохберга из ИФЗ готовились к оригинальному активному эксперименту по воздействию на верхнюю атмосферу и ионосферу акустической волны от наземного взрыва. Чтобы такая волна еще ощущалась на высотах ионосферы, нужно было произвести довольно заметный взрыв. Для этого привезли примерно железнодорожный состав взрывчатки — 10 вагонов по 30 тонн! Надо было в степи расставить и наладить экспедиционные приборы, радиозондирующие установки и т.п. Эксперимент получил сокращенное название МАССА — моделирование Магнитосферно-Атмосферных Связей при Сейсмо-Активных явлениях: ведь при землетрясениях и взрывных извержениях вулканов тоже возникают мощные акустические волны. Надо было проследить, как волна, поднимаясь на высоты ионосферы, изменяет свойства среды, искажает траектории распространения радиоволн и др. Воздействие акустических волн на ионосферу было открыто ещё в 1960-х годах, но вот на магнитосферу? На это были надежды, но их необходимо было проверить специально поставленными экспериментами.

И вот, при обсуждении программ измерений у директора ИКИ академика Р.З. Сагдеева появилась идея — попробовать зарегистрировать эти эффекты со спутника

«Ореол-3» в магнитосфере, где акустическая волна уже не может распространяться, и необходимо её преобразование в особую электромагнитную волну. Какие эффекты здесь можно ожидать и когда, — это надо было рассчитать, построить модель ожидаемого процесса, иначе говоря, создать рабочий «сценарий». Основные эффекты преобразования энергии акустической волны в электромагнитную ожидалось на высотах 70–120 км, т.е. там, где ионосфера наилучшим образом способна генерировать и проводить электрический ток. Акустическая волна от поверхности до таких высот дойдет за 4–7 минут. Следовательно, как раз к этому времени спутник «Ореол-3» должен пройти вблизи магнитной силовой линии, опирающейся на грохочущую нижнюю ионосферу. Виток «Ореола-3» прямо над точкой взрыва был заранее выбран, детально рассчитан и запланирован для измерений, а бортовая аппаратура была включена так, чтобы чутко вслушиваться в электромагнитное эхо от наземного взрыва в магнитосфере — если оно действительно возникает в таких условиях.

Утром 28 ноября 1981 года в степи под Алма-Атой точно в рассчитанный момент прогремел мощный взрыв, и через пять минут спутник «Ореол-3», подлетая к этой области, «услышал» электромагнитное «эхо»! Значит, правда, что при сильных землетрясениях электромагнитные колебания возникают в магнитосфере над очагом! Ионосфера на больших высотах ещё долго «шумела», пятно замутненной ионосферы ширилось и ширилось, а волна от взрыва в верхней атмосфере всё шла и шла, достигнув через несколько часов геофизических обсерваторий в Харькове, в Горьком, в Иркутске... С тех пор было проведено ещё несколько таких координированных измерений со спутника «Ореол-3» с использованием мощных взрывов, которые строители применяют для создания плотин, при прорытии каналов, дорог через скалы и проч. И почти каждый раз, когда мы просили немного скорректировать планы работ и взорвать в такой-то день, в такой-то момент, выбранные так, чтобы «Ореол-3» в нужный момент оказался в нужном месте относительно точки взрыва, строители шли нам навстречу и очень точно проводили взрыв — трудно даже представить себе, скольких дополнительных хлопот это им стоило. Но когда наука просит....

И вот мы сидим и колдуем над полученными результатами. Гипотезы, расчеты, споры, доклады, новые споры... Теперь уже теоретические расчеты показывают, что, вроде бы, иначе и быть не могло, должна была здесь возникнуть особая электромагнитная волна, предска-

занная шведским физиком Альвеном¹ и названная в его честь. Да и низкочастотный шум над точкой взрыва можно объяснить, если предположить, что... — но это ещё надо проверить! И так без конца...

Подтверждение прямыми измерениями со спутника «Ореол-3» основной идеи проекта МАССА об эффективности воздействия акустической волны на магнитосферу позволило советским ученым летом 1983 года выступить на XV Генеральной Ассамблее МАГА с инициативой об организации международного научного сотрудничества в рамках проекта МАССА. Целью проекта является создание модели динамических процессов взаимодействия трех сред: атмосферы – ионосферы – магнитосферы (АИМ), протекающих при интенсивных явлениях в нижней атмосфере и на поверхности Земли, — как естественных (землетрясения, извержения вулканов, метеорологические динамические явления и т.д.), так и антропогенного характера (промышленные взрывы, пуски мощных МГД-генераторов и т.д.). Задачей проекта является изучение как отдельных звеньев, так и всей цепи взаимодействующих явлений, обеспечивающих передачу энергии из нижней атмосферы в магнитосферу, оценка влияния эффектов взаимодействия в системе АИМ на структуру и динамику каждой из взаимодействующих сред. В этом новом большом проекте изъявили желание участвовать ведущие специалисты, возглавляющие крупные исследовательские центры США, ФРГ, Франции, Великобритании, Японии, Австралии и других стран. Советская национальная программа проекта разрабатывается Комиссией при Президиуме АН СССР.

Спутник «Ореол-3» совершил уже более 10 000 витков. Первоначально запланированная программа давно выполнена. Но всё время появляются новые идеи, которые, подобно рассказанной выше работе в проекте МАССА, требуют срочной экспериментальной проверки, а для этого нужно включать приборы так, чтобы вновь обнаруженные магнитосферные «чудеса» можно было бы еще и ещё раз повторить и уточнить...

И вот советские и французские ученые и инженеры обмениваются новыми предложениями по телетайпу между ИКИ в Москве и Французским космическим центром в Тулузе, увязывают, согласовывают все эти «когда, где и как». Наконец, на кодированном списке команд, который формируется в ЭВМ в ИКИ и в ЭВМ в Тулузе, появляется

¹ Альвен Ханнес — (Alfvén) (1908–1995), выдающийся шведский физик и астрофизик.

заветный значок «ZZ» — «окончательно». После этого программа команд, после тщательной проверки в Координационном центре, по радиоканалу будет отправлена на спутник и заложена в его бортовой программник, чтобы в нужный момент на орбите приборы спутника включились и провели запланированные измерения.



Конверт с автографами участников проекта

Мы привыкли уважать тех, кто много и плодотворно работает.

И спутник-труженик «Ореол-3» также заслуживает уважения, как и те, кто его создал.

ДВА АКТИВНЫХ УЧАСТНИКА СОВЕТСКО-ФРАНЦУЗСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И ДВА ОЧЕНЬ БОЛЬШИХ ДРУГА — ФРАНСИС КАМБУ И ЮРИЙ ГАЛЬПЕРИН

Профессор Франсис Камбу (1930–2001) и профессор Юрий Гальперин (1932–2001) были главными организаторами советско-французского космического сотрудничества и очень большими друзьями. Они ушли в конце 2001 года с интервалом в два месяца. Естественно отдать должное их памяти им вместе.

Франсис Камбу (Francis Cambou) — профессор Тулузского университета III имени Поля Сабатье (Universite de Toulouse), директор-основатель CESR.

Франсис Камбу получил высшее образование (высший диплом физика) на Факультете естественных наук в 1955 году.

1955–1961 годы — инженер в CEA*, и с 1957 по 1961 год — руководитель Практических работ в Национальном институте ядерной науки и техники (Saclay).

7 февраля 1961 года Камбу защитил докторскую диссертацию в Сорбонне по спектрометрии быстрых нейтронов под руководством профессора Франсиса Перрана (Francis Perrin). После этого стал председателем ученого совета Факультета естественных наук Тулузы и руководителем электронной и нейтронной службы в Центре ядерной физики в Тулузе; ему было присвоено звание председателя конференции на Факультете науки Тулузы, а также звание председателя электронной и нейтронной службы в Центре ядерной физики в Тулузе.

Понимая важность космических исследований, он уже в 1963 году нацелил на них деятельность своей группы, где проявились его знания ядерной физики.

19 декабря 1963 года он основал CESR как отдельную лабораторию CNRS (НЦНИ)** при университете Поля



*CEA — *Commissariat à l'énergie atomique*
(Комиссариат атомной энергии)

** CNRS (НЦНИ) — *Centre National de la Recherche Scientifique* (Национальный центр научных исследований Франции)

Сабатье и CNES, одну из самых больших французских космических лабораторий, и с 1963 по 1982 год был ее директором.

В 1964 году ему было присвоено звание профессора естественнонаучного факультета Тулузы, а в 1966 году титулярного профессора, руководителя отделения космической физики на Факультете естественных наук в Тулузе, первого председателя по космической физике во Франции.

Франсис Камбу — автор и соавтор более ста публикаций по ядерной электронике и космической физике. Он был руководителем более 60 диссертаций, из которых три десятка докторских, и многих летних школ по космической физике.

Франсис Камбу был координатором международного сотрудничества в космических проектах, особенно советско-французского сотрудничества (эксперименты на баллонах, проект РОЗО (ROSEAUX), эксперименты проекта АРКАД на спутниках «Ореол-1», «Ореол-2» и «Ореол-3», «Калипсо-1», активный проект АРАКС и т.д. Он стал президентом-основателем междисциплинарной программы исследований окружающей среды (PIPEN) CNRS.

Совместная работа советской и французской групп еще до заключения соглашения о сотрудничестве. Крайние справа — Ю. Гальперин и Ф. Камбу, в центре — Р. Сагдеев



Он, кроме того, был экспертом и советником Европарламента по вопросам науки и образования.

Франсис Камбу обладал многими высокими качествами: исключительные компетентность и динамизм; несравненная сила воли, великодушные; умение руководить людьми; чувство команды; забота о продвижении сво-

их сотрудников; верность и преданность всем членам лаборатории; большие спортивные достижения (обладатель черного пояса дзюдо, увлеченный игрок в регби и т.д.).



Визит советской делегации в Тулузу

Тулуза очень ценила Франсиса Камбу и назвала его именем круглую площадь в аэрокосмическом комплексе перед CESR.

Франсис Камбу уже в 1967 году понял значение сотрудничества с СССР в области космоса и, можно сказать, он играл главную роль в программе сотрудничества с ИКИ и ИЗМИРАН. Благодаря этому сотрудничеству ученые, инженеры и техники CESR могли осуществить множество экспериментов на спутниках, и CESR стал значительной международной космической организацией. Некоторые другие французские лаборатории пошли по этому же пути.

Юрий Гальперин — профессор по экспериментальной физике Института космических исследований АН СССР (РАН), доктор физико-математических наук.

Юрий Ильич Гальперин родился в Москве 14 сентября 1932 года. В 1955 году он получил диплом астрофизика в Московском государственном университете. Дипломная работа, которую он делал под руководством профессора И.С. Шкловского, была посвящена изучению сумеречной вспышки свечения натрия.

С 1955 по 1967 год он работал в Институте физики атмосферы АН СССР в отделе верхней атмосферы, руководимом профессором В.И. Красовским. В 1959 году он



защитил кандидатскую диссертацию «Излучение водорода в полярных сияниях». Диссертация была написана по результатам спектрографических наблюдений, проводившихся в арктическом регионе СССР.

Начиная с 1955 года Ю.И. Гальперин принимал участие в космических программах, разрабатывая приборы для измерения заряженных частиц магнитосферы в различных диапазонах энергии, измерения тепловой плазмы и для спектрофотометрии. В 1958 году он принимает участие в первых измерениях низкоэнергичных частиц на борту третьего спутника. Затем он был руководителем научного проекта на спутниках «Космос-3» и «Космос-5» (1960–1962), «Космос-348» (1970), «Ореол-1» (1971–1972), «Ореол-2» (1973–1974) и «Ореол-3» (1981–1986).

Кроме того, он был основным участником и соисполнителем во многих других космических проектах и координированных наземных экспериментах.

Советско-французская группа на пути в Апатиты



В 1968 году он получил ученую степень доктора физико-математических наук. Его диссертация называлась «Геофизические эффекты ядерных взрывов на больших высотах» и была основана на результатах измерений, проводившихся на спутниках «Космос-3», «Космос-5», «Электрон-1» и «Электрон-3», во время и после американских ядерных взрывов по программе Starfish в 1962 году. Он также развил теорию образования и исчезновения искусственных поясов из частиц высокой энергии, открыл новые явления в магнитосферной плазме, сильно возмущенной этими взрывами.

В 1983 году в Институте космических исследований АН СССР он получил звание профессора по экспериментальной физике. Юрий Гальперин руководил очень

сложным геофизическим экспериментом по одно-временным измерениям на Земле и на спутнике «Космос-261» для изучения магнитосферно-ионосферного взаимодействия. Этот эксперимент реализовывался с участием геофизиков из многих стран Восточной Европы по программе ИНТЕРКОСМОС. Анализ первых измерений ионосферной плазмы, полученных на спутнике «Космос-184», позволил Ю.И. Гальперину и его коллегам открыть в 1972 году новое явление в возмущенной магнитосфере — поляризационный джет, повторно открытый затем в 1977 году американцами в эксперименте, названном SAID.

В тесном сотрудничестве с Франсисом Камбу осуществлялись проекты АРКАД-1 и АРКАД-2 (спутники «Ореол-1, -2»). Они оба были научными руководителями этих программ, принятых после отказа от проекта РОЗО.

Самым важным из его проектов был советско-французский проект АРКАД-3 на спутнике «Ореол-3», запущенном 21 сентября 1981 года (орбита 400–2000 км с наклоном 82°). Профессор Ю.И. Гальперин руководил этим проектом с советской стороны, профессор Анри Рем — с французской. Был открыт ряд новых магнитосферных явлений, и благодаря очень хорошей аппаратуре получены новые данные (специфическая форма волны в диапазоне очень низких частот, ионно-циклотронные гармоники электростатических волн в турбулентной авроральной плазме, новые типы структур в выпячиваниях ионов с дисперсией в функции скорости и массы и т.д.).

Ю.И. Гальперин принимал также участие в разработке новых электромагнитночистых солнечных панелей, установленных на спутнике «Ореол-3» и затем применявшихся в миссиях ИНТЕРБОЛ и МАРС-96, а также в других технических разработках, реализованных на спутнике «Ореол-3».

Ю.И. Гальперин был основным исполнителем или соисполнителем в проекте АВРОРАЛЬНЫЙ ЗОНД и субспутниках международного космического проекта по изучению солнечно-земных связей ИНТЕРБОЛ.

Ю.И. Гальперин — автор многих сотен публикаций и сообщений на международных конференциях, причем около 150 представлены вместе с французскими учеными. Он соавтор пяти монографий, посвященных физическим экспериментам в космосе.

Вплоть до своей кончины он руководил лабораторией физики полярных сияний (переименованной в лабора-

торию физики магнитосферных процессов) в Институте космических исследований РАН в Москве.

Ю. И. Гальперин был членом нескольких ученых советов в институтах РАН, членом Международного астрономического союза (1957), Американского геофизического союза (1974), Международной академии астронавтики (1965). Он получил медаль Гагарина за участие в подготовке первого космического полета с человеком, государственную премию СССР (1986) за создание новой космической техники, был награжден орденом «Знак почета», медалью КНЕС (CNES — Французское космическое агентство), медалью Лейбница и получал другие награды.

В заключение можно сказать, что Юрий Гальперин был пионером в исследованиях физики полярных сияний и физики верхней атмосферы, он внес большой вклад в развитие физики космической плазмы.

Франсис Камбу и Юрий Гальперин были основоположниками советско-французского сотрудничества в космических исследованиях. Оба были интересными людьми и истинными мужчинами. Естественно, что они стали большими друзьями и в орбиту своей дружбы вовлекали и своих коллег. Когда Юрий приезжал в Тулузу, он встречал очень дружеский прием, и когда французские исследователи приезжали в Москву, были забываемые приемы у Наташи, симпатичной жены Юрия. Эти исключительные дружеские отношения продолжаются и после ухода Франсиса Камбу и Юрия Гальперина.

Юрий любил Францию и хорошо владел нашим языком, что не могло не привести к глубоким личным отношениям.

В заключение, я думаю, что нам сильно повезло быть рядом с этими выдающимися и привлекательными людьми. Наше сотрудничество было исключительно продуктивным и для французских, и для советских исследователей, особенно для французской стороны, которая смогла получить значительные результаты и неоспоримую научную репутацию. Родилась и продолжается глубокая и прочная дружба между учеными двух стран.

Анри Рем (Henry Reme),
профессор Тулузского университета III
имени Поля Сабатье

ЮРИЙ ГАЛЬПЕРИН — УЧЕНЫЙ И ДРУГ

Юрий Гальперин родился в высокообразованной семье, где хорошо знали русскую и зарубежную культуру и искусство, и унаследовал многие черты от своего семейного круга, а также получил прекрасное образование в очень интересный период истории его страны. Все друзья Юрия восхищались его широким кругозором, большим интересом к окружающему миру и его поразительными знаниями в области истории и искусства. Он всегда стремился к тому, чтобы всё, с чем бы он ни встретился, не осталось ему неизвестным. Эта позиция хорошо объясняет, почему он отлично разбирался в разных областях космической физики и всегда организовывал научное сотрудничество и устанавливал тесные связи с коллегами по всему миру.

Вероятно, его приверженность к широким горизонтам привела к тому, что, учась на механико-математическом факультете, он решил специализироваться по астрономии. Астрономия, и правда, лежит на перекрестии разных сторон человеческого разума: математики, физики, философии и даже поэзии. Этот выбор привел к тому, что в студенческие годы Юрий встретил немало ярких личностей среди университетских профессоров. Часто он вспоминал те их качества, которые производили на него особенно сильное впечатление: интуицию, широкий кругозор, независимость суждений. В политическом контексте тех лет это последнее свойство требовало от его обладателя твердости духа и чувства юмора, качеств, которыми Юрий всегда восхищался.

Удачливость часто ведет к успеху, но надо вовремя его ухватить, когда он приблизится. Юрию, и он охотно признавал это, такое качество помогало в космических исследованиях с их быстрым ростом в 1950-е годы, особенно в СССР. Оно наверняка открыло ему путь к успешной научной карьере. Тем не менее, даже в то время, когда перед человеком открываются новые привлекательные горизонты, нужно уметь выбрать самые интересные области исследования, твердо противостоять неизбежным трудностям и неудачам и, что гораздо важнее, нужно уметь превратить эти неудачи в новые идеи и инициативы для исследования ранее не известных явлений.

В ряде случаев Юрий показал, что он действительно обладал этими качествами. Так было, когда он окончил университет и хотел поступить в одну из его лабораторий, но получил отказ. Он превозмог свое разочарование и решил отправиться на север, в Мурманскую область, на полярную станцию для наблюдения полярных сияний. Этот оригинальный и неожиданный шаг подарил ему очень плодотворный и интересный период жизни. Он сделал несколько открытий в области физики авроральных протонов и при этом, отдавая дань своей поэтической натуре, проводил многие часы, любуясь великолепными мерцающими формами полярных сияний, ощущая непосредственную близость к ним. Впоследствии он утверждал, что эти наблюдения были важной школой для изучения физики магнитосферы и солнечно-земных связей. Этот период был важен и лично для него — на полярной станции он работал вместе с Таней Мулярчик и Володей Гладышевым, которые стали его друзьями на всю жизнь или, как Юрий любил говорить, «членами гальперинской семьи».

В следующий раз удача улыбнулась ему, когда его спутник был на орбите в момент произведенного США высотного термоядерного взрыва. Правда, ни этот спутник, ни советские космические и военные организации не были готовы к таким измерениям. Тем не менее, его своевременная и убедительная просьба к научной и военной администрации победила, несмотря на кажущуюся безнадежной ситуацию, и он получил почти оптимальные условия для проведения измерений.

Этот период стал действительно началом его карьеры космического исследователя. Большая часть его работ относится ко времени, когда он в конце 1960-х годов перешел в Институт космических исследований АН СССР (ИКИ), где в течение многих лет руководил лабораторией физики полярных сияний. Среди старых воспоминаний, исторических и временами «героических» новелл, которыми он с удовольствием делился со смесью волнения и юмора, он рассказывал о своем участии в подготовке исторического орбитального полета Юрия Гагарина. Он был горд, что в какой-то мере «вошел в историю», будучи одним из 900 людей, которые внесли свой вклад в предложение дать зеленый свет для старта, когда они подписали официальный документ, подтверждавший, каждый в своей области, успех полета.

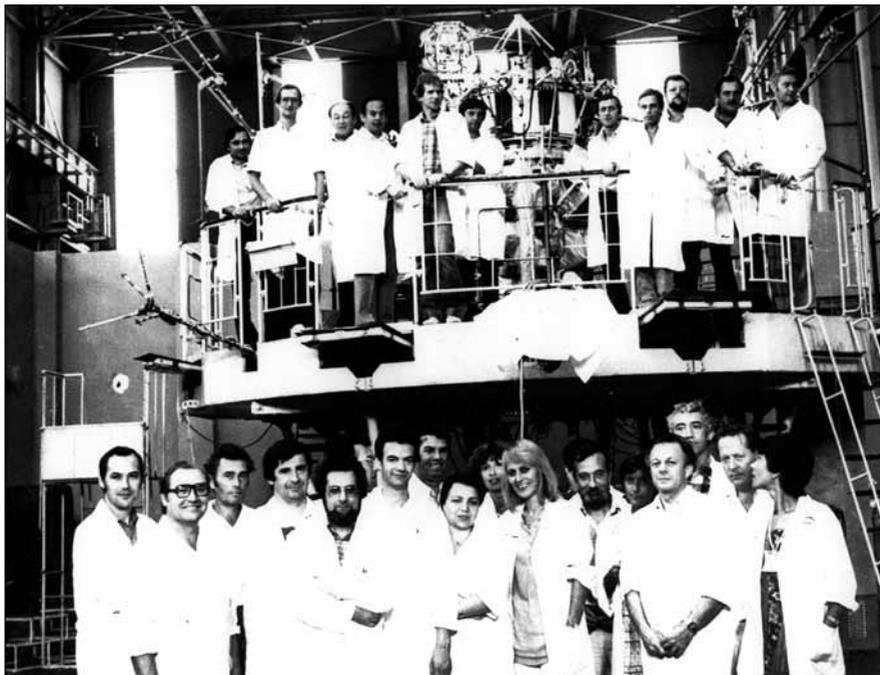
Нельзя говорить о Юрии, не вспоминая его личного участия в международном сотрудничестве, которое от вечало его интересу к внешнему миру и его умению налаживать тесные связи с другими людьми и культурами.

Он, действительно, был одним из движущих элементов программы сотрудничества между СССР и другими государствами под эгидой ИНТЕРКОСМОС. Это помогло ему инициировать ряд исследовательских проектов с командами Чехословакии, Польши, Венгрии и Болгарии и организовать совместные исследования, очень существенные для ученых этих стран.

Мне кажется, что когда Юрий примкнул к франко-советским космическим исследованиям, это было событие, очень важное не только для его собственных космических проектов, но и для него лично. Одно из очевидных объяснений этого — знакомство с историей и культурой Франции, о которых с раннего детства ему рассказывала мать и в которые он был погружен всю жизнь. Можно увидеть знак судьбы в моменте начала этой новой эры сотрудничества. Это было в конце 1968 года. Юрий рассказывал, что в дискуссиях и личных беседах он чувствовал в отголосках событий четкий след французской истории. «Детишки» (как ему нравилось их называть), родившиеся в результате советско-французского сотрудничества, — спутники «Ореол-1, -2, -3», проектов АРКАД-1, -2, -3, затем ИНТЕРБОЛ — подарили ему и странам-участницам большой урожай новых данных, очень нужных им всем для работы. Я хорошо помню, как Юрий был счастлив, организовав симпозиум, где были представлены первые результаты проекта АРКАД-3. Он был подлинной движущей силой за спиной официальных организаторов. Его обширные научные знания, а также

Жан-Жак Бертелье с дочерью Аньес и Ю. Гальпериним





*Групповая фотография
всех участников
проекта АРКАД-3*

множество друзей в администрации, лабораториях и технических группах очень способствовали успеху симпозиума. Самое главное, его умение понимать позиции людей с другим складом ума и общаться с ними способствовали тому, что система работала на протяжении 30 лет, преодолевая все технические и финансовые трудности и политические флуктуации, которые очень легко себе представить.

Тут я не могу не вспомнить о грандиозном приключении в жизни Юрия, когда он провел несколько месяцев на острове Кергелен, работая в проекте АРАКС. По многим причинам, не всегда обязательно научным, жизнь на этом отдаленном острове сопровождалась большими тренингами и позже снабдила Юрия неисчерпаемым запасом смешных историй, которые он так любил рассказывать во время «ночных сессий», которые мы делили с ним у него дома, или на служебных площадках во время работы со спутниками. И *last but not least* (наконец, но не последнее по значению) многие французские специалисты обязаны ему тем, что он открыл для нас «двери своей страны». Россия, ее люди, культура и даже реальная история были совершенно не известны во Франции начала 1970-х годов. Долгое дружественное сотрудничество с российскими специалистами привело к тому, что

год за годом Россия занимала все более важное место в нашей жизни. Я знаю, что это сближение делало Юрия счастливым, ведь он так верил в важность «человеческого фактора». Конечно, длительные дискуссии, которые мы вели во время «ночных сессий», и теплое гостеприимство в семье нашего друга были жизненно важны для нас, и я очень благодарен жене Юрия Наташе за ее теплое внимание в течение всех этих лет.

Яркий ученый, человек поражающей культуры, Юрий до своих последних дней хранил неукротимый дух первопроходца. Во всех возможных аспектах — и в науке, и в семейной жизни, и в преданных друзьях не только в его стране, но и по всему миру, — он был счастливым человеком. Трудно смириться с мыслью, что мы больше не услышим, как он с энтузиазмом рассказывает о новых идеях или новых проектах, встретив его на конференции или в его кабинете в ИКИ, заполненном кипой оттисков и сувенирами, но он останется в нашей памяти, так как согласно старой ирландской песне “old warriors never die, they just fade away” (старые воины никогда не умирают, они просто исчезают).

Жан-Жак Бертелье (J.-J. Berthelie),
профессор Центра исследования Земли и планет,
Франция

ЮРИЙ ГАЛЬПЕРИН — УЧИТЕЛЬ И ДРУГ

В начале 1972 года, после запуска советско-французского спутника «Ореол», я вместе с профессором Ф. Камбу приехал в Москву для встречи с сотрудниками ИКИ. В этой поездке я получил первый курс истинных космических исследований — и какой курс! Моим учителем был 39-летний франкоговорящий доктор наук, выпускник Московского университета Юрий Гальперин. В то время я не знал, что Юрий в 1958 году занимался исследованием мягких частиц на третьем спутнике, не знал также, что он станет моим другом в следующие 30 лет. Молодые французы, мы были рады приехать в Москву. Мы гордились своими приборами: они хорошо работали, и мы исправно получали данные экспериментов. Дальше встал вопрос: как лучше всего проанализировать эти данные? Перед нами была высококвалифицированная команда, руководимая Юрием Гальпериным.

С 1972 по 2001 год прошло 30 лет, годы, когда можно было жить, творить, быть счастливым, испытывать разочарование, встречать новых друзей, новых врагов, выигрывать видимые и невидимые сражения. Тридцать лет, в которые дружба и взаимопонимание значили не меньше, чем совместные научные открытия.

Юрию Гальперину было свойственно глубокое желание понять природу, а природа любит загадывать нам загадки. Способность Юрия обрабатывать, понимать и использовать информацию была поразительна. Некоторые примеры его прозрений, получивших позднее подтверждение, широко известны.

Вместе со своей группой он использовал данные нескольких десятков орбит «Ореола» и пришел к выводу, что касп — это пятно ограниченных размеров, расположенное на полуденном меридиане. На основании этого он вычислил скачок потенциала через полярную шапку. Эта работа была опубликована в 1974 году во французском журнале *Annales de Géophysique*, а в 2002–2003 годах группа под руководством Г.У. Фрея (H. U. Frey) опубликовала статьи в журналах *J. Geophysical Research* и *Nature*, где демонстрировался касп в далеком ультрафиолете. Это было маленькое пятно, центрированное к полудню!

В 1978 году Юрий показал, что во внутренней магнитосфере частицы, вызывающие диффузные сияния, ускоряются посредством бетатронного и ферми-процессов. Этот результат, основанный на анализе тех немногочисленных пролетов спутника «Ореол», где имелись доступные телеметрические данные, был опубликован в журнале *J. Geophysical Research*. Десятью годами позже группа из Геофизической лаборатории USAF подтвердила этот результат на основании анализа миллионов спектров на спутнике DMSP.

Позже, в 1980–1990-х годах, Юрий усомнился в преобладающих тогда в научном сообществе идеях о структуре околосемной плазмы и, в частности о локализации источника суббурь. В двух фундаментальных статьях, опубликованных в *Reviews of Geophysics*, Ю.И. Гальперин и Я.И. Фельдштейн заставили всех признать свою точку зрения, что, в свою очередь, полностью переориентировало эту область исследований.

В 1973 году Юрий с коллегами открыл новое явление в возмущенной магнитосфере — узкую струю ионов, дрейфующих со сверхзвуковой скоростью, которую он назвал «поляризационным джетом». В 1977 году поляризационный джет был снова открыт американцами, которые назвали его «субавроральным дрейфом ионов» (SAID).

Это показывает, каков был в те времена уровень международного общения! И это было не единственной трудностью, с которой столкнулся Юрий. Научная карьера Юрия была безусловно блестящей. Он всегда был на переднем крае магнитосферных исследований, ясно видел то, чего еще пока не замечали другие. К тому же он обладал редким даром выслушать собеседника и мягко, ненавязчиво помочь ему лучше понять себя. 28 декабря 2001 года я узнал, что мой близкий друг, Юрий Гальперин, скончался. Я испытал глубокую грусть от огромной потери. Прошедшая в феврале 2003 года конференция в память Юрия наглядно показала любовь и уважение к нему всех членов геофизического сообщества и авторитет, который он завоевал у своих коллег.

Жан-Андре Сово (J.-A. Sauvaud),
профессор Центра исследований космических
излучений, Франция

ВОСПОМИНАНИЯ О МОЕМ ДРУГЕ ЮРИИ ГАЛЬПЕРИНЕ

Я не помню точную дату моей первой встречи с Юрием Гальпериным, но это было, вероятно, на одном из первых совещаний по франко-советскому сотрудничеству по мирному использованию космоса, которые происходили попеременно то в СССР, то во Франции после подписания протокола о сотрудничестве в 1966 году. На совещании 1970 года в Ереване мы с моей научной командой из Лаборатории физики и химии космического пространства (LPCE) были приглашены в программу по изучению ионосферы с помощью французских и советских ракетных зондов. Программа реализовывалась сначала в декабре 1971 года в совместной кампании по запуску ракеты «Вероник» (Veronique) с космодрома Куру в Гвианском космическом центре и ракеты MP-12 с борта корабля «Профессор Зубов» ГГИ* в Ленинграде. Две другие кампании произошли в 1974 и 1976 годах на острове Хейса (Земля Франца Иосифа) с несколькими ракетными пусками MP-12 с французскими и советскими приборами. В этих экспериментах на ракетах, в частности, были проведены испытания новых датчиков для изучения плотности и температуры окружающей плазмы, и мы, естественно, намеревались установить их потом на спутник.

** ГГИ — Государственный гидрологический институт в Ленинграде*

Случай представился во время ежегодного совещания в 1974 году в Киеве, когда Юрий Гальперин, руководитель от ИКИ проекта АРКАД на серии спутников «Ореол», пригласил нас участвовать в исследованиях. Два первых спутника, «Ореол-1» и «Ореол-2», были открыты для франко-советского сотрудничества, на них были установлены детекторы частиц, созданные нашими коллегами из CESR в Тулузе. Французские специалисты могли оценить научную компетентность Юрия, которую он приобрел, проработав несколько лет под Мурманском на полярной станции. Я сразу же убедился в его блестящих знаниях в области космической физики и был восхищен его энтузиазмом. Впоследствии я оценил и его замечательные человеческие качества при его взаимоотношениях с друзьями, сотрудниками и подчиненными без какой-либо иерархии.

Участие в проекте АРКАД-3 было для наших коллег из Орлеана и для меня подтверждением чувства братства, которое мы испытывали и в прежние годы, работая с командой Гидрометеорологической службы Москвы. В течение многих лет сотрудничества с нашими русскими коллегами я всегда ощущал тесную дружбу, которая нас объединяла, в отличие от традиционных научных контактов, которые связывали меня с представителями других стран. С Юрием это чувство было исключительным, и я сожалею, что не мог при его жизни достаточно открыто выразить его из-за моей застенчивости.

Благодаря интересу, который он проявлял к эксперименту ИЗОПРОБ и его результатам, наши отношения во время испытаний стали искренними, открытыми и свободными от всякой дипломатии. С течением времени я понял, какие огромные трудности мог я создавать ему из-за того, что у меня не хватало терпения при столкновении с разными бюрократическими препонами, тормозящими проведение работ, и что он делал все, что мог, чтобы их преодолеть. Я думаю, что я был не единственным свидетелем его стремления всегда оказывать нам содействие, которого обычно ожидают от руководителя проекта.



Французские и русские друзья-коллеги в гостях у Ю.И. и Н.Г.

В качестве примера можно привести один случай, среди многих других, который иллюстрирует стремление Юрия помочь нам. Летом 1981 года я участвовал в испытаниях спутника «Ореол-3» на полигоне Капустин Яр, куда мы смогли попасть только благодаря невероятным усилиям Юрия, который сумел убедить руководство разрешить французам пребывание на полигоне.

Я закончу этот рассказ, упомянув, что я и мои коллеги очень ценили приемы, которые устраивали Юрий и его обаятельная жена Наташа в компании близких друзей. Мы любовались его коллекцией сувениров, собранной в прошлых поездках в Мурманск и Якутск, вроде моржового клыка с гравированным узором, или коллекции минералов из Апатит, о которых он любил рассказывать, а мы слушали с интересом и удовольствием. Я хотел бы подчеркнуть отвагу и достоинство Наташи, с которой я имел удовольствие встретиться снова в 2006 году в том же доме, полном воспоминаний прежних лет, в компании тех же русских и французских друзей.



Одна из наших оживленных дискуссий

Заканчивая, я могу сказать, что, хотя я грущу о том, что наш друг Юрий слишком рано покинул нас, меня утешает мысль о большом международном успехе научной программы АРКАД-3, который был обусловлен талантом и трудами Юрия и его команды.

Кристиан Бегин (Christian Beghin)

ДА ЗДРАВСТВУЕТ ИЛЬИЧ!

Юра был милейшим человеком, очень симпатичным. Он обладал великим даром очаровывать людей с первой минуты общения независимо от их пола. Его мягкий взгляд и голос с необычным тембром, наверно, в былые времена очаровал Наташу. И чем это всё кончилось, мы все хорошо знаем. Возник тёплый очаг, и появилась семья, наполненная нежной и изысканной любовью к домочадцам и ко многим и многим друзьям этой семьи. Здесь великолепно готовили, а гостей принимали с восторгом и угощали различными шедеврами кулинарии. В доме всегда царила особая атмосфера доброжелательности, заправленная необычным, тонким гальперинским юмором. Я очень любил бывать в этой семье, и меня часто туда приглашали. Юра сам очень любил свою семью и свой дом, и главной удачей в своей жизни считал то, что, когда встретил Наташу, у него хватило ума не упустить её.

Юра прожил интересную, насыщенную исключительными событиями, прекрасную жизнь, которая была подчинена познаниям нового. Это в первую очередь относилось к познаниям человеческого общения, во всех возможных аспектах этого волшебства. Он исследовал многие загадочные и ранее никем не изученные законы природы, изучал иностранные языки и через них познавал характеры и свойства носителей этих языков. Но самое главное то, что в последние минуты своей жизни он ещё раз познал бесконечную любовь к своей Наташе.

Из жизни Юра ушёл как безгрешник, как святой, легко и быстро. Только жаль, что так рано. Ушел на восходящей ветви своей востребованности. Ушёл как абсолютно здоровый человек, до этого момента ничем никого ни на минуту не обременяя. Я уверен, что Наташа и Миша очень жалеют о том, что им не представилась возможность поухаживать за ним. Каждый из нас понимает, насколько им не хватает этого светлого человека, и что творится в их сердцах. И, тем не менее, я предлагаю близким и друзьям облегчить тяжесть в душе, возникшую от невосполнимой утраты, тем, что вспомнить, какую необыкновенную жизнь прожил Юра, сколько добра он успел сделать, и сколько было в этой жизни задора, озорства и юмора, и рассказать о наиболее ярких моментах из его жизни. Это будет действовать на нас, как лекарство.

Больше всего в общении с Юрой мне нравилось то, что он всегда был вне какой-либо национальной предвзятости, был гражданином Вселенной, и был человеком, который при этом унаследовал лучшие черты своей древнейшей нации. Со мной, например, он был настоящим грузином, любящим изысканное грузинское застолье, умел провозглашать тосты, и как великий гурман любил он и наши вина и получал огромное наслаждение от наших национальных блюд. Он даже любил чады — лепёшку из кукурузной муки, замешанную на воде и без соли. Меня всегда удивляло, как негрузины могли есть эту пресную лепёшку. А вот Юра мог, и делал это с большим удовольствием, потому что он был не только моим настоящим другом, но и настоящим грузином.

Он обожал те древние и мудрые обычаи, которые вносили разнообразие и гармонию в грузинское застолье и обычно вызывали восторг, радость и удивление гостей, которые сталкивались с этим впервые. Однако ему нравились и те тосты, которые вызывали грусть, а иногда и слёзы. К этому обычаю можно было отнести тост за достойного человека, который безвременно ушел из жизни. И часто и я, и мои друзья в этом случае провозглашали тост не за вечную память светлой личности, а за его здоровье. Тем самым демонстрировалось, что друзья усопшего не смирились с невосполнимой утратой, и для них этот человек жив и здоров всегда!

Вот почему сегодня в связи с юбилеем моего старого друга, близкого человека, учителя и «сокамерника» — Юрия Ильича Гальперина — я предлагаю поднять именно этот тост, тост за его здоровье и благополучие в той «стране», в которой он в настоящее время находится. Это на грузинском языке звучит так: «Юрас гаумарджос!», что означает: «Да здравствует Юра!» Первую часть слова «гаумар» произносит тамада, а «джос» произносят вместе все участники застолья, и делают это громко и внятно три раза подряд. Если что-то не получается так, как надо, тамада говорит: «Не годится, еще раз!» — и только тогда, когда «джос» звучит три раза, и звучит как гром, как взрыв, как артиллерийский салют, тамада говорит «каргия», т. е. «хорошо», и застолье достигает апогея.

О Юрии Гальперине крайне трудно писать что-либо. Это связано с тем, что какие бы ни были таланты у пишущего, невозможно полноценно и достаточно ёмко охватить все стороны характера этой исключительной личности.

Трудно отобразить его удивительные достоинства и великолепные недостатки. Всем хорошо известны его во-

196

истину огромные, неограниченные научные познания, но не многие знают, что эти знания несравнимы с его сверхглубокими познаниями человеческого общения в произвольном аспекте его проявления. Умение общаться и объясняться, умение слушать и понимать, глубокие знания, как и над чем можно шутить, и почему, и когда «надо сливать воду».

Для того чтобы узнать Юру как следует, мне понадобилась уникальная обстановка, связанная с полугодовой «отсидкой» на необитаемом острове Кергелен почти в одной «камере».

За всю свою жизнь у нас только однажды, на Кергелене, возникли обстоятельства для продолжительного, свободного и доверительного общения друг с другом. Это дало нам возможность достаточно хорошо узнать и понять друг друга и сдружиться, как говорится, на всю оставшуюся жизнь.

Когда я пришел в институт, Юрий Ильич Гальперин был маститый ученый, завоеватель космоса, руководитель амбициозных космических проектов и признанный эксперт природных полярных сияний. А я был «зеленый» кандидат наук по специальности физика плазмы, который моделировал эти сияния в условиях лаборатории и собирался их воспроизводить в магнитосфере Земли искусственным образом с помощью пучка электронов, вводимых в верхнюю атмосферу с борта высотной ракеты. Мы познакомились и стали друзьями сразу, поэтому я не могу вспомнить, когда и как это произошло, и поэтому у меня такое чувство, как будто я знал его всю свою жизнь.

В нашей жизни был такой период, когда мы часто возвращались домой пешком вверх по Профсоюзной улице и неторопливо обсуждали преимущественно те проблемы, которые возникали у меня. «Обсуждали» — это сильно сказано, а, по сути, это были лекции Юры о том, что представляли собой эти впечатляющие и великолепные явления природы, локализованные в полярных областях, и как надо их исследовать. По мнению Юры, наиболее эффективным инструментом для регистрации свечения ночной атмосферы в полярных областях являлся фотометр с узкополосным качающимся интерференционным фильтром, который при его наклоне на 10–12° смещался по спектру и позволял регистрировать то спектральную линию, то фоновое излучение. Это давало возможность с помощью синхронного детектирования выделять спектральную линию при значительной фоновой засветке. Это устройство могло хорошо работать

в наземных обсерваториях при медленном качании фильтра. Однако для быстропротекающих процессов требовалось качание фильтра с высокой частотой. При этом возникала сильная вибрация, из-за которой прибор мог просто развалиться на составные части на глазах за несколько минут. И надо было каким-то образом избавиться от этой вибрации, сохранив при этом качания фильтра.

Это все мне рассказал Юра, и я его слушал очень внимательно, но в заключение он вдруг сказал мне: «Давай поспорим, что ты не сможешь избавиться от этой вибрации?» Вот прямо так и сказал, а я, почему-то автоматически ответил, что «смогу избавиться», что было не менее странно. Так как я не имел представления, как решить эту задачу, и насколько она сложна.

Спустя время мне удалось раскрыть уловку Юры, она состояла в том, что он хорошо знал психологию людей моей национальности, так как у него было много друзей-ученых из Грузии. Можно думать, что он знал и то, что если хочешь заинтересовать представителей моей страны какой-то проблемой, им обязательно надо сказать, что она очень трудная и практически неразрешимая. Это был очень тонкий психологический расчет, практически ловушка. Я как заговоренный ответил: «Как это я не смогу?» И мы поспорили.

Позже я наблюдал аналогичный случай в процессе общения двух братьев, моих родственников. Старшему брату было лет 16, младшему — 5. Младший осваивал слово «спорим» и этикет этого действия, а старший умело пользовался этим. Так, старший говорил младшему: «Спорим, что ты не принесешь воду?» И они спорили, пожав друг другу руки. Они ни на что спорили, но сам процесс нравился младшему брату. Он тут же срывался с места и приносил воду. «Я проиграл!» — грустно говорил старший. Младший брат так любил сам процесс «спора», что его, ленивого по природе, на спор можно было заставить переделать все домашние дела, возложенные на старшего брата. Родители, не зная причины, были в восторге от трудолюбия младшего сына. Но такая идиллия длилась недолго. Труд заставил младшего брата быстро повзрослеть. Известно, всё хорошее быстро заканчивается.

Но тот спор с Юрием я выиграл. Я нашел остроумное решение, и это в дальнейшем было оформлено как первое мое изобретение, на которое я получил авторское свидетельство. Я предложил Юре соавторство, но он не захотел даже слушать.

Юра гордился мной, я гордился изобретенным фотометром, который мы с Юрой назвали «Фотозавр». И мне казалось, что «Фотозавр» в свою очередь гордился Юрой, остроумная уловка которого обеспечила его рождение.

«Фотозавр» имел долгую, интересную жизнь. Результаты работы, полученные с помощью «Фотозавра», были включены как в мою, так и в диссертационные работы моих учеников: моего первого аспиранта и друга, великолепного физика-экспериментатора Сережи Ляхова, трагически погибшего в горах Кавказа, способного стажера и аспиранта из Грузии Теймураза Адейшвили, ставшего впоследствии профессором Кутаисского университета, и толкового аспиранта из Болгарии Саши Александрова, будущего космонавта. Любопытно, что появление этого инструмента еще больше сблизило меня с Юрой, так как все полученные результаты обсуждались с ним и, несмотря на занятость, он всегда находил возможность консультировать нашу команду, править наши тексты, избавляя их от «грузинизмов» и «болгаризмов».

Еще до поездки на Кергелен мне как-то понадобился Юра, и я пришел в его лабораторию, в которой находились его сотрудники, и хорошо помню, что там была Татьяна Мулярчик. Так как Юры не было на месте, я спросил у Тани, где Юра. Она ответила, что он находится

Королевские пингвины



в командировке и уехал на семь дней. Я посмотрел с удивлением на нее и сказал, как же вы целую неделю будете без Ильича? Этого никто не ожидал, и мои слова вызвали неожиданную реакцию, все стали смеяться, и Таня мне сказала: «Вот мы работаем с Юрой почти 20 лет, а нам никогда не приходило в голову, что он — Ильич!»

Так появилась неформально шуточное обращение к Юре с моей стороны, и появление Леонида Брежнева упрочило его.

Группа морских слонов отдыхает на берегу



Следует отметить, что на семью Гальпериных не распространяется широко известное явление, что способные люди рождаются через поколение. Отец Юры был способным человеком и стал выдающимся ученым. Сын его — Михаил — унаследовал способности от матери, отца и деда, сейчас он известный учёный, занимается биоинформатикой, работает в Национальном институте здоровья в США. Я глубоко уверен, что Наташа — талантливый ученый и замечательная женщина — внесла свою весомую лепту в улучшение рода Гальпериных.

Наше продолжительное общение началось далеко до поездки на Кергелен, мы и не предполагали, что когда-нибудь сможем попасть на этот уникальный остров, и наши домики будут находиться в 50 м от лежбищ морских слонов, и в 5 км от нас будет расположена самая большая на планете, необозримая глазом колония королевских пингвинов.

Когда мы прибыли на Кергелен, администрация острова в приветственном слове гордо сообщила нам, что на острове находилось 200 мужчин и ни одной женщины. Нашли чем гордиться! Потом ситуация изменилась, но

не сильно, за пять месяцев очень редко стали появляться единичные женщины. Тем не менее, наиболее забавные истории, которые происходили на острове Кергелен, были связаны с прекрасным полом.

Американцы высадились на острове, как и положено американцам, неожиданно и нежданно, спустя месяц после нашего прибытия на Кергелен. Они по-американски пришли на эсминце, с ракетами и вооруженные «до зубов». Мы наблюдали их разгрузку, их было трое мужчин и подросток.

При ближайшем рассмотрении оказалось, что эсминец был не американский, а французский, ракеты были исследовательские, вооружение оказалось аппаратурой для запуска этих ракет и измерительными приборами. Мужчины были ученые: Боб Шелдон — профессор Техасского университета, руководитель научной экспедиции, и два его аспиранта, а подростком оказалась молодая темноволосая, смуглая мексиканка Тони, студентка Шелдона. Они очень быстро отправили груз на полигон, который находился в 15 км от мини-порта. Их поселили во французском бараке в центре поселка, в котором было примерно 20 изолированных комнат, где были размещены французские специалисты из Тулузы. Шелдон с Тони жили вдвоем в отдельной комнате.

Юра и я в первый же день познакомилась с американцами, которые хорошо были информированы о наших научных планах и собирались во время инъекции пучка электронов с борта французской ракеты «Эридан» проводить измерения фона рентгеновского излучения с помощью инструментов, которые располагались на небольшом парашюте. Небольшие американские ракеты должны были поднять этот приборный мини-комплекс примерно на 100 км и далее сбросить его. Следовательно, на этот раз американцы оказались, слава Богу, нашими коллегами и единомышленниками.

Примерно в течение месяца после прибытия американцев каждая группа прибывших на остров специалистов занималась своим делом. В частности, французы готовили к запуску свою ракету и располагали на ней отдельные советские и французские измерительные приборы. Советские специалисты в основном были заняты сборкой, испытаниями и подготовкой к запуску электронного ускорителя, изготовленного в Киеве, и подготовкой и калибровкой бортовых приборов. Примерно подобные работы были и у американцев, только им приходилось проводить сборку и ракеты, и измерительного комплекса.

У каждой команды все шло строго по графику, до тех пор пока французы не стали «дурить». Они опаздывали на работу, а иногда вовсе не приходили, находясь на полигоне, иногда забивались в угол складских помещений, где спали. Все члены советской команды чувствовали, что что-то не так, что-то происходит. Спрашивали у французов о причинах происходящего, но они молчали.

Они молчали до тех пор, пока их руководитель, наш хороший друг господин Шарль, не сорвался и не открыл всю подноготную создавшейся ситуации. Оказалось, что с момента появления американцев в бараке французы не могли спать, так как им мешал шум, доносившийся из комнаты Шелдона. Как говорили французы, этот шум мог возникнуть в любое ночное время и длиться неопределенное время.

Это было, как в анекдоте про студента, который регулярно приходил поздно, подвыпивший и бросал свою обувь в стенку, за которой жила пожилая супружеская пара. Однажды они встретили его в коридоре, и он был трезв. Пожилые соседи попросили не бросать обувь по ночам, так как они просыпаются в ужасе от неожиданного грохота и далее не могут уснуть до утра. Студент обещал, что больше этого не будет делать. В тот же вечер он опять «надрался» и вновь в полночь метнул свой правый ботинок в стенку. Он приготовился кидать и левый ботинок, но вдруг вспомнил, что обещал соседям не делать этого и тихо положил его под кровать. Через три часа раздался стук в стену, стучали соседи, и слезно умоляли бросить второй ботинок, так как они устали ждать второго удара и поэтому не могут спокойно уснуть.

Примерно в таком состоянии оказались французские специалисты, и это чуть ни привело к международному конфликту. Разгневанный руководитель французской команды обратился к коменданту острова господину Амару (или как его называли почему-то наши ребята — Сильвупле Омару) с просьбой убрать американцев с острова.

Столь крутые меры, предпринятые против американцев, могли вызвать международный конфликт и приход на остров Кергелен не французского эсминца, а американского военного фрегата. На подобный случай мы были строго проинспектированы перед заграничной командировкой в соответствующих органах. Согласно инструкции группе советских специалистов нельзя было оставаться в стороне, приложив все усилия для

урегулирования возникающего конфликта мирным путем. И мы стали действовать. Внимательно осмотрев остров и все строения, мы поняли, что американскую пару можно переселить в спортивный зал, представляющий собой огромный шатер, где было очень холодно по ночам, или в резиденцию коменданта острова, в которой ночью обычно никто не ночевал, и там было небольшое подсобное помещение, в котором можно было жить.



С этим предложением Юра в первую очередь обратился к французам, ему удалось уговорить их не возражать против такого решения проблемы. Далее уже мы вдвоем уговорили разъяренного профессора Шелдона перебраться туда, и этот переезд решил одну проблему — французы стали спать. Однако отношения между американской и французской командой оставались не очень-то дружескими. Поэтому у нас с Юрой появилась очередная забота примирить конфликтующие стороны.

Тони поздравляют с восемнадцатилетием. Слева направо: Ю. И., Шелдон, Тони, Г.Г. Магадза



Ю. И. беседует с небольшой кучкой пингвинов

Это нам удалось не сразу, на протяжении полутора месяцев американцы дружили только с нами, но благодаря нашей непрерывной работе отношения между конфликтующими сторонами существенно потеплели. Поворотным пунктом, приведшим к окончательному примирению сторон, был день рождения Тони — ей исполнялось 18 лет. Мы его праздновали в резиденции коменданта острова, куда были приглашены все французы, было вывешено объявление, подготовленное нами, в котором Тони называлась дрессировщицей морских слонов, пингвинов и американских профессоров. Зная хорошо французов, их расположенность к юмору, я думаю, что последнее сыграло определяющую роль в процессе примирения. Это объявление вы можете увидеть в этой книге, где виновница торжества Тони и Боб Шелдон сфотографированы вместе с авторами этого «шедевра».

Помню один эпизод, когда мы посещали колонию пингвинов с Юрой. Французы пригласили нас и отвезли туда на машине, и мы влились в эту природную среду и разбрелись по всему пляжу. В тот момент я с любопытством наблюдал за пингвинами, как они образуют детский сад, как чайки воруют их яйца и тут же при них едят их. Вдруг я увидел Юру, который находился довольно далеко от меня и стоял в группе пингвинов и махал мне руками. Я в ответ ему тоже помахал и вернулся к своим наблюдениям. Но на этом Юрины махания не закончились.

Он мог до меня докричаться, но он этого не делал, поэтому я стал за ним наблюдать. Убедившись, что я смотрю на него, Юра медленно побрёл вдоль берега, слегка, раскачиваясь. Далее я уже не верил своим глазам. За Юрой последовали все стоящие рядом пингвины. Они шли очень четким строем, но не в ногу. Когда Юра останавливался, останавливались и они.

Нас, экскурсантов, было 12 человек, и никто из нас позже, когда мы все собрались, не смог повторить этот трюк. Поэтому мы попросили Юру еще раз показать, как он это делает. «Пожалуйста», — тихо сказал Юра; он втянул голову в плечи, ноги слегка согнул в коленях, и чуть-чуть растопырив локти, пошёл прямо на группу пингвинов, стоящих на пляже без дела. Увидев Юру, они несколько оживились и, так как Юра двигался не очень быстро, успели пристроиться к нему. Но почему птицы шли только за ним, мы делали то же самое, но ни один пингвин не тронулся с места? Это мог объяснить только великий Кафка.



Возможно, дело было в дрессуре, и Юра знал, как это делать. Но откуда? А я, в свою очередь, знал, что птицы и особенно пингвины, не очень поддаются дрессуре. Не исключено, что от Юры пахло пингвинами, так как незадолго до этого трюка он гладил их руками, и они млели от этого.

*Множество пингвинов
пришло поговорить
с Ю. И.*

Экспедиции потому и интересны, что там возникают необычные обстоятельства, нестандартные ситуации. Если бы эта история случилась не со мной, прочитав об этом где-нибудь, я бы сказал, что это придумали не очень умные люди и подобные им шарлатаны. Однако моя история — чистая правда, и произошла она перед нашим возвращением на родину с острова Кергелен.

За нами пришло учебно-производственное судно из Одессы под названием «Профессор Кудревич». На этом судне происходило обучение курсантов навыкам гражданского судоходства. Поэтому команда судна состояла из молодых курсантов и опытных моряков. Среди них было несколько женщин. По прибытии судна капитан позволил высадиться на берег пяти женщинам и семерым матерым матросам. Так как женщины не вели себя французским языком, по просьбе администрации острова экскурсию по острову проводила наша команда.

Моряки, как только высадились на берег, тут же куда-то исчезли. У них было ограниченное время нахождения на острове и по завершении этого времени женщины в целости и сохранности собрались на пристани. А моряки пришли с получасовым опозданием, пьяные в хлам. Этот факт удивил всех, так как на острове нельзя было приобрести алкоголь, и было непонятно, где они его раздобыли. Мы их благополучно переправили на судно и встретились с этими ребятами на второй день, когда пришли в гости к капитану. Оказалось, что в разных местах острова французами были построены небольшие хижины, в которых хранились, на всякий случай, продукты и были завезены небольшие бочки с вином. Так как срок хранения этого вина истек три года тому назад, то закупоренные старые бочки были вынесены из хижины и брошены снаружи. Самым удивительным было то, что моряки оказались на Кергелене впервые, однако точно знали расположение этих хижин и наличие в них вина. Юру и меня этот вопрос очень заинтересовал, и мы выяснили, что информация о том, как найти выпивку в любой части планеты передается из поколения в поколение, и у многих имеются карты, как найти такие запасы на местности. Та хижина, которую нашли наши моряки, по информации администрации острова давно не обслуживалась, и ее уже нет в официальных списках острова. Это была предыстория, за которой последовал драматический сценарий.

В первый день прибытия капитан судна сообщил администрации острова, что на судне находится молодая девушка, подавальщица, которая вроде отравилась

чем-то, у нее поднялась температура, и попросил оказать ей медицинскую помощь. Больной оказалась очень симпатичная девушка по имени Эмма, высокого роста с правильными чертами лица и спортивной фигурой класса «женщина с веслом». Ее доставили на остров на следующий день. Так как врач на острове был из Мадагаскара — он владел только французским языком, и на острове не было другого человека, кроме Юры Гальперина, который мог бы перевести на французский язык с русского, на что жалуется больная. Поэтому Юру попросили оказать помощь.

По результатам первого дня было сделано заключение, что у Эммы началась интоксикация и были проведены соответствующие инъекции, которые незначительно улучшили ее состояние. Но врач не отпустил ее обратно на корабль. Она осталась на ночь в маленькой больнице острова. Так как она была в тяжелом состоянии, нашим ребятам пришлось дежурить всю ночь.

На второй день, после дополнительных исследований, врач выяснил, что интоксикация не связана с пищевым отравлением, возникло подозрение на внематочную беременность. Так как в этот день был прием на корабле, то мне пришлось выполнять функции переводчика со своим слабым французским языком.

Врач объяснил мне, а я объяснил больной, в чем причина ее болезни и что необходимо провести дополнительное вагинальное обследование и операцию. При этом он сказал, что это нужно делать как можно быстрее. Мне ничего не оставалось, как это все сообщить больной. Моему удивлению не было предела, когда больная наотрез отказалась. Выяснение причины отказа в тот вечер заняло несколько часов. Юра вернулся с корабля, и я объяснил ему причину отказа от операции. Она заключалась в том, что больная была девушкой, и подобная операция лишала ее невинности. Она сказала, что она армянка, и ее отец очень строго следит за своими детьми, у нее есть жених в Одессе — тоже армянин. Таким образом, возникла патовая ситуация, согласно которой, если ее не разрешить в течение суток, Эмме грозит летальный исход. В этой обстановке совершенно непреклонной была позиция больной, она говорила: «Лучше я умру, чем буду опозорена!»

Мы все стояли «на ушах», начиная от капитана и команды судна, заканчивая администрацией острова Кергелен, и почему-то вся надежда была на членов советской экспедиции. Были предложения усыпить больную и так сделать операцию, однако на это не шел врач, так он

мог лишиться лицензии, и для операции ему необходимы согласие и подпись больной. Юра и я попеременно убеждали Эмму согласиться на операцию, обещали ей по приезду в Россию посетить Одессу и объяснить отцу положение дел. Мы, к сожалению, не могли связаться с островом по телефону с ее отцом.

Благодаря изобретательности Юры, решение все-таки было найдено. Оно оказалось относительно простым: Эмма написала расписку, переведенную Юрой на французский и английский, заверенную официальными печатями, подписанную администрацией острова, капитаном корабля и руководством нашей экспедиции. Этот документ гласил, что больная Эмма*** снимает всякую ответственность с капитана медицинской службы французской армии Гастона*** за возможные последствия ее отказа от предоперационного обследования по причине девственности. Была сделана полостная операция, оказалось — воспаление аппендицита, который каким-то сложным образом загнулся в брюшной полости и уже началось нагноение.

Мы покинули остров, когда Эмма после успешной операции еще находилась в больнице. Врач не разрешил ее транспортировку на судне в Одессу. На острове, как это было положено, был оставлен опытный матрос с корабля. Руководство Одесского порта дало заверение, что при первой же возможности близпроходящий корабль доставит их домой.

Спустя примерно полгода после нашего возвращения мы узнали, что Эмма выздоровела и благополучно добралась до Одессы. Таким образом, в действительности, не кто иной как Юрий Ильич Гальперин спас этой девушке жизнь.

Все эти истории, к сожалению, не передают и одной тысячной части того, насколько гармоничной и необычной личностью был Юра. В наших странствиях по Африке, Мадагаскару, Реюньону, Маврикию мы часто попадали в удивительные места и фантастические ситуации. И в этих обстоятельствах особенно ярко проявлялись его огромная эрудиция и высокое искусство общения с людьми из разных стран, и с теми, которых он видел впервые.

Важную роль в нашей жизни сыграл и наш общий французский друг, Франсис Камбу. Франсис был выдающимся ученым и организатором. Он был научным руководителем проектов АРАКС, АРКАД-1 и АРКАД-2 с французской стороны. Камбу создал в Тулузе научный Центр косми-

ческих исследований, куда он, будучи директором, часто приглашал и Юру, и меня. После проекта АРАКС он долгое время работал советником Президента Франции.

Камбу был исключительной личностью и изысканным французом. Он был состоятельным человеком, при этом очень гостеприимным и на редкость щедрым. У него в центре Парижа была небольшая квартира, в которой он не жил, и когда Юра или я прилетали в Париж, мы останавливались там. Холодильник был набит продуктами, и там же обычно находилось несколько бутылок лучшего шампанского.

Он часто приглашал нас во Франции в рестораны, и обычно это были рестораны высшего класса или «без звёзд», т. е. выше пятизвёздных.

Юра с Наташей и Мишей, и я с женой и детьми обычно очень ждали приезда Франсиса в Москву. И когда он приезжал, мы устраивали настоящие семейные торжества, и часто общими усилиями. Франсис очень любил гостить в наших семьях.

Франсис Камбу погиб в автомобильной катастрофе за два месяца до кончины Юры. И пишу я о Франсисе столь пространно еще и потому, что он был той фигурой, который спланировал Юру и меня, наши семьи. И еще — Новомира Писаренко. И пусть еще раз здравствуют Юрий Гальперин, Франсис Камбу, Новомир Писаренко, Боб Шелдон, Сережа Ляхов, там, где они находятся!

Однажды, во время работы в Америке, я позвонил Франсису, и он мне сообщил, что собирается в Вашингтон и будет жить в гостинице в Джорджтауне. Моей радости не было предела, так как и я работал в Вашингтоне, и снимал квартиру в том же Джорджтауне. Он приехал с Жаки, и я их пригласил в лучший французский ресторан Вашингтона. Жаки была счастлива, узнав о моих успехах. И весь вечер мы пили французское шампанское за нашу дружбу, за Наташу и Юру, за мою семью, за будущее. И я с большим удовольствием заплатил за всё, не дав ни малейшей возможности Франсису сделать это. Он был рад, что его близкий друг так «разбогател», что, наконец, был в состоянии оплатить счет во французском ресторане в Америке.

В апреле 2001 года Франсис и Жаки приезжали в Москву (где она была всего лишь один раз несколько дней зимой 1970/1971 годов). Неделя их визита совпала с Пасхальной, Юра возил их в Троице-Сергиеву Лавру, что было особенно интересно Жаки, верующей католичке.



Ю. И. Гальперин привез Франсиса Камбу и Жаки в Троице-Сергиеву Лавру

К сожалению, Наташа в то время находилась в клинике с переломом ноги, но «руководила» Юрой, организуя наиболее интересно время гостей в Москве. Вспоминая об этом, Жаки писала Наташе: «Мы были так счастливы прошлым апрелем в Москве, мы так изумительно

провели эти дни вместе с Юрой и были счастливы все вместе, и омрачало лишь то, что с нами не было тебя, мы очень горевали об этом».

Проблемы, связанные с ценностями жизни, мы с Юрой неоднократно обсуждали на Кергелене. У нас было единое мнение о том, что неблагодарность является одним из самых тяжких преступлений, и мы были солидарны с лилипутами, которые неблагодарных приговаривали к смерти. Мы считали, что долги следует отдавать, и от этого можно получать истинное наслаждение и радость. Мы порицали тех, кто со временем меняли свои «души, не тела». Мы знали, что надо быть терпеливыми, и у Юры это получалось, а у меня — не всегда (правда, я очень быстро отхожу). И что надо любить и уметь это делать, так как без любви индивидуум не может считаться человеком. Мы обсуждали высказывание Клеопатры: «Все царства — прах, величье бытия — в любви», и пришли к выводу, что с ней можно согласиться, если бы это высказывание можно было распространить на все разновидности и оттенки этого великого чувства!

В процессе работы над этим очерком я вспомнил, что спустя 30 лет после возвращения с Кергелена я на эту тему написал свой единственный стих. Я перечитал его и понял, что было бы уместно его воспроизвести здесь, так как уверен, что основные идеи, изложенные в нем, Юре могли понравиться. Вот почему я предлагаю этот стих, который я назвал «Все царства — прах».

Все царства — прах, богатство тленно,
Величье бытия — в любви,
И жизнь пронесится мгновенно,
Пришел, увидел — уходи!

И, уходя из жизни брэнной,
Теряешь все, что можно потерять:
Способность мыслить, жизнью наслаждаться,
Любить, творить, и созерцать.

И в этом — парадокс природы:
Живешь мгновенье — сгинешь навсегда.
И путь в небытие с рожденья подан
Для всех, и это изменить нельзя.

Ждет нас там мрак, холодный космос
Без звезд, без весточки с Земли.
А рай и ад придуманы для слабых,
Чтоб легче уходить могли.

Так мы на миг? И это правда!
Нам стоит по-иному жить,
Творить добро, быть благодарным,
Уметь прощать и ближнего любить.

«Все царства — прах», — вещала Клеопатра,
Христос добавил: «Ближнего люби»,
И, в жизни испытал и радости и горе,
Они, возможно, смысл её нашли!

Давайте поверим в то, что Юра «там» будет жить до тех пор, пока мы «здесь» будем помнить его. И когда нас не станет, его не забудут его сын, внуки, правнуки, праправнуки, потому что такого человека невозможно забыть. Его будут помнить учёные во всем мире, пожилые и совсем молодые, которые будут заниматься исследованиями космоса. И это будет вечно. Так пусть здравствует Юрий Гальперин!

Мне очень приятно вспоминать всё это, и это было бы в миллион раз интереснее и приятнее, если бы при этом присутствовал...

Георгий Георгиевич Манагадзе,
доктор физико-математических наук, ИКИ РАН

ПРЕДИСЛОВИЕ К «ПИСЬМАМ НАТАШЕ С КЕРГЕЛЕНА»

Несколько месяцев — с октября 1974 года до марта 1975, Юрий Ильич провел на острове Кергелен, участвуя в проекте АРАКС. Предыстория этой экспедиции такова.

На основании анализа эффектов ядерного взрыва Starfish Юрий Ильич пришел к выводу о возможности создания искусственного полярного сияния при инъекции с ракеты мощного пучка электронов с энергией в несколько килоэлектрон-вольт вниз, в атмосферу, и представил в соответствующие комиссии проект будущего космического эксперимента, однако проект не был принят. Вскоре пришло сообщение, что в США под руководством У. Хесса (W. Hess), руководившего геофизической программой измерений при взрыве Starfish, проведен успешный эксперимент по возбуждению полярного сияния при инъекции мощного пучка электронов с ракеты. Пучок, почти не рассеявшись, достиг высот около 100 км. Этот эксперимент вызвал большой интерес в СССР и за рубежом. В начале 1970-х годов И. А. Жулин, тогда заместитель директора ИЗМИРАН, на совещании по советско-французскому сотрудничеству предложил провести эксперимент с запуском ракет с острова Кергелен, чтобы пучок электронов, ускоренный на ракете и направленный вверх, долетел вдоль силовой линии до магнитно сопряженной точки в Архангельской области в поселке Согра. Эксперимент был назван АРАКС (по названию реки в Армении, где проходило совещание).

Нужно сказать, что координированные наблюдения природных полярных сияний в сопряженных точках на Кергелене и в Архангельской области уже проводились в 1962 году в процессе советско-французского сотрудничества. Советская группа проводила наблюдения в Архангельской области, а французская — на Кергелене.

Предполагалось, что в эксперименте АРАКС Жулин будет участвовать в ракетном эксперименте на Кергелене, но оказалось, что он не может получить выездную визу, и тогда Р.З. Сагдеев предложил Ю.И. Гальперину возглавить экспедицию. Юрий Ильич, занятый проектом АРКАД-3, отказывался, но подчинился призыву Сагдеева

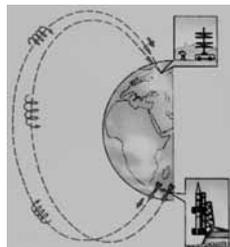


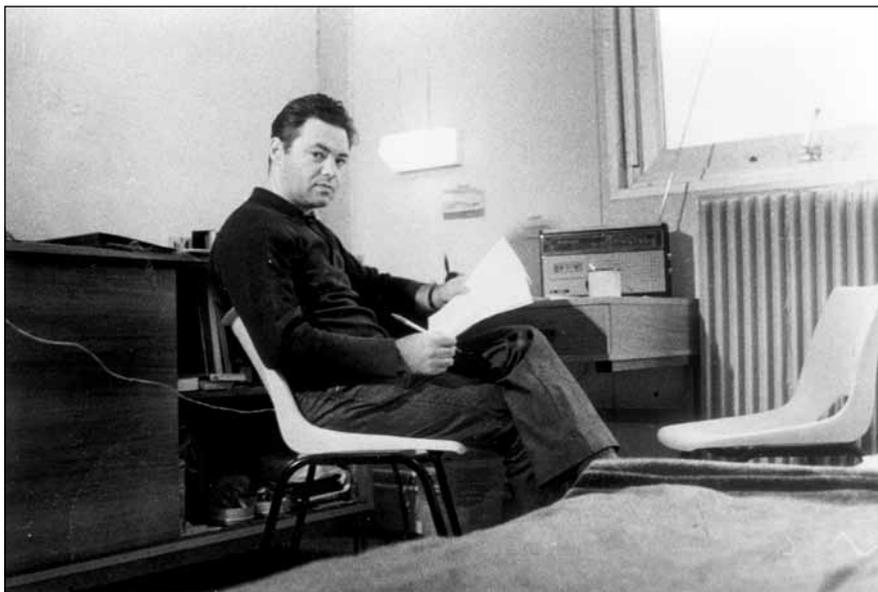
Схема движения электронов от Кергелена к Согре

«спасти отличный проект» и согласился быть в нем научным консультантом.

Работа в проекте сопровождалась для Юрия Ильича многими сложностями, недопониманием и сопротивлением, но, когда понадобилось разобраться в результатах первого пуска ракеты, сотрудники ИЗМИРАН были вынуждены обратиться к нему за помощью и эту помощь получили. В итоге проект был достаточно успешным. С Кергелена были запущены две французские ракеты, с них были инжектированы пучки электронов, которые, пройдя по силовым линиям, дошли до сопряженной точки. Радиоотражения от вызванных ими полярных сияний были зарегистрированы в Согре. По его результатам было опубликовано много статей как с французской, так и с советской стороны.

ИЗ ПИСЕМ НАТАШЕ С КЕРГЕЛЕНА

26.10.1974 год. <...> Вот сижу я в своей комнате за письменным столом, слушаю записи Сличенко на своем магнитофоне, пишу это письмо и думаю о вас, о том, как вам описать всю эту нереальную жизнь. <...> Описать всё это нелегко. А письмо, возможно, увезут завтра на корабле — на небольшом рыбацьем корабле из Находки. Заболел моряк, его привезли вчера сюда к врачам, оказался серьезный аппендицит, ночью сделали операцию, вполне удачно — здесь хороший врач и хирург, и через несколько дней, а, может, и завтра — парня заберут на корабль, и они уйдут, забрав наши письма, которые опустят в своей Находке, либо где-нибудь ещё. <...>



Остров вулканического происхождения, как в Детском театре. На самом деле — это множество островов, поросших травой, мхом, лишайником. Сейчас — ранняя весна, трава только кое-где в закрытых местах, молоденькая. <...> Здесь на «центральной» площади

Ю. И. Гальперин в своей комнате на Кергелене



Спор двух морских слонов

(окруженной полутора десятками домиков), где стоит мачта с французским флагом, который всегда разлохмачен непрерывной трепкой ветром, стоит также столб со стрелками в разные стороны, как на ВДНХ, — куда сколько километров. Так вот, до Москвы — что-то то ли 12 000, то ли 13 000 км — всё равно, так далеко я ещё не забирался. Кстати, от южного неба я ожидал большего — оно, правда, очень яркое, масса ярких звезд, но Южный Крест — не такой яркий, как я думал, то ли он поблек, то ли моя астрономическая память ослабла. В общем, не фонтан. А вот Орион мой — горит на славу, только вверх ногами (как и всё тут у нас, у антиподов). Вы на него поглядывайте, особенно на «Три царя» — я на него тоже смотрю (из окна всё больше, но, бывает, и прямо с улицы). А на бережку лежат морские слоны — это исключительно милые, безобидные и беззащитные создания. Малыши двухмесячные почти с меня, с огромными сине-черными глазами, от страха открывают рот, а там всего два зуба, нет ни лап, ни рогов, ну ничего, жалко их, и я не выношу, когда их пинают ногами, чтобы сняться рядом с «рычащим» животным. Я их тут снимал, записал на магнитофон (молодежь смешно кудахчет, а самцы храпят очень мощно, заняты романами, либо валяются большими компаниями на берегу — видимо, скупают и рассказывают

старые анекдоты, т. к. никто не смеется). Чаек множество, очень большие, хищные, слетаются, когда их кормят хлебом. Но они, вообще-то, хищники — охотятся на кроликов, которые тут так расплодились, что, как у Ноздрёва, ловятся за задние ноги, они живут даже на территории поселка, прячутся в свои норки. Вот и вся живность. И люди, конечно, их здесь немало, около 180, среди них часть — французские военные, часть инженеры из КНЕСа, 16 душ наших и 5 американцев, из них два — аспиранта, один профессионал из НАСА и профессор Боб Шелдон со своей Эсперанцой Гарсия. Он — приятель Камбу, очень симпатичный, умный, большой жизнелюб, а девчонка — американская студентка мексиканского происхождения, искренняя, неглупая, совсем необразованная, но с большим достоинством, во многом — смешная. Мы с Георгием с ними в дружбе. <...>

Нравы очень демократические, все здороваются, шутят, едят за общими столами, чинов нет никаких (даже в армии их незаметно). А шеф — полковник, присланный на время АРАКСа из Парижа, — полковник Амар — очень образованный, тонкий, проницательный морской офицер, интеллигент, ходим к нему слушать записи Вивальди, Баха, Бартока и проч. (у него роскошный стереомагнитофон и море пластинок).

Моя роль здесь, в подавляющей степени, совещательная, править мне не нужно, они этого опасались, и я только продемонстрировал им соотношение интеллектов и необходимость свою для участия в решении «принципиальных» вопросов на Совете (это наш парламент научный тут, в этой научно-фантастической республике в стиле ранних Стругацких). Поэтому, после первого периода напряженности, всё вошло в норму, и сейчас — идиллия, которой я даже не ожидал. Особенно наших ребятишек, по-моему, поразило, что я и НЕ ХОЧУ быть автором в этой работе, у меня свои, не менее важные проекты, и меня послали ПОМОГАТЬ, в общем, без моего желания. Выяснение этого резко изменило всё отношение, и сейчас я «царствую», не управляя, сижу у себя, занимаюсь, изредка приезжаю посмотреть, консультирую, если спрашивают, и заседаю в Совете, где уж отвожу душу. <...> Тем более что моя главная здесь деятельность — мама не поверит — переводческая. Оказалось, как ни смешно, что я, хоть и кое-как говорю по-французски, но лучше всех других, поэтому я даже рассказываю анекдоты, перевожу врачам во время обследования больного, переводил с большим успехом (но в вольном переводе, всё равно никто не мог проверить) речь капитана «Профессора Аничкова» на праздновании здесь 7 ноября — он сказал тост —

правда, хороший — и французы просто с ума посходили, кричали «ура» и т.д. Вообще, гулянье было из самых удивительных в жизни. Мы выпили около 30 бутылок водки из числа привезенных — даже я пил подряд целый день — люди приходили поздравлять, мы их встречали, угощали водкой, выяснилось, что я не пьянею (и в Арктике тоже), причем никаких следов, кстати, не было и на завтра. Вот уж сам не ожидал — даже никакого следа.

Ю. И. Гальперин и Г. Г. Ма-
нагадзе на Кергелене



12.12.1974 год. <...> Все последние 3–5 дней после получения ваших писем я работал дома на полную железку — не вставал почти. Из письма Аллы я понял, что программа ВЕЧЕР, которую я оставил в полузаконченном виде вместе со статьей («Памяти Н. Брайса»), не идет в том смысле, что не дает того, чего мы хотели. Тут я и сообразил, в чем дело, и после ряда усилий построил новую модель, посчитал пример, подтвердил идею и отчистил изложение, после чего: а) написал Юре Пономореву и Алле длиннейший телекс на английском, который я отправил через Париж — Карпогоры в ИКИ (прямо с формулами — что будет? — даже интересно). Если у них сразу всё пойдет — на моем сосчитанном примере видно, что идея работает хорошо — то там есть текст, который надо вставить в статью, заменив им стр. 21–22 текста русского (на русский пусть сами переведут, а английский — для препринта мне в Кируну!); б) написал им ещё более длинное письмо с более подробным изложением, с дополнительными вставками и формулами — это, если они прокопаются с расчётами и всё равно дотянут до этого письма — письмо посылаю сейчас вместе с этим. Представь себе, что телекс (~2–3 страницы английского текста) я переписывал три раза печатными буквами, насчитал на линейке множество кривых и т.д. и т.п. А тут — может быть, сегодня вечером уйдет корабль, который возьмет письма, а сейчас уже 6-й час, а писать вам хочется медленно, а теперь уже никуда не денешься, а то — черт знает, когда еще удастся написать так, чтобы дошло. <...> Вообще-то, я ужасно рад, что это сообразил, и получается красивая и простая модель, я её сейчас дальше уже продумываю — она пока что получилась хорошо только для вечерней стороны — вся статья этому и посвящена, но стало ясно, как эту модель распространить и на утреннюю сторону — короче я «допер», и для Кируны — как раз очень полезно.

К «Араксу» здесь более или менее готовы к первому эксперименту, а со вторым — большие трудности, французы сожгли свою аппаратуру, а это надолго задержит — до января — второй пуск. Хоть бы одну вдарить сейчас! Скоро начнутся ночные бдения — ждать походу в Архангельске. Но они там, в Архангельске, ещё не готовы, так что пока тихо. <...> Пришел сюда корабль «Боровичи», который привез ваши письма. Теперь — веселее, может, даже удастся позвонить домой. <...>

Получил стороной хорошие вести из Франции — Аркад-3 принят как первоочередной для французов. Это, честно говоря, меня даже напугало — ведь, я не претендую на многое, и быть в центре внимания мне неохота.

<...> Кстати, о Кируне нет никаких новостей? Хорошо бы препринт вечерний РАЗОСЛАТЬ задолго до конференции, тогда он попал бы в обзоры, а так всегда мы опаздываем. <...>

Тут у Эсперанцы был день рождения — так мы сделали с Георгием большой плакат, на котором изображена она (Боб дал нам её фотографию для этого), как молодая укротительница пингвинов, морских слонов и профессоров. Все были в восторге. А Георгий ещё сделал ей чеканку — пингвин на фоне ближайшего вулкана, а я его оксидировал в печке на кухне — они просто обалдели. Теперь, после этого и ещё двух дней рождений тут, когда мы сделали разные хохмы — газеты, плакаты и т.п., от нас уже ждут, и приходится острить. Например, был такой прелестный случай в первые один-два дня — в нашем домике засорился сортир, глубоко, оба наших клозета, а мы ещё не знакомы почти ни с кем, а куда деваться? Сделали такой плакат (я написал по-французски, а Георгий нарисовал грустного мужика, с трудом удерживающего свой раздутый живот), что «после долгого размышления и по причинам чисто технического характера, мы не нашли другого исхода, как пользоваться вашим туалетом на временной основе (par interim)». Французы были в восторге, сортир наш быстро починили — оказалось, газетами нельзя пользоваться, только специальной тонкой бумажкой — такие уж у них нежные нравы тут. А в первый день они не досмотрели, и бумажку нам не подготовили, а печатное слово у них не в ходу.

Тут все в разных вариантах нам высказывают симпатии. <...> Хочется вам всё-всё пересказать, а впечатлений масса, и потому пишу — как в голову приходит, так вы скорее услышите что-то, свойственное именно мне, чем при упорядоченном рассказе.

24.12.1974 год. <...> Завтра Рождество, и для французов это — всепоглощающая радость, да еще сегодня стало ясно, что эти дни, несмотря на имевшиеся прогнозы, будут свободными, погода в Архангельске очень скверная. Завтра сюда приходит корабль, который привезет новую смену зимовщиков, пополнит истощившиеся запасы всего на свете, чего здесь не хватает... На корабле едут французские альпинисты — будут лезть на самую большую тут гору — гору Росса. ...Здесь увеличивается внимание к малым событиям, что, наверное полезно для жизни, т. к. обычно мы уж очень оглушены и загрублены потоком событий. ...Я прочел здесь в «Иностранной литературе» Камю «Посторонний» — там потрясающе сделано это детальное видение мира че-

ловеком, оторванном от мира (там — заключенным, а мы, скорее, вроде почетных сосланных, а?)... Никак не могу привыкнуть писать письмо в таком тоне — без надежды на ответ, без признаков жизни. <...>

1 февраля 1975 года. <...> Сейчас у нас была чудесная экскурсия на корабле и потом на шлюпке к восточной стороне острова Кергелен. Там огромная колония королевских пингвинов — самых больших и красивых. На берегу стояли тысячи штук и смотрели на нас, а мы не смогли высадиться на берег из-за волны — нас тут очень берегут, — так что я только поснимал их издалека телеобъективом, а они хлопали руками по пузу от смеха над нами. Наш первый запуск прошел успешно — даже не верится, что такая сложная машина с огромным количеством экспериментов могла так легко и нежно всё выполнить, что мы хотели. Результаты великолепные, и сегодня и вчера — отдых и релаксация. <...> Но теперь предстоит второй... Тоже, конечно, будет нелегко — все устали, да и домой пора.

Завтра уходит (пришла сегодня) «Марион Дюффен» — она увезет письма, увезет многих французов прошлой зимовки, останутся только новые. Здесь это — из самых больших событий сезона. <...> А завтра — день рождения Юры Ланкина — нашего основного специалиста по пушке — главного виновника всего торжества с Араксом-первым. Делаем ему разные шуточные подарки, оду и т. д.

Пишу очень мало, с большим трудом. Была очень большая нагрузка в первые два дня после запуска — я должен был понять все подряд, что нужно для основного ответа — да или кабак, и, конечно, пришлось понять — переубедить других — отрегулировать и откорректировать разные сложные взаимодействия. В какой-то степени, следовательно, окупилось мое присутствие, т. к. вряд ли это оказалось бы возможным сделать иначе.

Очень рад за Володю с Таней — после всех перипетий, вроде бы, дело сдвинулось с мертвой точки на февраль.

20.02.1975 года. <...> Второй номер прошел у нас довольно успешно, главный, самый сложный номер — перехват частиц — получился, вроде бы, даже значительно лучше, чем можно было ожидать — на обеих и, кажется, даже на конусе, а не только на голове, т. е. в ДВУХ точках и на ДВУХ энергиях, на это нельзя было даже рассчитывать, но я, надеюсь, высказываю из этого проекта. Хватит и своих. Правда, я тут провел кое-какие

радиоизмерения, и если там что-нибудь получится, то есть тут одна идея. Во всяком случае, я не теоретик, и без СВОЕГО экспериментального материала входит в этот клуб мне очень не хочется — здоровье дороже. <...>

Идут быстрые сборы — чемоданы, ящики, всякое барахло вроде остатков от приборов, кергеленские сувениры и т.п. Прощаюсь с «Боровичами» — очень тут симпатичные люди, отдыхаю душой. До дому примерно месяц, считаем дни. <...>

Вообще, я оказываюсь особенно нужен в неожиданных ситуациях, например, в Научном Совете, и т.п., а в привычных им без меня, наверно, спокойнее.

Может, приобретенный здесь жизненный опыт поможет меньше кипятиться и у нас в лаборатории, когда вернусь. <...>

Со всеми хожу — прощаюсь, здесь много молодежи, я им читал полунаучные лекции — им очень нравится, для них это — большое разнообразие, да и интересно узнать, ради чего они здесь столько торчали — про АРАКС, сотрудничество и т.п. <...>

С писанием дело идет туго — нужно, чтобы не отвлекали, а здесь это не в моде.

20 февраля 1975 г. <...> На днях был второй запуск — 15-го, вы уже всё знаете, успешно, масса интересных явлений, важные вещи повторились, но много нового по сравнению с первым. <...>

Сразу после запуска настроение тут круто изменилось. Французы стали быстро всё свертывать, чтобы немедленно уйти в поход на 6 дней, и даже с трудом выдали переписанную телеметрию, а данных в удобной для обозрения форме, так называемых quick-look'ов, вообще не дали нам совсем. Это очень осложнило всем жизнь, да и настроение. В результате мне лучше известны детали того, что получилось на приборах Анри Рема (он просил меня поинтересоваться этим и помочь его инженерам здесь разобраться в результатах), чем в данных наших приборов, т. к. им было всё выписано, а другим — нет.

С другой стороны, усилились настроения дележа шкуры, и я, хотя сначала собирался устроить конференцию-блиц по результатам, не стал, встретив множество затяжек и отговорок, делать что-либо, даже набобо-

рот, объявил, что мои личные счета с этим проектом закончены, я свое дело сделал, т.е. научное руководство запусками, оперативный их анализ, выбор разумных переделок, выбор условий запусков, научные консультации и т.п., а дальше — валяйте сами. <...>

Сборы отнимают много времени и, главное, внимания, хотя и собирать-то нечего. <...>

«Профессор Кудревич» приходит за нами на днях, 22-го или 23-го, — так мы его вызывали, но никаких вестей пока не имеем. Погрузка займет не менее недели, и, надеюсь, числа 3-го – 5-го мы на нем уйдем на Реюньон.

ЮРИЙ ГАЛЬПЕРИН — РОССИЙСКИЙ ПИОНЕР КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Юрий Ильич Гальперин родился в Москве, в семье лингвистов. Во время войны он со своей матерью был в эвакуации на Урале. В школе он получил золотую медаль за сочинение по классической русской литературе и делал доклады по драмам «Отелло» и «Гамлет», которые он в возрасте 14 лет прочитал в оригинале. Однако, поступая в университет, он выбрал своим главным предметом астрономию. Его учителем и наставником был Иосиф Шкловский, талантливый астроном, внесший крупный вклад в физику солнечной короны и в радиоастрономию. Оригинальный стиль Шкловского (например, в его сборнике «Эшелон»¹) принес ему неодобрение начальства и обожание студентов. Юрий потом всегда брал примером стиль Шкловского. Другим его руководителем был Валериан Красовский, который во время Второй мировой войны разрабатывал инфракрасные детекторы, а после войны исследовал с их помощью свечение ночного неба в этой области спектра. Окончив университет, Юрий не смог поступить на работу в ГАИШ, и Красовский отправил его на полярную станцию наблюдать северные сияния. В 1955–1958 годах Юрий изучал спектры авроральных протонов. До этого было известно только 6 случаев наблюдения таких спектров, Юрий увеличил их число до 17. Друзья-астрономы недоумевали: «Почему ты занялся таким скучным делом как сияния?» Ситуация в корне изменилась после запуска Первого спутника. В это время Красовский занялся разработкой аппаратуры для третьего спутника (который стал первым большим научным спутником) и предложил Гальперину в нем участвовать при условии, что он передаст свой довольно сложный наземный спектрометр, на который потратил много сил, другому наблюдателю. Юрий вспоминал, что не колебался ни секунды и сразу согласился на новую работу. После запуска третьего спутника в мае 1958 года он целиком погрузился в обработку и анализ полученной информации.

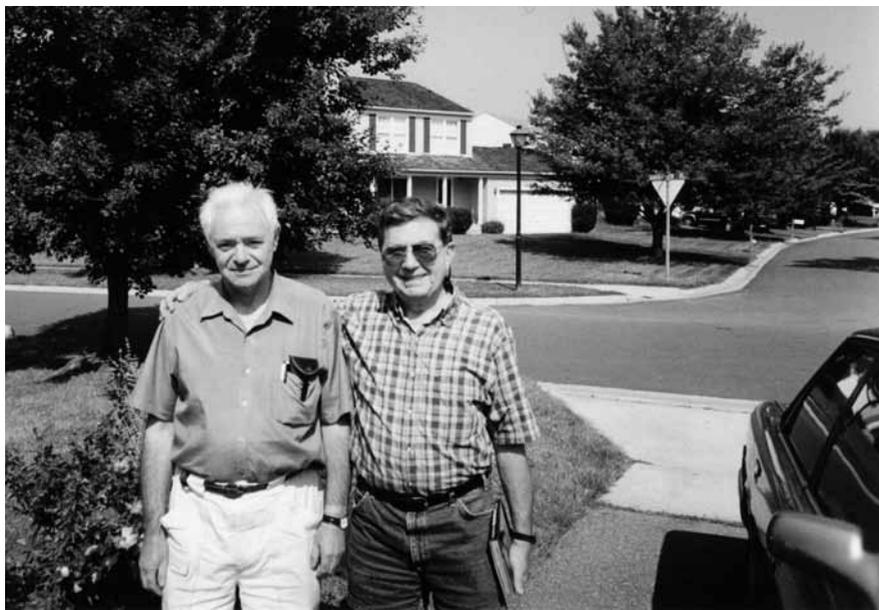
¹ "Five Billion Vodka Bottles to the Moon" (Tells of soviet scientist): Пер. с рус. New York, London: W.W. Norton and Company, 1991.

Группа Красовского участвовала также в разработке аппаратуры для спутников «Космос-3» и «Космос-5». Впоследствии Красовский возложил на плечи Юрия всю ответственность за эти спутники. «Я самый богатый человек на Земле», — говорил Гальперин. — «Я имею семь спутников». Это были «Космос-3», «Космос-5», затем «Космос-261», «Космос-348» и далее три «Ореола».

В это время Юрий занимался мягкими корпускулами, быстрыми фотоэлектронами, вырванными солнечными лучами из верхних слоев атмосферы. Их нужно было ускорять напряжением от 3 до 5 кВ, прежде чем они попадут в детектор. Спутник «Космос-5» был в полете летом 1962 года, когда Америка объявила о готовящемся взрыве водородной бомбы в верхней атмосфере над островом Джонстона к западу от Гавайев, назвав время взрыва, чтобы дать возможность ближайшим кораблям покинуть опасную территорию. Русские военные стремились наблюдать взрыв, и, хотя «Космос-5» не был предназначен для наблюдения жестких частиц, он был единственным на орбите, способным провести такие измерения. Поэтому Юрий Гальперин, молодой ученый, которому тогда только исполнилось 30 лет, был приглашен на совещание старших офицеров, ждавших от него соответствующих действий. Он описал генералам положение дел и объяснил, что, хотя расположение КА «Космос-5» благоприятно для наблюдений, задача кажется ему невыполнимой: «Космос-5» мог запоминать данные измерений в течение 200 минут, после чего должен был произвести сброс информации, чтобы запоминать информацию дальше, поэтому нужно было освободить память незадолго до взрыва и совершить сброс обязательно над советскими приемными станциями. Председательствующий генерал выслушал Юрия, повернулся к нему и сказал: «Молодой человек, скажите нам, что Вам необходимо, а что возможно, это уж нам решать». На самом деле, заранее был проведен сброс, по-видимому, на рыбачий катер в окрестностях Великобритании так, чтобы время взрыва попало в середину периода поминания. Во время взрыва спутник находился над Кореей в 7500 км от него. Хотя взрыв произошел под горизонтом спутника, он наблюдал эффекты взрыва, и была получена информация, позволяющая оценить уровень радиации для предполагаемого в ближайшие месяцы полета двух советских космонавтов.

Следующий спутник Красовского, «Космос-261» (декабрь 1968 года), был предназначен для наблюдения полярных сияний и поэтому должен был иметь орбиту, достигавшую авроральных широт. Поэтому Гальперин ждал, когда начнет работать северный космодром, Плесецк,

с которого был возможен запуск на полярную орбиту. Запущенный отсюда спутник был первым спутником, который фактически открыл серию «Интеркосмос».



*Ю. И. Гальперин
и Д. Стерн. 2001 год*

Когда был образован Институт космических исследований (ИКИ АН СССР), Юрий Гальперин стал заведующим лабораторией физики полярных сияний в этом институте. Здание ИКИ было еще не готово, и его лаборатории были размещены в разных зданиях Москвы. Лаборатория Гальперина располагалась в подвальном помещении жилого дома. Это привело к несчастью, которое чуть не погубило все усилия сотрудников. В праздничные дни годовщины Октябрьской революции лаборатория была заперта, приборы тщательно укрыты, а сотрудники отправились домой. Когда утром Юрий собирался на работу, ему позвонила совершенно убитая сотрудница: «Юра, нашей лаборатории больше нет!» Во время праздников прорвало коллекторную трубу, и поток грязной воды хлынул в подвал. Поток был так силен, что даже автомобили плавали в нем. После того как пожарники откачали воду, все инструменты оказались покрыты грязью. Сотрудники решили отмыть их все и всё восстановить. Юрий, договорившись с директором ИКИ, отправился на завод-изготовитель в Днепропетровск и попросил об отсрочке на три месяца. Главный инженер И.С. Игдалова согласилась на отсрочку, но назначила новый последний срок. Сотрудники лаборато-

рии к этому сроку все успели восстановить, и спутник «Космос-348» был запущен в середине июня 1970 года и успешно работал.

В 1970–1986 годах Юрий активно участвовал в сотрудничестве с Францией (проект АРКАД), которое позволило получить новые интересные результаты.

В последние годы Юрий участвовал в проекте ИНТЕРБОЛ и руководил проектом РОЙ. Он скоропостижно скончался 28 декабря 2001 года после возвращения из командировки в Японию.

Давид Стерн (David Stern),
Лаборатория космической физики, Центр им. Годдарда,
Мэриленд

НЕСКОЛЬКО ВОСПОМИНАНИЙ О ЮРИИ

Было большой честью и удовольствием быть знакомым с Юрием Гальпериным и работать с ним. Я в первый раз встретился с ним в конце 1980-х годов на Рабочей группе вблизи Вашингтона. Хотя эта рабочая группа не была посвящена главному направлению исследований Юрия, его глубокие знания и широкий кругозор, а также ненавязчивое поведение произвели на всех участников глубокое впечатление. Впоследствии мы не раз встречались в различных местах и имели возможность продолжить наши научные беседы и разговоры на общие культурные темы.

Началась наша совместная работа после визита Юрия в Логан, штат Юта, летом 1995 года. Главной темой наших исследований был поляризационный джет, явление, которое Юрий открыл, и в котором он был самым главным специалистом в мире. В 1998 году мы выиграли грант JURRISS*, который позволил нам продолжить нашу научную работу и личные контакты.

** JURRISS — Joint U.S. / Russian Research in Space Science (российско-американские исследования в области космоса)*

Юрий снова посетил Логан летом 2001 года. У меня очень светлые воспоминания о Юрии, особенно о его визитах в Логан. Мы часто подолгу беседовали, что приносило мне большую пользу, благодаря его глубокому пониманию и его знаниям. По вечерам мы шли пешком из университета в город, часто с моей женой Фран. Наши ужины были особенно приятны, обычно они сопровождались длительными беседами об истории, путешествиях, людях и политике.

Визиты Юрия приносили большую пользу делу и были связаны с прекрасными воспоминаниями. Эти воспоминания о Юрии навсегда останутся с нами.

*Бела Г. Фейер (Bela G. Feier),
профессор Центра атмосферных и космических исследований Университета Юта (Center for Atmospheric and Space Science Utah State University Logan)*

МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНТАКТЫ ЮРИЯ ГАЛЬПЕРИНА

Юрий Гальперин был замечательным ученым, выдающимся гуманистом и истинным интернационалистом. Я познакомилась с ним, когда Финляндия присоединилась к миссии Фобоса к Марсу, где я, будучи аспиранткой первого года, участвовала в разработке прибора «Аспера». Мой интерес быстро переключился на нашу собственную планету, на проект ИНТЕРБОЛ, нацеленный на изучение физики плазмы как в полярных сияниях, так и в более крупномасштабных структурах магнитосферы. Благодаря этому я вступила в сферу влияния Юрия Гальперина. Ему были свойственны глубокое понимание физики космической плазмы и доброжелательное внимание к собеседникам, особенно к молодому поколению, чего так не хватает в современном мире. Я ближе познакомилась с Юрием во время первой международной конференции, которую финские ученые организовали в 1998 году в курортном городке Кияванранта в окрестностях Хельсинки. После двух успешных запусков в 1995 и 1996 годах атмосфера конференции была очень оптимистичной: анализ научных данных был в разгаре и уже дал новые важные результаты по авроральной и магнитосферной динамике. Нас с Юрием объединял общий интерес: связь процессов в хвосте магнитосферы с авроральной динамикой меньших масштабов, которая проявляется в ярких формах сияний. Я была очень горда, когда узнала, что Юрию известна моя работа. В процессе обсуждения стало ясно, что это касается не только меня, он обычно изучал все работы по нашей тематике. Впоследствии в этой дискуссии у нас с Юрием завязался диалог, который продолжался вплоть до его кончины. После конференции в Финляндии зимой следующего года состоялось совещание в Звенигороде под Москвой. Оно концентрировалось главным образом на процессах в сияниях и в хвосте магнитосферы, поскольку мы могли теперь проводить наблюдения в сопряженных точках на разных высотах. Как финка, я особенно горжусь тем, что на этом совещании была награждена «Дипломом Сауны» за то, что купалась в снегу при температуре минус двадцать градусов.

Юрий был одним из главных организаторов звенигородского совещания, и я снова поразилась его обширным познаниям в области геофизики и физики плазмы.



Т. Пулккинен и Л. М. Зеленый в гостях у Гальпериных

Следующей осенью я вновь приехала в Москву, посетила МГУ и ИКИ и смогла общаться с Юрием в более спокойной обстановке. Это была очень важная для меня неделя, я много беседовала с моими русскими коллегами, особенно с Лизой Антоновой в МГУ и с Юрием, Львом Зеленым и Толей Петруковичем в ИКИ. В этот мой приезд Юрий пригласил меня к себе домой на ужин. Я долго буду помнить этот визит по очень многим причинам. В этот вечер я узнала новые стороны его личности, о которых раньше могла только догадываться. Было очень приятно разговаривать о литературе, искусстве, музыке, театре. Когда я поднимала какие-нибудь темы, Юрий тут же вспоминал подходящие к случаю интересные факты или излагал новые и неожиданные идеи. Его истории о ранних годах советской космической программы были просто удивительны. Я надеюсь, что кто-нибудь их записал для будущих поколений. С чем я не была знакома раньше, так это с его бунтарским характером, с его пониманием правды и неправды, которое пересиливало его уважение к правительству, его участием в демократических демонстрациях, его чувством справедливости и чести, которыми я могла только восхищаться. Если добавить восхитительное угощение, которое приготовила его жена Наташа, то это было самое лучшее, что мне встречалось в жизни!

Многие проблемы, с которыми мы сталкивались в проекте ИНТЕРБОЛ, мы потом суммировали в книге «Физика авроральной плазмы»¹. При работе над книгой в период 1999–2000 годов состоялись две рабочие группы продолжительностью в неделю каждая, в результате чего было обсуждено и создано большое количество текстов, которые привели к публикации, послужившей учебником для нескольких поколений студентов и аспирантов и справочником для исследователей. Об успехе этой книги можно судить по продажам: в издательстве не осталось ни одного экземпляра! Юрий с его эрудицией, доброжелательностью и позитивной поддержкой сыграл ключевую роль в том, что разнообразные взгляды и факты были собраны в единую картину описываемых процессов.



Вот выписка из предисловия к книге ее редакторов Г. Пашмана, С. Халанда и Р. Треймана (Götz Paschman, Steini Haaland, Rudolf Treuman):

Туйя Пулккинен беседует с Ю. А. Гальпериним в ИКИ

«Эта книга посвящена памяти Юрия Гальперина, который своими знаниями и энтузиазмом внес огромный вклад в дух и успех проекта, но не успел увидеть его завершения».

У нас с Юрием было много общих друзей, но я хочу отметить одного — Рамона Лопеца (Ray Lopez) из США.

¹ Auroral plasma physics / Eds. G. Paschman, S. Haaland, R. Treuman. Dordrecht; Boston; London: Kluwer Academic publishers, 2002. (Space plasma series of ISSI.)

Мы трое взаимодействовали очень эффективно, но Рамон и Юрий часто общались и без меня. Трудно представить себе трех человек с более несходными корнями, культурой и складом ума, но при этом наше профессиональное сотрудничество и культурное взаимодействие было необыкновенно приятным, очень интересным и весьма познавательным. После наших бесед я всегда чувствовала прилив энергии и выходила более информированной в предмете или процессе, о которых раньше не имела никакого представления, и с большим желанием учиться дальше. Я думаю, что это говорит о необыкновенной способности Юрия расширять кругозор своих собеседников и извлекать из них самое лучшее.

Юрий — это человек, к которому все относились с большим уважением. После его кончины всем стало ясно, какую большую потерю мы понесли. Коллеги Юрия организовали в ИКИ конференцию в его память, которая позволила нам вспомнить одного из ведущих исследователей космоса, а также одного из лучших коллег и друзей, с которыми нам посчастливилось работать.

Ту́я Пулккинен (Tuua Pulkkinen),
профессор Финского института метеорологии



Перед Геофизическим институтом, на Аляске

Ю. И. и Маха Ашур-Абдалла у Ниагарского водопада (США)



МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНТАКТЫ Ю. И. ГАЛЬПЕРИНА



*Ю. И. и Н. Г. Гальперины
в гостях у Мери и Карла
Мак-Илвайна в Сан-
Диего. Обед в саду. Снимок
Карла Мак-Илвайна.
1992 год*

*Беседа Ю. И. с Я. Шафранковой
и З. Немечком
в университете в Праге.
1995 год*





Ю. И. в гостях у Одиль де Божардые (Сан-Франциско) — разговор о насущных проблемах



Ю. И. с Хансоном у него в гостях в Далласе (Техас) — беседа с кошкой

ПАМЯТИ ЮРИЯ ИЛЬИЧА ГАЛЬПЕРИНА

Мне посчастливилось на протяжении 20 лет работать вместе с Юрием Ильичом Гальпериным. За это время было опубликовано более 30 совместных статей в научных журналах и сделаны многочисленные доклады на научных международных конференциях в Мурманске, Апатитах, Москве, Санкт-Петербурге, Якутске, Иркутске, Красноярске, Могилеве, Киеве, Варшаве, Кошице, Софии и других городах мира. Мы вместе руководили научной работой студентов и аспирантов Могилевского государственного университета. Юрий Ильич неоднократно приезжал в Могилев и с большим удовольствием читал лекции по физике космической плазмы, а также научно-популярные лекции об исследовании околоземного космического пространства.

Впервые я встретила Юрия Ильича в 1979 году в ИКИ АН СССР, куда приехала из Мурманска сдавать кандидатский экзамен по физике плазмы, а Юрий Ильич был моим экзаменатором. За его плечами уже была блестящая научная карьера — защищены две диссертации, создана лаборатория физики авроральных явлений, которой он бесменно руководил, проведены успешные эксперименты на спутниках «Космос-3», «Космос-5» и в рамках международных проектов АРКАД-1, АРКАД-2. А для меня все только начиналось, и я, в силу своего радиофизического образования, планировала изучать загадочное явление, связанное с полярными сияниями, «*радиосияния*» или «*радиоаврора*». Я тогда не знала, что полярные сияния — дело всей жизни Юрия Ильича, предмет его пристального интереса и изучения; он с огромным интересом и вниманием относился ко всяким научным идеям, как в теории, так и в экспериментах, связанным с этой проблемой.

На меня Юрий Ильич произвел очень сильное впечатление. С неподдельным интересом в очень доброжелательной форме он задавал мне много вопросов, а после экзамена расспрашивал меня о Полярном Геофизическом институте, о жизни на Севере, о научных проблемах, расспрашивал об ученых, которых он знал и с которыми он дружил. Он сразу расположил меня своей простотой в общении, отсутствием превосходства,

доброжелательностью и, самое главное, искренним интересом к моим научным задачам. Юрий Ильич был очень образованным, интеллигентным человеком, увлеченным наукой, и очень эмоциональным, когда речь шла о научных проблемах, которые его интересовали, и он мог своей увлеченностью заразить собеседников. Впоследствии все эти качества подтверждались в общении с ним.

Так сложилось, что мне пришлось сдавать два раза кандидатский экзамен по физике плазмы — Ю.И. Гальперину и по геофизике М.И. Пудовкину — двум великим ученым, основоположникам и ведущим специалистам физики магнитосферных явлений, впоследствии эти ученые сыграли ключевую роль в моей жизни. И, несмотря на их сложные взаимоотношения, что не удивительно для двух таких ярких личностей, они были вместе со мной на двух моих защитах диссертаций. Они дружно объединялись и оказывали мне неоценимую поддержку, а потом вместе веселились на импровизированных «банкетах», которые по традиции происходили после успешных защит.

Впоследствии Юрий Ильич был у меня оппонентом на защите кандидатской диссертации. Он очень внимательно и досконально изучил мое «творение», нашел массу ошибок, ненавязчиво и в доброжелательной форме посоветовал что-то изменить и уточнить, что-то переставить местами, и все как-то сразу приобрело совсем другой, более убедительный вид. После моей защиты наши научные интересы все больше сближались, и мы стали работать над проблемами формирования нелинейных локализованных структур в ионосферной и магнитосферной плазме. В то время в зарубежной научной литературе, которую он пристально изучал и досконально знал, появились экспериментальные данные по электростатическим структурам различного типа, которые уже были зарегистрированы в космических экспериментах. Мне было важно исследовать возможные теоретические модели формирования таких структур. Здесь наши интересы совпадали.

Мне было очень интересно с ним работать, он неподдельно радовался, когда что-то получалось, даже незначительный успех он сразу возводил в ранг открытия, хотя в дальнейшем мы часто от этих «открытий» отказывались. Долгое время нам было очень трудно понять друг друга. Мне было трудно понять экспериментальные результаты, а Юрий Ильич, обладая колоссальной интуицией, не мог свое индивидуальное понимание проблемы состыковать с теорией. Как всегда, если



Юрий Ильич навещает своих коллег в Могилеве. Слева рядом с ним А. Волосевич

что-то становилось понятно, то сразу же возникали новые проблемы и т.д. Постепенно приходило понимание, мы писали статьи и доклады, ездили на конференции.

В 1995 году за цикл совместных работ нам присудили премию Международной издательской компании «Наука». Ученые обычно не избалованы почестями и наградами и часто относятся к ним снисходительно. Мы тоже относились к этому скептически, но Юрий Ильич был этому очень рад, шутил по этому поводу, веселился и говорил меня приехать в Москву на церемонию награждения. Там я увидела Юрия Ильича бесконечно счастливым, с горящим взглядом, он шутил, рассказывал анекдоты и сам при этом заразительно смеялся в компании своих коллег. Тогда я не понимала, почему он так радовался и очень гордился, ведь у него хватало и наград и почестей. Только позднее я поняла, что он был рад за **меня**, ведь это был мой первый успех. Юрий Ильич всегда старался преувеличить мои заслуги в наших совместных работах, он был категорически против того, чтобы я писала его первым автором, мы всегда спорили на эту тему, но он всегда побеждал. Только в нашей последней совместной статье, которую мне пришлось дописывать уже без него, мне удалось это изменить.

Так сложилось, что наша с Юрием Ильичом совместная научная работа проходила на расстоянии порядка 650 км. Я работала в Могилеве в университете. Общение

в то время было только по телефону, а пакеты с «наукой» передавались с проводниками поездов, сначала это было в одном государстве, а потом государства разделились, и я оказалась иностранкой. Юрий Ильич старался не замечать этих процессов, всегда шутил по этому поводу, и говорил, что я никогда не была и не буду иностранкой в Москве, что мы никогда и не разъединились, и что вот очень скоро наши страны опять объединятся.

Юрий Ильич часто приезжал в Могилев, где я работала сначала доцентом, а потом — профессором физико-математического факультета университета. Обычно проводился семинар, на который приглашались преподаватели средних школ, преподаватели университета, аспиранты и студенты. Это было очень яркое событие в жизни университета, Юрий Ильич мог рассказывать просто и понятно об очень сложных проблемах, о последних достижениях, причем очень увлеченно, с прекрасными иллюстрациями и на высоком научном уровне. С большим желанием он руководил научной работой студентов и аспирантов, не жалея на это времени. Он всегда это объяснял тем, что его тоже учили и с ним занимались великие ученые И.С. Шкловский и В.И. Красовский, и теперь это его долг — воспитывать и учить студентов. Он был настоящим профессором, знающим, доброжелательным, уважительно относящимся к студентам. Двое наших учеников защитили кандидатские диссертации и успешно работают, многие бывшие студенты, которые работают учителями в средней школе, увлеченно рассказывают детям о полярных сияниях. В нашем университете Юрия Ильича помнят преподаватели и студенты и вспоминают о нем с теплотой и благодарностью.

Юрий Ильич был для меня не только соавтором, блестящим ученым, но и надежным другом, тонким, чутким, добрым и жизнерадостным человеком с большим чувством юмора. Эти черты наиболее ярко проявились в наших отношениях. В моей памяти различные эпизоды нашего общения.

Как-то в один из приездов Юрия Ильича в Мурманск мы ехали на «козлик» и застряли на пути Лопарская – Мурманск. Был сильный мороз, и, вдали от городских огней, на небе было хорошо видно сильное полярное сияние. Все небо полыхало разными цветами, полярное сияние выглядело потрясающе красиво. Было очень холодно, все бегали, пытаюсь как-то согреться. Юрий Ильич стоял как замороженный, смотрел на яркое зрелище и читал замечательные стихи. Мне он сказал: «...разве могут теоретики объяснить это божественное явление? — но тут

же неожиданно добавил: — Но нужно стараться, и стремиться разобраться в этом».

В Мурманске проходила международная научная конференция по различным проблемам, связанным с авроральными явлениями, в том числе — и с радиоавророй, которая меня всегда интересовала и была темой моей кандидатской диссертации. Но так сложились обстоятельства, что мне моим начальником было рекомендовано не участвовать в работе этой конференции (нужно сказать, что в ПГИ это часто происходило вследствие какой-то невидимой и непонятной борьбы отдельных личностей). Юрий Ильич быстро разобрался в ситуации и привел ко мне домой участников этой конференции. Каким-то непонятным образом все разместились в моей тесной мурманской квартире, причем верхняя одежда расположена в коридоре горизонтальным образом. Потом были жаркие дискуссии, задушевные беседы, смешные анекдоты, красочные рассказы, и долго никто не хотел уходить. Душой компании был Юрий Ильич.

Как-то в жизни все переплеталось — и наука, и семья, и дом. Научное сотрудничество перерастало в тесную дружбу. Шли трудные 1990-е годы, в магазинах были пустые полки, да и с деньгами тоже было не лучше. В это голодное время у меня родилась внучка, причем так сложилось, что ее кормить было нечем. Юрий Ильич про то время рассказывал анекдоты, о том, как он приходил в московский гастроном, подавал деньги продавцу и говорил: «Дайте мне еды на все деньги». Вот однажды он мне позвонил и, как всегда, увлеченно стал прорабатывать на мне свои новые идеи про частицы электроджета. Но мне было совсем не весело. Вдруг он что-то уловил в моем голосе и стал спрашивать, что случилось. Я очень мягко ему объяснила, что в данный момент меня больше всего волнует голодный, в прямом смысле, маленький ребенок. Он сразу все понял. Уже утром следующего дня я шла на вокзал встречать поезд, который привез в Могилев огромный ящик детского питания для моей маленькой внучки. Как ему это удалось организовать, я узнала позже. Квалифицированную консультацию он получил от своего аспиранта, который недавно стал папой.

Другой случай. Так сложилось, что после ПГИ в Мурманске я работала в Могилеве (Беларусь) на преподавательской работе, заниматься наукой было очень трудно по многим причинам. Еще не было в моей жизни ни компьютера, ни Интернета, ни электронной почты. Но как-то в один прекрасный день приехал поездом Москва–Могилев десант из Москвы — Юрий Ильич с Татьяной

Хвиюзовой. Вид был просто замечательный. Вышли из такси Юрий Ильич веселый и радостный с рюкзаком за спиной, в котором помещался компьютер, собранный из деталей, добытых неизвестно где и как, а Татьяна неслала папки «с наукой». Веселый и довольный ученый — профессор мирового уровня — вошел в мою квартиру и сразу же объявил компьютерное обучение, причем для этой цели выбрал самого младшего в моей семье — пятилетнюю внучку. Дальше все шло быстро и весело.

Появились Интернет, электронная почта и возможность совместной научной работы на расстоянии. Он всегда мечтал о том, чтобы у меня была качественная техника, и его желание сбылось только в декабре, когда мне удалось с помощью аспирантов Юрия Ильича купить современный компьютер, и они же привезли его мне в Могилев. Вернувшись в декабре из Японии, Юрий Ильич позвонил по телефону, и первый вопрос этого самого последнего телефонного разговора был про компьютер. Юрий Ильич был несказанно рад успешно проведенной под его руководством операции. Казалось, что теперь станет нам легче общаться...

Это все частные случаи, которые мне очень дороги.

Я бесконечно благодарна Юрию Ильичу за долгую совместную научную работу. Только благодаря тому, что он взял на себя многие трудности моей научной жизни и помогал мне на всех ее уровнях, я была защищена от внешних проблем надежным другом, каменной стеной. Именно поэтому я могла состояться как преподаватель, и смогла активно заниматься научной работой. В вузах, как правило, при очень большой учебной нагрузке это обычно проблематично.

Я благодарна Юрию Ильичу за творческую научную работу, обсуждения и дискуссии, совместные научные работы и доклады на конференциях, многочисленные поездки. Мне было с ним очень интересно работать, обдумывать и обсчитывать его идеи, а потом складывать теорию с экспериментом, который он так блистательно интерпретировал. Что-то удалось только благодаря этому яркому, незаурядному и очень интересному человеку.

Я благодарна Юрию Ильичу за то, что его друзья и коллеги стали и моими — Татьяна Антоновна Хвиюзова, Валерий Аркадьевич Шафтан, Яков Исаакович Фельдштейн и другие. Жена Юрия Ильича — Наталья Геннадиевна — стала близким мне человеком, она тоже прошла со мной этот нелегкий период моей жизни. Приезжая в Москву, я всегда останавливалась в их московской квартире,

где я чувствовала себя очень комфортно и уютно, а задушевные беседы на кухне о самом главном навсегда останутся в моей памяти. Благодаря этой теплой дружественной обстановке эффективно использовалось время нашей работы.

Юрий Ильич был хорошим прогнозистом, многие его прогнозы сбывались. Но только один раз его прогноз, к сожалению, не оправдался. Он часто говорил и даже накануне этого несчастного декабря повторял, что будет жить и работать долго и счастливо, как и его отец. Очень жаль, что этот прогноз не подтвердился.

Мое научное сотрудничество с Юрием Ильичом началось в 1982 году и длилось до последних дней его жизни. В те далекие годы Юрий Ильич был на пике своей научной карьеры — успешно была подготовлена и реализована научная программа на спутнике «Ореол-3», завершился проект АРКАД-3.

В этом проекте были применены новые методы исследования космической плазмы, значительно увеличена точность измерений, удалось осуществить согласованные и координированные измерения с другими спутниками, запусками ракет, наземными геофизическими обсерваториями. Были получены новые научные результаты, определяющие научный прогресс в изучении околоземной космической плазмы. За подготовку и осуществление проекта АРКАД-3 Ю.И. Гальперину была присуждена Государственная премия. Но всех этих научных успехов Юрию Ильичу было не достаточно, он смотрел в будущее и проявлял большой интерес к теоретическим работам, интенсивно изучал новые работы по теоретической геофизике, активно осваивая методы численного моделирования и компьютерную технику. Особый интерес Юрий Ильич проявлял к исследованию явлений, характерных для авроральной ионосферы и магнитосферы, — «поляризационному джету», «радиоавроре», субавроральному дрейфу ионов.

В ионосфере существование поляризационного джета приводит к целому ряду явлений и процессов, создающих сильные плазменные неоднородности, которые регистрируются с поверхности Земли с помощью ионозондов. Кроме того, такое загадочное явление как «радиоаврора», связанное с полярными сияниями и приводящее к авроральному рассеянию радиоволн УКВ-диапазона, всегда очень интересовало Юрия Ильича. Конечно, он понимал, что для объяснения этих авроральных явлений, связанных с полярными сияниями, и интерпретации экспериментальных данных необходи-

мо было привлечь теорию и создать современную теоретическую модель комплекса авроральных процессов, адекватно описывающую эти явления.

В это время я занималась изучением механизмов образования авроральных неоднородностей электронной плотности, ответственных за «радиоаврору». Особый интерес для меня представляли нелинейные теоретические модели этого явления, и поэтому наши научные интересы совпадали. Юрий Ильич сумел направить мои теоретические усилия к магнитосферным проблемам, а мне удалось привлечь его к изучению нелинейных процессов в ионосфере Земли. Легко и с большим энтузиазмом Юрий Ильич начал изучать теоретические модели и осваивать методы численного моделирования физических процессов применительно к ионосферной и магнитосферной плазме. Совместно мы с Юрием Ильичом работали над теорией плазменных неустойчивостей в авроральной ионосфере, а также теорией формирования и нелинейных электростатических структур в магнитосфере.

Мое многолетнее сотрудничество с Ю.И. Гальпериным привело к разработке методов численного моделирования нелинейных волн и локализованных движущихся структур в магнитосфере и ионосфере Земли. Была опубликована серия работ по этим проблемам, а также получены оценки параметров нелинейных электростатических структур, которые впоследствии были обнаружены в экспериментах, проведенных на спутниках FAST, POLAR, GEOTAIL. Что-то получилось, и были опубликованы многие совместные работы и сделаны доклады на научных конференциях.

Для расчета и численного моделирования физических процессов Юрий Ильич привлек группу ученых Калининградского университета. При его постоянной поддержке эта группа создавала нестационарную модель полярного ветра, рассчитывала распределение электрического поля вокруг спутника, погруженного в разреженную плазму, и численными методами исследовала многие геофизические проблемы.

Мне было очень интересно работать с Юрием Ильичом, он был моим учителем, коллегой, соавтором и надежным другом.

Александра Владимировна Волосевич,
доктор физико-математических наук, профессор
Могилевского государственного университета им. А. А. Кулешова

Ю. И. ГАЛЬПЕРИН И ЗАГАДКА ПОЛЯРНЫХ СИЯНИЙ

Юрий Ильич Гальперин принадлежит к числу выдающихся исследователей проблемы полярных сияний. Фактически все первые исследования авроральной плазмы на низколетящих спутниках велись под руководством и при непосредственном участии Юрия Ильича. Была получена информация, осмысление которой продолжается до настоящего времени. Современному прогрессу в исследовании природы полярных сияний мы в значительной степени обязаны работам Юрия Ильича.

Мне посчастливилось познакомиться с Юрием Ильичом в солнечный майский день 1974 года в Петергофе. Михаил Иванович Пудовкин¹ проводил школу для молодых ученых прямо в Петергофском дворце. Участники жили во Фрейлинском корпусе. Стояла восхитительная солнечная майская погода. На деревьях показались первые листочки. Фонтаны в парке еще не работали, а статуи были закрыты досками. Но, несмотря на дивную погоду, участники конференции не покидали зал заседаний. Юрию Ильичу было тогда всего 42 года, но у него за плечами уже был не один успешный спутниковый эксперимент. Все его слушали с большим вниманием. Я тогда была еще аспиранткой у профессора Бориса Аркадьевича Тверского на кафедре космических лучей физического факультета МГУ. Темой диссертации являлся механизм ускорения частиц в спокойных дугах полярного сияния. Поэтому неудивительно, что доклад Юрия Ильича вызвал у меня большой интерес. Я задала несколько вопросов. Потом мы еще долго бродили по аллеям парка, и я слушала захватывающие рассказы об одном из наиболее загадочных явлений природы. Юрий Ильич был уникальным специалистом. Он начинал с оптических наблюдений полярных сияний на станции Лопарская и одним из первых провел наблюдения авроральной плазмы со спутников.

¹ М. И. Пудовкин (1933–2004) — профессор, доктор физико-математических наук, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой физики магнитосферы Санкт-Петербургского университета.

С 1974 года началась моя дружба в качестве младшего товарища с одним из наиболее эрудированных специалистов в нашей науке. Когда через год, наконец, вышли наши работы по продольному ускорению магнитосферных электронов (а были большие проблемы, так как ставился вопрос о справедливости одного из принципов, который считался в то время незыблемым — принципа квазинейтральности плазмы) и надо было решать вопрос о выборе оппонентов для защиты кандидатской диссертации, у меня не было сомнений в том, что надо обратиться к Юрию Ильичу. Б. А. Тверской скептически отнесся к моему предложению, так как было известно, что Юрий Ильич довольно жестко относится к оценке научных работ. Тверской очень удивился, когда узнал о высокой оценке Юрием Ильичом моей кандидатской диссертации. Помню день защиты и ощущение полета, когда защита закончилась.



После защиты было много работ, поездок и выступлений на конференциях. Особенно запомнились многочисленные конференции в Апатитах, Иркутске и Якутске. Как правило, удавалось обсудить с Юрием Ильичом разные вопросы именно на этих конференциях, так как в то время в ИКИ АН СССР был суровый пропускной режим. Запомнились оживленные дискуссии по поводу формы высыпаний из каспа. Юрий Ильич настаивал на пятнообразной форме высыпаний и, в конце концов,

На летней школе (1978) в Якутске: Г. Назарчук, Е. Антонова, Ю. Гальперин на катере по реке Лене

оказался прав. Особенно жаркие споры были связаны с проецированием различных областей хвоста на ионосферу. Большое число ученых (в основном, американских) предполагало, что авроральный овал проецируется на пограничный плазменный слой. Юрий Ильич и Яков Исаакович Фельдштейн считали, что овал проецируется в ночные часы на центральный плазменный слой. При этом подчеркивалось, что ближайшая к экватору дуга полярного сияния, с которой начинается взрывная фаза суббури, проецируется на сравнительно небольшие геоцентрические расстояния. Несмотря на продолжающуюся до сих пор дискуссию по вопросу о начале взрывной фазы суббури, необходимо отметить, что Юрию Ильичу и Якову Исааковичу удалось определить реальную область локализации начала взрывной фазы суббури.

Юрий Ильич постоянно подчеркивал, что бесполезно создавать теорию полярных сияний, не увидев их своими глазами. В правоте его слов я убедилась, когда в феврале – марте 1978 года мне удалось попасть на станцию Тикси и своими глазами увидеть это грандиозное и по сей день загадочное явление природы. Наблюдаемая картина кардинально противоречила сложившимся теоретическим представлениям. Поэтому поездка в Тикси для меня стала отправной точкой работ по пересмотру ряда основных представлений в области физики магнитосферы.

Практически сразу после защиты кандидатской Юрий Ильич начал меня агитировать за написание докторской диссертации. Он сказал, что хочет быть моим оппонентом на защите докторской. Поэтому у нас не было совместных публикаций (были жесткие правила, которые действуют и по сей день). Но в докторской диссертации должна была присутствовать обзорная глава, а при написании этой главы возникала принципиальная трудность. Стало понятно, что существовавшие теории, обзор которых предстояло сделать, крайне далеки от реальной картины. Общепринятые, описанные в монографиях и учебниках представления о структуре магнитосферы и ламинарном течении плазмы явно противоречили и тому, что я видела в Тикси своими глазами, и результатам многочисленных экспериментальных наблюдений как на низколетящих, так и на высокоапогейных спутниках. Необходимо было в этом разобраться, на что потребовались серьезные усилия и десятки лет напряженной работы. При каждой встрече Юрий Ильич пытался меня убедить, что лучшее — враг хорошего, но мне никак не удавалось закончить работу.

Был период долгих обсуждений с Юрием Ильичом. Каждый из нас пытался понять природу продольных токов, непосредственно связанную с природой полярных сияний. Удалось серьезно продвинуться в этом направлении. Он всегда с большим энтузиазмом воспринимал каждый новый шаг, радовался, когда удавалось найти замену устаревшим концепциям. Однако турбулентность плазменного слоя не давала покоя. Там постоянно наблюдались флуктуации всех параметров, пучки к Земле и от Земли. При этом по наземным наблюдениям дуги сияний могли стоять как вкопанные или медленно двигаться к экватору. Лишь во время суббурь фиксировалось беспорядочное движение дуг. Во время магнитных бурь небеса полыхали, и турбулентность горячей магнитосферной плазмы можно было наблюдать своими глазами. Только в последние годы удалось показать, что уровень флуктуаций в плазменном слое падает с приближением к Земле и в областях, где наблюдаются спокойные дуги, движения плазмы почти регулируются.

Одним из наиболее запоминающихся моментов общения с Юрием Ильичом была поездка в США в октябре 1991 года на Чепменовскую конференцию Auroral Plasma Dynamics. Советская делегация состояла из Юрия Ильича, Виктора Юрьевича Трахтенгерца и меня. Это была моя первая поездка в США. Мы выехали из страны, находящейся на грани революции. Деньги начали обесцениваться. Продуктов почти не было. Было ясно, что в ближайшее время грянут серьезные события. И тут — перелет через океан и спокойная благоденствующая Америка с идеальным аэропортом в Нью-Йорке, где стеклянные двери протирались несколько раз в день. Короткий полет до Миннеаполиса, там нас встретил Боб Лусак. И все время в полете от Москвы обсуждение с Юрием Ильичом и Виктором Юрьевичем физики полярных сияний. Нас в тот момент более всего интересовала проблема формирования вытекающего продольного тока в дуге сияния. Мы много спорили, в чем-то соглашались, в чем-то расходились во мнениях. Но это было предельно интересно, даже интереснее того, что нас ждало в Америке. Осенний Миннеаполис поразил абсолютной чистотой улиц и скверов. Деревья уже сбросили листья. Никак не могла понять, каким образом удавалось убрать абсолютно все сброшенные листья с газонов. Проехали мимо небоскребов, и я с удивлением узнала, что там больше не живут состоятельные американцы. Небоскребы заняты бедняками и деклассированными элементами.

Сама Чепменовская конференция произвела сильное впечатление. Было приятно узнать, что мы в курсе всех



IV школа-семинар по ОНЧ-излучениям. Звенигород, 10–12 сентября 1993 года. Экскурсия в Саввино-Сторожевский монастырь.

Первый ряд: первый справа Ю. И. Гальперин. Второй ряд: первая справа Е. Е. Антонова

горячих проблем и даже кое в чем разбираемся лучше, чем наши зарубежные коллеги. Помню толпу ученых, которые сгрудились у постера Юрия Ильича (было немного обзорных докладов, а самое новое и интересное было на постерах). После конференции Юрий Ильич поехал по разным научным центрам, а мы с Виктором Юрьевичем вернулись в Москву.

Девяностые годы до запуска проекта ИНТЕРБОЛ прошли как в дыму. Надо было выживать и работать. Но были и приятные моменты. Ослабел режим секретности. Для меня оформили пропуск в ИКИ, и можно было видеть с Юрием Ильичом довольно часто. Каждый раз, увидев меня, он спрашивал: «Где докторская диссертация?» И каждый раз приходилось отвечать, что мне не все понятно, но я над ней работаю. Запуски сначала «Хвостового», а затем и «Аврорального» зондов ИНТЕРБОЛа стали знаковым событием. Не все приборы работали должным образом, но поступала уникальная информация. Запуски означали, что российская наука, несмотря ни на что, выжила и может соревноваться с западной. В этот период у нас было много планов, так как можно было сразу прояснить целый ряд вопросов. Особое внимание привлекала разрабатываемая Юрием Ильичом

идея «матрешки» — вложенности токовых систем разных масштабов. Она помогала разобраться с процессами формирования спектра магнитосферной турбулентности, с перекачкой энергии между структурами разных масштабов.

Внезапная смерть Юрия Ильича за несколько дней до начала 2002 года была страшным потрясением. У его родителей были неполадки с сердцем, и от него пришла рекомендация, которой я следую до настоящего времени, — нельзя давать на сердце асимметричную нагрузку, нельзя носить портфели и тяжелые сумки. Лучше всего все бумаги и книги носить в рюкзаке.

Так и остался Юрий Ильич в моей памяти. Удивительный человек, выдающийся ученый и энциклопедист, почти всегда улыбающийся и благожелательный человек с небольшим рюкзаком за плечами.

Елизавета Евгеньевна Антонова,
доктор физико-математических наук,
профессор НИИЯФ МГУ

СВЕТЛЫЙ ЧЕЛОВЕК

Юра Гальперин! Какой он был светлый человек! Прошло уже несколько лет, а у меня никак не получается говорить о нем в прошедшем времени. Правильно говорят: «Человек жив, пока его помнят». Мы жили в одно и то же время — золотой век российской геофизики. Мы были молодые, называли друг друга по имени, отчества были лишь у очень редких заслуженных ученых, таких как, например, Валерия Алексеевна Троицкая, Владимир Васильевич Мигулин, Александр Иванович Оль, Борис Михайлович Яновский. Для нас всех наука была главным смыслом жизни. Юра Гальперин был одним из самых ярких её представителей с необыкновенно интеллигентным, доброжелательным и очень глубоким подходом ко всему, что происходило в науке вокруг. В те годы заниматься наукой было почетно и престижно, правительство не жалело денег на развитие нашей науки. Работало много наземных обсерваторий, регулярно в разных местах России собирались научные конференции, где в яростных спорах, в центре которых всегда был Юра Гальперин, рождалась истина. Тогда и молодежь с увлечением шла в науку.

Одним из первых ярких впечатлений о многочисленных встречах с Юрой была какая-то конференция в Апатитах очень холодной зимой в середине 1970-х годов. Город только строился, гостиниц не было, и мы жили в какой-то недостроенной пятиэтажке, где еще не было отопления или оно не работало. Вся веселая компания из 8–10 человек вышла вечером из здания ПГИ после окончания заседаний, торопясь побыстрее добежать до гостиницы и поставить кипятить чай, а по дороге зайти в маленький магазинчик, чтобы купить и бутылочку хорошего вина (тогда еще не было винных подделок). На улице было темно, ветрено и очень морозно. И вдруг в небе над нами разгорелась яркая дуга сияний, которая быстро двигалась куда-то вверх и вбок, переливаясь голубовато-зеленоватым цветом, неожиданно превращаясь в какие-то сказочные театральные занавеси. Почти все впервые видели этот завораживающий концерт полярных сияний. Все молча остановились и уставились на небо, открыв рот. Только Юра Гальперин спокойным уверенным голосом стал очень подробно и доходчиво объяснять нам детали этого необычного светового представления, которое разыгрывала природа в небе над головой.



Корона

Мало кто из нас знал, что такое полярное сияние, почему и как оно происходит. Это была первая очень интересная лекция по физике полярных сияний. Забыл о морозе и ветре, мы стояли на небольшом пригорке, боясь ненароком прервать Юрины объяснения или что-то пропустить в быстро меняющейся световой картине над головой. Это была лучшая из лекций, которые я когда-либо слышала. Я не знаю точно, но, вероятно, именно эта лекция в морозный апатитский вечер так повлияла на меня, что я и сейчас, сорок лет спустя после этого вечера, при первой возможности занимаюсь исследованием всего, что связано с полярными сияниями, и, прежде всего, конечно, детальным анализом генерирующихся одновременно геомагнитных пульсаций. Очень люблю смотреть кеограммы сияний и кадры камер полного неба, для меня это лучшее документальное кино.

Много позднее Юра очень помог мне при защите докторской диссертации. Я плохо учла мужскую психологию некоторых сотрудников, окружающих меня в ИФЗ. Я не стану называть их имен, но они были старше меня, кандидаты наук, а тут какая-то относительно молодая тетка вдруг захотела защитить докторскую диссертацию, и мне стали втыкать в колеса разные палки. От неожиданности и отсутствия логики я несколько растерялась, но коллеги из других институтов и, прежде всего, Б. А. Тверской, В. Ю. Трахтенгерц, Я. И. Фельдштейн и Юра Гальперин стали убеждать меня, что у меня хорошие, интересные результаты, и не стоит обращать внимания «на лай из-под ворот». Но мне всё равно было как-то неуютно. И тогда Юра Гальперин добился, чтобы его временно включили в состав нашего Ученого совета (тогда это называлось «кооптировать» на защиту данной диссертации), а затем помог мне подготовить доклад на защиту, объясняя, на что надо сделать основной упор. Безусловно, его яркое выступление на заседании нашего Ученого совета во многом определило результаты голосования (единогласно «за»). Мне показалось, что он обрadowался больше меня.

А каким доброжелательным и одновременно очень строгим рецензентом был Юра Гальперин при работе с научными статьями, которые мы присылали ему на отзыв из редакции журнала «Геомагнетизм и аэрoномия»! Это был лучший рецензент из всех, кого я встречала за много лет работы в этом журнале. Он никогда не жалел потраченного времени на детальный анализ присылаемых статей и всегда просил назвать его имя, даже в случае отрицательного отзыва, хотя большинство рецензентов предпочитают оставаться анонимами. У Юры всегда было большое количество замечаний, иногда на-

столько серьезных, что требовалась почти полная переработка рецензируемой статьи. Но зато как Юра радовался, когда попадалась интересная работа! Он звонил в редакцию и просил пропустить данную работу вне очереди. Жаль, что авторы никогда не узнали, благодаря кому их работа вышла из печати так неожиданно быстро. А теперь вот никто из рецензентов не звонит в редакцию с просьбой пропустить в печать чью-то работу вне очереди, если только это не их аспирант.

Конечно, быстро проходящее время меняет всё, меняет нас, появляются новые трудности и новые проблемы, постепенно навсегда уходят от нас талантливые коллеги и верные друзья, но очень часто в этой жизни нам так недостает таких светлых людей, каким был Юра Гальперин!

Наталья Георгиевна Клейменова,
доктор физико-математических наук,
профессор ИФЗ РАН

АВРОРАЛЬНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ЮРИЯ ИЛЬИЧА ГАЛЬПЕРИНА

В далекие времена при подготовке к Международному геофизическому году (МГГ) координированных наблюдений в 1957–1959 годы случилось первое явление Юрия Ильича на север Кольского полуострова, в авроральные широты. Институт физики атмосферы (ИФА), в котором тогда работал Юрий Ильич, в рамках программы МГГ организовал три станции для регистрации полярных сияний. Одна из этих станций была за полярным кругом, в Лопарской, куда и приехал Юрий Ильич. Именно во время этой экспедиции Юрий Ильич увидел воочию полярные сияния и был очарован северной авророй на всю жизнь.

На каждой из наблюдательных станций были установлены спектрографы для регистрации видимой, ближней ультрафиолетовой и ближней инфракрасной областей спектра. Юрий Ильич провел в Лопарской три наблюдательных сезона и получил уникальные результаты, зарегистрировав широкую водородную линию H_{α} . Эта загадочная H_{α} привлекала особое внимание многих исследователей, поскольку профиль линии отражал дисперсию скоростей вторгающихся в верхнюю атмосферу протонов и позволял судить об их функции распределения. Результаты Юрия Ильича, полученные в Лопарской, доказали магнитосферное происхождение авроральных протонов, которые вторгаются в ионосферу из околоземной плазмы, а не из солнечных корпускулярных потоков, как тогда считалось.

Именно отсюда, из Лопарской, была отправлена знаменитая телеграмма-молния, разбудившая Наталью Геннадиевну (супругу Юрия Ильича) среди ночи и сообщившая ей, что широкая водородная линия H_{α} зарегистрирована! Кого-то может удивить эта история, — телеграмма, молния, в три часа ночи ... зачем?! Те, кому посчастливилось знать Юрия Ильича, работать вместе с ним, легко ответят: Юрий Ильич всегда был так увлечен своей наукой, что не поделиться радостью с любимым человеком просто не мог. Юрий Ильич был абсолютно предан любимой науке, новые открытия и результаты радовали его, а приоткрывающаяся красота природы приводила в восторг. Это было время бурного

развития нашей науки, а Юрий Ильич, без сомнения, был одним из ее создателей.

Увлеченность Юрия Ильича, можно даже сказать — одержимость, преданность любимому делу не знали границ в прямом и переносном смысле этого слова. Юрий Ильич — человек яркий, интеллигентный, большой ученый, очень много сделал для развития международных связей, особенно с французскими учеными. И здесь мы переходим ко второму явлению Юрия Ильича к нам на Кольский, а именно к советско-французскому проекту АРКАД и спутнику «Ореол-3», одному из самых впечатляющих и любимых проектов Юрия Ильича за все времена. В этом проекте Юрий Ильич сформировал потрясающую команду ученых. Благодаря своим обширным знаниям как ионосферных, так и магнитосферных процессов, физической интуиции, пониманию проблем спутниковых экспериментов Юрий Ильич, без сомнения, был научным лидером, а добросердечное отношение к членам команды делало его центром и душевного притяжения.

Именно с проектом АРКАД связано возобновление тесных контактов Юрия Ильича с ПГИ. Мы не участвовали непосредственно в создании спутниковой аппаратуры, наша задача была скромнее — прием и частичная обработка телеметрической информации с «Ореола-3», но Юрий Ильич, который вникал во все вопросы, связанные с проектом, часто приезжал к нам в Апатиты. Наша станция, расположенная за полярным кругом, обеспечивала исследования высокоширотных процессов, непосредственно связанных с основными задачами проекта.

Волею судеб сложилось так, что наши научные интересы лежали в диапазоне низкочастотных свистовых волн, которые, как казалось тогда, напрямую и не были связаны с любимыми Ю.И. полярными сияниями. Но все-таки нам посчастливилось сделать одну совместную работу, которой мы очень дорожим и которая нашла продолжение в последующих статьях Ю.И. Дело в том, что существует много типов полярных сияний: дуги, полосы, диффузные сияния. Но Ю.И. привлекали динамика и тонкая структура полярных сияний, разноцветные тонкие лучи, пульсирующие и мечущиеся по всему небосводу, это завораживающее явление всегда было предметом особого внимания Ю.И. Возможно, динамичная лучистая аврора привлекала Ю.И. еще и потому, что как-то резонировала с ним, человеком ярким, находящимся в беспрестанном движении, тонким и одновременно масштабным.

Еще во время первой экспедиции к нам на Кольский в Лопарскую пульсирующие и лучистые формы сияний так поразили Ю.И., что уже потом он часто возвращался к обсуждению их тонкой структуры и говаривал, что надо бы, чтобы каждый теоретик провел хотя бы один наблюдательный сезон в экспедиции. И мы, живущие за полярным кругом, можем только присоединиться к этим словам Юрия Ильича, поскольку беспредельность картины мироздания начинаешь осознавать, только когда в полярной ночи смотришь на небесную авроральную феерию.

Проблема формирования тонкой структуры авроры очень волновала Юрия Ильича, и, наблюдая во время МГГ в Лопарской в бинокляр пульсирующие авроральные формы в зените, Юрий Ильич определил, что наиболее тонкие лучи представляют собой яркие узкие световые нити толщиной порядка 100 м, вспыхивающие на время не более нескольких десятых долей секунды. Эти лучистые формы наблюдаются внутри вытянутой вдоль магнитного поля структуры, которая при меньшем угле зрения создает впечатление подвижного, мерцающего сияния с поперечным масштабом порядка 1 км и более. В последующие годы, благодаря прогрессу техники фототелевизионных измерений, было подтверждено, что в лучистых формах полярных сияний действительно есть выделенные поперечные масштабы около 100 м.

Дальнейшее развитие экспериментальной техники измерений со спутников, увеличение ее временного и пространственного разрешения сделало возможным измерения явлений малых масштабов и в авроральной ионосфере и магнитосфере. На спутнике «Ореол-3» высокочувствительные, с высоким временным разрешением (~4 мс) многокомпонентные измерения вариаций магнитного поля позволили обнаружить минимальный характерный масштаб интенсивных продольных токов, оказавшийся порядка 100 м^1 . Эти интенсивные токи наблюдались на фоне среднемасштабных (1–10 км) токовых структур и структурированных вторжений энергичных электронов в авроральном овале почти на каждом его пересечении.

¹ Berthelier A., Berthelier J.J., Bosques J.M., Galpenin Yu.I. Intense Mid-Scale Field Aligned Currents Associated with Auroral Precipitations // Intern. Symp. "Polar Geomagnetic Phenomena": Abstr. Suzdal, May, 1986. P. 75; Machard C., Berthelier A., Berthelier J.J., Cerisier J.-C., Galpenin Yu.I., Mogilevsky M.M. Small-Scale and Intense Field-Aligned Currents Detected by their Magnetic Signature // Results of the ARCAD-3 Project: Proc. Intern. Symp. Toulouse, May, 1984 / Ed. CNES. Toulouse: Cepadues-Editions, 1985. P. 93–98.

Параллельно по данным спутника «Ореол-3» мы анализировали спектры низкочастотных электрических полей в диапазоне до 1 кГц и изучали их свойства, когда спутник пролетал над активными полярными сияниями¹. Оказалось, что частотный спектр флуктуаций электрического поля систематически имеет максимум на частотах 50–200 Гц. Сигналы наблюдались только на электрической антенне и практически отсутствовали на магнитной, что говорит об их электростатической природе, в таком случае из-за эффекта Доплера максимум в спектре прямо связан с поперечным масштабом электрических флуктуаций, который оказался от 50 до 150 м. Используя одновременные телевизионные наземные наблюдения полярных сияний, мы показали, что в лучистых формах полярных сияний на широтах $\lambda > 68^\circ$ мелкомасштабные вариации электрических полей имеют тот же самый масштаб ~ 100 м. Такое совпадение характерных масштабов вариаций полей и токов с характерным поперечным масштабом лучистых форм полярных сияний, на наш взгляд, не являлось случайным.

И действительно в дальнейшем, в работе Юрия Ильича с соавторами², эти экспериментальные результаты были объяснены на основе механизма тиринг-неустойчивости для случая листового продольного тока, текущего в сильном магнитном поле и в плотной фоновой плазме. Авторы показали, что на ионосферных высотах токовый лист дробится на токовые волокна с характерным поперечным масштабом ~ 100 м. Этот механизм пинчевания листового тока не имеет порога и может служить начальной стадией турбулизации токов и полей в авроральных условиях, в частности, при распаде однородной дуги на лучи при активизации полярного сияния.

Ясно, что для всех нас, кто участвовал в проекте АРКАД-3, это было значительное событие в жизни, но, как оказалось, не только для нас. Многое, чем занимался Юрий Ильич, с чем соприкасался, сразу приобретало больший масштаб и неожиданные последствия. Например, в 1980-е годы Апатиты не был закрытым городом, как, скажем, Горький, он просто не был открытым,

¹ Titova E.E., Yurov V.E., Mogilevsky M.M., Molchanov O.A., Shibaev I.G., Galeev A.A., **Galperin Yu.I.**, Bosqued J.-M., Berthelier J.-J., Beghin C., Reme H., Lefeuvre F. Small-Scale Structures of Electric Field Variations and Particle Precipitations as Observed Onboard AUREOL-3 Satellite // Results on ARCAD-3 Project and of the Recent Programmes in Magnetospheric and Ionospheric Physics / Ed. CNES, Toulouse: Cepadues-Editions. 1985. P. 447–464.

² **Гальперин Ю.И.**, Зеленый Л.М., Кузнецова М.М. Пинчевание продольных токов как возможный механизм формирования лучистых форм полярных сияний // Космич. исслед. 1986. Т. 24. С. 865–874.

и потому иностранные ученые сюда «не хаживали». Да и время было такое, что ничего не было, т. е. вопрос, чем накормить наших гостей, был серьезной проблемой. Но Юрий Ильич, ничего не испугавшись, решил устроить большое совещание по проекту в Апатитах и пригласил целую делегацию французских ученых. И все удалось, французы приехали, совещание состоялось, итоги были подведены, планы намечены. Для участников проекта это была очень важная встреча, поскольку сразу после нее состоялся большой международный симпозиум в Тулузе, и был выпущен специальный сборник докладов по результатам с ИСЗ «Ореол-3».



Е. Титова и Ю. Гальперин обсуждают мелко-масштабную структуру лучистых сияний

Кроме работы французам даже разрешили покататься на лыжах, привезенных с далекой родины. Так уж случилось, что в день, когда французы должны были кататься, в Хибинах был абсолютный туман, гора была полностью закрыта, и подъемники запустили только для заезжих иностранцев, которых ранее никогда не видывали на склоне. Правда, и в этот день их все равно практически не видели, и очевидно, что самая тяжелая работа была у работников «невидимого фронта», потому что иностранные коллеги все время куда-то исчезали или внезапно появлялись, что «не правильно». Но в конце концов все обошлось, все нашлись, все выжили и пережили, и с тех пор иностранные делегации регулярно

стали приезжать в Апатиты и в наш институт, что немало способствовало развитию наших международных контактов, за что отдельное спасибо Юрию Ильичу.

Что хочется сказать в заключение? В нашей авроральной зоне Юрий Ильич, без сомнения, всегда был большим авторитетом, и это не шутка, это истинная правда. Каждый приезд Юрия Ильича к нам был явлением и потому, что Юрий Ильич всегда рассказывал нам много нового, интересного, и, главное, потому, что мы любили его.

Елена Евгеньевна Титова,
кандидат физико-математических наук,
ПГИ

НАЧАЛО МОЕГО ТВОРЧЕСКОГО ПУТИ И Ю.И. ГАЛЬПЕРИН

Когда встречаешься с незаурядной личностью, то это первое впечатление, как мне представляется, сохраняется на всю жизнь и освещает последующие встречи радостным вдохновением открытия. Именно так случилось со мной, когда в очень давние молодые наши годы я увидела Юру Гальперина впервые в ИФА на Большой Грузинской улице, куда меня направили на преддипломную практику. Я училась на последнем курсе физфака МГУ и страстно увлекалась геофизикой, физикой и эволюцией планет. Первоначально моим руководителем был А. Лебединский — незабываемая личность для всех, кто хоть раз с ним столкнулся. Однако, к моему великому сожалению, он перевелся с кафедры геофизики на кафедру космических лучей, и мне, вступившей тогда уже в период подготовки диплома, дали другого руководителя — Я.Г. Бирфельда из ИФА, где, предполагалось, я и займусь короткопериодическими колебаниями геомагнитного поля и их сопоставлением с полярными сияниями. Таким образом, тематика оказалась близкой к той, которой занимался Юрий Ильич в тот период и, в сущности, всю свою жизнь. Юра проводил немало времени на геофизической станции Лопарская на Кольском полуострове, на которой проходила и моя практика, и активным создателем которой и первым директором был все тот же Бирфельд.

Итоги Юриной работы по исследованию концепции связи характерных областей аврорального свечения с плазменными доменами в ночной магнитосфере, существенно отличающейся от общепринятой в то время, сделали в дальнейшем его крупнейшим специалистом, признанным во всем мире. Забегая вперед, хочу отметить, что с началом спутниковых исследований, когда мы с Юрой оказались в одном институте — ИКИ, он стал пионером спутниковых исследований авроральной радиации в Советском Союзе. Наблюдения на спутниках «Ореол-1» и «Ореол-2» в рамках советско-французских экспериментов АРКАД-1 и АРКАД-2 позволили ему получить уникальные данные и сделать обобщенные выводы о морфологии и природе диффузной зоны вторжения авроральных электронов с $E > 0,2$ кэВ. Все это я написала для того, чтобы читатель мог понять, как мне

сильно повезло в жизни, что я начинала свой творческий путь рядом с таким специалистом.

Никогда не забуду нашу первую встречу с Юрой. Он шел по коридору ИФА в темном распахнутом пальто и серенькой буклированной кепке, из-под которой слегка выбивались его черные кудри. Его темные глаза излучали мягкий и теплый свет, и в них отражался его недюжинный интеллект. Очень скоро выяснилось, что самые интересные обсуждения и советы по моим научным проблемам я получала именно от Юры. Бирфельд был занят написанием своей докторской диссертации и не уделял мне особенного внимания, да, по сути, по видимому, и не мог мне помочь продвигаться вперед с моей работой. Юра стал неформальным руководителем и вдохновителем моих изысканий. Вскоре, однако, Бирфельд заметил это обстоятельство и строго-настрого запретил мне общаться с Юрой под предлогом неразглашения инноваций, которые якобы содержались в моей работе и могли быть похищены. К сожалению, Бирфельд скоро печально окончил свою карьеру в больнице, в том числе, и из-за его фобий и мании преследования. Я оказалась, что называется, совсем «безхозной», и если бы не Юрий Ильич и Валерия Алексеевна Троицкая, взявшаяся за оппонирование моей дипломной работы, вероятнее всего, мой творческий путь завершился бы не так, как я мечтала.

Наши обсуждения с Гальпериным и энтузиазм наших отношений заметил, однако, не только Бирфельд, но и руководитель лаборатории ИФА, в которой мы состояли, — Валериан Иванович Красовский. Те, кто хорошо знал Красовского, должны помнить его специфические кодексы и шуточные уставы, которыми он не в шутку, а всерьез пользовался сам. Одним из таких положений было «Нельзя брать на работу привлекательных женщин, если хочешь, чтобы работа шла успешно». В итоге я провела три года после окончания физфака в главном издательстве физико-математической литературы (Физматгиз), работая редактором по физике, куда меня распределили, и уже только после этого занялась наукой.

Надо сказать, что для науки это было романтическое и очень плодотворное время. Недавно закончился Международный геофизический год, и я раскатывала в коридоре своей квартиры многочисленные бумажные рулоны с записями короткопериодных колебаний геомагнитного поля (КПК), собранных за время этого года. Начались и успешно продолжались космические исследования, причем запуск каждого нового космического

аппарата приносил урожай совершенно уникальных данных и позволял делать открытия. Разумеется, страсти кипели как перед запусками, так как конкуренция была неслабой, так и при интерпретации полученных данных.

В ИКИ я работала в лаборатории другого «столпа» научных космических исследований — Константина Иосифовича Грингауза (К. И.), оказавшегося с самого попадания его лаборатории в ИКИ из РТИ основным конкурентом всех остальных сотрудников и подразделений института, занимающихся космической плазмой. Так получилось, что в РТИ Грингауз и его сотрудники успели «заселить» своими приборами на космических аппаратах все уровни космического пространства и занять в связи с этим свои открытия и собственное мнение по поводу различных явлений в магнитосфере Земли и околоземном пространстве. В ИКИ эксперименты, предлагаемые другими лабораториями, как правило, конкурировали с предложениями Константина Иосифовича, а победить его, уже наделенного Ленинской премией и упрямым характером, было нелегко. Было и еще одно обстоятельство, раздражавшее всех «аборигенов» ИКИ. Грингауз пришел в науку как инженер-радиотехник и поначалу не очень успешно разбирался в физике плазмы по сравнению с другими сотрудниками, имевшими университетские дипломы. Юрию Ильичу совместно со Шкловским и Куртом, например, пришлось опубликовать статью с интерпретацией одних из первых результатов Грингауза, когда он еще работал в закрытом «ящике», и ему не разрешалось публиковаться в открытой печати, да и не смог бы он сам досконально разобраться в физике обнаруженного явления. Однако талантливый К. И. очень быстро образовывался и вскоре уже «плавал как рыба в воде» в своей области. Острые споры и «стычки» с Юрием Ильичом происходили у К. И. при выполнении проекта АРАКС, по поводу ионосферных исследований, которыми занималась в лаборатории Грингауза довольно большая группа людей, а также открытия диффузного слоя, прилегающего к внутренней границе магнитосферы. У Юрия Ильича было объяснение этого явления проникновением в магнитосферу через «пузыри» или «дырки», как он их называл в просторечии, образующиеся на дневной низкоширотной границе магнитосферы солнечной плазмы из-за пересоединения межпланетного и земного поля. У Грингауза, и, том числе и у меня, впервые наблюдавшей эту диффузную границу магнитосферы на спутнике «Прогноз» вблизи магнитосферных каспов, было мнение, что пересоединение и затекание плазмы солнечного ветра в этот слой происходит вблизи каспов. В качестве «рефери»

обратились к Р.З. Сагдееву, однако последний в это время «не жаловал» Юрия Ильича, надеясь «выселить» ионосферную физику как рутинную вообще из ИКИ. Так что понятно, как он объяснил Гальперину, что у того «собственная магнитосфера с только ему понятными собственными процессами».

Кстати, Юра оказался прав и в этом случае.

Мои отношения с Юрием Ильичом в ИКИ продолжали оставаться безоблачными, несмотря на все это. Я активно обсуждала с ним свои научные проблемы и получала полезные советы. Однако главной особенностью Грингауза была нетерпимость к «чужим», и теперь уже не Бирфельд, а К.И. устраивал выговоры мне, свободно общавшейся с Юрием Ильичом и О.Л. Вайсбергом, с которыми я подружилась в лаборатории В.И. Красовского.

Юрия Ильича всегда отличал своеобразный подход к дискуссиям. Он не просто критиковал положения и идеи, показавшиеся ему сомнительными, но всегда предлагал взамен свои подходы и идеи решения задач, чем очень многим отечественным и иностранным специалистам помогал продвигать их исследования.

Так было и с моим новым полем деятельности, которым я всерьез занялась после гибели всех моих экспериментов на отечественных аппаратах «Фобос» и «Марс-94-96». Это была гелиобиофизика, которая внедрилась в ИКИ еще при директорстве Р.З. Сагдеева в качестве тестовых исследований в этой сложной многофункциональной и для многих физиков сомнительной проблеме. В последующие годы эта область стала постепенно обрастать аргументами в пользу реальности исследуемых явлений, вплоть до того, что директором ИКИ Л.М. Зеленым было создано специальное подразделение, а в Академии наук направление получило официальный статус и гранты поддержки. Юрий Ильич, как и многие физики, сомневался в природе рассматриваемых электромагнитных биологически эффективных факторов, и, как обычно, предлагал свое объяснение, с моей точки зрения еще более сомнительными, гравитационными эффектами. Он был рецензентом моей с соавторами статьи в журнале «Космические исследования». Я написала ответ на его рецензию, который его удивил. В тот день, как оказалось, последний в его жизни, когда я собиралась обсудить с ним лично возникшее разногласие, я встретила в конце дня его в коридоре второго этажа ИКИ и отметила про себя удивительный, какой-то бледно-желтый цвет его лица. Я подумала: что-то с ним происходит неладное, и не подошла к нему, как обычно,

со своими проблемами. В эту ночь он скончался от обширного инфаркта.

Я не могу в силу ограниченности этой заметки поделиться другими многочисленными эпизодами из истории наших общений, совместного участия в конференциях в Апатитах, Мурманске, Шушенском и др., и во многих иностранных городах и странах. Мы дружили, всегда нам было интересно обсуждать научные и культурные аспекты посещаемых мест, семейные проблемы. Мы проводили достаточно много времени вместе в этих поездках, и я наслаждалась обширной эрудицией и памятью Юры, его талантом рассказчика, его мягким юмором и неизменным восторженным отношением к науке и жизни, так покоровшим меня с первой нашей встречи. Юрий Ильич был красивым человеком и рыцарем науки. Светлая ему память.

Тамара Константиновна Бреус,
доктор физико-математических наук,
ИКИ РАН

О ЮРЕ

С Гальпериным мне не пришлось работать вместе, поэтому мне хотелось бы вспомнить о нем как о друге и очень неординарном человеке.

Познакомились мы в 1957 году. Он тогда был в экспедиции ИФА в Лопарской, а я — там же — сотрудником ПГИ. С Наташей (женой Ю.И.) мы встречали в Лопарской Новый 1958 год, да так навсегда и подружились. Однажды мой приятель спросил: «А правда, что Гальперин за тобой ухаживал?» — я ответила: «Нет, ухаживала за мной его жена Наташа, а он меня любил, но меня любила вся его семья, так что кто бы ему позволил меня не любить».

В первые годы знакомства мы нечасто виделись, но я, бывая в Москве, обычно жила у них, а он — у меня в Мурманске. Но, правда, выставлял меня к моей маме, чтобы не мешала ему работать, то с Сашей Волосевич, то с Тимофеевым. Хотя мы с Ю.И. вместе и не работали, но зато было у нас общее природное явление — полярные сияния. Мы навсегда были покорены ими. Я, конечно, видела сияний намного больше его, так как постоянно жила в Мурманске и даже две зимы провела в экспедиции на Земле Франца Иосифа (видела касповые сияния!). Но Юра умудрялся увидеть детали (лучистость дуг, пульсирующие сияния). Много лет я занималась прогнозированием сияний. И вот тут у нас с Ю.И. началась интеллектуальная «война». Он довольно долго не мог понять, что прогнозирование — это «совсем другая наука», не поддающаяся просто формализации. Запутавшись в моих, прямо скажем, не очень логичных объяснениях, шуточно обвинил меня в колдовстве: «Ты не прогнозируешь, ты их просто вызываешь». После этого заявления меня в моей лаборатории звали ведьмой и даже побаивались. Зато, занимаясь ежедневными прогнозами полярных сияний, я, действительно, стала хорошо разбираться в типах потоков солнечного ветра и их временных и количественных характеристиках. И Ю.И. довольно часто звонил с вопросом: «Таня, может быть такое?» Я даже какое-то время давала его сотрудникам прогнозы для дежурных по спутнику. Очень интересно, но перед его звонком я всегда угадывала, что звонит именно Гальперин.

Кроме рабочих контактов у нас с Юрой был общий интерес — «Хочу все знать». Мы часто могли обсуждать книги, фильмы, поездки. Темы самые разные: французские короли, древний Рим, разведка, расизм, Вторая мировая война, холодное оружие. Мы как-то страшно переругались из-за Карлоса Кастанеды, но он внял моим аргументам. Когда я в следующий раз приехала в Москву, он уже накопил кучу книг по мистике. И, конечно, он уже разобрался лучше меня. Одно время Ю.И. заинтересовался новой хронологией Фоменко. А так как был очень занят, то просто купил книги и велел нам с Наташей изучить и ему доложить. Мы, естественно, кинулись читать и сделали общий вывод, что авторы плоховато разбираются в гуманитарных вопросах, и, позволяя себе их игнорировать, приходят к неоправданным сенсациям. Юра же выдал нам: «Как много надо не знать, чтобы написать такую чушь».



День рождения Светланы Алексиевич у Ю. И. и Н. Г. Гальпериных. Слева направо Ю. И., Ирина Ришина, Владимир Войнович, Ирина Ковалева, Светлана Алексиевич, Юрий Карякин с женой, Н. Г. Стоит в дверях А. Палатник

Мы подружились с Гальпериным, его женой (Наташу я просто обожаю) и с их родителями. Юра очень любил Наташу, всегда говорил, как с ней интересно, как много он от неё получает, какая она прекрасная жена, мать и дочь, и что она ему — самый верный друг. Когда-то они были старше меня, но потом разница в возрасте сгладилась. Но Юра всё равно считал себя старшим. Он давал мне денежку, когда я была бедной студенткой, и когда я очень захотела поехать к друзьям в Америку.

Он привозил мне в голодный Мурманск продукты, правда, подозреваю, что это были Наташины идеи. Он утирал мне слёзы, когда у меня случилась несчастная любовная история, страшно ругаясь, в отличие от своего семилетнего сына Миши, который принес мне шоколадку и показал, как он умеет стоять на голове.



Что мне в Гальперине нравилось:

- Юра хотел и умел быть очень хорошим другом, торговался своими друзьями: В. Гладышевым, Д. Куртом, В. Морозом, Н. Кардашевым. Радовался их успехам. Много рассказывал о друзьях ранней юности. Нужно было видеть, как у него горели глаза, менялся голос. В последние годы Ю.И. подружился с Сашей Волосевич. С удовольствием рассказывал, как на какой-нибудь конференции вставала хрупкая женщина с огромными глазами и неожиданно удивляла аудиторию очень глубокими знаниями и пониманием сложнейших вопросов (знай наших!). Кстати, Саша сдавала ему кандидатский экзамен, и он посмеивался: «Как полезно принимать экзамены, узнаешь так много нового».
- Ю.И. считал невозможным для себя что-либо не знать в той области, которой занимался. Очень много читал, постоянно возил с собой журналы. Начав вплотную работать с Сашей Волосевич, принялся серьезно изучать

*Ольга Мороз, Эстер
и Том Донахью в гостях
у Наташи и Юрия Гальпериных*

теорию плазмы, и засел за книги. Потом Саша говорила мне, что была поражена, как он так быстро, буквально за два года, постиг то, на что ей потребовалось гораздо больше времени. Ю. И. охотно вступал в дискуссии, где, как известно, рождается истина, он не только спрашивал, но и сам охотно раздавал идеи.

- Юра очень трепетно относился к своим учителям — И.С. Шкловскому и В.И. Красовскому. Охотно и много о них рассказывал, гордился, что ему повезло быть их учеником.
- Ю.И. был внимателен к своим сотрудникам. Помню, работала у нас в лаборатории Н.И. Федорова, до этого много лет проработавшая с Ю.И. У нее случились какие-то конфликты с нашими наблюдателями. Получаю от Юры письмо, где он просит меня разругать ситуацию, тем более что Н.И. была права.
- Как-то, когда я была у них дома, Юра сидел за столом и читал статьи и писал на них рецензии в журнал. Тут я узнала, что в случае отрицательной оценки статьи или каких-то положений в ней он всегда просил, чтобы автору (авторам) обязательно сообщали фамилию рецензента, чтобы тот мог связаться с Ю.И. и более детально выяснить суть претензий, и, если возможно, внести необходимую правку. Однажды при мне он сразу сам позвонил автору, выяснил свои недоумения, получил все разъяснения и помог молодому автору выправить статью и опубликовать её.

*В. Гладышев в гостях
у Н.Г. и Ю.И. Гальпериных*



- Юра обладал хорошим чувством юмора. У него был друг — И. Г. Фришман, когда они собирались вместе, то всем остальным приходилось только хохотать, это был просто фейерверк.
- А не нравилось мне, что Юра не любил старинную лютовую музыку.

У Гальпериных очень часто бывало много гостей. Как-то на большом сборище кто-то сказал, что у нас в стране каждый четвертый — стукач. Все несколько приуныли, а Юра тут же заметил, что по статистике в мире каждый четвертый — китаец, но, ведь, среди нас нет ни одного. Все сразу оживились, настроение поднялось.

Юра был очень коммуникабельным, наверное, потому что был очень доброжелательным. Для него не существовало никаких ограничений — социальных, национальных, интеллектуальных.

Мне когда-то в жизни очень повезло, что я познакомилась и подружилась с Юрой и его семьей.

Татьяна Антоновна Хвиузова,
ПГИ

ОТДЕЛЬНЫЕ ЭПИЗОДЫ МОЕЙ ДРУЖБЫ С ЮРИЕМ ГАЛЬПЕРИНЫМ

Мое знакомство с Юрой Гальпериным случилось в 1957 году в Заполярье на геофизической станции Института физики атмосферы Лопарская. Я в это время работал в Физическом институте АН СССР (ФИАН) в лаборатории космических лучей. ФИАН принимал участие в Международном геофизическом годе, и в Лопарской была организована экспедиция для изучения широтного эффекта в космических лучах. Ежедневно я запускал шар-зонд с разработанным мною телескопом на гейгеровских счетчиках и регистрировал передаваемые по телеметрии сигналы о высотном ходе интенсивности космических лучей.

С появлением в Лопарской Юры моя жизнь в экспедиции круто изменилась, и, как оказалось, изменилась вся моя жизнь. У нас сразу возникло взаимопонимание и доверие, которое очень быстро превратилось в многолетнюю дружбу.

Мне было очень интересно наблюдать за работой Юры и Тани Мулярчик, которые изучали полярные сияния оптическими методами. Полярные сияния возникали почти каждую ночь и часто продолжались почти до утра, непрерывно демонстрируя фантастически красивые и загадочные картины. Наблюдения сопровождалось интереснейшими беседами и дискуссиями на самые различные темы: о жизни, об искусстве, науке, политике. Юра проявлял удивительную глубину знаний во многих областях, что делало наши разговоры особенно интересными.

Для меня, однако, такая жизнь в экспедиции имела некоторые трудности. Для того, чтобы наблюдать и беседовать всю ночь напролет, мы поглощали огромное количество крепкого кофе, и это прекрасно помогало держаться и не спать. Но вот ночь кончалась, довольные и счастливые наблюдатели отправлялись спать, а у меня как раз начиналась работа. Меня спасала молодость.

У нас в Лопарской был замечательный Новый 1958 год. К Юре приехала жена Наташа, к Тане Мулярчик — муж

Вася Мороз, а ко мне — моя Тамара. Ехали они в одном вагоне, и Тамара, легко вычислив Наташу и Васю по информации из писем и телефонных разговоров, приехала, уже хорошо с ними познакомившись.

За новогодним столом компания у нас получилась очень веселая и интересная. В этом коллективе мы много лет потом отмечали разные праздники и годовщины. Встреча Нового Года дома у Юры стала традицией, которая прервалась лишь один раз, в год ухода Юры — 2001. И до сих пор 31 декабря его друзья встречаются в его гостеприимном доме и провозглашают тост в его память.



Начало 1958 года было на редкость морозным, температура все время держалась около минус сорока градусов, так что наши московские гости не могли много гулять по живописным окрестностям станции. Но зато ночью они могли любоваться удивительными картинками полярных сияний, которые невозможно увидеть в средних широтах, и которые невозможно представить себе, хотя их иногда показывают по ТВ.

Ю. Гальперин, В. Гладышев и Т. Мулярчик у охотничьего шалаша

К весне морозы ушли, полярная ночь отступила, и время ночных бдений существенно сократилось. Теперь нам удавалось иногда устраивать прогулки на лыжах, смотреть на стаи белых куропаток, посещать охотничью избушку на берегу реки Кица, где было очень приятно посидеть у горячей железной печки. В марте моя полугодовая зимовка закончилась, и мы распрощались, но не надолго, в Москве встречи продолжались, и дружба крепла.

Летом 1963 года наша лопарская компания (Юра с Натасей, Вася с Таней, я с Тамарой) собралась в байдарочный поход по нижней Волге. К нам присоединились наши друзья, и собралась большая и интересная группа, всего 15 человек. К этому времени наша лопарская шестерка успела обзавестись детишками, две семьи решились взять с собой своих мальчишек: Мишу Гальперина (6 лет) и Витю Гладышева (3 года). Мише, как старшему, поручалось следить за Витей, и мы были спокойны, поскольку было легче присматривать за ними, когда они вместе. Поход удался на славу. Время проводили в политических спорах, в рыбной ловле, в обсуждении результатов конкурса среди дежурных по приготовлению пищи. Тут, правда, почти всегда выигрывала Наташа, как впрочем, и во всех других наших встречах, ее кулинарное искусство было вне конкуренции. Рыбы в те времена в Волге было так много, что даже такие дилетанты, как мы, всегда были с уловом. Однажды мы почти случайно поймали осетра весом около 30 кг, отпустить его мы не сумели, и нам пришлось его съесть, хотя это было запрещено.

В 1965 году все трое наших детей (к мальчишкам присоединилась пятилетняя Оля Мороз) проводили летние каникулы в спортивно-оздоровительном лагере ФИАН в Крыму в поселке Кацивели. Как и раньше, Мише, как старшему — ему уже было 8 лет — частенько поручалось следить за младшими.

Юра всегда был очень увлечен наукой и все время работал над какой-либо проблемой. Лучшим отдыхом для него была работа за столом с журналами и собственными статьями, и уговорить его на внеаучный отдых было очень трудно. Однако в майские праздники 1967 года мне удалось увлечь его в байдарочный поход в дельту Волги. Волга там разливается на сотни километров и сплошным, но мелким потоком устремляется к морю. Там, где мы были, глубина составляла всего 50–60 см — весенний паводок еще не добрался до дельты. Вода была очень прозрачная, и было отлично видно, как мимо нас то и дело проплывали крупные рыбыны. Вокруг,

среди зарослей тростника, плавало огромное количество уток и гусей, и даже встречались лебеди.

На ночь мы поставили палатки на самом высоком месте небольшого островка, а утром обнаружили, что вода плещется у самого входа. Вода быстро поднималась, и пришлось срочно удирать и добираться до причала, с которого мы начали наше плавание. Именно добираться, потому что выяснилось, что плыть вверх против течения сил у нас не хватает.



Пришлось вылезти из байдарок и как бурлакам тащить их за собой. Дно было песчаное, твердое и ровное, так что мы успешно добрались до канала, по которому корабли выходят из Волги в море. Плыть по каналу до причала было недалеко, но преодолевать встречное течение мы, опять же, не могли. Берегов у канала не было, была сплошная стена тростника. И мы стали медленно продвигаться вверх, цепляясь за тростники. В конце концов, мы добрались до причала, и через несколько часов нас подобрал буксир с баржей, в которой плавали огромные осетры, белуги и сомы. Мы никогда до этого не видели таких огромных рыб. На буксире мы добрались до пристани, от которой на корабле доплыли до Астрахани. В то время на большинстве судоходных рек и озер существовало регулярное пароходное сообщение; ничего похожего сейчас не существует, и планировать маршруты с использованием пароходов уже невозможно.

*Ю. И. Гальперин, В. А. Гладышев и К. Цыпкин
на мысе Шмидта в поисках места для НИПа*

Юра пригласил меня в создаваемую им в ИКИ лабораторию, и я с удовольствием принял предложение. Летом 1968 года я перешел в ИКИ, началась новая, очень интересная жизнь: работа с аппаратурой, поездки на полигоны, на конференции, на испытания спутников и многое другое. В очень многие поездки я ездил с Юрой, и всегда это было интересно и полезно.

Что всегда удивляло, это как его везде принимали. Его доброжелательность, интеллигентность, высочайшая эрудированность и простота общения привлекали и располагали к нему всех людей, с которыми он общался. Я не раз наблюдал, как с первых сказанных им слов его начинали уважать и внимательно слушать академики и младшие научные сотрудники, генералы и младшие офицеры, инженеры и лаборанты. Например, когда мы с ним были в командировке на Мысе Шмидта, нам была оказана очень высокая честь. Юру (и меня, заодно) пригласил в свою баню бригадир старателей, один из самых важных людей в поселке. После этого в поселке нам оказывали особое внимание и местные власти, и местные жители.

Я уже не говорю о дамах, он был обаятелен и очень красив в любом возрасте, как говорила моя жена, и всегда дамы им восхищались.

Он любил и понимал живопись и музыку и дружил с художниками и музыкантами. В его доме я встречал Владимира Спивакова, который часто приглашал их с Наташей на свои концерты.

Во Франции друзья тоже часто приглашали его на концерты известных музыкантов и пользующиеся успехом спектакли. Когда Юра бывал в Париже, он обязательно шел в Лувр, чтобы посмотреть на свои любимые картины и скульптуры. Когда бывал в какой-либо стране, он посещал все доступные выставки и музеи и всегда увлекал за собой своих коллег. Эти экскурсии были очень интересны, так как Юра, как правило, уже много знал об экспозиции и с увлечением исполнял роль экскурсовода.

Юра оказался у истоков советско-французского сотрудничества в космосе, развитие его шло со скрипом. Конечно, многие хотели такого сотрудничества, и по самым разным причинам. Академическое и техническое начальство, прежде всего, стремились в Париж, да и все возможные участники совместных работ тоже были за Францию обеими руками, включая младших сотрудников КГБ, которых всегда включали в состав делегаций.

Проблема была в секретности, поскольку секретно было все. Но желание со всех сторон было столь велико, что все проблемы, в конце концов, были преодолены. В этой работе Юра был необычайно полезен. Его научный авторитет был хорошо известен всем участникам переговоров, и он мог очень убедительно объяснить (на блестящем английском и хорошем французском) научные аспекты проектов и ту пользу, которую научные сообщества обеих стран получают от совместной их реализации.



Самым запоминающимся проектом для меня был АРКАД-3. Он начинался с преодоления серьезных бюрократических барьеров, причина которых мне до сих пор не ясна. Почему-то заместитель председателя ИНТЕРКОСМОСа Владлен Степанович Верещетин был против этого проекта и долго не давал разрешения на начало работ. Однако Юре удалось привлечь на сторону проекта Вячеслава Михайловича Ковтуненко — руководителя космического КБ — и многих других влиятельных персон. Серьезное давление на ИНТЕРКОСМОС оказывал Центр Космических Исследований Франции. В конце концов, В.С. Верещетин уступил, и проекту АРКАД-3 был дан старт.

Совещание по проекту АРКАД-3. Сидят за столом В. Покрас, Ю. Гальперин, А. Рем

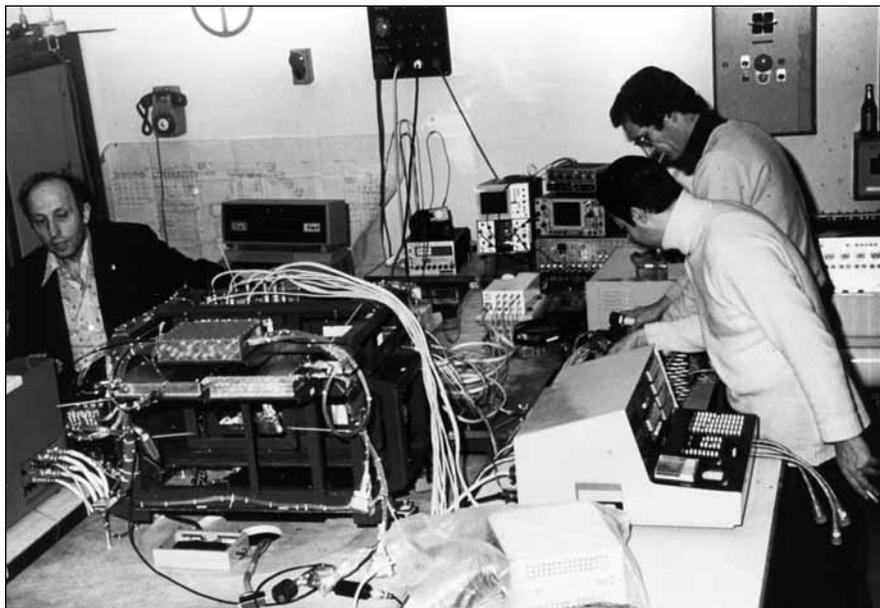
Для нашей космической науки того времени этот проект был очень прогрессивен. Впервые в научном комплексе работала ЭВМ, правда, французская. Впервые была

решена проблема электромагнитной чистоты всего космического комплекса. Измерения физических параметров космической среды в то время осуществлялись на пределе чувствительности научной аппаратуры, а электромагнитные шумы различных систем спутника и самих научных приборов часто существенно превышали эти пределы. Совместно с Ленинградским отделением института радиотехники были выработаны нормы электромагнитной чистоты для научных приборов и служебных систем космического аппарата. Были разработаны методики проверки и создана аппаратура для испытания приборов, возникло специальное подразделение в ИКИ, которое и сейчас проверяет бортовые приборы и выдает сертификат по электромагнитной совместимости (ЭМС). Были выработаны требования к бортовой кабельной сети, приводящие к минимизации электромагнитных шумов. Вместо стандартного экранно-вакуумного покрытия поверхности космического аппарата была применена изоляция с проводящей поверхностью, что позволило эквипотенциализировать аппарат и избежать образования разных зарядов на отдельных его участках и, вследствие этого, разрядных явлений, вызывающих электромагнитный шум, а иногда и выход приборов из строя.

Для проекта АРКАД-3 впервые были разработаны и изготовлены во ВНИИТ электромагнитночистые солнечные панели. Стандартные солнечные панели (СП), с точки зрения электромагнитных шумов вблизи спутника, являются огромной излучающей антенной. Открытые поверхности солнечных элементов и разветвленная сеть проводников, по которым текут значительные токи, непрерывно меняющиеся при изменении режимов работы аппаратуры, являются источником широкополосных электромагнитных помех, заметно превышающих пороги бортовых приборов. Это накладывает существенные ограничения на исследования, проводимые на борту космического аппарата. Было разработано проводящее покрытие для стеклянных поверхностей, генерирующих ток элементов, была переработана система токонесущих проводов, исключаящая излучение магнитных полей. В результате таких усовершенствований солнечные панели перестали быть источником помех, ухудшающих качество проводимых на борту исследований. Кроме того, металлизация солнечных панелей исключила разрядные процессы в панелях, что заметно продлило сроки их эффективного функционирования.

Во Франции, в космическом центре в Тулузе, для проверки электромагнитной чистоты спутника была создана специальная камера, в которую можно было помещать

спутник и проверять его шумовые характеристики. В камеру поместили полноразмерный макет спутника с изготовленной одной, привезенной из Москвы, электромагнитночистой солнечной панелью. Испытания показали отличную чистоту объекта. После этих испытаний в КНЕС образовалась длинная очередь из желающих проверить свою аппаратуру в этой уникальной камере.



Спутник с научным комплексом АРКАД-3 был запущен в сентябре 1981 года.

В те времена в нашей стране был странный обычай: о запуске спутников объявляли с задержкой в несколько дней, хотя американцы фиксировали каждый наш запуск и тут же об этом сообщали. С АРКАД наши власти хотели сохранить этот порядок, но Юре удалось их убедить, что будет неприлично, если Франция раньше узнает о запуске советско-французского спутника от американцев. И нам удалось-таки обойти американцев, и, как только спутник вышел на орбиту, было сообщено в Москву, а Москва передала это Парижу.

Космический аппарат получился отличный, весь комплекс отработал пять гарантийных сроков, его выключили, потому что и у нас, и у французов кончились возможности выколачивать деньги на регистрацию телеметрии и управление спутником.

Испытания советско-французской аппаратуры при участии Р. Ковражкина, В. Гладышева и Клода Салмона (Claude Solman)

Приведу пару историй, связанных с этим проектом, которые дают представление о порядках того времени. Обе связаны с проблемой ЭМС.

Для испытаний во французской камере ЭМС нужен был полномасштабный макет корпуса спутника, выполненный из дюрала. Это яйцо диаметром около метра и высотой примерно полтора метра. О том, чтобы везти во Францию макет из России, не могло быть и речи, и французы предложили изготовить макет корпуса во Франции. Но, естественно, требовались чертежи внешних обводов спутника. Спутник изготавливался в КБ в Днепропетровске, и я отправился туда за чертежами. Должен отметить, что в этом КБ, которым руководил Вячеслав Михайлович Ковтуненко, в то время был замечательный коллектив высокопрофессиональных специалистов. У Юры, и, как следствие, у меня с ними были очень хорошие отношения и полное взаимопонимание. Но чертежи спутника, это дело из другой категории. Изготовить чертеж оказалось просто, его нарисовал Володя Онищенко, перешедший впоследствии в нашу лабораторию. А чтобы получить разрешение на передачу этого чертежа французам, требовалось собрать на чертеже около 30 подписей. И я начал путешествовать по КБ снизу вверх, убеждая в отсутствии секретов на чертеже и уговаривая поставить подпись. Каждый, в конце концов, говорил: «ладно, уговорил, но вот он (следующий) ни за что не подпишет...»; как ни странно, удалось собрать все подписи. Когда мы приехали во Францию на совещание, первый вопрос французов был: «Чертеж привезли?»

Вторая история связана с солнечными панелями.

Чтобы оценить уровень электромагнитных помех от спутника, необходимо было, прежде всего, оценить помехи от солнечных батарей. В Союзе таких измерений никогда до этого не делали, этим не интересовались, а если бы даже кто-то и заинтересовался, то измерения проводить было бы нигде. Поэтому было чрезвычайно важно провести во Франции такие измерения. Все, кто был как-то связан с проектом и с изготовлением солнечных панелей для спутников, это прекрасно понимали. Но понимать, это одно, а подписать разрешение на вывоз из страны нового продукта спутниковой технологии, это совсем другое. Пришлось повторить восхождение наверх с собиранием подписей. Последнюю, решающую подпись поставил министр электротехнической промышленности. После подписи министра отменить разрешение уже никто не мог. И тут вдруг всполошилось КГБ: вдруг панель не вернется в Союз. Но запретить они

278

уже не могли, тем более что французам было сообщено время прибытия панели. Для транспортировки и испытаний экспериментальной панели должны были ехать трое: Юрий Ильич, В. Гладышев и разработчик панели из ВНИИТ Александр Иванович Козлов. Убедившись, что отменить доставку панели во Францию трудно и связано с определенным скандалом, а поскольку в то время Союз очень хотел дружить с Францией, в КГБ нашли выход: оставить в качестве заложников Гальперина и Гладышева. Мы не поехали, а наши домашние и служебные телефоны поставили на прослушивание. Александру Ивановичу пришлось одному везти очень громоздкую панель и участвовать в испытаниях. С помощью французских коллег он успешно справился со всеми проблемами и, самое главное, вернул панель на Родину. Мы с Юрой были реабилитированы и, не сразу конечно, сняты с прослушки.

В марте 1986 года моя дочь и две внучки эмигрировали во Францию, и моя жизнь изменилась. Сотрудник ИКИ не мог иметь родственников в капиталистической стране, и мне пришлось искать работу. В то время для человека с такой испорченной биографией это было не просто. Однако Юра поговорил с М.Б. Гохбергом и Р.З. Сагдеевым, и Роальд Зинурович позвонил в Институт физики Земли и предложил передать меня вместе с моей зарплатой. Михаил Борисович Гохберг тут же зачислил меня в свое подразделение. Первого января 1987 года я с грустью попрощался с лабораторией Юрия Ильича.

Мне в жизни выпало редкое счастье встретиться с Юрой, работать и дружить с ним большую часть моей жизни.

Владимир Афиногенович Гладышев,
кандидат физико-математических наук,
ИФЗ РАН

ПРИТЧИ ОТ ГАЛЬПЕРИНА

Молодым человеком Юрий Ильич пришел в космическую науку во времена, когда еще только закладывались основы этого направления. Ему посчастливилось быть и участником, и свидетелем событий, которые сегодня уже стали историческими. Свежий взгляд и наблюдательность ученого позволили ему выделить в череде событий что-то свое, неожиданное и, одновременно, поучительное. Годы спустя, на неформальных посиделках Юрий Ильич делился своими воспоминаниями и делал это с присущим ему артистизмом.

Юрий Ильич был одним из тех, кто закладывал фундамент космических исследований. Кроме научных и технических вопросов, важным элементом этого фундамента были взаимоотношения между людьми. Попробуем проиллюстрировать эти взаимоотношения, используя рассказы Гальперина.

ПРИТЧА¹ О «МУЖЧИНЕ»

Во время испытаний на заводе в Днепропетровске была обнаружена неисправность. Для выяснения причин случившегося было собрано совещание, в котором участвовали все руководители подразделений и служб КБ «Южное». Среди двух десятков участников совещания единственной женщиной была Инна Семеновна Игдалова. При «разборе полетов» каждый из выступавших доказывал, что его вины в случившемся нет. Закончилось последнее выступление и наступила пауза, которую прервала Инна Семеновна. Она сказала: «В этой ситуации кто-то должен быть мужчиной и взять вину на себя. Пусть этим человеком буду я».

Этот рассказ, с небольшими вариациями, я слышал неоднократно, и каждый раз в голосе Юрия Ильича звучало неподдельное восхищение Инной Семеновной, много сделавшей для успеха программы малых спутников.

¹ *Притча* — это малый поучительный рассказ в дидактико-аллегоричном литературном жанре, заключающий в себе моральное или религиозное поучение (<http://ru.wikipedia.org>).

ПРИТЧА О ЛУКАВСТВЕ

На заводе в Днепропетровске заканчивались испытания спутника, научным руководителем которого был Юрий Ильич. В конце рабочего дня к Гальперину подошел руководитель испытаний, отвел его в сторону и рассказал, что при последних испытаниях была обнаружена неисправность телеметрической системы. Заводчане расконсервировали запасной комплект, проверили его и готовы заменить, но для этого надо разгерметизировать спутник¹. На это нужно решение аварийной комиссии, создание которой займет время, и вся эта процедура отложит запуск готового спутника на неопределенный срок. Правила работы с научными приборами были иные, менее зарегулированные, о чем и сказал руководитель испытаний, добавив, что до заседания госкомиссии они решили ситуацию не обнародовать. На следующий день состоялось заседание госкомиссии. По традиции первым было выступление научного руководителя, и Юрий Ильич сообщил, что при детальном анализе работы научных приборов возник вопрос о правильности работы одного из них. Необходимо провести автономную проверку этого прибора, для чего нужно его снять с борта. Поднялся скандал, посыпались возражения и предложения, в том числе — проверить прибор, не снимая его с борта и не раскрывая гермоотсек. Юрий Ильич оставался тверд в своем решении, а проигнорировать мнение научного руководителя было невозможно.

Пришлось открыть спутник, снять прибор и провести его проверку, которая показала, что все в порядке. Во время этих работ, без лишнего шума, был заменен неисправный блок телеметрии, и через несколько дней спутник отправили на космодром.

Немногие знали истинную причину происходящего, но посвященные по достоинству оценили действия Юрия Ильича.

ПРИТЧА О ДОВЕРИИ

В лаборатории Юрия Ильича, находившейся тогда в полуподвальном помещении на Нижней Масловке, изготавливали приборы для нового космического эксперимента. Все необходимые испытания были закончены.

¹ В то время блоки электроники устанавливались в гермоконтейнере, где поддерживались относительно «мягкие» условия.

Довольные сотрудники разошлись на выходные по домам с тем, чтобы в понедельник запаковать приборы и отправить их на завод. Ночью в доме прорвало трубу, помещения лаборатории залило водой и летные, готовые к отправке приборы пришли в полную негодность. Сроки поставки поджимали, и Юрий Ильич принял неординарное решение. Он полетел в Днепропетровск и там предложил, что в намеченный срок будут поставлены «муляжи». Пока на заводе будут идти предварительные проверки, в лаборатории изготовят новые приборы и «муляжи» заменят. Если бы этот «сценарий» предложил другой человек, то, скорее всего, такой сомнительный план с элементами большого риска и прямыми нарушениями был бы отвергнут. Но поскольку предложение исходило от Юрия Ильича, то план был принят.

Для всего коллектива лаборатории наступили горячие дни. Одна часть сотрудников занималась срочным изготовлением новых приборов, а вторая часть — демонстрировала артистические способности, проводя работу с «муляжами».

По мере готовности новых приборов, «муляжи» заменяли. К моменту начала комплексных испытаний все приборы были поставлены и спутник был запущен в срок.

Мы просили Юрия Ильича записать его рассказы-притчи, в некий момент он согласился это сделать, но не успел.

Михаил Менделевич Могилевский,
кандидат физико-математических наук,
ИКИ РАН

ЮРИЙ ИЛЬИЧ ГАЛЬПЕРИН

Как написать о человеке, который умел держать дистанцию и открывался неожиданно и ошеломительно. Можно написать о том, что виделось бытово, в свете повседневности.

Что был красив, с удивительными лучистыми глазами (признак таланта), что сильно любил жену, что теща называла его Юркой, что радовался чужим успехам, что был уникально образован, щедр, ходил легкой походкой, в застолье бывал молчалив, доброжелательно выносил, когда другие мололи чепуху, сам никогда не говорил банальностей, расхожих истин, не щеголял своими знаниями.

Слушать его было наслаждением. Близко судьба свела нас в 2001 году в прелестном городке Марианские Лазни (Чехия). Они были втроем: Татьяна Аркадьевна (теща Юры), Наташа и Юрий Ильич.

Однажды в волшебный майский вечер я встретила Юрия Ильича возле колоннады с источниками. Роскошный майский парк благоухал (как писали в старинных романах); мы пошли по аллее, и я обратила внимание Юрия Ильича на то, что в небе, куда ни глянешь, высоко проплывает самолет.

Проплывал и тогда, оставляя за собой две белые линии. Заговорили о том, куда он может лететь, о пассажирах, висящих на невидимой ниточке судьбы между небом и землей. Не помню, по какой ассоциации (кажется Ю. И. вспомнил, что Андре Мальро вот так, в полете придумал свой лучший роман), заговорили о литературе и романе того же Мальро «Условия человеческого существования» («Удел человеческий» в другом переводе). Юрий Ильич сказал, что не читал этого романа. Но об Андре Мальро он знал, кажется, все.

Знал, что он участвовал в Гражданской войне в Китае на стороне коммунистов в 1925–1927 годах, командовал эскадрильей на стороне республиканцев в Испании. Во время Второй мировой был в концлагере, бежал, сражался в Сопротивлении, командовал бригадой и еще очень много всего интересного о Мальро и о его времени.

Полагаю, что, если бы я спросила о Гражданской войне в Испании, о Сопротивлении, получила бы исчерпывающие и оригинальные ответы. А ведь он был талантливым ученым-физиком и при этом блестяще знал историю, литературу и многое другое. Когда я писала роман, где одним из персонажей был Эйнштейн, и много читала об этом гении самых разных воспоминаний (иногда нелицеприятных), в какой-то момент поняла, что Ю.И. напоминает мне его. Нет, конечно, не по масштабам, не ролью в науке, не вкладом в Мировое знание, но они были сделаны из одного материала.

Имя этому материалу — талант. А талант — это как огонь: природа его одинакова и в огромном пожаре, и в пламени свечи.

Да, когда я говорю о щедрости, имею в виду не только бытовую щедрость, но и щедрость иного рода.

Вот пример.

Один раз вбежал на кухню сияющий. И пока на поднос ставили ужин для него и, кажется, его аспиранта, успел сказать радостно, что тот очень, ну очень, даровит.

Мне он тоже, мимоходом, сделал бесценный подарок.

Я работала над романом о жене Сталина, Надежде Сергеевне Аллилуевой, и говорила только о ней, о ее судьбе, об обстоятельствах ее несчастной жизни. Роман подходил к концу, а чего-то важного я не досказала, о чем-то тайном не догадалась. Я ощущала это, и меня это мучило.

И вот, стоя в прихожей их квартиры, я что-то говорила Ю.И. о последних годах Надежды Сергеевны, говорила сбивчиво, не зацепляя самого главного, а все о деталях. «Ну да, — сказал Ю.И., подавая мне пальто, — понимаю: никому не нужна и всем мешает».

Это были, как теперь принято говорить, ключевые слова. Они обозначили, проявили мое смутное ощущение.

Помню поездку в маленький средневековый городок Хеб.

По-немецки он назывался Эгер, «...у Шиллера есть пьеса „Лагерь в Эгере“», — рассказал Ю.И.

Я посещала Хеб до этого много раз, и никто из экскурсоводов не вспоминал Шиллера. Мы провели несколько

часов в этом, почти полностью сохранившемся, средневековом городе, Юрий Ильич был оживлен, моложав, легко всходил по крутым лестницам старинного замка, и только волновался, как там в Марианках Татьяна Аркадьевна. Он и поторопил нас с отъездом.



А в конце того же года его не стало. Он ушел непредсказуемо неожиданно, но для меня навсегда останется ЕГО след в небе, как след того самолета, который мы увидели когда-то вместе в бледно-голубом сиянии немыслимой выси.

Юрий Ильич, Наталья Геннадиевна и Ольга Трифонова в Праге

И я рада, что успела подарить ему книгу Мальро «Удел человеческий» на французском.

Ольга Трифонова

ЮРИЙ ИЛЬИЧ ГАЛЬПЕРИН, КАКИМ Я ЕГО ЗНАЛ...

В моей, теперь уже довольно длинной, не всегда путёвой, но интересной и насыщенной событиями жизни археолога было много замечательных встреч, оставивших глубокие и яркие воспоминания. С некоторыми из этих людей мы дружим или, по крайней мере, перезваниваемся и сейчас, других, к глубочайшему моему сожалению, уже нет в живых. Нет и Юрия Ильича, человека, которого я с особой гордостью мог назвать своим другом.

Когда Татьяна Мулярчик позвонила мне и предложила написать воспоминания о Ю.И. Гальперине, я долго настраивался, несколько раз начинал писать и бросал, пока не понял, что сделать это лучше, чем уже написал в книге «Записки провинциального археолога»¹, все равно не получится. Оставалось соединить эти выдержки, добавив к ним то, что осталось за пределами моего сознания тогда, пять лет назад. А чтобы читателю не нужно было ломать голову о том, что уже опубликовано, а что — нет, выдержки из книги набраны курсивом.

Лето 1979 года подарило нам с женой одну из самых значительных встреч в нашей жизни, соединив её на долгие годы с удивительно ярким и на редкость скромным человеком — Юрием Ильичом Гальпериним. Доктором физико-математических наук, профессором, заведующим одной из лабораторий Института космических исследований Академии наук СССР.

Встреча случилась в центральном дворе соловецкой крепости как-то так, сама собой: шли навстречу друг другу, и зацепились взглядом. Человек улыбнулся, и столько обаяния было в этой улыбке, так красиво и выразительно было его лицо, что мы остановились и заговорили, как будто были знакомы уже много лет. Как-то незаметно разговор переместился в нашу «келью» в Новобратском корпусе Соловецкого монастыря, обрстая всё новыми темами и сюжетами. Расстались мы только тогда, когда летнее северное солнце скрылось за горизонтом, чтобы через пару часов опять взойти над полоской леса.

¹ Мартынов А.Я. Записки провинциального археолога. Архангельск, 2008. (Соломб. тип.). 375 с. : ил. С. 181–182, 219–223.

Юрий Ильич прилетел на Соловки, чтобы выбрать место для устройства небольшой лаборатории и в будущем организовать наблюдения за полярным сиянием, о чём вёл переговоры с местной властью. Затем эта, в конечном счёте, почему-то сорвалась, а Гальперин стал приезжать на Соловки уже к нам — отдыхать, дышать Соловками. Он был великолепным рассказчиком и, при этом, обладал удивительной способностью рассказывать о сложнейших физических и астрономических явлениях таким понятным и образным языком, что начинало казаться, будто и мы разбираемся в них не хуже профессора. Со временем мы познакомились с его женой — Натальей Геннадиевной Фиш, приёмной дочерью известного северного писателя Геннадия Семёновича Фиша, автора с детства знакомых повестей „Падение Кимас-озера“ и „Мы вернёмся, Суоми“. Дружба с Юрием Ильичом Гальпериним продолжалась до самой его смерти в 2001 году, с Натальей Геннадиевной мы, хоть и редко, видимся и сейчас».

Следующая памятная встреча, гораздо более длинная и насыщенная событиями, состоялась в 1984 году, с которого начинается самый результативный период в изучении первобытных археологических памятников Соловецкого архипелага, продолжающийся по сей день. Самое прямое отношение к его началу имеет и Юрий Ильич Гальперин.

«В самой середине полевого сезона на Соловки приехал друг нашей семьи профессор Ю.И. Гальперин. Кабинетный учёный, который гораздо больше сидел, ездил и летал, чем ходил, Юрий Ильич на этот раз выразил горячее желание пойти на остров Анзер, более того — добраться до самого восточного — Колгуевского — мыса. Желание его было понятно, и появилось оно, по-видимому, не в последнюю очередь из-за моих восторженных рассказов об этом чудесном месте.

И, действительно, другого такого мыса ни на Соловках, ни на каком другом острове в Белом море нет. Представьте себе огромный по площади, почти прямоугольный по форме полуостров, на две трети своей территории покрытый тундровым лишайником, гораздо более известным под названием ягеля или беломошника. Между его «плантациями» там и сям желтеют дюнные впадины, соседствующие с грядами разноцветных камней и перелесками невысоких берёзок. А с трёх сторон — море, которое меняется прямо на глазах: то слепит на солнце голубой водной гладью, то глухо шумит, медленно накатывая зелёные волны на прибрежные валуны, то ревёт, покрываясь белой пеной.

В те годы, когда кроме моряков, обслуживавших колгуевский маяк, да редких посетителей, на Колгуеве никого не водилось, можно было часами сидеть на маячной горе и любоваться этим редкостным пейзажем.

Желание Ю.И. Гальперина совпало с необходимостью и возможностью продолжить на Анзере разведочные работы. Колгуев тоже манил меня, и не столько своими красотами, сколько загадками. Уже неоднократно мы с моим учителем, археологом А.А. Куратовым, бывали в дюнах Колгуевского мыса, где собирали куски расколотого кварца и что-то, похожее на отщепы. Но, во-первых, в те годы ни один из нас не имел опыта изучения кварцевой индустрии, и поэтому не мог точно определить происхождение этих предметов. Во-вторых, нам не удавалось обнаружить там культурный слой и какие-либо иные бесспорные артефакты: керамику, орудия труда из кремня, отходы кремнёвой индустрии. В-третьих, консультации с другими специалистами также не давали однозначного ответа на вопрос о том, когда и кем были расколоты в тех местах кварцевые желваки: в древности или в XX веке. Так и лежали собранные в дюнах небольшие коллекции кварца мёртвым грузом — не интерпретированные и не введённые в научный оборот. А интуиция и логика размышлений подсказывали, что древний человек, выбиравший для проживания практически повсюду красивые места, не мог обойти Колгуевский мыс.

Движимые такими вот соображениями и пребывая в возбуждённом, с куражом, состоянии (последнее — обо мне), мы добрались с оказией до Капорской губы, откуда и направились юго-восточным берегом острова к Колгуевскому мысу. Было начало августа, стояла отменная солнечная погода, „охотничий“ азарт гнал меня вперёд. Однако скоро стало понятно, что „волчий шаг“, которым археологи, случается, ходят по примеру викингов в разведках, кабинетному учёному не знаком и не приемлем. Мешали, прежде всего, грибы, которых в том году было на Анзере, как обычно, много. Мой друг, который видел их чаще в супе, чем в лесу, пришёл в полный восторг от этого изобилия, и начал собирать все подряд. Мои уговоры не действовали; он никак не мог поверить, что там, на Колгуеве, грибов ещё больше, и тащить их пять-шесть километров не имеет никакого смысла. Через 15–20 минут пакет, в который он совал грибы, был набит ими до ручек. Юрий Ильич устроил ревизию и выбросил все большие шляпки, но остановиться всё же не смог. Пришлось сменить тактику: показывая ему направление и (если было возможно) ориентир в конце очередного отрезка пути, я начинал петлять, взбираясь

на третью, более высокую, террасу, или спускаясь к берегу моря, в надежде на какой-то результат в обследовании этих участков. Результат был отрицательный, но, как говорит наш брат-археолог, негативный результат — это тоже результат.

Так мы добрались, наконец, до обширной площадки под маячной горой, рядом с которой желтело уже переспеваящей морошкой небольшое болото: Гальперин — с двумя пакетами грибов, я — с двумя (один сзади, другой спереди) рюкзаками. И тут Юрий Ильич аж застонал от досады: площадка, поросшая тундровой растительностью, была буквально усеяна подосиновиками и подберёзовиками. Маленькие, один к одному, с багрово-красными и желтоватыми шляпками, на коротких крепких ножках, они как-будто смеялись над незадачливыми разведчиками.

Как мог, я успокоил бедного, в промокнувшей от пота рубашке, друга, и мы поднялись к маяку. Мичман и матросы гидрографической службы, соскучившиеся по общению с людьми с „Большой земли“, приняли нас по-братски: накормили, определили на постой в старую маячную избу, снабдили необходимым бытовым инвентарём. Уставший от непомерно большого для него перехода и разомлевший от еды, Юрий Ильич мгновенно уснул, а меня познал дальше, к дюнам, тот самый азарт, „гон“, кураж (называйте, как хотите) — предчувствие удачи, которое безошибочно подсказывает разведчику: будет результат. И уже во второй от маячной горы дюнной впадине, на никем не тронutom жёлтом песке я увидел вожделенные, бесспорные артефакты — керамику (!), три небольших фрагмента боковых стенок разных лепных сосудов (серого, жёлтого и красного цветов) с чётким орнаментом в виде конусовидных ямок и оттисков косой „гребёнки“. Тут же нашел множество кварцевых и кремнёвый (!!!) отщеп, а также пару орудий из кварца — скребок и проколку. Сомнений не было: это — гораздо более древняя, чем обнаруженные ранее на Большой Муксалме и Анзере, стоянка. По „ямочно-гребенчатой“ керамике и кварцевым изделиям, учитывая весьма значительно большую высоту террасы, на которой оно находилось, местонахождение можно было датировать, как минимум, третьим тысячелетием до новой эры.

По возвращении на маяк мне ещё раз пришлось успокаивать отдохнувшего и вновь расстроившегося Юрия Ильича — ведь последнюю точку в определении культурного „статуса“ объекта (поселение? стоянка? место кратковременной остановки?) ставит всё-таки культурный слой, а я его не зафиксировал.

На следующее утро мы отправились в дюны и с первого захода, заложив метровый шурф в центре впадины, обнаружили приличный слой подзола, буквально напичканный кварцевым инвентарём и отходами каменной „индустрии“. Судя по мощности (до 15 сантиметров) и насыщенности культурными остатками, в этой дюнной впадине площадью около 800 квадратных метров было небольшое поселение, в котором многократно проживал в летние сезоны также небольшой коллектив охотников и рыболовов. Они выбрали дюну, а не лес, исходя, очевидно, из следующих соображений: близость моря и возможность спастись от холодных ветров и москитов в яме двухметровой глубины. Раскапывая данную стоянку в последующие годы, я много раз убеждался в том, что ни ветер, ни комары не докучают людям в закрытых со всех сторон песчаными стенками дюнных впадинах.

Но открытие поселения было не единственным результатом нашей с Юрием Ильичом разведки. В эти же дни, обойдя около тридцати дюнных впадин Колгуевского мыса, в десяти из них мы обнаружили отходы кварцевой индустрии (отщепы, сколы, куски расколотого кварца) и заготовки каменных изделий: скребков, проколов и даже небольшого топорика. В каждой из них был хотя бы маленький горизонт подзола с культурными остатками. И нигде не было ни керамики, ни орудий труда, ни кремнёвых изделий. А когда мы осмотрели моренные гряды, располагавшиеся поблизости от этих дюнных впадин, и нашли там множество кварцевых желваков, и целых, и расколотых, стало понятно, что все 10 объектов — древние „мастерские“, в которых осуществлялось первичное раскалывание кварца и изготовление грубых заготовок будущих изделий, которые „доводили до ума“ на... только что открытом поселении. Об этом недвусмысленно свидетельствовали обилие так называемых кварцевых „чешуек“ на стоянке и полное их отсутствие на площадках „мастерских“: ведь изготовить орудие, не отщепляя от заготовки мелких и мельчайших отщепов — чешуек, невозможно.

Мы были более чем удовлетворены результатами разведки, мы были счастливы. А исследователь, каким и был Юрий Ильич, он всегда исследователь, независимо от того, что ему приходится изучать. Поэтому-то он и радовался успеху с той же детской непосредственностью, как и Ваш покорный слуга. А я горжусь тем, что один из самых интересных и важных для островной археологии первобытных памятников был открыт в компании с таким замечательным человеком, каким был Юрий Ильич Гальперин.

В течение трёх полевых сезонов стоянка «Колгуевская-2» (как мы её назвали), была раскопана. Раскоп «подарил» нам более 5000 артефактов, которые многое рассказали об освоении Анзерского острова первобытными охотниками и рыбаками с Летнего берега Белого моря в III тысячелетии до н. э. А открытие стоянки Колгуевская-2 так вдохновило нашу экспедицию, что в последующие годы мы нашли ещё 55 стоянок, мастерских и местонахождений древних людей, проследив историю освоения архипелага с середины VI тысячелетия до н. э.



И ещё об одном я должен написать. Дом Юрия Ильича и Натальи Геннадиевны на Фрунзенской набережной на несколько десятилетий стал надёжным пристанищем для нашего небольшого семейства. Каждый из нас, и все вместе мы могли заявиться к нашим друзьям в любое время суток, встретить самый радушный приём, окунуться в совершенно другой, очень интересный и новый для нас мир.

*Ю. И. и А. Мартынов
на юго-восточной
оконечности острова
Анзерского (Соловецкие
острова)*

До конца дней своих не забуду поддержку Натальи Геннадиевны и Юрия Ильича, которые приютили меня в 1991 году на пару недель, когда пришлось «доводить до ума» материалы, с которыми Соловецкий музей претендовал на место в Списке Всемирного наследия ЮНЕСКО. Их искренняя заинтересованность в успехе

«безнадёжного предприятия», мудрые советы и даже слова утешения вконец измотанному министерским чиновником-куратором «заму по науке» в те дни значили очень много. В Список ЮНЕСКО нас, во всяком случае, включили.

В те годы, во время наших в общем-то непродолжительных, встреч я, конечно, не думал, что когда-нибудь буду писать о Юрии Ильиче в прошедшем времени и жалеть о том, что он так рано ушёл из жизни...

Александр Яковлевич Мартынов,
археолог, кандидат исторических наук,
заместитель директора по научной работе
Соловецкого музея-заповедника

УЧИТЕЛЬ

Антиэпиграф
«Нас этот заменит и тот —
Природа не терпит пустот»

А. А. Вознесенский

Воспоминания писать трудно. Дневников я никогда не вел, память на события у меня никакая. А что же остается? Остается эмоциональный фон вперемежку с эпизодами событий, которые вряд ли можно изложить внятно и последовательно. Некий поток сознания. К тому же за чередой прошедших лет и событий уже и сам сомневаешься, а было ли все это именно так, как помнится? Наверное, не совсем так, и единственное, в чем я могу быть уверен на сто процентов, — это чувства, которые я испытал во время общения с Юрием Ильичом. Испытывал и испытываю до сих пор.

ЗНАКОМСТВО, АСПИРАНТУРА И ПЕРВЫЙ ДОКЛАД НА СЕМИНАРЕ

Познакомился я с Юрием Ильичом случайно. Случайно, насколько случайным было мое поступление в аспирантуру Института космических исследований. После окончания университета я уже пару месяцев как работал по распределению, когда мне позвонил заведующий кафедрой вычислительной математики Калининградского госуниверситета Латышев Константин Сергеевич и предложил поступить в целевую аспирантуру. И еще он сказал, что есть договоренность — руководителем будет Гальперин Ю.И. Надо сказать, что фамилия Гальперин у меня ассоциировалась только с автором Большого англо-русского словаря. И откуда мне было знать, что Юрий Ильич — сын Ильи Романовича? И еще Латышев предупредил, что Юрий Ильич — один из ведущих ученых в мире в области околоземной физики, и чтобы я при первой встрече сразу не опозорился. Так что в Москву я ехал с восторгом и «дрожющим хвостиком».

Дверь открыл невысокий мужчина в брюках с подтяжками, что сразу располагало к неофициальному и, наверное, «нестрашному» общению. Представившись, он пригласил в квартиру. Мы (вместе со мной был еще один претендент в аспиранты Сергей Кузькин) вошли в комнату, сразу поразившую количеством книг. Я чувствовал себя как на экзамене. Почему-то казалось, что Юрий

Ильич будет нас экзаменовать, а мы ведь и представления не имели об ионосфере, ионах, электронах, спутниках и прочем. Но разговор получился совсем другим. Юрий Ильич спрашивал о том, что нам интересно, и сам больше рассказывал об Институте, о проекте АРКАД-3, который готовился в тот год. При этом по-доброму, как-то по-отечески улыбался.

Вышел на улицу я абсолютно счастливым человеком. Так, как будто побывал в волшебной стране, да еще получил туда билет от Главного Волшебника. Удивительно, но это чувство почти щенячьего восторга часто возникало у меня каким-то внутренним фоном при нашем общении в дальнейшем.

Примерно через год я поступил в аспирантуру к Юрию Ильичу. Нельзя сказать, что он учил в классическом понимании этого слова. Я не могу припомнить, чтобы он специально читал лекцию аспирантам о магнитосферных процессах и явлениях, разве что о полярных сияниях, но скорее как о грандиозном природном шоу, а не как о физическом взаимодействии атмосферы с энергичными частицами. Все как-то шло само по себе в виде своего рода неформальных дискуссий. А главным «преподавателем» была та атмосфера, которая царилла в лаборатории Гальперина. Это был удивительный коллектив единомышленников, замечательных ученых и прекрасных товарищей. Конечно, создателем и вдохновителем его был Юрий Ильич.

Примерно через месяц после поступления Юрий Ильич устроил мне «проверку боем». К тому времени Юрий Ильич уже определил, чем мне заниматься — оттоком тепловых ионов, полярным ветром и подобными явлениями. Известной проблемой тогда было присутствие в магнитосфере тепловых ионов O^+ , при том, что в процессах типа полярного ветра такие ионы участвовать не могли. Так вот, Юрий Ильич попросил меня сделать доклад по недавно вышедшей статье Т. Мура на эту тему. Это было сродни известному методу обучения плавать. Надо сказать, что я скорее тонул, чем плыл. После моего школярского пересказа статьи (невооруженным глазом было видно, что я ничего сам не понял) Владимир Афиногенович Гладышев, между прочим, ведущий специалист по тепловой плазме в лаборатории, аккуратно отметил, что доклад очень умный, настолько, что он ничего не понял. Тут встал Юрий Ильич. Я впервые слушал его как докладчика. Вот это был класс! И статья Мура оказалась только поводом. Я увидел блестящего докладчика и полемиста. Впоследствии, многократно слушая его на различных конференциях, я не уставал пора-

жаться его ораторскому дару. Почему-то вспомнилось, как он, шутки ради, написал эпитафию из Винни-Пуха к одному из своих докладов про магнитосферный хвост «Хвост, или он есть, или его нет...» Вот так и делалась настоящая наука. Легко, весело и с удовольствием.

ОДНАЖДЫ В СТУДЕНУЮ ЗИМНЮЮ ПОРУ...

Что бы ни говорили, а раньше, в восьмидесятые годы прошлого уже века, в Москве климат был другой. Никого не удивляли 25–30-градусные морозы, которые держались месяцами, и снег, заваливавший дороги так, что невозможно ездить. Так вот, основной снегоуборочной техникой в те социалистические годы была интеллигентия с лопатой, благо, в Москве академических институтов хоть пруд пруди. Не была исключением и лаборатория Гальперина.

В тот день была обыкновенная зимняя морозная суббота. Мы должны были убирать одну из улиц, параллельную Профсоюзной, недалеко от ИКИ. Мороз с утра был немаленький. Точно ниже 25, а скорее и все минус 30. Лаборатория пришла, как положено, всем составом часам к десятил утра. Разобрали казенные лопаты и приступили. И все вроде шло, как положено, но замечаю я, что Юрий Ильич как-то странно на меня поглядывает. Потом внимательно так посмотрел и подходит. «У тебя вазелин есть?», — спрашивает. «Нет. А зачем?», — отвечаю я. Надо сказать, что я по своей молодости или скорее глупости, избалованный калининградскими зимами, где и минус десять — катастрофа, и представить не мог возможные проблемы при минус тридцать. «Ай-яй-яй! Что ж ты молчал?», — и достает какую-то маленькую коробочку. «Вот. Это гусиный жир. Стой спокойно, я тебя помажу». Сказал и густым слоем намазал мне нос и щеки. Что, вероятно, их и спасло... Почему я про это вспомнил? Не знаю. Хочется написать дальше что-нибудь из классиков, типа «Мы в ответе за тех, кого...» или «Слуга царю, отец солдатам...», но это все не про то. А про то — гусиный жир из баночки Юрия Ильича на моем носу и щеках.

ТРИ НЕОБХОДИМЫХ ВКУСА

На протяжении тех лет, что я знал Юрия Ильича, мы участвовали во множестве конференций. Больших и помельче. Но на каждой из них или в начале, или в конце,

или и там, и там, был что? Правильно, банкет. И воспоминание мое совсем странное. Юрий Ильич и алкоголь. По моим понятиям он не употреблял спиртное вообще. Нет, наверное, пригублял, как говорится, «за компанию», но у меня в памяти это не сохранилось. При этом всегда, при любых ситуациях, он оставался душой компании, причем компания эта могла быть в самом разном состоянии. Обычно непьющие люди очень негативно относятся к тем, кто не является таковыми. Но даже тут Юрий Ильич меня поражал.

Как-то, когда уже было ясно, что заниматься мне придется полярным ветром, мы вдвоем с Юрием Ильичом пошли в гости к Николаю Константиновичу Осипову¹. Именно ему принадлежала идея моделировать нестационарный полярный ветер, что и было реализовано Латышевым и К^о в Калининграде. Первый, впрочем, не совсем удачный, вариант модели уже был опубликован в журнале «Геомагнетизм и аэрономия». Собственно, обо всем этом мы и пришли пообщаться. Надо сказать, что Осипов был своеобразным человеком. Вся его кухня была заставлена различными бутылками. Их было много, и все они были открыты и наполовину полны (или пусты, если угодно). А сам хозяин ходил по кухне, здраво рассуждал о физике и время от времени прикладывался то к одному, то к другому сосуду. Но не это удивительно, а то, с какой деликатностью, как удивительно тонко вел себя Юрий Ильич. Прощая слабости другого, он не становился при этом судьей.

А вот однажды удивлению моему не было предела. Я был в гостях у Юрия Ильича. Наверное, это было уже после окончания аспирантуры, да наверняка так. Мы были в кабинете у Юрия Ильича в его квартире на Фрунзенской набережной. Не помню уже, о чем говорили. И вдруг Юрий Ильич говорит: *«Хочешь, я научу тебя делать коктейли?»* — «Угу!» — от удивления я потерял дар речи. *«Смотри. У человека есть четыре вкуса — соленый, сладкий, горький и кислый. Первый нам совсем не годится. А вот для хорошего коктейля нужно три остальных. Обязательно все три! И тогда — все просто. Горький — это нечто крепкое, водка, например. Сладкий — это, как правило, ликер, кислый — некий сок. Вот и все! Попробуем?»* И пока я, раскрыв рот, смотрел, быстро смешал два коктейля. *«Пробуем, пока Наталья Геннадиевна нас не застукала!»* — хитро улыбнувшись, сказал Юрий Ильич. Вот, собственно и все. Резюме не будет.

¹ Осипов Николай Константинович — доктор физико-математических наук.

КАРТОШКА

Чему только не научил меня Юрий Ильич! Он, например, познакомил меня с чудом микроволновой печи. Конечно, тогда я слышал о ней, но еще никогда не видел в деле. Я в очередной раз был дома у Юрия Ильича. По какой-то причине Натальи Геннадиевны не было в Москве.

Хочу прерваться, потому что не могу не написать про эту удивительную женщину, жену Юрия Ильича. В моем понимании именно Наталья Геннадиевна делала дом Гальпериных удивительно уютным и крепким, что ли. Говорят «мой дом — моя крепость». Наверное, это так. Только крепость тут — не фортификационное оборонительное сооружение, а удобный, комфортный, КРЕПКО выстроенный домашний, приветливый для гостей, мир.

Итак, естественно, кулинаром Юрий Ильич не был. По крайней мере, я его с этой стороны не знал. Но не оставлять же гостя (меня) голодным? И вот тут я услышал целую лекцию по использованию микроволновки в полевых условиях отсутствия жены. В качестве подопытного продукта использовалась картошка. Ну что вам сказать... Это оказалось неожиданно вкусно — картошка в мундире a la Galperin.

ЗАЩИТА

Я долго тянул с защитой кандидатской. Вроде уже все сделано, но всегда находились какие-то дела, казавшиеся более важными (и где они, эти дела?..). Юрий Ильич, конечно, был этим не слишком доволен. Но, в силу своего великодушного характера, почти не ругал меня за это. Почти. Но все-таки наступило время, когда я созрел. Я привез окончательный вариант, и пришла пора пройти некую процедуру выступлений там и здесь, впрочем, кто защищался — меня понимает.

Финальный отрезок начался с нервотрепки. Звонок от Юрия Ильича утром: «Леня, ты завтра (!!!) после обеда обязан выступить в ИЗМИРАН, как ведущей организации». Да... Когда дело касалось дела (уж простите за тавтологию) снисхождения от шефа ждать не приходилось. На самолет билетов нет, на поезд — тоже. Иду на посадку и, о чудо, кто-то сдает билет в купе люкс. Приехал, выступил. Юрий Ильич этому совсем не удивился. Как можно не сделать что-то, что надо сделать?

А до этого была еще одна история, связанная с моей защитой. Когда диссертационный совет принимал диссертацию к защите, он, естественно, назначил официальных оппонентов. Одним из моих оппонентов стал Константин Иосифович Грингауз. Константин Иосифович был всеми признанной научной величиной мирового масштаба. Но от этого выбора я буквально впал в оцепенение. Дело в том, что у Юрия Ильича и Константина Иосифовича были в то время совсем непростые отношения. Я не могу припомнить, чтобы они хоть в какой-либо степени общались. Не буду касаться этой темы, тут я не компетентен. Да я, собственно, о другом. Когда я робко спросил у Юрия Ильича: «А может, можно было другого оппонента найти?» Он мне сказал, что ни на секунду не сомневается в научной честности и объективности Грингауза, и личные отношения тут не при чем. Это более чем подтвердилось на защите, где Константин Иосифович был ко мне более, чем лоялен.

Во время проекта ВЕГА Грингауз дневал и ночевал в ИКИ. «Он вел себя как настоящий герой!» — сказал тогда Юрий Ильич. А вы бы так смогли сказать?

* * *

«Нас этот заменит и тот — природа не терпит пустот», писал поэт. Нас, может быть, и заменит, Юрия Ильича — никто и никогда.

Леонид Викторович Зинин,
кандидат физико-математических наук,
доцент Калининградского университета им. И. Канта

КУРС МОЛОДОГО БОЙЦА

Пятого апреля мне позвонил директор института, Лев Матвеевич Зелёный, и сурово поинтересовался, успею ли я за неделю написать воспоминания о Юрии Ильиче в объёме 15 страниц для готовящейся к изданию книги о нём. Оказывается, всех попросили об этом уже почти месяц назад. Я удивился в трубку, поскольку первый раз об этом слышал. Трубка голосом Зеленого удивилась в ответ. Тем не менее, я бодро развеял сомнения начальства, уверенно заявив, что «конечно, успею!» И действительно, память хорошая, событий в лаборатории в те времена происходило множество, и большинство из них так или иначе были связаны с Юрием Ильичом как с её руководителем. В общем, сел за компьютер, решительно открыл окно редактора, и...

...и растерялся. Воспоминания. Что я могу такого вспомнить лучше, чем те коллеги и друзья, с которыми он прошёл почти всю свою научную дорогу и личную жизнь? Каким он был учёным, руководителем проектов, организатором исследований, генератором идей, о его научных достижениях гораздо лучше расскажут В.А. Гладышев, Т.М. Мулярчик, Р.А. Ковражкин, А.К. Кузьмин, Я.И. Фельдштейн, Г.Н. Застенкер, Л.М. Зеленый, А.В. Волосевич и многие другие, чьи имена и сами имеют немалый вес в науке. С ними он делил хлеб в Лопарской, обживал Кергелен, совершал основополагающие для физики магнитосферы открытия и создавал новые теории. С ними разрабатывал первую космическую научную аппаратуру и первые научные спутники, устанавливал и развивал международные связи в области исследования космического пространства, задумывал новые смелые проекты. Конечно, что-то из перечисленного происходило и на моих глазах, и в чём-то мне даже повезло принимать некоторое участие, но...

Воспоминания. Это как? Это глагол «был» почти в каждом предложении? «Юрий Ильич был...» Оказывается, очень сложно написать «был». Именно в таком контексте — сложно. Вроде, пока не написал — не считается. По-детски, конечно. Но — не считается. Юрий Ильич есть. Уехал в командировку, работает дома, улетел к детям в Америку, или туда же, но к коллегам по работе над очередной статьей. Да мало ли, куда и зачем? И не важно,

что кабинет Юрия Ильича уже давно занимает Толик Петрукович, мой одногруппник и напарник по стройотрядовской бетономешалке. И на вопросы иногородних коллег, из тех, кто редко приезжает, «А где найти Петруковича?» — «А у себя его нет?» — «А это где?» — им отвечают: «В кабинете Юрия Ильича». Ибо все коллеги, разумеется, знают, где кабинет Юрия Ильича. И идут туда — к Толику. Впрочем, какой он теперь Толик? Заведующий отделом, доктор наук, недавно избранный член-корреспондент РАН Анатолий Алексеевич Петрукович. И есть какая-то справедливость и подсознательное внутреннее согласие с тем, что в этом кабинете теперь работает именно он. И не только у меня. Поскольку из всех заведующих подразделениями именно Петрукович по отношению к науке, на мой взгляд, наиболее близок к Юрию Ильичу и наиболее достоин этой чести. А раз есть кабинет Юрия Ильича (не «бывший кабинет Юрия Ильича», а именно «кабинет Юрия Ильича»), то и сам Юрий Ильич есть. Пусть в нашей памяти, в подсознательном виртуальном мире, но он есть. А вовсе не «был». Вот о нём, о своём Юрии Ильиче, я и попробую рассказать. Как если бы вы спросили «Да? Ты знаком с Юрием Ильичом Гальпериным? Расскажи?»

НАЧАЛО. РОМАНТИКА

** Физтех — Московский физико-технический институт*

Весной 1987 г. нас, студентов третьего курса Физтеха* кафедры космической физики, пригласили в ИКИ для знакомства с базовым институтом. Знакомство происходило в форме посещения научных подразделений, где их руководители рассказывали нам о научной тематике подразделения, текущих проектах и задачах, знакомили с ведущими сотрудниками. По результатам этой «экскурсии» мы должны были определиться и выбрать одно из направлений космической физики (и, в идеале, научного руководителя) для написания диплома и вероятной дальнейшей работы по специальности.

На большинство моих товарищей сильное впечатление произвела пламенная речь Рашида Алиевича Сюняева о великих задачах астрофизики, периодически перемежаемая темпераментными разговорами по телефону на английском с американскими коллегами и раздачей ценных указаний сотрудникам отдела, то и дело возникавшим в дверях со срочными вопросами. К нему в отдел попросились аж шесть человек. Кто-то пошел к теоретикам. Мне же хотелось заниматься экспериментальной работой, поскольку возиться с железом я любил больше, чем корпеть над голыми формулами.

И вот в отделе физики плазмы нас пригласил к себе в кабинет заведующий лабораторией профессор Юрий Ильич Гальперин. И стал рассказывать нам о полярных сияниях, ионосфере, внутренней магнитосфере и замечательных процессах, которые изучают в его лаборатории. Этот рассказ совершенно не походил на лекцию или презентацию. Скорее, он напоминал художественные произведения о науке и ученых. В интонациях Юрия Ильича сквозила неподдельная увлеченность и, я бы даже сказал, влюбленность в предмет своих исследований. Слушая его, я уже представлял себя героем сюжетов, похожих на «Иду на грозу» Гранина, командировки за Полярный круг, измерения, наблюдения и т.д. Когда профессор закончил свой рассказ, и я очнулся и вернулся в реальность, я не мог точно сказать, двадцать минут прошло, полчаса, или полтора. При том, что за все это время он не использовал ни одной формулы, мне показалось, что я отлично понял устройство магнитосферы Земли и способен решить все те вопросы, которые почему-то, по словам Юрия Ильича, до сих пор не решены.

В общем, выбор мой был сделан решительно и бесповоротно. Я хотел работать в лаборатории Ю.И. Гальперина. Надо заметить, впоследствии оказалось, что это был единственный случай в моей трудовой биографии, когда я сам принимал «кадровое решение» — выбирал себе руководителя, коллегу или подчиненного. Всю остальную жизнь, до момента написания этих строк, даже в должности заместителя директора института, мне приходилось работать с теми, кто уже был в обойме.

НАУЧНО-ТАКЕЛАЖНЫЕ БУДНИ

Появившись в лаборатории, я думал, что меня сразу включают в состав участников по какому-нибудь из готовившихся экспериментов, тем более что лаборатория была ведущей по спутнику «Авроральный зонд» начинавшегося проекта ИНТЕРБОЛ. Вместо этого Юрий Ильич вручил мне толстую стопку книжек по магнитосфере и сказал, что мне неплохо было бы месяца за три их изучить. И на эти три месяца Юрий Ильич забыл о моем существовании. Я честно старался понять написанное в этих книжках, внимательно слушал сотрудников лаборатории на лабораторных семинарах, но чувство неприкаянности в тот момент преобладало. «Реального дела» в моем представлении у меня не было. Отчет по НИР изобиловал фразами «изучил», «проблематика» и т.п. За время «изучения» я уяснил, что приборов



*Обсуждение проекта
ИНТЕРБОЛ*

и экспериментов на ИНТЕРБОЛ в лаборатории готовится больше, чем в ней есть сотрудников, включая секретарей и студентов, что все заняты по горло, и конкретно мной никто заниматься не будет.

И вот осенью, когда «базовых» дней стало четыре, а не один, вдруг всё изменилось. Меня пригласил Юрий Ильич и сказал, что людей не хватает, что некоторые приборы «подвисают», и что он хотел бы, чтобы я тоже отвечал за один из приборов. Я сказал, что я готов. Юрий Ильич коротенько ввел меня в курс дела. На «Авроральном зонде» планировался эксперимент с участием двух приборов — энерго-масс-углового спектрометра ионов малых энергий «Гиперболоид», который делали французские коллеги из команды Жана-Жака Бертелье, и ионного эмиттера РОН, разрабатываемого в Австрии группой Клауса Торкара. Суть состояла в том, что в результате фотоэффекта спутник на орбите приобретает положительный электрический заряд, и ионы с энергиями, меньшими потенциального барьера, создаваемого полем этого заряда, не могут достичь детекторов приборов. Предполагалось, что ионный эмиттер позволит с помощью пучка ионов высоких энергий «сбросить» накапливающийся заряд, снизить потенциал корпуса и, таким образом, измерить характеристики тепловой компоненты плазмы вдоль орбиты спутника. Собственно, прибор РОН и некому было курировать с нашей стороны.

Началась совершенно другая жизнь. Вместо бдений у вакуумной камеры и калибровочных стендов «кураторство» оказалось заполненным тоннами бумажек, формуляров, писем, пояснительных записок, инструкций по эксплуатации, технических описаний, протоколов, с одной стороны, и тасканием ящиков с аппаратурой, развоздами в НПО им. С.А. Лавочкина, таможду, Шереметьево — с другой. Таинственные слова и аббревиатуры — ГУЧ*, циклограмма, КБВ**, УКС***, ЭВТИ**** и т.д. — прочно входили в мой обыденный лексикон. Совещания, испытания, отчеты, снова совещания, снова испытания, снова отчеты — обычный нон-стоп при подготовке проекта. Я узнавал людей, люди узнавали меня. А что же Юрий Ильич? А Юрий Ильич, краем глаза отслеживая, чтобы всё в лаборатории шло своим чередом, занимался своей любимой наукой. Умение расставлять личные приоритеты и неукоснительно им следовать было одной из сильнейших черт характера Юрия Ильича, но понял я это уже гораздо позже.

* ГУЧ — габаритно-установочный чертеж
 ** КБВ — код бортового времени
 *** УКС — управляющее кодовое слово
 **** ЭВТИ — электровакуумная термоизоляция

«САМО СОБОЙ РАЗУМЕЕТСЯ», ИЛИ КАК Я ЗАГОВОРИЛ ПО-АНГЛИЙСКИ

В какой-то момент, на раннем этапе подготовки проекта ИНТЕРБОЛ, в ИКИ проходила рабочая встреча с коллегами из Канады, о возможности их участия в проекте с прибором УВАИ* (позволявшим делать двумерную съемку аврорального овала в ультрафиолетовом диапазоне спектра). Меня, тогда студента четвертого курса, Юрий Ильич тоже включил в состав участников. В расписании мероприятий в определенный день была намечена культурная программа — осмотр достопримечательностей Москвы. Двое канадцев, представлявших научную часть делегации, решили пожертвовать экскурсией в пользу общения с Юрием Ильичом в ИКИ, а двое, отвечавших за организацию и менеджмент канадского эксперимента, с радостью согласились. Юрий Ильич вызвал меня и сообщил, что я буду сопровождать канадцев во время экскурсии, и завтра машина от Академии наук будет ждать меня у института в 9 утра, далее мы едем, забираем канадцев из гостиницы и везем их на экскурсию.

***** УВАИ — (UVAI)
 Ultra-Violet Auroral Imager

В полной уверенности, что с нами будет экскурсовод, я на всякий случай с утра прихватил в карман «десяти-тысячник» — маленький русско-английский и англо-русский словарик карманного формата — и с легким сердцем приехал к институту. Машина, как и положено, ждала у подъезда. Но в ней, кроме водителя, никого

не было. Решив, что экскурсовод подъедет к гостинице, я сел в машину, и мы отправились туда же. По дороге я подумал, что впятером в машине, пусть и «Волге», будет тесновато. В оговоренное время в холл гостиницы спустился первый из канадцев, Майкл Фолкнер. Поздоровались кивками головы. Экскурсовода все не было. Я решил уточнить у водителя. Он сказал, что не в курсе, ему про экскурсовода никто ничего не говорил. Я в сильном волнении пошел звонить от стойки гостиницы Юрию Ильичу. На мой вопрос про экскурсовода он искренне удивился. Сказал, что ни о каком экскурсоводе речи изначально не было, и он считает, что я вполне в состоянии показать Москву гостям безо всяких дополнительных экскурсоводов. И чтоб я больше не морочил ему голову пустяками.

*Советские и канадские
специалисты на совеща-
нии по УВАИ*



Вот это был удар! В моей душе вихрем пронеслись целые табуны эмоций, от паники и гнева на начальника за такую «подставу» до решительности защитников Севастополя. Да, я сдал государственный экзамен по английскому в прошлом году. Но одно дело — читать статьи на английском и отвечать преподавателю, а совсем другое — общаться с носителями языка.

В общем, слегка пришибленный и напряженный от свалившейся на меня ответственности, я вернулся к Майклу. В ожидании Кена Лунда — второго экскурсанта — Майкл решил выйти покурить. Достав сигареты, он жестом предложил мне сигарету. Я сказал, что у меня есть свои, и достал пачку «Явы». Он с нескрываемой радостью удивился: “Oh! You speak English!” Как я понял потом, это был чуть ли не первый визит Майкла в Москву, и он почти серьезно ожидал встретить на улицах медведей в шапках-ушанках с балалайками, поэтому его реакция была вполне объяснима. Так или иначе, я «прыгнул в воду и поплыл». К моменту появления Кена мы успели попробовать сигареты друг друга, оценить и обсудить

их достоинства и отличия, слегка рассказать друг другу о себе и поговорить о великой хоккейной суперсерии Канада – СССР 1972 года. Майкл сообщил Кену, что я говорю по-английски, после чего я узнал их пожелания по осмотру достопримечательностей Москвы, прикинул маршрут, и мы тронулись в путь. В программе были Красная площадь, Собор Василия Блаженного (вот где пригодился взятый с собой мини-словарик!), соборы Московского Кремля (с профессиональным англо-говорящим экскурсоводом), Могила Неизвестного солдата, потом я повез их на смотровую площадку на Ленинских Горах, в клуб Юных космонавтов Дворца пионеров и еще несколько мест «моей» Москвы. Экскурсия удалась в полной мере. Я был горд собой и счастлив, чувствуя себя преодолевшим определенный барьер и перешедшим на некий новый уровень.

Собственно, после этой экскурсии никаких вопросов и неуверенности при общении на английском языке у меня никогда не возникало. На следующий день Юрий Ильич, поинтересовавшись, как всё прошло, заметил, что владение английским языком — абсолютно необходимое умение всякого развитого человека, и тем более — научного сотрудника, поскольку английский — международный научный язык, и без его знания никакая научная деятельность и карьера невозможны в принципе.

КАРТОШКА КАК СИМВОЛ ВНУТРЕННЕЙ СВОБОДЫ

Действительно, общение с иностранными коллегами в период подготовки и осуществления проекта ИНТЕРБОЛ было довольно интенсивным. Особенно активным оно стало, когда из «бумажной» стадии проект перешел в «приборную» — начались изготовление макетов приборов, их испытания и доработка. По регламенту приемно-сдаточные испытания приборов (технологических и летных образцов) проводились в организации-изготовителе прибора с участием советских специалистов. Как правило, это были научный руководитель данного эксперимента с нашей стороны, ведущий по прибору, представители отдела комплексных испытаний ИКИ и представители НПО им. Лавочкина, отвечавшие за космический аппарат.

Так было и во время командировки в Канаду на приемку технологического образца прибора УВАИ в начале 1992 года. Прибыв в аэропорт «Мирабель» третьего

января группой из пяти человек, мы обнаружили, что нас никто не встречает. До Оттавы — три часа езды на машине, денег у нас нет, что делать — непонятно. Прождав довольно долго, все заметно приуныли, несмотря на попытку Юрия Ильича, как бывалого путешественника, вселить в нас оптимизм. Время клонилось к глубокому вечеру по местному времени, и, если учесть, что вылетели мы ранним утром по времени московскому, то были на ногах уже более полутора суток, и с оптимизмом было туговато. Для меня это был вообще первый визит за границу, поэтому я просто надеялся на то, что Юрий Ильич как-то всё уладит. И вот в какой-то момент Юрий Ильич решительно поднялся, сказал нам ждать, и исчез в глубине аэропорта. Через полчаса он пришел, сопровождаемый двумя улыбочивыми мужиками, оказавшимися выходцами из Западной Украины, осевшими в Канаде и занимавшимися пассажирскими перевозками. Нас погрузили в две машины и повезли в Оттаву. По дороге Юрий Ильич со смехом рассказал о ситуации. Во-первых, он вспомнил, что на западе есть такая опция — «звонок за счет абонента» (collect call). Юрий Ильич воспользовался ею, чтобы связаться с Майклом Фолкнером. Тот оказался крайне удивлен, узнав, что мы в аэропорту, но быстро сориентировался и согласовал использование нами услуг какой-либо транспортной компании с последующей оплатой по счету. Оказывается, сотрудница, которая отвечала за организацию нашего визита, уехала на рождественские каникулы и должна была появиться только на следующий день. При этом она забыла сообщить руководству дату нашего прилета и позаботиться о встрече нас в аэропорту. Поскольку у них это в целом не принято, она посчитала, видимо, что мы спокойно доедем сами. В итоге, приехав в Оттаву полночь и используя Майкла как «телефонный навигатор», наши перевозчики все-таки доставили нас к заказанной для нас гостинице. Гостиница оказалась «апартамент-отелем» — каждый номер представлял собой гостиную, спальню и кухню. Последнее было особенно важным, и вот почему.

Надо сказать, поскольку принимающая сторона, оплачивающая пребывание советской делегации, выдавала «суточные» в валюте, поездки эти в те времена имели и существенное материальное значение для наших специалистов, так как это была чуть ли не единственная возможность приобрести качественную бытовую технику или радиоэлектронику. Поэтому большинство выезжали в такие командировки, как в экспедицию в тайгу или на Северный полюс, беря с собой всё, от консервов до туалетной бумаги, лишь бы максимально избежать трат «на месте». В этом смысле наличие оборудованной

кухни заметно облегчало решение задачи экономного «горячего питания» — консервы можно было греть, пить горячий чай и т.д.

И вот, на второй или третий день нашего там пребывания, когда мы вернулись вечером с испытаний в гостиницу, Юрий Ильич вдруг спрашивает: «Хотите картошки? Я тут купил упаковку, но мне одному ее не съесть...» Помню, у меня был легкий шок — тратить валюту на какую-то картошку, которую и в Москве едим чуть не каждый день??? Первой моей мыслью было отказаться, поскольку купленная на доллары картошка приобретала какую-то невероятную ценность. Юрий Ильич, видимо, почувствовав наше замешательство, как бы слегка оправдываясь, сказал, что картошка тут совсем дешевая, дешевле — только бананы (которые в Москве тогда стоили в десять раз дороже картошки). В общем, благодаря Юрию Ильичу, в нашем меню оказались картошка, бананы, яйца, огурцы-помидоры, хлеб и что-то еще, что нам никогда бы не пришло в голову покупать самим. Через пару дней мы пошли в супермаркет уже вместе, и Юрий Ильич поделился своим опытом покупок — что тут дешево, что дорого, и как питаться правильно в различных условиях.

А я в этой командировке получил урок того, что никогда нельзя терять внутреннего достоинства, унижая себя ради каких бы то ни было материальных ценностей. Будучи внутренне свободным и независимым, гораздо проще чувствовать себя уверенно в этом большом мире, быть дружелюбным к нему, а миру — быть дружелюбным к тебе.

И эта внутренняя свобода проявлялась у Юрия Ильича во всем, начиная от научных интересов и карьерных этапов и заканчивая новыми веяниями в молодежной среде. Рассказывая, как ему довелось некоторое время быть заведующим отделом физики плазмы, он непременно со смехом подчеркивал: «Основным положительным итогом моей деятельности в этой должности является то, что про это никто не помнит!» Дело в том, что Юрий Ильич считал: заведовать отделом — это «не его». Слишком много административной нагрузки, слишком много «внутренней политики», и, как результат, слишком мало времени на занятия собственно наукой, которые были для него главным приоритетом. Поэтому, как только обстоятельства позволили, он решительно вернулся на должность заведующего лабораторией, которую считал своим детищем и идеальной для него командой, и в которой ему было комфортно работать. Впрочем, не только работать, но и существовать, поскольку лаборатория

действительно была «вторым домом» для всех ее сотрудников, а для молодежи, особенно иногородней, пожалуй, и «первым». И Юрий Ильич старался интересоваться не только научными интересами (простите за тавтологию) ребят, но и молодежной субкультурой. Как-то раз он подошел ко мне, и спросил: «Миша, я тут недавно услышал певца по имени Виктор Цой — дети поставили. Мне понравилось. Вы знаете такого? И нет ли у Вас его записей?» Конечно же, я знал, кто такой Виктор Цой, и, конечно же, у меня было почти полное собрание записей группы «Кино». Я принес кассеты Юрию Ильичу, и через некоторое время мы с удовольствием обсуждали особенности текстов и песен Цоя за чашкой чая. Думаю, далеко не каждого профессора, доктора наук можно представить себе естественным в такой ситуации. А для Юрия Ильича это было естественным. И еще одним проявлением его внутренней свободы.

ПРИНЦИПЫ И ПРИОРИТЕТЫ, ИЛИ «КОДЕКС НАУЧНОГО СОТРУДНИКА»

В начале 1990-х в лаборатории была создана модель заполнения магнитной трубки тепловой плазмой (SDPDM), смысл которой состоял в том, что на основе предьстории динамики планетарного индекса геомагнитной активности K_p , модели конвекции и эмпирических моделей положения магнитопаузы можно было обратным трассированием рассчитать траекторию дрейфа и время существования замкнутой магнитной трубки и таким образом вычислить количество плазмы, попавшей в трубку вдоль такой траектории за такое время. Запрограммировал эту модель Володя Соловьев, в то время — аспирант Юрия Ильича. Володя блестяще защитился и уехал обратно в Якутск, в Институт космических исследований и аэронавтики СО АН СССР, а модель впоследствии дополнялась и усовершенствовалась и Л. Зининым, и мной, и самим Юрием Ильичом.

В какой-то момент Юрий Ильич обратился ко мне с просьбой помочь оцифровать несколько опубликованных в различных статьях графиков радиальных профилей плотности плазмы, измеренных экспериментально. Затем надо было рассчитать на эти события модельные профили и построить графики сравнения результатов моделирования с экспериментальными. Надо сказать, что эта довольно незатейливая работа в те времена, когда компьютер с 286-м процессором был лабораторным достоянием, и время работы на нем устанавливалось для каждого путем общих переговоров

и компромиссов, требовала некоторой изобретательности и ловкости. Тем не менее, я сделал ее довольно быстро, чем порадовал Юрия Ильича. Оказалось, что он затеял очень интересную статью, в которой результаты модели сравнивались с результатами, полученными с помощью радарного просвечивания и спутниковых измерений. В процессе работы над статьей Юрий Ильич еще несколько раз обращался ко мне за помощью в решении технических и компьютерных вопросов. Я воспринимал это как само собой разумеющееся и вскоре забыл об этом. И вдруг, через довольно продолжительное время, чуть ли не через два года, ко мне подходит сияющий Юрий Ильич и радостно сообщает: «Миша! Поздравляю — НАША статья вышла в *Journal Geophysical Research!*» Я, честно говоря, сразу и не понял совершенно, о чем идет речь. И тут Юрий Ильич вручил мне дискету. Когда я открыл файл, сказать, что я был изумлен, — значит, ничего не сказать. Моя фамилия стояла среди авторов статьи¹, и каких авторов! Я думаю, мало, кто отказался бы увидеть себя в такой маститой компании. На мой вопрос: но я же просто помогал? Юрий Ильич ответил, что я сделал довольно важный кусок работы, без которого статья бы не получилась, и имею полное право быть в соавторах (хотя я до сих пор подозреваю, что это был некий аванс с его стороны).

Впоследствии я не раз убеждался в том, что Юрий Ильич был чрезвычайно щепетилен в вопросах авторства, соавторства, приоритета открытия каких-либо явлений и т.д. Он всегда рекомендовал включить в соавторы коллег, которые предоставляли экспериментальные данные для сравнения, или тех, чьи идеи и модели мы использовали при получении своих результатов. Он считал, что это справедливо и честно. В то же время он регулярно переставлял свою фамилию с первой позиции в конце или в середину перечня авторов статей, написанных сотрудниками лаборатории по результатам, полученным благодаря его идеям и даже под его непосредственным руководством. «Это же Вы получили результат? Вот и ставьте себя первым автором!» — заявлял он в таких случаях. И аргументы, что идея — его, что и как считать, посоветовал он, и физику явления объяснил он, решительно отвергались.

Надо сказать, что идеи Юрий Ильич раздавал налево и направо с легкостью необыкновенной. «Миша, я сам все равно всего не успею, — с улыбкой объяснял он, — а если кто-то проверит, раскопает, и окажется, что так

¹ *Galperin Y. I., Soloviev V. S., Torkar K., Foster J. C., Veselov M. V. Predicting the Plasmaspheric Density Radial Profiles // J. Geophysical Research. 1997. V. 102. P. 2079–2091.*

оно и есть, то и слава богу! Главное, чтобы дело двигалось! А у меня и так работы непочатый край». Такая щедрость была явным свидетельством его широты как ученого и как человека, влюбленного в науку, считавшего продвижение в познании высшим приоритетом по сравнению с любыми другими.

Было только одно «но». Если Юрий Ильич считал человека непорядочным, он прекращал с ним всяческие отношения. Вне зависимости от того, насколько человек был талантлив, умен, силен как ученый и т.д. Порядочность для Юрия Ильича была краеугольным камнем взаимоотношений. Он не раз признавался, что вопрос приема нового сотрудника в лабораторию для него — прежде всего вопрос порядочности человека: «Сильного научного сотрудника из слабого сделать можно, а хорошего человека из плохого — практически, никогда». Он очень оберегал микроклимат товарищества и взаимопомощи, командный дух лаборатории, который создавался не одно десятилетие, и справедливо полагал, что «паршивая овца все стадо портит». Поэтому я не знаю ни одного случая проявления непорядочности, нечестности или склочности в лаборатории за всю ее историю.

Нередко бывает, что противоположные мнения по какому-либо спорному вопросу влияют не лучшим образом на личные отношения, приводят к их охлаждению. Спорил Юрий Ильич всегда увлеченно, азартно, как мальчишка. Однако у него было замечательное свойство уметь отделять научные противоречия от человеческих отношений. Я на различных конференциях не раз наблюдал жаркие научные дискуссии Юрия Ильича с коллегами, например, с Лари Лайонсом или Гордоном Ростокером. Но это совершенно не мешало им сохранять глубокое уважение друг к другу и теплые человеческие отношения. «Ошибаться» и «заблуждаться» в науке Юрий Ильич считал нормальным и естественным, в отличие от «сознательно врать» и «жульничать» (так он называл подгонку фактов и доказательств под желаемый результат или теорию).

И как сильно он любил баталии на научном фронте, так сильно он не любил административно-аппаратные и организационные споры. Мне кажется, у него это отнимало столько моральных сил, что он даже работать нормально не мог несколько дней после «диспутов» такого рода. Поэтому он всегда старался их избегать, и везде, где возможно, уходил от этих ситуаций. «Миша, на это надо тратить силы и время, только если это вариант из серии „смерть, или победа!“». На остальные ситуации

себя тратить глупо». Мерилом в таких случаях для него опять же была шкала приоритетов, первыми из которых являлись наука и результат.

Всегда вспоминаю один очень показательный случай. Во время испытаний комплекса научной аппаратуры «Аврорального зонда» в какой-то момент возникли проблемы при взаимодействии ряда научных приборов с блоками управления, которые разрабатывал отдел комплексных испытаний. Причины этого были не ясны, и сразу их выявить не удалось. На разборе ситуации специалисты комплексного отдела с жаром кинулись утверждать, что их системы — в порядке, а проблема, скорее всего, в несоответствии параметров входных каскадов научных приборов техническим требованиям. Ведущие научных приборов с не меньшей энергией начали утверждать обратное. И тут слово взял Юрий Ильич. «Мне кажется, что вы, почти наверняка, правы, — обратился он к представителям комплексного отдела, — и проблема где-то с нашей стороны. Давайте подумаем, какие измерения нужно провести, чтобы точно выяснить, какие параметры каскадов нужно откорректировать нашим разработчикам. Помогите „отловить“ проблему, вы же в этом специалисты, и понимаете гораздо более нашего!» Споры тут же сменились совместным составлением программы тестов и измерений по выявлению причин неполадок. Начав тестирование с научных приборов и не обнаружив никаких отклонений параметров от спецификаций, плавно перешли к блокам управления. И в конце концов только с помощью запоминающего цифрового осциллографа обнаружили, что причиной (насколько я тогда понял) является недостаточно крутой задний фронт прямоугольных импульсов, из которых состоят цифровые команды, так что два соседних импульса прибор воспринимал как один. А ведь вместо поиска причины могли еще долго безрезультатно спорить о том, с чьей она стороны. «Понимаете, — объяснял мне потом Юрий Ильич, — эти отделы перевели в ИКИ из закрытых предприятий, так называемых „ящиков“. А там — как в армии, вопрос „кто виноват?“ часто гораздо важнее, чем вопрос „что делать?“. А для нас — наоборот, поскольку нам важно, в конечном счете, чтобы прибор отработал на орбите так, как запланировано, и эксперимент состоялся. Поэтому пока они не докажут, что крайние — не они, дело двигаться не будет. И я давно уже в таких случаях говорю: „Хорошо, давайте занесем в протокол, что дураки — мы, и давайте уже думать, что делать!“ И эти люди сразу успокаиваются и начинают работать конструктивно, а поскольку они почти все — специалисты очень высокого класса, решение проблем находится довольно быстро, и их

технические предложения часто бывают очень дельными». Признаюсь, я довольно часто впоследствии использовал этот урок от Юрия Ильича в своей работе, и ни разу меня это не подвело.

Хотелось бы подчеркнуть, что Юрий Ильич не только и не столько объяснял, что и почему он считает правильным, но всегда сам поступал именно так, как считал. А личный пример, как известно, имеет гораздо большую воспитательную силу, чем любые объяснения.

ОТСУТСТВИЕ РУКОВОДСТВА КАК МЕТОД НАУЧНОГО РУКОВОДСТВА

На вопрос: «Каким Юрий Ильич был научным руководителем?» однозначно ответить достаточно непросто. Наверное, у каждого его студента, аспиранта, молодого специалиста — свой взгляд и свой ответ. Разные времена, разные периоды жизни лаборатории и самого Юрия Ильича, разные люди. Поэтому вряд ли можно мои впечатления о Юрии Ильиче в этой роли обобщать на всех. А своими личными впечатлениями поподробу поделиться.

Первое, что хотелось бы сказать, — студенту или, например, аспиранту первого года иметь научным руководителем Юрия Ильича было невероятно сложно и трудно. И вот почему. Многие научные руководители на первом, начальном этапе превращения студента в научного сотрудника уделяют студенту довольно много времени (далее я под «студентом» буду иметь в виду и студентов, и аспирантов, и, естественно, в первую очередь, себя в студенческом возрасте). На примере довольно простых задач учат работе с литературой, с экспериментальными данными и методами их обработки и анализа, моделями, умению структурировать пути решения поставленных задач, представлять результаты и писать статьи. И «от простого к сложному» вводят студента в самостоятельную научную работу. Учат «плавать», если можно так выразиться. И заботливо выращивают своих будущих коллег. В качестве замечательных примеров такого стиля научного руководства можно привести и Георгия Наумовича Застенкера, и Ростислава Алексеевича Ковражкина, и Фаину Константиновну Шуйскую. Однако этот метод требует значительных педагогических усилий и временных затрат, кроме того, он предполагает построение определенной иерархии отношений по схеме педагог – ученик, при которой ученик, с одной стороны, быстрее втягивается в реальный научный процесс, приобретает необходимые для него навыки, а с другой

стороны, естественно, волей-неволей принимает систему научных взглядов своего педагога и ведет свою дальнейшую работу в заданном педагогом-руководителем русле представлений и по освоенным «лекалам».

В этом смысле Юрий Ильич был научным руководителем никудашным. Возне с несмышленными студентами он предпочитал работу над своими идеями. Будучи сам человеком абсолютно научным, он считал «само собой разумеющимся» самостоятельное формирование студентом взгляда на предмет изучения, равно как и самостоятельное освоение им технических приемов научной работы. Как я уже упоминал, мне была выдана толстая стопка монографий по физике магнитосферы, и я был благополучно забыт. Что касалось постановки научной задачи, то чаще всего научная задача для студента логически вытекала из того эксперимента, в котором студент начинал принимать участие. Я бы даже сказал, не «конкретная задача», а некая «область научных интересов». И Юрий Ильич заботливо начинал «кормить» студента статьями по данной тематике, выходящими в различных научных журналах. Много позже я сумел оценить тот серьезный объем научной периодики, который Юрий Ильич обрабатывал. Десяток журналов, новые монографии, рефераты диссертаций, сборники докладов различных конференций. И каждому (!) сотруднику лаборатории он делал копии тех материалов, которые могли быть этому сотруднику интересны. По сути, он выполнял значительную часть черновой работы с литературой за каждого из нас. Конечно, у Юрия Ильича был огромный опыт, острый глаз и знание практически всех отечественных и зарубежных авторов — коллег по физике магнитосферы и солнечно-земных связей, и ему часто достаточно было увидеть фамилию автора или название статьи, чтобы определить ее ценность, и быстро пробежать «по диагонали» текст или выводы, чтобы понять суть. Но все равно такая работа требовала значительного времени и сил. Сам он неоднократно подчеркивал, что настоящий «передний край» науки — именно в статьях, поскольку то, что вошло в учебники и издано в монографиях, уже успело устареть.

И вот, по идее, из этого «научно-литературного бульона» у студента должны были возникнуть какие-то представления о том, что и как происходит в данной области физики, и, что самое важное, возникнуть первые вопросы. Насколько я могу судить, появление вопросов у студента являлось для Юрия Ильича важным этапом его, студента, развития. Конечно, многие вопросы были наивными, и ответы на них уже были хорошо известны. Юрий Ильич в таких случаях или давал какую-нибудь

хорошую статью, в которой вопрос подробно разбирался, или сам объяснял механизм явления, или задавал встречные вопросы, самостоятельный ответ на которые должен был привести студента и к ответу на его собственный вопрос. А объяснял Юрий Ильич замечательно. Он редко пользовался формулами в таких случаях, если только самыми необходимыми и простыми, предпочитая объяснение «на пальцах». «Вы должны уметь объяснить суть явления даже школьнику, — часто говорил он. — Если сможете, значит, и сами хорошо понимаете, о чем говорите. Нельзя прятаться за математику. Мы всё же физики, и для нас важно понимать физические причины, механизмы и следствия явления. А описать его формулами уже труда не составляет».

Но со временем у студента появлялись вопросы, ответа на которые еще не было, т.е. представлявшие уже реальный научный интерес. Юрий Ильич всегда радовался, когда это происходило. Для него это означало, что некий первичный уровень студентом пройден. «Во-о-о-т! — восклицал он. — Это действительно интересно! А я не знаю ответ. И никто толком не знает. Какой-то и такой-то что-то публиковали по этому поводу, я Вам найду, но неубедительно. Попробуйте разобраться». Как правило, какой-то из таких вопросов и становился научной задачей студента.

И вот, начав работать над такой задачей, через какое-то время студент снова привычно приходил к Юрию Ильичу с очередной порцией вопросов. И что же он слышал? «А почему вы у меня об этом спрашиваете? Вы занимаетесь этой проблемой, а не я. Это я у Вас должен спрашивать! Вы лучше меня должны уже в этом разбираться! Вот разбейтесь и приходите, расскажете, к чему пришли». И студент, «прибитый пыльным мешком», слегка ошарашено шел «разбираться». Если «разбираться» получалось, то результаты рассказывались на лабораторном семинаре, и, если они были достаточно интересны, студенту предстояло начинать писать статью. Если не получалось, то повисала «пауза», которая прерывалась либо вопросом Юрия Ильича о состоянии дел либо новой порцией вопросов и походом к Юрию Ильичу.

То есть «плавать» Юрий Ильич не учил. Вернее, учил, как щенков, — бросал в воду. То, что при этом часть «щенков» могла оказаться «котятками», и для них такой способ мог иметь и имел весьма печальные последствия, Юрию Ильичу, наверное, в голову не приходило. А если и приходило, то он, вероятно, считал это нормальным процессом, своего рода «естественным отбором». Увы,

далеко не всем подходил такой «метод» научного руководства. Энтузиазм без должной подпитки угасал, реального продвижения вперед не происходило. А с учетом того, что в конце восьмидесятых — начале девяностых в стране наступила «эпоха дикого капитализма», и жизнь сильно поменялась, стала гораздо труднее и жестче, многие молодые просто уходили из науки зарабатывать на хлеб.



На новоселье у сотрудницы отдела Н. Николаевой

Поскольку зарплата в институте была такой, что ее, образно выражаясь, не всегда удавалось донести до дома — зашел в пару магазинов за продуктами, и нет ее. В те времена даже для многих сложившихся научных сотрудников личные научные интересы отходили на второй план, что уж говорить о студентах и аспирантах. И в этот момент поддержка и участие научного руководителя, наверное, были как никогда важны. Но этот период совпал со временем активной работы Юрия Ильича с зарубежными коллегами. США, Франция, Австрия, Япония, перелеты, командировки, командировки, перелеты... Юрию Ильичу было, прямо скажем, не до студентов. За два дипломных года я видел Юрия Ильича в лаборатории, может, полгода в общей сложности. А за два месяца до защиты, улетая на три месяца в США, Юрий Ильич взял меня за руку, привел к Мише Могилевскому, недавно перешедшему в лабораторию из ИЗМИРАН, и попросил его «если что, проконтролировать» мой диплом. Миша, который занимался электромагнитными волнами и совершенно не касался задач, связанных с ленгмюровским слоем вокруг спутника, пожал плечами, согласился. За пару дней до защиты он вспомнил о поручении, пригласил меня к себе и попросил рассказать, что я собираюсь докладывать. Выслушав и посмотрев картинки, он сообщил, что, на его взгляд, «не очень», дал пару советов и пожелал удачи. Защита так

и получилась — «не очень». Я был единственным студентом, научный руководитель которого отсутствовал на защите и не сказал ничего про мою работу, и даже не оставил письменный отзыв, и был на волосок от того, чтобы «утонуть». Да, конечно, может быть, именно те длительные совместные работы с коллегами из-за рубежа позволили нашей лаборатории в будущем выигрывать серьезные международные гранты, и из них поддерживать следующих студентов, появившихся через пять (!) лет после меня, но...

Зато «выплывшие» получали в награду возможность открытого и заинтересованного обсуждения любых научных идей с настоящим ученым, энциклопедически образованным, быстро и точно мыслящим, ухватывающим суть с полуслова, и при этом совершенно чуждым какому-либо давлению авторитетом или своими представлениями о проблеме. И если новая идея или модель оказывались вернее, Юрий Ильич с радостью ее принимал, отказываясь от имевшихся до того взглядов. «Я думал, что оно вот так, а оказывается, оно вот эдак!» — улыбался он. Вообще с ним проходить известный путь «этого не может быть — в этом что-то есть — это всем очевидно» было довольно легко. И высказывать идеи, на первый взгляд близкие к «бредовым», тоже. Юрий Ильич прежде всего ценил «работу мысли» и никогда не позволял себе высмеивать молодежь, пусть иногда и было, за что.

Да, быстрых защит диссертаций у аспирантов Юрия Ильича не было. Но те, что были, отличались зрелостью работы, самостоятельным почерком. И кого ни возьми, практически все стали серьезными учеными, сильными научными специалистами, лидерами в своих коллективах.

А сколько молодых из других институтов он привлек к совместной работе! И каждый, работая с ним, обогащался и развивался как ученый. И даже спустя много лет мы продолжаем или совместные исследования в заданном Юрием Ильичом направлении, или просто с удовольствием общаемся между собой, встречаемся на конференциях, чувствуя некую общность и родственность между нами, «научными детьми» Юрия Ильича. Психологи утверждают, что отцы начинают проявлять интерес к общению с детьми, когда дети достигают возраста, в котором они могут общаться в ответ — к трем-четырем годам. Согласно этой теории, Юрий Ильич и был нам классическим «отцом» в науке — ему становилось с нами интересно только тогда, когда общение приобретало взаимный характер.

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Очевидно, что, даже потратив месяц вместо обещанной недели, рассказать о Юрии Ильиче полно, связно и последовательно, наверное, вышло «не очень». И мой внутренний образ этого замечательного человека гораздо шире и объёмней, чем тот, что мне удалось перенести на бумагу. «За кадром» остались многие черты Юрия Ильича, которые неуловимо присутствуют в подсознании, когда о нём заходит речь.

Он был замечательным рассказчиком. Из его собственных воспоминаний, историй и случаев из жизни можно составить книгу, думаю, более весомую, чем книга воспоминаний о нём.

Юрий Ильич был не только лидером научным, но и лидером эмоциональным. Как он умел заразить всех радостью открытия, узнавания нового! Помню, когда он «придумал» теорию «минимума В» — начала суббури при резком узком провале Z-компоненты магнитного поля, он мог поймать любого из нас за рукав и вздохом рассказывать, как работает этот механизм, какие возникают продольные токи, авроральные дуги и т.д. У меня было впечатление, что если бы стол обладал хоть какой-то способностью разделить его эмоции, он бы столь же увлеченно рассказал свою теорию и столу.

А как не упомянуть его старомодное воспитание, галантность и верность этикету? Со всеми на «Вы», что очень льстило, особенно молодым, поднимало их в собственных глазах. Впрочем, и тут доходило до курьезов. Как-то после успешного завершения большого цикла комплексных испытаний в институте был устроен банкет для всех участников. И вот, по окончании мероприятия, когда все двинулись к гардеробу, Юрий Ильич бросился «подать пальто» единственной женщине среди канадской команды — Мишель Перье (Michelle Perrier) (той самой, что «забыла» про нас в аэропорту). И вот Юрий Ильич расправляет пальто и ожидает, что дама вставит руки в рукава. Однако Мишель разворачивается, резко выхватывает пальто из рук Юрия Ильича и отскакивает в сторону. Обескураженный Юрий Ильич подходит к нам с Питером Кингом — одним из разработчиков прибора УВАИ, и спрашивает нас, что он сделал не так? Питер, еле сдерживая смех, объяснил, что Мишель — ярая сторонница эмансипации и равноправия, недавно отслужила два года в Королевских военно-воздушных силах, и подобное обращение расценила чуть ли не как оскорбление ее достоинства. И Юрию Ильичу

еще сильно повезло, благодаря его сединам он легко отделался. Вот ему (Питер ткнул пальцем в меня) могло достаться куда сильнее, не исключая хук в челюсть! Юрий Ильич, конечно, посмеялся, но с тех пор общался с Мишель с заметной осторожностью.

А сколько интересного можно было бы вспомнить из совместных командировок... Примечательно, что очень многие зарубежные коллеги Юрия Ильича с удовольствием приглашали его в гости к себе домой, хотя в целом это у них совершенно не принято. Все посиделки обычно проводятся в кафе и ресторанах, благо, там их на любой вкус и ценник. Приглашение домой означало совершенно иную степень доверительности. И Юрия Ильича приглашали. Такие теплые чувства вызывало общение с ним.

Впрочем, почему — «вызывало»? Вызывает и сейчас. Я часто смотрю на его фотографию в нашей лаборатории. А он так же часто (а может, и чаще) смотрит с фотографии на меня. И я чувствую, что он ждет. Ждет, что я выполню когда-то данные ему обещания. Что приложу достаточно сил для воплощения задуманных им проектов. Что останусь частью его лаборатории и передам частичку ее духа следующим, приходящим на смену.

А что воспоминания оказались неполны, это даже хорошо. Ведь вспомнить и рассказать о человеке всё — значит, перевернуть последнюю страницу, и закрыть книгу. А Юрий Ильич из тех, чья книга всегда будет открыта, и далеко не на последней странице. Его идеи, его уроки, его личность продолжают писать эту книгу, и, думаю, эти воспоминания о нем — лишь очередная глава.

С любовью, уважением и благодарностью к Учителю,

Михаил Викторович Веселов,
ИКИ РАН

О ШЕФЕ

В ИКИ я попал как и большинство студентов. На четвертом курсе МФТИ* нам нужно было выбирать себе научных «шефов», чтобы в конце 6-го курса под их руководством сделать и защитить дипломную работу. Нас быстро провели по институту, показали три основных отдела: «Астрофизический», «Планетный» и «Плазменный», и после этого нужно было определиться, чем мы хотим заниматься, что нас заинтересовало, и начать непосредственно заниматься «наукой». В конце осеннего семестра нам надо было сдавать отчет по НИР (научно-исследовательская работа), поэтому шефа нужно было выбрать как можно скорее. Я долго не мог определиться, куда же мне пойти. На помощь мне пришел тогда заместитель заведующего кафедрой Аракел Саркисович Петросян. Я не хотел заниматься чистой теорией, но и к «паянию» я тоже не был расположен, и он мне сказал, что знает очень хорошего ученого, и предложил в шефы Юрия Ильича Гальперина.

**МФТИ — Московский физико-технический институт*

Мы договорились о встрече, и таким образом я впервые встретился с Юрием Ильичом. Первое мое впечатление — я попал в другой мир. Я впервые встречался с человеком, в котором все говорило о том, что он научный интеллигент. Для кого-то сейчас, может, это слово и ругательное, но мне и тогда, и сейчас кажется, что это именно те люди, на которых хочется равняться. Как сейчас помню, он долго и живописно рассказывал про плазмойд, который выходит из хвоста магнитосферы. После этого разговора я решил, что Ю.И. будет моим шефом.

Хорошо характеризует Ю.И. один случай, который очень мне запомнился. Я и Володя Степанов, оба аспиранты в лаборатории Ю.И., сидели вместе в маленькой комнатухе, мы ее называли «темной комнатой». И у нас как-то само собой зашел разговор о литературе и поэзии. Я говорил, что меня поэзия не вдохновляет, и я не читаю стихов. Володя пытался мне втолковать, что их нельзя не любить. В это время в комнату зашел Юрий Ильич, немного послушал наш разговор и сказал, что у него тоже был друг, который не понимал стихи. И он (Ю.И.) тогда дал совет своему другу, чтобы тот зашел в темную-темную комнату и громко вслух прочитал стихотворение “The Raven” («Ворон») Эдгара По. Что удивительно,

друг это сделал, и его это так потрясло, что он полюбил поэзию. И после этого рассказа Юрий Ильич стал нам декламировать стихотворение по-английски: Once upon a midnight dreary, while I pondered weak and weary, / Over many a quaint and curious volume of forgotten lore, / While I nodded, nearly napping, suddenly there came a tapping, / As of some one gently rapping, rapping at my chamber door. / "This some visitor," I muttered, "tapping at my chamber door — / Only this, and nothing more."¹

К сожалению, я не последовал за его другом, не выучил это стихотворение и не рассказал его самому себе в темной комнате.

Как только я стал его студентом, на меня сразу стало сваливаться огромное количество статей, на которых было карандашом написано «Диме посмотреть», «Диме обязательно прочитать» и т.п. Хочу честно признаться, что все эти статьи я осилить не мог, и успел прочитывать только часть из рекомендованной мне литературы. Что меня сразу поразило в Юрии Ильиче, это его огромный кругозор в нашей науке и энциклопедические знания. Когда я задавал ему вопрос, он сразу начинал мне рассказывать об интересующей меня проблеме от ее истоков до настоящего времени, с упоминанием почти всех статей и их авторов, причем не только первых, но и вторых, а иногда и третьих. Любой мой вопрос не оставался без ответа, Ю.И. готов был проводить ликбез по любой проблеме. Это очень помогало в освоении знаний по физике магнитосферы, так как хороших учебников по этим направлениям тогда не было, да и сейчас с ними не все так хорошо.

Когда я пришел в ИКИ, это было время финальной подготовки проекта ИНТЕРБОЛ. Он состоял из двух спутников, и наша лаборатория участвовала в подготовке одного из них, «Аврорального зонда». Через какое-то время меня прикрепили к французскому прибору «Гиперболоид», который стоял на этом спутнике. Юрий Ильич интересовался широким кругом проблем авроральной физики, но этот прибор отвечал за измерения очень холодной компоненты магнитосферных ионов, источником которых, в основном, является ионосфера. Он давно с особенным интересом относился к таким измерениям и поэтому поручил мне обработку

¹ Как-то в полночь, в час угрюмый, полный тягостною думой / Над старинными томами я склонялся в полусне, / Грезам странным отдавался, вдруг неясный звук раздался, / Будто кто-то постучался — постучался в дверь ко мне. / «Это верно, — прошептал я, — гость в полночной тишине, / Гость стучится в дверь ко мне». Перевод К. Бальмонта, 1894.

данных этого прибора в ИКИ. Это было очень горячее время, после запуска спутника и включения всех научных приборов, нужно было постоянно успевать смотреть новые данные, изменять программы и методы обработки. Конечно, если бы не было запуска «Интербола», думаю, в нашем отделе не задерживались бы молодые студенты и аспиранты, в том числе и я, все-таки большое дело воодушевляет и сплачивает людей.



Шеф очень хотел увидеть измерения полярного ветра и постоянно мне говорил: «Дима, найдите чистый полярный ветер». Вначале я был занят другими проблемами, но Ю.И. давал читать мне много статей про полярный ветер, и время от времени напоминал о нем. В конце концов, его настойчивость возымела действие: я многое прочитал, просмотрел данные «Гиперболоида», и у меня начала складываться картина, какие потоки мы видим по измерениям над полярной шапкой. Тут надо сказать, что очень помогло видение Ю.И. магнитосферы как целого, и он научил нас, своих аспирантов, разбираться по данным многих приборов, в какой области магнитосферы делаются измерения. Его научные работы с Я.И. Фельдштейном привели к пониманию того, что, анализируя результаты, необходимо смотреть, в каких доменах магнитосферы эти результаты были получены. Он привил нам этот подход, и именно благодаря ему мне удалось действительно увидеть чистый полярный

Юрий Ильич с молодыми сотрудниками Димой Чугуниным, Володей Степановым и Павлом Эйгесом

ветер и показать, что в предыдущих работах авторы приводили характеристики скорее не полярного ветра, а ионов, истекающих из других областей магнитосферы.

У Юрия Ильича было очень много знакомых и друзей в научной среде, и связано это с его любознательностью, заинтересованностью, знаниями и идеями. Время от времени я бываю на международных конференциях. Очень часто, когда подходишь к незнакомому человеку, доклад которого заинтересовал, после того, как он ответит на все мои вопросы, задается вопрос, откуда я. Узнав, что я из ИКИ, люди часто говорят, что они знали оттуда одного ученого, Гальперина, на что я всегда с удовольствием и гордостью отвечаю, что я был его аспирантом.

*Дмитрий Владимирович Чугунин,
ИКИ РАН*

ВСПОМИНАЯ ЮРИЯ ИЛЬИЧА

Мы с Юрием Ильичом Гальпериным пересеклись в 1996 году. Я окончил Физтех. Моей базовой кафедрой была НПО «Энергия». Ничего плохого про нее сказать не могу, но колючая проволока, допуски и охранника с пистолетом на заднице с вечным вопросом, куда идешь или почему выходишь, слегка напрягали. Это было время рухнувшего железного занавеса, шальных денег, ларьков с палёной водкой, милицией, потрошащей приезжающих в Москву, новогоднего поздравления первого нашего президента россиянам и почерневшего Белого дома. Тогда на Физтехе студенты часто меняли базовые кафедры. Первым из нашей группы это сделал Вова Степанов. Так он попал в ИКИ. Затем, после окончания Физтеха, через него попал в ИКИ и я.

По всей видимости, про научную работу Юрия Ильича уже написали мегастраницы. Но физика и математика — маленькая часть области деятельности человека. И не факт, что самая важная. Поэтому я напишу то, что первое приходит в голову, когда вспоминаешь о Юрии Ильиче.

Первое. Как-то раз он мне сказал примерно так: «Я — физик. Мне интересно экспериментировать и понять, как устроен мир. Ты тоже мой эксперимент». Может быть, кто-то и обидится на эту фразу, но проблема в том, что я тоже экспериментировал над ним. И что-то мне подсказывает, что я — не единственный его эксперимент.

Второе. Очень часто вечером, перед уходом домой, Юрий Ильич заходил в соседнюю каморку, где сидели аспиранты. Рассказывал какую-то историю и выдавал бутерброды, которые, возможно, делала Наталья Геннадиевна. Надеюсь, что это уже не секрет, и она не обидится.

*Вадим Валерьевич Вовченко,
ИКИ РАН*

1998–2001: ТРИ ГОДА КАК ЦЕЛАЯ ЭПОХА

Я попала в лабораторию Юрия Ильича в 1998 году, через год после защиты диплома в Московском физико-техническом институте. Первая встреча с Юрием Ильичом произошла в июне 1998 года, и меня с первых минут разговора поразили его открытость, искрометность в общении, и то, что принято называть «горением» — увлеченность своим делом, безоглядная преданность науке. Такой заразительный энтузиазм, конечно же, не мог не передаться и мне. Потом, гораздо позже, я поняла, насколько ценными являются эти качества — умение увлекать новыми идеями и принимать новое, находить друзей и единомышленников. Мы сразу же стали друзьями и договорились, что я поступаю (а точнее, перевожусь) в аспирантуру ИКИ РАН, лабораторию физики авроральных явлений Ю.И. Гальперина и с осени начинаю работу по данным проекта ИНТЕРБОЛ.

1998 год был отмечен очередным кризисом, когда в августе многие люди вдруг осознали, что их зарплата за несколько дней уменьшилась в несколько раз. Очень хорошо помню огромные очереди за картошкой, сахаром и подсолнечным маслом «по старым ценам». На этом общем эмоциональном фоне «что же будет дальше с нами» в сентябре 1998 года я начала работу над своей кандидатской диссертацией под руководством Ю.И. Гальперина.

В первый день работы в ИКИ Ю.И. спросил меня: «Ну что, Вы еще не передумали?» Услышав в ответ мои негодующие возгласы, удовлетворенно кивнул, и мы отправились знакомиться с лабораторией. В первые дни меня познакомили с Мулярчик Татьяной Макаровной, Шуйской Фаиной Константиновной, Семеновой Викторией Михайловной, Кузьминым Александром, Масюк Людмилой Ивановной, Веселовым Мишей, Степановым Володей, Чугуниным Димой, Вовченко Вадимом. В составе лаборатории было много молодежи; Ю.И. руководил тремя аспирантами (не считая меня). Своих аспирантов Ю.И. назвал «мои ребята» и сказал, что он ими «очень доволен».

Юрий Ильич придавал работе с молодежью очень большое значение. У него самого никогда не было недостат-

ка в новых идеях, и он с удовольствием делился ими со своими молодыми коллегами. Все его аспиранты работали каждый над своей темой, не конкурируя, а скорее дополняя работу друг друга. Юрий Ильич действительно умел и любил работать с людьми.

Передо мной была поставлена следующая научная задача: разобраться, какова структура электрического поля во внутренней магнитосфере Земли. С публикации Даньжи¹ было известно о существовании «глобальной магнитосферной конвекции» — движения плазмы в антисолнечном направлении в полярных геомагнитных областях в ионосфере и обратного движения плазмы в направлении Солнца на низких геомагнитных широтах. Такое «конвективное» движение плазмы в ионосфере Земли эквивалентно существованию глобального электрического поля во всей магнитосфере. Однако о детальной структуре поля во внутренней магнитосфере было известно довольно мало. Существовало несколько эмпирических моделей электрического поля, построенных по данным LEO*-спутников, но эти модели не обладали необходимым разрешением на низких геомагнитных широтах. Другой подход основывался на моделировании конвекции во внутренней магнитосфере (работы группы Университета Райс, США), но на тот момент времени не было хорошего сравнения результатов моделирования с экспериментом. Юрий Ильич предложил использовать спектрограммы ионов во внутренней магнитосфере для определения структуры конвекции. Для этой цели я должна была проанализировать данные прибора ИОН спутника «Интербол-2», и попытаться воспроизвести наблюдаемые особенности спектрограмм, используя разные модели конвекции. Таким образом, в задаче, которую поставил Ю.И., присутствовали как анализ данных, так и численное моделирование.

*LEO — Low Earth Orbit
(низкая околоземная орбита)

Мне повезло с постановкой задачи: с самого начала приходилось работать одновременно и с экспериментом, и с модельными расчетами. Работа с «живыми» данными важна для исследователя, поскольку непрерывно напоминает о сложности и многообразии процессов, происходящих в Природе, дает понимание того, насколько ограниченными могут быть самые лучшие модельные представления. С другой стороны, численное моделирование позволяет детально исследовать сложную нелинейную физику самосогласованных процессов и понять, как «работает» данное явление. Как я понимаю

¹ Dungey J.W. Interplanetary Magnetic Field and the Auroral Zones // Physical Review Letters. 1961. V. 6. N. 2. P. 47–48.

теперь, такой подход к научной работе был характерным для школы Ю.И. В тот период его многосторонние интересы, к примеру, охватывали работу над новыми приборами и новыми проектами (РЕЗОНАНС и РОЙ, оба проекта разрабатывались в лаборатории Ю.И.), теорию плазменных солитонов (работы в соавторстве с А. Волосевич), разработку концепции «минимума В» в хвосте магнитосферы, продолжение цикла работ по «поляризационному джету», работы по влиянию землетрясений на ионосферу. В этот список также следует добавить задачи, над которыми работали четыре его аспиранта (включая меня) и сотрудники лаборатории.



Соавторы теории «Минимума-В» Ю.И. Гальперин и Ж.-М. Боске за живой беседой

Перечисленные задачи относятся к определенному, относительно короткому (3 года) периоду времени. Можно только представить, над каким количеством проектов и задач Ю.И. пришлось работать на протяжении всей своей жизни в науке. Этим огромным багажом знаний мы, аспиранты Ю.И., с удовольствием пользовались. Сейчас никого не удивит тем, что пятиминутный поиск в Интернете позволяет найти ответ на практически любой вопрос. Сайт Википедия, архивы статей и научных работ значительно упрощают научную работу, в особенности с литературой. Тогда же, больше 10 лет назад, Интернет нам заменяла огромная, энциклопеди-

ческая память Ю.И. На любые вопросы, включая самые и временами глупые, у Ю.И. всегда был готов ответ. Для меня такая постоянная информационная поддержка была очень важной, поскольку тема работы была совершенно новой, и многое нужно было учить «на ходу». Часто, приходя на работу, я обнаруживала у себя на столе очередную статью с карандашной пометкой в правом верхнем углу: «Наташе». Статьи с пометками «Володе», «Диме», «Вадиму» находили у себя на столах все его ученики.

С самого начала Ю.И. обозначил свою позицию как руководитель. Он сказал, что старается не давить на своих сотрудников, требуя выполнения определенной работы в ограниченные сроки. По словам Ю.И., его задача состояла в том, чтобы находить внешние, «правильные» источники давления: разнообразные конференции, приглашения поработать за границей. В гости, говорил Ю.И., надо ехать «с подарком», т.е. с готовой работой. Эти простые правила действительно работали, и когда в декабре 1998 года я принесла первые расчеты спектрограмм и сравнение с экспериментом, Ю.И. был очень доволен.

В феврале 1999 года в Звенигороде состоялась очередная международная научная конференция по результатам проекта ИНТЕРБОЛ, и я в первый раз представляла свои результаты. На эту конференцию Ю.И. вывез весь свой «питомник» — аспирантов и сотрудников лаборатории. Кажется, мы произвели фурор! Один из аспирантов Ю.И., например, вел заседание секции в настоящей матросской тельняшке.

На этой конференции я впервые увидела Ю.И. в своей стихии. Очень четко помню следующую картину: Ю.И. стоит рядом со своим стендовым докладом и что-то объясняет, вдохновенно и очень увлеченно, а рядом столпилось довольно много народу, человек 10–15, и внимательно слушают. Юрий Ильич рассказывал о том, как устроены продольные токи в области каспа.

В Звенигороде Ю.И. познакомил меня с Леонидом Зининым, еще одним своим учеником, на тот момент работавшим в Калининградском университете. Леонид был аспирантом Ю.И. в ИКИ задолго до меня и занимался проблемой переноса ионосферной плазмы в магнитосфере. Леонид совместно с А. Григорьевым разработал гидродинамическую модель оттока ионосферной плазмы в магнитосферу (TUBE 7), а также написал программу, моделирующую методом частиц плазму вокруг спутника (2D). Леонид совместно с Ю.И., Татьяной Макаровой

и Димой Чугуниным курировали прибор «Гиперболоид», установленный на спутнике «Интербол-2». «Гиперболоид» измерял ионосферную, или, как говорил Ю.И., тепловую плазму с очень хорошей точностью. Работа над физикой тепловой плазмы была одним из важных направлений деятельности Ю.И. По иронии судьбы в NASA меня пригласил Том Мур (Tom Moore) — один из первых исследователей круговорота тепловой плазмы в магнитосфере. Теперь, по прошествии 10 лет, можно с уверенностью сказать: работа, которая проводилась в группе Ю.И. по тепловой плазме, данные прибора «Гиперболоид», модель TUBE 7 — всё вместе представляло собой то, что называется "state of the art", вне всякого сомнения, передний край науки. Данные «Гиперболоида» до сих пор являются уникальными (и, как мне кажется, недооцененными). Роль ионосферной плазмы в динамике магнитосферы сейчас очень активно исследуется и обсуждается, в частности, в связи с проблемами формирования кольцевого тока, суббурь и пересоединения. Будущие спутники NASA для изучения магнитосферы Земли (проект RBSP, запуск в 2012 году, проект MMS, запуск планируется в 2014 году), а также российский проект РЕЗОНАНС (запуск планируется в 2014 году) должны проводить измерения тепловой плазмы. Физика тепловой плазмы переживает своего рода «ренессанс».

После конференции в Звенигороде началась обычная круговерть поездок, конференций, статей, написания заявок — всего того, что принято называть работой ученого. Обычным, тем не менее, такой порядок дел мне кажется сейчас. Тогда же все было внове, и представляло разительный контраст по сравнению с моим предыдущим местом работы. К Ю.И. постоянно приезжали посетители, в лабораторию поступали свежие данные ИНТЕРБОЛа, работы было много, и скучать не приходилось.

Жизнь состояла не только из работы, находилось время, чтобы отмечать все важные и любимые праздники. За огромным столом, обычно уставленным яствами (Людмила Ивановна, конечно же!), собиралась вся лаборатория, да и гости часто заглядывали. Юрий Ильич был душой компании. Многие, наверное, помнят, каким хорошим он был рассказчиком, вытаскивая из своей огромной памяти одну забавную историю за другой. Очень жаль, что мы так и не удосужились эти истории записать...

Три года пролетели быстро. К концу лета 2001 года я опубликовала препринт, статью в журнале «Космические исследования», короткую статью в тезисах ISC-5

конференции, отправила в печать работу в журнал *Annales de Géophysique* и работала еще над одной статьей. Результаты работы были представлены на нескольких международных конференциях. Осенью 2001 года Ю.И. сообщил, что мне необходимо начинать работу над кандидатской диссертацией. Работу я действительно начала, но дело двигалось медленно. Мне казалось, что столько времени впереди!..

Летом и осенью 2001 года Ю.И. много времени проводил в поездках. Точно не помню, сколько их было, но примерно 5–6 поездок за несколько месяцев. Летом Ю.И. работал в Америке, а последняя его командировка в ноябре 2001 года была в Японию. Конечно же, он очень уставал. С другой стороны, помню, каким воодушевленным он был, когда на несколько недель появлялся в ИКИ. Общение с многочисленными коллегами, востребованность его опыта, работа над книгой «Физика авроральной плазмы» (Ю.И. был одним из авторов) и новыми проектами РЕЗОНАНС и РОИ — все вместе придавало ему сил и энергии, которым могли позавидовать даже его ученики. Но такая нагрузка не могла не сказаться на его здоровье...

В декабре 2001 года я подготовила черновик первой главы диссертации и отдала Ю.И. для правок. Через несколько дней Ю.И. пригласил меня к себе домой поработать над черновиком. Правок было много, но Ю.И. был весел, энергичен, и, насколько я помню, доволен моей работой. Он сказал, что «ссылок мало, надо бы подсыпать, но это мы сделаем».

Через день меня разбудил телефонный звонок Володи Степанова. Володя сказал мне, что Юрия Ильича не стало.

Для всех нас началась новая эпоха. Я защитила кандидатскую диссертацию летом 2003 года, а через четыре года, в мае 2007, уехала работать в США, получив стипендию NASA. Том Мур, которому я отправила свою заявку, вряд ли знал меня лично. Но он, несомненно, знал Ю.И. Гальперина, и рискнул взять на работу его ученицу. Так Ю.И. помог мне еще один раз...

Моя последующая работа в NASA оказалась напрямую связанной с научными задачами, которые сформулировал Ю.И.

Юрий Ильич полагал, что крупномасштабная конвекция следует из анализа энергетических спектрограмм ионов с энергиями 1–30 кэВ во внутренней магнитосфере,

а именно, из существования «дрейфовых провалов». Анализу и моделированию дрейфовых провалов была посвящена одна из глав моей диссертации.

В 2000 году был запущен спутник NASA IMAGE, предназначенный для глобального мониторинга магнитосферы Земли. «Фотографии» плазмы, окружающей Землю в энергичных нейтральных атомах (ЭНА), однозначно подтвердили существование глобальной конвекции. Структура и интенсивность эмиссий ЭНА были успешно воспроизведены численными моделями внутренней магнитосферы, рассчитывающими глобальное электрическое поле. Было также показано, что околоземная плазма значительно искажает структуру «внешней» конвекции, наведенной из солнечного ветра, и приводит к характерному «закручиванию» эквипотенциалей. Этот эффект очень ярко проявляется в ЭНА-эмиссиях¹. Значительная часть моей работы в NASA посвящена изучению и моделированию ЭНА-эмиссий. Опыт, полученный во время работы в лаборатории Ю. И., до сих пор мне очень помогает.

Юрий Ильич всегда очень интересовался явлением «поляризационного джета», впервые им открытого и описанного в работе 1973 года. Это явление было переоткрыто несколькими годами позже в работе Р. Спиро² (R. Spiro) и переименовано в SAID — «субавроральный дрейф ионов». В последние годы Ю. И. очень интересовался механизмами генерации поляризационного джета. Его идеи и мысли изложены в статье в *Annales de Géophysique*, опубликованной уже после его смерти, в 2002 году. Я принимала некоторое участие в работе над этой статьей и предложила модификацию модели. Вторая модель была опубликована в журнале «Космические исследования» и также вошла в диссертацию. Модель была очень простая, скорее качественная. Через несколько лет мне удалось воспроизвести предсказанный эффект уже с помощью сложных самосогла-

¹ Brandt P.C., Ohtani S., Mitchell D.G., Fok M.-C., Roelof E.C., Demajistre R. Global ENA Observations of the Storm Mainphase Ring Current: Implications for Skewed Electric Fields in the Inner Magnetosphere // *Geophysical Research Letters*. 2002. V. 29(20). P. 1954. doi:10.1029/2002GL015160; Fok M.-C. et al. Global ENA Image Simulations // *Space Science Reviews*. 2003. V. 109. P. 77–103. doi:10.1023/B:SPAC.0000007514.56380.f0.

² Spiro R.W., Heelis R.A., Hanson W.B. Rapid Subauroral Ion Drifts Observed by Atmospheric Explorer C // *Geophysical Research Letters*. 1979. V. 6. P. 657–660.

сованных моделей внутренней магнитосферы¹. Эффект позволил объяснить, почему время формирования поляризационного джета в определенных ситуациях очень мало.

Хотелось бы также отметить, какое развитие получила идея Ю. И. о возникновении суббурь в области «минимума В». Хотя о существовании минимума магнитного поля в хвосте магнитосферы было известно давно, до Ю. И., насколько мне известно, никто не связывал область минимума с началом суббури. Сейчас этот вопрос очень активно обсуждается. Данные спутника Geotail² напрямую подтвердили наличие минимума магнитного поля в хвосте перед вспышкой суббури. Расчеты, полученные методом макрочастиц³, позволили объяснить, какие неустойчивости могут приводить к возникновению суббурь в области «минимума В».

Мне кажется, Ю. И. был бы доволен...

Наталья Юрьевна Бузулукова,
кандидат физико-математических наук,
НАСА Центр им. Годдарда — Университет Мэриленда

¹ *Buzulukova N., Fok M.-C., Pulkkinen A., Kuznetsova M., Moore T.E., Glocer A., Brandt P.C., Tóth G., Rastätter L.* Dynamics of Ring Current and Electric Fields in the Inner Magnetosphere During Disturbed Periods: CRCM-BATS-R-US coupled model // *J. Geophysical Research*. 2010. V. 115. N. A05210. doi:10.1029/2009JA014621.

² *Machida S. et al.* Statistical Visualization of the Earth's Magnetotail Based on Geotail Data and the Implied Substorm Model // *Annales de Géophysique*. 2009. V. 27. P. 1035.

³ *Pritchett P.L., Coroniti F.V.* Plasma Sheet Disruption by Interchange-Generated Flow Intrusions // *Geophysical Research Letters*. 2011. V. 38. N. L10102. doi:10.1029/2011GL047527; *Sitnov M.I., Swisdak M.* Onset of Collisionless Magnetic Reconnection in Two-Dimensional Current Sheets and Formation of Dipolarization Fronts // *J. Geophysical Research*. 2011. V. 116. N. A12216, doi:10.1029/2011JA016920.

ЖИЗНЬ И РАБОТА В STEL¹

Это не первая моя командировка в Японию, но, я думаю, что одна из самых лучших. Наверное, я сейчас лучше адаптирован к японскому стилю жизни, но, может быть, место, где я живу, позволило мне лучше почувствовать природу Японии. Я живу очень близко от лаборатории и к тому же в густом лесу! Это большой контраст по сравнению с жизнью в Москве.



Последний визит Ю. И. в STEL. Слева направо: Г. Ростокер, И. Камиде, Дж. Ростокер, Ю. И.

Очень важный аспект стиля жизни в лаборатории — это дух дружбы и взаимопомощи и очень доброжелательная и ободряющая реакция на выступления студентов и иностранных гостей. Большое удовольствие выступать на семинаре в такой аудитории. У нас в ИКИ семинары обычно более напряженные, с большим количеством вопросов, споров и критики, но в них есть свое преимущество, потому что противоположные мнения позволяют выявить слабые места в презентациях и даже в концепциях.

¹ Статья Ю.И. Гальперина по итогам командировки для работы в STEL (Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University — Лаборатория солнечно-земных связей) (Япония) осенью 2001 года (сентябрь–ноябрь). STEL Newsletter. 2002. N. 27. P. 4-6.

Впервые в жизни я провел семинар по телевизору. В нем участвовали члены кампуса университета STEL в Нагойе. Для меня это было интересным опытом, так как эта новая технология является символом будущего. Я надеюсь, что все большее число семинаров и конференций будет проходить таким образом, и людям не придется совершать дальние путешествия. Для немолодого исследователя это могло бы оказаться большим преимуществом! На меня произвели большое впечатление многие аспекты научной жизни и обучения студентов. Я встретил в STEL очень высокий уровень моделирования довольно сложных физических проблем, в частности, связанных с общей структурой магнитосферы и ее ответов на меняющиеся условия в межпланетной среде. Обсуждение этих проблем с профессорами Камиде, Огино и их коллегами мне многое прояснило. Во время моего пребывания в Тойакаве произошла магнитная буря, сопровождавшаяся над Северной Японией великолепными полярными сияниями, обусловленными, главным образом, красной кислородной эмиссией (630 нм). Физический механизм этих средне- и низкоширотных сияний так же, как и механизм инжекций энергичных частиц во внутреннюю магнитосферу, в настоящее время является предметом дискуссий. Меня больше всего интересуют физическая природа и внешние проявления инжекций жестких частиц во внутреннюю магнитосферу, которые происходят во время сильных суббурь и бурь. В настоящее время мы изучаем экспериментально и моделируем поляризационный джет — узкую полосу сверхзвукового дрейфа плазмы в западном направлении вдоль вечерней и ночной плазмопаузы. Мы также экспериментально исследуем связанные с этим «носовые явления» в инжекциях частиц, обнаруженных в субавроральной магнитосфере. Дрейфы плазмы с большими сдвигами по сторонам поляризационного джета вызывают очень сильные неоднородности плотности плазмы, которые позволяют нам увидеть эти явления, используя наземные ионозонды.

Падение плотности ионосферы в слое F внутри поляризационного джета очень влияет на условия прохождения коротковолнового радиоизлучения, так что предсказание космической погоды приобретает большое значение для моей страны, России. Мы видим также, что сильные магнитные бури воздействуют и на околоземное пространство и над Японией. Я главным образом являюсь исследователем физики полярных сияний. Проблема взаимоотношения общих характеристик магнитосферы, полученных путем моделирования авроральных форм, наблюдаемых в гораздо меньших масштабах, внутри гораздо более крупномасштабных



Ю. Гальперин и А. Нишида в Кембридже в 1988 году на конференции по физике авроральных явлений

меня лично очень интересует. Долгое время я занимался физическими причинами возникновения очень сильных, локализованных и динамичных продольных токов (которые ассоциируются с яркими формами сияний) внутри гораздо более крупномасштабных областей с умеренной авроральной активностью. Я надеюсь найти способ включить подходящие физические схемы таких мощных, но локализованных турбулентных процессов в MHD-модель. Я думаю, что моделирование мощных авроральных явлений и связанных с ними ионосферных токов (которые могут быть опасными для промышленных систем, линий электропередач, газовых или нефтяных трубопроводов и поэтому быть очень существенными в предсказаниях космической погоды) может позволить определить приблизительное расположение таких возмущений. Очевидно, что физика магнитосферы уже достигла состояния, когда ее выводы могут оказаться важными для общества и для промышленности, и мы должны научиться справляться со стихией. Прекрасно, что хотя Япония расположена на средних широтах, она создала очень высокий научный и технологический потенциал, позволяющий анализировать авроральные и магнитосферные возмущения и моделировать их развитие. Обладая уникальными наблюдательными возможностями (включая прекрасные спутники Акебоно

и Geotail), владея теориями и моделями, японские исследователи могут внести большой вклад в решение наших новейших научных проблем. Приятно видеть, что многие молодые исследователи глубоко вовлечены в эту деятельность.

ИЗ ПИСЬМА СОБОЛЕЗНОВАНИЯ

Дорогая Наташа,

Норико и я потрясены внезапной кончиной Юрия. Он был полон жизни и энергии, когда мы ужинали с ним в Токио всего несколько месяцев назад. Он был старше меня на несколько лет, но никаких признаков старения в нем не ощущалось. Юрий был великий ученый, влияние которого мировое научное сообщество будет чувствовать еще долгие годы.

Как у ученого, у него никогда не было недостатка в идеях. Меня всегда восхищали и радовали его широкий кругозор и профессиональная интуиция в очень широком круге вопросов.

Мы с удовольствием вспоминаем наши встречи и визит в ваш прекрасный дом с видом на Москва-реку.

Атцухиро Нишида

СПИСОК СТАТЕЙ Ю. И. ГАЛЬПЕРИНА 1956–2001 ГОДЫ

Гальперин Ю. И. Отношение интенсивностей компонент желтого дублета натрия в спектре сумеречного неба // Астрон. журн. **1956**. Т. 33. № 2. С. 173–181.

Galperin Yu. I. The Ratio of the Intensities of the Components of the Sodium Doublet in the Twilight Spectrum // *Airglow and Aurorae* / Eds. E. B. Armstrong, A. Dalgarno. L.; N. Y.: Pergamon Press, **1956**. P. 91–94.

Гальперин Ю. И. Наблюдения излучения водорода в полярных сияниях // Астрон. журн. **1957**. Т. 34. С. 131–194.

Galperin Yu. I., Mironov A. V., Shefov N. N. Spectrographs to be Used for Investigation of Atmospheric Emission during the IGY of 1957–1958 // *Société Royale des Sciences de Liège*. **1957**. V. 18. N. 1. P. 68–69.

Гальперин Ю. И. О профилях водородных линий в спектре полярных сияний // Астрон. журн. **1958**. Т. 35. № 3. С. 382–389.

Krassovsky V. I., Galperin Yu. I., Mironov A. V., Prokudina V. S., Shefov N. N., Fedorova N. I., Bagaryatskiy B. A. Results from Studies of the Night Airglow and Aurorae in the USSR // *Annales de Géophysique*. **1958**. V. 14. N. 3. P. 356–367.

Багаряцкий Б. А., Гальперин Ю. И. О профилях водородных линий в спектрах полярных сияний // Астрон. журн. **1959**. V. 36. N. 1. P. 192–193.

Красовский В. И., Шкловский И. С., Гальперин Ю. И., Светлицкий Е. М. Обнаружение в верхней атмосфере с помощью третьего спутника электронов с энергией около 10 кэВ // Докл. АН СССР. **1959**. Т. 127. № 1. С. 78–81.

Красовский В. И., Шкловский И. С., Гальперин Ю. И., Светлицкий Е. М. Обнаружение в верхней атмосфере электронов с энергией около 10 кэВ на третьем спутнике // Изв. АН СССР (Сер. геофиз.). **1959**. № 8. С. 1157–1163.

Шкловский И. С., Красовский В. И., Гальперин Ю. И. О природе корпускулярной радиации в верхней атмосфере // Изв. АН СССР (Сер. геофиз.). **1959**. № 12. С. 1799–1806.

Galperin Yu. I. Hydrogen Emission and Two Types of Auroral Spectra // *Planetary and Space Science*. **1959**. V. 1. N. 1. P. 57–62.

Красовский В. И., Шкловский И. С., Гальперин Ю. И., Светлицкий Е. М. О жестких корпускулах верхней атмосферы // Тр. Международ. конф. по космич. лучам. Т. 3. Радиационный пояс Земли. М.: Изд-во АН СССР, **1960**. С. 64–79.

Krassovsky V. I., Galperin Yu. I. Review of Observational Results on the Airglow and Aurorae // *Trans. IAU*. **1960**. V. 10. P. 327–328.

Красовский В.И., Шкловский И.С., **Гальперин Ю.И.**, Светлицкий Е.М., Кушнир Ю.М., Бордовский Г.А. Обнаружение в верхней атмосфере электронов с энергией около 10 кэВ // Искусств. спутники Земли. **1961**. № 6. С. 113–126.

Гальперин Ю.И. К вопросу об источниках энергии верхней атмосферы // Изв. АН СССР (Сер. геофиз.). **1962**. № 2. С. 252–261.

Гальперин Ю.И., Юрченко О.Т. Поиски вариаций контура N альфа // Полярные сияния и свечение ночного неба. (Сер. Результаты МГГ). **1962**. № 9. С. 24–30.

Гальперин Ю.И. Вторжение протонов в полярных сияниях // Сб. «Полярные сияния и свечение ночного неба» (Сер. Результаты МГГ). **1963**. № 10. С. 70–79.

Гальперин Ю.И., Ершович А.И. Полярные сияния (Сер. Новое в жизни, науке, технике. IX серия. Физика и химия. 1963-2). М.: Знание. **1963**. 24 с.

Гальперин Ю.И., Красовский В.И. Исследование верхней атмосферы при помощи спутников «Космос-3» и «Космос-5». 1. Аппаратура // Космич. исслед. **1963**. Т. 1. С. 126–131.

Красовский В.И., **Гальперин Ю.И.**, Джорджио Н.В., Мулярчик Т.М., Болюнова А.Д. Исследование верхней атмосферы при помощи спутников «Космос-3» и «Космос-5». Мягкие корпускулы // Космич. исслед. **1963**. Т. 1. № 1. С. 132–139.

Красовский В.И., **Гальперин Ю.И.**, Джорджио Н.В., Мулярчик Т.М., Болюнова А.Д. Некоторые новые результаты геофизических исследований при помощи спутников «Космос-3» и «Космос-5» // Геомагнетизм и аэрномия. **1963**. Т. 3. № 3. С. 408–416.

Красовский В.И., **Гальперин Ю.И.**, Темный В.В., Мулярчик Т.М., Джорджио Н.В., Маров М.Я., Болюнова А.Д., Вайсберг О.Л., Потапов Б.П., Брагин М.Л. Некоторые особенности геоактивных корпускул // Геомагнетизм и аэрномия. **1963**. Т. 3. № 3. С. 408–416.

Galperin Yu.I. Proton Bombardment in Aurora // Planetary and Space Science. **1963**. V. 10. P. 187–193.

Гальперин Ю.И., Болюнова А.Д. Регистрация эффектов высотного термоядерного взрыва 9 июля 1962 г. на спутнике «Космос-5» // Космич. исслед. **1964**. Т. 2. № 5. С. 763–772.

Krassovsky V.I., **Galperin Yu.I.**, Djoarjo N.V., Mularchik T.M., Bolunova A.D. Investigation of the Upper Atmosphere Using the Artificial Earth Satellites Cosmos-3 and Cosmos-5. 2. Soft corpuscles // Space Research. **1964**. V. 4. P. 572–581.

Galperin Yu.I., Krasovsky V.I. Investigation of the Upper Atmosphere Using the Artificial Earth Satellites Cosmos-3 and Cosmos-5. 1. Equipment // Space Research. **1964**. V. 4. P. 563–571.

Болюнова А.Д., Вайсберг О.Л., **Гальперин Ю.И.**, Потапов Б.П., Темный В.В., Шуйская Ф.К. Предварительные результаты исследования корпускул при помощи спутника «Электрон-1» // Исслед. космич. пространства. М.: Наука, **1965**. С. 406–417.

Гальперин Ю.И. Об эффектах американского высотного взрыва 9 июля 1962 г. в верхней атмосфере // Космич. исслед. **1965**. Т. 3. № 3. С. 426–432.

Galperin Yu.I., Bolunova A.D. Study of the Drastic Changes of the Radiation in the Upper Atmosphere in July, 1962 // Space Research. **1965**. V. 5. P. 446–457.

Galperin Yu.I., Temny V.V. Atmospheric Scale Height in the 200–400 km Range According to Radiation Belt Data // Space Research. **1965.** V. 5. P. 769–778.

Гальперин Ю.И., Мулярчик Т.М. О высотном распределении фотоэлектронов // Космич. исслед. **1966.** Т. 4. С. 632–635.

Galperin Yu.I., Mularchik T.M., Shuiskaya F.K. Some problems of physical measurements in space // Spacecraft systems: Proc. 17th Astronautical Congress. Madrid, 1966 / Ed. M. Lunk, G.M. Duboshin, W.F. Hilton. **1966.**

Galperin Yu.I., Mularchik T.M. On the Sounding of Magnetosphere by Photoelectrons // Proc. 17th Astronautical Congress. Madrid, 1966 / Ed. M. Lunk, G.N. Duboshin, W.F. Hilton. **1967.** V. 2. P. 179–191.

Гальперин Ю.И., Джорджио Н.В., Иванов И.Д., Карпинский И.П., Лейн Е.Л., Мулярчик Т.М., Поленов Б.В., Темный В.В., Федорова Н.И., Хазанов Б.И., Шифрин А.В., Шуйская Ф.К. Исследование геоактивных корпускул и фотоэлектронов на спутнике «Космос-261». 2. Измерения электронов малой энергии // Космич. исслед. **1970.** Т. 8. С. 108–119.

Fedorova N.I., Temny V.V., Galperin Yu.I. Morphology of Auroral Electron Energetic and Angular Distributions According to Kosmos-261 measurements // J. Atmospheric and Terrestrial Physics. **1971.** V. 33. N. 5. P. 731–740.

Пономарев Ю.Н., Гальперин Ю.И. Программа КАДР для расчета географических, геофизических и астрономических координат и других характерных точек вдоль траектории спутника: Препринт. М.: ИКИ АН СССР, **1971.** Пр-70.

Гальперин Ю.И., Пономарев В.Н. Прямые измерения конвекции плазмы в верхней ионосфере: Препринт. М.: ИКИ АН СССР, **1972.** Пр-130.

Гальперин Ю.И., Пономарев В.Н., Зосимова А.Г. Прямые измерения дрейфа ионов в верхней ионосфере во время магнитной бури. 1. Описание прибора и измерения в магнитно спокойное время // Космич. исслед. **1973.** Т. 11. С. 273–282.

Гальперин Ю.И., Пономарев В.Н., Зосимова А.Г. Прямые измерения дрейфа ионов в верхней ионосфере во время магнитной бури. 2. Результаты измерений во время магнитной бури 3 ноября 1967 г. // Космич. исслед. **1973.** Т. 11. С. 283–292.

Cambou F., Galperin Yu.I. Resultas d'ensemble obtenus grâce à l'expérience ARCAD à bord du satellite AUREOLE // Annales de Géophysique. **1974.** V. 30. N. 1. P. 9–19.

Galperin Yu.I., Ponomarev V.N., Zosimova A.G. Plasma convection in the polar ionosphere // Annales de Géophysique. **1974.** V. 30. N. 1. P. 1–7.

Гальперин Ю.И., Пономарев В.Н., Пономарев Ю.Н., Зосимова А.Г. Конвекция плазмы в вечернем секторе магнитосферы и природа плазмопаузы // Космич. исслед. **1975.** Т. 13. С. 669–686.

Galperin Yu.I., Jorjio N.V., Kovrazhkin R.A., Cambou F., Sauvaud J.-A., Crasnier J. On the Origin of Auroral Protons at the Dayside Auroral Oval // Annales de Géophysique. **1976.** V. 32. P. 117.

Гальперин Ю. И., Кранье Ж., Лисаков Ю. В., Николаенко Л. М., Синицын В. М., Сово Ж.-А., Халипов В. Л. Диффузная авроральная зона. I. Модель экваториальной границы диффузной зоны в вечернем и полуночном секторах // Космич. исслед. **1977.** Т. 15. С. 421–434.

Халипов В. Л., **Гальперин Ю. И.,** Лисаков Ю. В., Николаенко Л. М., Кранье Ж., Синицын В. М., Сово Ж.-А. Диффузная авроральная зона. II. Образование и динамика полярного края субаврорального ионосферного провала в вечернем секторе // Космич. исслед. **1977.** Т. 15. С. 708–724.

Джорджио Н. В., Кранье Ж., Сово Ж.-А., Синицын В. М. Диффузная авроральная зона. III. Сопоставление положений ГДВ и плазмопаузы во время магнитных бурь 13 и 17 февраля 1972 г. // Космич. исслед. **1978.** Т. 16. № 6. Р. 937–942.

Galperin Yu. I., Gladyshev V. A. Jorjio N. V., Kovrazhkin R. A., Sinitzin V. M., Cambou F., Sauvaud J.-A. Adiabatic Acceleration Induced by Convection in the Plasma Sheet. // J. Geophysical Research. **1978.** V. 83. P. 2567–2573.

Galperin Yu. I., Ponomarev V. N., Zosimova A. G. Equatorial Ionospheric Anomaly and Interplanetary Magnetic Field // J. Geophysical Research. **1978.** V. 83. P. 4265–4271.

Вальчук Т. Е., **Гальперин Ю. И.,** Кранье Ж., Сово Ж.-А., Николаенко Л. М., Фельдштейн Я. И. Диффузная авроральная зона. IV. Широтное распределение авроральных оптических эмиссий и вторгающихся частиц и их связь с плазменным слоем и хвостом магнитосферы // Космич. исслед. **1979.** Т. 17. С. 559–578.

Гальперин Ю. И., Зосимова А. Г., Ларина Т. Н., Можаяев А. М., Осипов Н. К., Пономарев Ю. Н. Вариации в структуре полярной ионосферы при изменении знака составляющей межпланетного магнитного поля. Эффект Сваальгарда–Мансурова в ионосфере // Космич. исслед. **1980.** Т. 18. С. 877–898.

Galperin Yu. I., Ponomarev Yu. N., Sinitzin V. M. Geophysical Informations Along Orbits of Near-Earth's Satellites: Preprint. М.: IKI, **1980.** Pr-544. 40 p.

Sauvaud J.-A., **Galperin Yu. I.,** Gladyshev V. A., Kuzmin A. K., Mularchik T. M., Crasnier J. Spatial Inhomogeneity of Magnetosheath Proton Precipitation Along the Dayside Cusp from the ARCAD Experiment // J. Geophysical Research. **1980.** V. 85. P. 5105–5112.

Гальперин Ю. И., Сагдеев Р. З., Шуйская Ф. К., Лисаков Ю. В., Мизулин В. В., Кушнеревский Ю. В., Флигель М. Д., Васильев Г. В. Открытие ускорения электронов окружающей ионосферной плазмы под действием излучения мощного бортового радиопередатчика около плазменной частоты на спутнике «Интеркосмос-19» // Космич. исслед. **1981.** Т. 19. С. 34–44.

Мулярчик Т. М., **Гальперин Ю. И.,** Гладышев В. А., Николаенко Л. М., Сово Ж.-А., Кранье Ж., Фельдштейн Я. И. Диффузная авроральная зона. VI. Вторжение электронов и протонов в дневном секторе // Космич. исслед. **1982.** Т. 20. Р. 244–262.

Berthelier J.-J. Berthelier A., **Galperin Yu. I.,** Gladyshev V. A., Gogly G., Godefroy M., Guerin Y. I., Karczewsky J. F. DC Magnetic Field Observations Onboard AUREOL-3 Satellite: the TRAC Experiment // Annales de Géophysique. **1982.** V. 38. P. 635–642.

Berthelier J.-J., Lefeuvre F., Mogilevsky M.M., Molchanov O.A., Galperin Yu.I., Karczewsky J.F., Ney R., Gogly G., Guerin C., Leveque M., Moreau J.-M., Sene F.X. Measurements of the VLF Electric and Magnetic Components of Waves and DC Electric Field Onboard the AUREOL-3: the TBF-ONCH Experiment // *Annales de Géophysique*. **1982**. V. 38. N. 5. P. 643–667.

Cambou F., Galperin Yu.I. Main Results of the Joint French-Soviet Space Projects ARCAD-1 and ARCAD-2 for Magnetospheric, Auroral and Ionospheric Physics // *Annales de Géophysique*. **1982**. V. 38. P. 87–110.

Galperin Yu.I., Reme H., Beghin C., Berthelier J.-J., Bosqued J.-M., Khtmyrov B.E. The ARCAD-3 project // *Annales de Géophysique*. **1982**. V. 38. P. 543–546.

Galperin Yu.I., Ainbund M.R., Bolyunova A.D., Gladyshev V.A., Gorn L.S., Jorjio N.V., Khasanov G.V., Klimashov A.A., Kovalenko V.G., Kovrazhkin R.A., Lissakov Yu.V., Polenov B.V., Ponomarev Yu.N., Shifitin A.V., Shuiskaya F.K., Usha E.B., Bosqued J.M., Sauvaud J.-A. Suprathermal Plasma and Energetic Particle Measurements Aboard the AUREOL-3 Satellite // *Annales de Géophysique*. **1982**. V. 38. N. 5. P. 583–590.

Ковражкин Р.А., Могилевский М.М., Боске Ж.М., Гальперин Ю.И., Джорджио Н.В., Лисаков Ю.В., Молчанов О.А., Рем А. Обнаружение высыпаний частиц из пояса кольцевого тока, стимулированных мощным наземным излучателем // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. **1983**. Т. 38. № 7. С. 332–333.

Сивцева Л.Д., Филиппов В.М., Халипов В.Л., Гальперин Ю.И., Ершова В.А., Николаенко Л.М., Пономарев Ю.Н., Сеницын В.М. Координированный эксперимент по изучению среднеширотного провала с помощью наземных наблюдений и измерений на спутниках «Ореол-1» и «Ореол-2» // *Космич. исслед.* **1983**. Т. 21. С. 584–608.

Crasnier J., Sauvaud J.A., Cambou F., Galperin Yu.I., Gladyshev V.A., Kovrazhkin R.A. Results from the AUREOLE-1 and AUREOLE-2 Satellites // *J. Geophysical Research*. **1983**. V. 52. P. 150–157.

Galperin Yu.I., Gladyshev V.A., Kovrazhkin R.A., Lissakov Yu.V., Alperovich L.S., Gokhberg M.V., Pokhotelov O.A., Begin C., Berthelier J.-J., Bosqued J.-M., Reme H. Alfvén Wave Generated in the Middle-latitude Magnetosphere by a Large Scale Acoustic Wave Propagating in the Lower Ionosphere: the Results of Active Experiment MASSA // *Abstr. Papers. INTERCOSMOS Symp. Lvov*, **1983**. P. 37.

Sauvaud J.-A., Crasnier J., Galperin Yu.I., Feldshtein Ya.I. A Statistical Study of the Dynamics of the Equatorial Boundary of the Diffuse Aurora in the Pre-Midnight Sector // *Geophysical Research Letters*. **1983**. V. 10. P. 749–752.

Белов Б.А., Гальперин Ю.И., Зинин Л.В., Левитин А.Е., Афонина Р.Г., Фельдштейн Я.И. Конвекция плазмы в полярной ионосфере: сравнение измерений на спутнике «Космос-184» и моделью, зависящей от межпланетного магнитного поля // *Космич. исслед.* **1984**. Т. 23. С. 201–212.

Волков М.А., Волосевич А.В., Гальперин Ю.И. Одномерная модель авроральной магнитной силовой трубки с продольным

током и циклотронным нагревом ионов // Космич. исслед. **1984.** № 1. С. 67–86.

Гальперин Ю. И., Гладышев В. А., Козлов А. И., Молчанов О. А., Полозок Ю. В., Турин Л. С. Электромагнитная совместимость научного комплекса в проекте АРКАД-3. М.: Наука, **1984.**

Ковражкин Р. А., Могилевский М. М., Молчанов О. А., Гальперин Ю. И., Джорджио Н. В., Боске М., Реме А. Высыпание протонов из магнитосферы Земли под действием искусственного низкочастотного излучения // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. **1984.** Т. 39. № 5. С. 193–196.

Сивцева Л. Д., Филиппов В. М., Халипов В. Л., Гальперин Ю. И., Ершова В. А., Николаенко Л. М., Пономарев Ю. Н., Сеницын В. М. Координированные исследования процессов в субавроральной верхней ионосфере — провале концентрации легких ионов // Космич. исслед. **1984.** Т. 22. Р. 720–741.

Филиппов В. М., Шестакова Л. В., Гальперин Ю. И. Полоса быстрого дрейфа ионов в субавроральной области и ее проявление в структуре высокоширотной ионосферы // Космич. исслед. **1984.** Т. 22. С. 557–564.

Kovrazhkin R. A., Mogilevsky M. M., Molchanov O. A., Galperin Yu. I., Jorjio N. V., Lissakov Yu. V., Bosqued J.-M., Reme H. Direct Detection of the Precipitation of Ring Current Electrons and Protons Stimulated by Artificial VLF Emission // Geophysical Research Letters. **1984.** V. 11. P. 705–708.

Гальперин Ю. И., Гладышев В. А., Джорджио Н. В., Ковражкин Р. А., Лисаков Ю. В., Маслов В. Д., Николаенко Л. М., Сагдеев Р. З., Молчанов О. А., Могилевский М. М., Альперович Л. С., Гохберг М. Б., Иванов Е. А., Похотелов О. А., Реме А., Бегин Х., Боске Ж.-М., Бертелье Ж.-Ж. Альвеновская волна, возбужденная в среднеширотной магнитосфере крупномасштабной акустической волной, распространяющейся в нижней ионосфере // Изв. АН СССР. Физика Земли. **1985.** Т. 11. С. 88–98.

Серов А. А., Гальперин Ю. И., Лисаков Ю. В., Шуйская Ф. К. Локальное ускорение электронов околоспутниковой плазмы радиоизлучением мощного бортового передатчика // Космич. исслед. **1985.** Т. 23. С. 431–443.

Bosqued J.-M., Sauvaud J.-A., Reme H., Crasnier J., Galperin Yu. I., Kovrazhkin R. A., Gladyshev V. A. Evidence for Ion Energy Dispersion in the Polar Cusp Related to the Northward Directed IMF // Advances in Space Research. **1985.** V. 5. N. 4. P. 149–153.

Feldstein Ya. I., Galperin Yu. I. The Auroral Luminosity Structure in the High-Latitude upper Atmosphere: its Dynamics and Relationship to the Large-Scale Structure of the Earth's Magnetosphere // Rev. Geophysics and Space Physics. **1985.** V. 23. N. 3. P. 217–275.

Galperin Yu. I., Gladyshev V. A., Jorjio N. V., Lissakov Yu. V., Kovrazhkin R. A., Maslov V. D., Nikolaenko L. M., Sagdeev R. Z., Molchanov O. A., Mogilevsky M. M., Alperovich L. S., Gokhberg M. B., Ivanov E. A., Pokhotelov O. A., Reme H., Beghin C., Berthelier J.-J., Bosqued J.-M. Alfvén Wave Excited in the Middle-Latitude Magnetosphere by a Large Acoustic Wave Propagating in Lower Ionosphere Observed from AUREOL-3 Satellite // CNES Results of the ARCAD-3 Project and of Recent Programs in Magnetospheric

and Ionospheric Physics. Toulouse: Cepadues-Editions, **1985**. P. 661–684.

Kovrazhkin R.A., Mogilevsky M.M., Molchanov O.A., Galperin Yu.I., Jorjio N.V., Lissakov Yu.V., Bosqued J.-M., Reme H. Precipitation of Electrons and Protons in the Subauroral Zone Stimulated by Ground-Based VLF Emitter // CNES Results of the ARCAD-3 Project and of Recent Programs in Magnetospheric and Ionospheric Physics. Toulouse: Cepadues-Editions, **1985**. P. 645–653.

Larkina V.I., Migulin V.V., Mogilevsky M.M., Molchanov O.A., Galperin Yu.I., Jorjio N.V. Gokhberg M.B., Leufeuve F. Earthquake Effects in the Ionosphere According to Intercosmos-19 and AUREOL-3 Satellite Data // CNES Results of the ARCAD-3 Project and of Recent Programs in Magnetospheric and Ionospheric Physics. Toulouse: Cepadues-Editions, **1985**. P. 685–699.

Machard C., Berthelier A., Berthelier J.-J., Cerisier J.C., Galperin Yu.I., Mogilevsky M.M. Small Scale and Intense Field-Aligned Currents Detected by their Magnetic Signature // CNES Results of the ARCAD-3 Project and of Recent Programs in Magnetospheric and Ionospheric Physics. Toulouse: Cepadues-Editions, **1985**. P. 93–97.

Sauvaud J.-A., Bosqued J.-M., Kovrazhkin R.A., Berthelier A., Berthelier J.-J., Galperin Yu.I. Positive Ion Distributions in the Morning Auroral Zone // Advances in Space Research. **1985**. V. 5. P. 73–77.

Timofeev E.E., Smyshliaev V.M., Jorjio N.V. Galperin Yu.I., Bosqued J.-M., Berthelier J.-J., Vallinkoski M.K., Pellinen R.J. Coordinated Data on Auroral Electrodynamics from Ground Based Radar Diagnostics and AUREOL-3 Satellite // CNES Results of the ARCAD-3 Project and of Recent Programs in Magnetospheric and Ionospheric Physics. Toulouse: Cepadues-Editions, **1985**. P. 949–971.

Titova E.E., Yurov V.E., Mogilevsky M.M., Molchanov O.A., Shibaev I.G., Galeev A.A., Galperin Yu.I., Bosqued J.-M., Berthelier J.-J., Beghin C., Reme H., Lefeuvre F. Small-Scale Structures of Electric Field Variations and Particle Precipitations as Observed On-board AUREOL-3 Satellite // CNES Results of the ARCAD-3 Project and of Recent Programs in Magnetospheric and Ionospheric Physics. Toulouse: Cepadues-Editions, **1985**. P. 447–464.

Zinin L.V., Galperin Yu.I., Latyshev K.S. Field-Aligned Motions O^+ and H^+ Thermal Ions in a Magnetic Field Tube Convected Across the Dayside Polar Cusp: Model Calculations // Results of the ARCAD-3 Project and of the Recent Programmes in Magnetospheric and Ionospheric Physics: Proc. Intern. Conf. Toulouse, France, May 22–25, 1984 (A86-16601 05-46). Toulouse: Cepadues-Editions, **1985**. P. 409–416.

Zinin L.V. Galperin Yu.I., Latyshev K.S., Grigoriev S.A. Non-Stationary Field-Aligned Fluxes of Thermal Ions O^+ and H^+ Outside the Plasmasphere: a Refinement of the Polar Wind Theory // CNES Results of the ARCAD-3 Project and of Recent Programs in Magnetospheric and Ionospheric Physics. Toulouse: Cepadues-Editions, **1985**. P. 391–408.

Вальчук Т.Е., Гальперин Ю.И., Николаенко Л.М., Фельдштейн Я.И., Боске Ж.-М., Сого Ж.-А., Кранье Ж. Диффузная авроральная зона. VIII. Экваториальная граница диффузной зоны вторжения авроральных электронов в утреннем секторе // Космич. исслед. **1986**. Т. 24. С. 875–883.

Гальперин Ю.И., Зеленый Л.М., Кузнецова М.М. Пинчевание продольных токов как возможный механизм формирования лучистых форм полярных сияний // *Космич. исслед.* **1986.** Т. 24. С. 865–874.

Гальперин Ю.И., Леонович А.С., Мазур В.А., Тащилин А.В. Движение мелкомасштабного волнового пакета в среднеширотной плазмосфере // *Космич. исслед.* **1986.** Т. 24. С. 598–609.

Bosquet J.-M., Mauel J.-A., Sauvaud J.-A., Kovrazhkin R.A., Galperin Yu.I. Observations of Auroral Electron Inverted-V Structures by the AUREOL-3 Satellite // *Planetary and Space Science.* **1986.** V. 34. P. 255–269.

Galperin Yu.I., Khalipov V.L., Filippov V.M. Signature of Rapid Subauroral Ion Drifts in the High-Latitude Ionosphere Structure // *Annales de Géophysique.* **1986.** V. 4. N. A2. P. 145–154.

Galperin Yu.I., Khalipov V.L., Philippov V.M., Reshetnikov D.D. Large Latitudinal Ionization Gradients in the Subauroral F-Region During Rapid Ion Drifts // *Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica Hungarica.* **1987.** V. 22. N. 1/2. P. 97–106.

Galperin Yu.I., Volosevich A.V. The ARCAD-3 Project and Theory of Auroral Structures: Preprint. M.: IKI, **1987.** Pr-1306. 49 p.

Reshetnikov D.D., Filippov V.M., Baishev D.G., Stepanov A.E., Andreev R.P., Everstov A.I., Galperin Yu.I., Khalipov V.L., Sivtseva L.D., Shestakova L.V., Afonin V.V., Alekseev V.N., Soloviev V.S. Morphology and Dynamics of Narrow Ionization Troughs in Subauroral F-Region: Preprint IKFIA. Yakutsk: IKFIA, **1987.** 37 p.

Гальперин Ю.И., Гладышев В.А., Козлов А.И., Молчанов О.А. Некоторые результаты подавления разрядных явлений в околоспутниковой плазме на спутнике «Ореол-3» // *Космич. исслед.* **1988.** Т. 26. С. 279–288.

Тимофеев Е.Е., Распопов О.М., Гальперин Ю.И., Джорджио Н.В., Бертелье Ж.-Ж., Боске Ж.-М., Валинковский М.К., Пеллинен Р.И. Закономерности стратификации биркеландовских токовых систем (координированные эксперименты в рамках проекта АРКАД-3) // *Космич. исслед.* **1988.** Т. 26. № 5. С. 709–724.

Гальперин Ю.И., Фельдштейн Я.И. Диффузная авроральная зона. X. Диффузная авроральная зона, авроральный овал дискретных форм и диффузное свечение полярнее овала на ночной стороне как проекция плазменных образований хвоста магнитосферы // *Космич. исслед.* **1989.** Т. 27. С. 890–901.

Гальперин Ю.И., Филиппов В.М., Сивцева Л.Д., Халипов В.Л. Широта полярной стенки главного ионосферного провала как индекс уровня геомагнитной активности // *Геомагнетизм и аэронаомия.* **1989.** Т. 29. № 3. С. 389–393.

Соловьев В.С., Гальперин Ю.И., Зинин Л.В., Сивцева Л.Д., Филиппов В.М., Халипов В.Л. Диффузная авроральная зона. IX. Экваториальная граница диффузных вторжений электронов плазменного слоя на границе крупномасштабной конвекции в магнитосфере // *Космич. исслед.* **1989.** Т. 27. С. 232–247.

Филиппов В.М., Сивцева Л.Д., Халипов В.Л., Гальперин Ю.И. Широта полярной стенки главного ионосферного провала как индекс уровня геомагнитной активности // *Геомагнетизм и аэронаомия.* **1989.** № 29. С. 389–393.

Чмырев В.М., Мозилевский М.М., Молчанов О.А., Соболев Ю.П., Титова Е.Е., Яхнина Т.А., Сунчелев Р.Н., Гладышев В.А. Баранец Н.В., Джорджио Н.В., Гальперин Ю.И., Стрельцов А.В. Параметрическое возбуждение КНЧ-волн и ускорение ионов при инжекции сильных ОНЧ-волн в ионосферу // *Космич. исслед.* **1989**. Т. 27. № 2. Р. 248–257.

Филиппов В.М., Решетников Д.Д., Халипов В.Л. Соловьев В.С., Степанов А.Е., Гальперин Ю.И., Мулярчик Т.М. Комплексные измерения узких провалов ионизации в F-области посредством наземных и спутниковых методов // *Космич. исслед.* **1989**. Т. 29. С. 568–584.

Chmyrev V.M., Berthelier A. Jorjio N.V., Berthelier J.-J., Bosqued J.-M., Galperin Yu.I., Beghin C., Mogilevsky M.M., Bilichenko S.V., Molchanov O.A. Non-Linear Alfvén Wave Generator of Auroral Particles and ELF/VLF Waves // *Planetary and Space Science*. **1989**. V. 37. P. 749–759.

Galperin Yu.I., Volosevich A.V. The ARCAD-3 Project and the Theory of Auroral Structures // *Canadian J. Physics*. **1989**. V. 67. P. 719–732.

Galperin Yu.I. Dynamics and Energetics of the Plasmasphere Refilling during the Recovery of a Magnetic Storm: Preprint. M.: IKI, **1989**. Pr-1520. 41 p.

Sivtseva L.D., Filippov L.M., Khalipov V.L., Stepanov A.E., Galperin Yu.I. Structure Features of Subauroral Ionosphere from Complex Measurements on November, 24, 1981 // *Polar Geomagnetic Disturbances and Related Phenomena* / Eds. O.M. Raspopov, V.V. Migulin. Apatity, KolaScience Center: USSR Academy of Sciences, **1989**. P. 11–15.

Агафонов Ю.Н., Бажанов В.С., Гальперин Ю.И., Джорджио Н.В., Мозилевский М.М., Исякаев В.Я., Марков Г.А., Намазов С.А., Мартинсон А.А., Похунков А.А., Чугунов Ю.В. Низкочастотные возмущения в ионосферной плазме, стимулированные бортовым ВЧ-источником // *Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики*. **1990**. V. 16. N. 16. P. 65–70.

Гальперин Ю.И., Гольбрайх Е.И. Возмущение дневного свечения атмосферы на высотах термосферы при вторжении больших масс газа // *Космич. исслед.* **1990**. Т. 28. С. 721–724.

Гальперин Ю.И., Сивцева Л.Д., Филиппов В.М., Халипов В.Л. Субавроральная верхняя ионосфера. Новосибирск: Наука, **1990**. 191 с.

Galperin Yu.I., Whalen B.A. Problems of Cold Plasma Measurements on the Regatta-A Spacecraft // *Space Plasma Physics Investigations by Cluster and Regatta* / Ed. E.J. Rolfe. Noordwijk: ESA-ESTEC, **1990**. P. 95–102.

Shuiskaya F.K., Galperin Yu.I., Serov A.A., Baranets N.V., Kushnerevsky Yu.V., Vassiliev G.V., Pulinet S.A., Fliegel M.D., Selegey V.V. Resonant Heating of Ionospheric Plasma by Powerful Radiopulses Aboard the Intercosmos-19 and Cosmos-1809 Satellites // *Planetary and Space Science*. **1990**. V. 38. P. 173–180.

Galperin Yu.I., Feldstein Ya.I. Auroral Luminosity and its Relationship to Magnetospheric Plasma Domains // *Auroral Physics* / Eds. C.-I. Meng, M.J. Rycroft, L.A. Frank. Cambridge, UK. **1991**. P. 207–222.

Timofeev E.E., Galperin Yu.I. Convection in Stable Auroral Arcs and Inverted-V // *J. Geomagnetism and Geoelectricity*. **1991**. V. 43. Suppl. P. 259–274.

Гальперин Ю.И., *Гладышев В.А., Джорджио Н.В., Ларкина В.И., Могилевский М.М.* Высыпание энергичных захваченных частиц в магнитосфере над эпицентром готовящегося землетрясения // *Космич. исслед.* **1992**. Т. 30. С. 89–106.

Степанов А.Е., Гальперин Ю.И., Бегин К., Серов А.А. Измерения крупномасштабных сгустков ионосферной плазмы в полярных широтах со спутника «Ореол-3» // *Космич. исслед.* **1992**. Т. 30. С. 534–542.

Bosquet J.-M., Ashour-Abdalla M., Zelenyi L.M., Berthelier A., Galperin Yu.I. Intensification of Cross-Tail Current by Stochastic Processes // *EOS* 73. **1992**. Suppl. Abstr. 260.

Galperin Yu.I. Prebreakup Arc Morphology and the Cross-Tail Line Current Model // *Substorms 1* / Ed. C. Mattok. Noordwijk. ESA Sp-335. **1992**. P. 263–271.

Galperin Yu.I., *Volosevich A.V., Zelenyi L.M.* Pressure Gradient Structures in the Tail Neutral Sheet as “Roots of the Arcs” with Some Effects of Stochasticity // *Geophysical Research Letters*. **1992**. V. 19. P. 2163–2166.

Feldstein Ya.I., Galperin Yu.I. An Alternative Interpretation of Auroral Precipitation and Luminosity Observations from DE, DMSP, AUREOL and VIKING Satellites in Terms of their Mapping to the Nightside Magnetosphere // *J. Atmospheric and Terrestrial Physics*. **1993**. V. 55. P. 105–121.

Деспирак И., Лубшич А., Яхнин А.Г., Гальперин Ю.И., Веннерштрот С., Ауламо О., Кравен И.Д. Область каспообразного высыпания на дневной стороне в высоких широтах во время спокойной магнитосферной конвекции // *Геомагнетизм и аэронавтика*. **1994**. V. 34. P. 5–10.

Galperin Yu.I., *Zinin L.V., Grigoriev S.A., Gladyshev V.A.* Modelling the Electric Potential Distribution around the AURORAL PROBE Satellite of the INTERBALL Project: Preprint. M.: IKI, **1994**. Pr-1879. 18 p.

Galperin Yu.I. Stable Auroral Arcs Observations and Models // *Substorms 2* / Eds. S.-I. Akasofu, J. Craven. Fairbanks, AK, USA, University of Alaska. **1994**. P. 383–390.

Galperin Yu.I., *Zinin L.V., Grigoriev S.A., Gladyshev V.A.* Modelling of the Signal Response of the Energy-Mass-Angle Thermal Ion Spectrometers DYCTION (AUREOL-3 satellite) and HYPERBOLOID (AURORAL PROBE satellite) with Account of the Satellite-to Plasma Electric Potential: Preprint. M.: IKI, **1994**. Pr-1878. 15 p.

Feldstein Ya.I., Galperin Yu.I. Comments on the Paper “Low-Energy Particle Layer Outside Plasma Sheet Boundary” by G. K. Parks et al. // *J. Geophysical Research*. **1994**. V. 99. P. 13-537–13-540.

Волосевич А.В., Гальперин Ю.И. Нелинейные квазистационарные электростатические структуры в магнитосферной плазме // *Космич. исслед.* **1995**. Т. 33. С. 52–61.

Волосевич А.В., Гальперин Ю.И., Сузакевич А.Г. Нелинейные квазистационарные электростатические волны и солитоноподобные структуры в столкновительной плазме E-области полярной ионосферы // *Космич. исслед.* **1995**. Т. 33. С. 62–69.

Гальперин Ю.И., Волосевич А.В. Двумерная модель полей и токов авроральной дуги на краю структуры типа «перевернутое V» // Космич. исслед. **1995**. Т. 33. С. 227–231.

Galeev A.A., Galperin Yu.I., Zelenyi L.M. The INTERBALL Project to Study Solar-Terrestrial Physics // INTERBALL Mission and Payload / Eds. **Yu.I. Galperin, T.M. Muliarchik, J.-P. Thouvenin.** CNES; IKI; RSA, **1995**.

Galperin Yu.I. Magnetospheric Tail Structure: Concepts, Problems and Storm-Time Development of the Auroral Oval // J. Atmospheric and Terrestrial Physics. **1995**. V. 57. P. 1397–1414.

Galperin Yu.I., Zelenyi L.M. INTERBALL Mission Strategy and Recent Results in IKI on some of the Mission Oriented Theory Directions // Proc. CLUSTER Workshop on Physical Measurements and Mission Oriented Theory / Ed. C. Mattok. Noordwijk. ESA SP-371. **1995**. P. 187–195.

Галеев А.А., Гальперин Ю.И., Зеленый Л.М. Проект ИНТЕРБОЛ по исследованиям в области солнечно-земной физики // Космич. исслед. **1996**. Т. 34. С. 339–362.

Зинин Л.В., Гальперин Ю.И., Гладышев В.А., Григорьев С.А., Жирар Л., Мулярчик Т.М. Математическая модель измерений тепловой анизотропной плазмы энерго-масс-угловыми спектрометрами на заряженном спутнике // Космич. исслед. **1996**. Т. 33. № 24. С. 563–571.

Фельдштейн Я.И., Гальперин Ю.И. Структура авроральных вторжений в ночном секторе магнитосферы // Космич. исслед. **1996**. Т. 34. С. 227–247.

Galperin Yu.I., Feldstein Ya.I. Mapping of the Precipitation Regions to the Plasma Sheet // J. Geomagnetism and Geoelectricity. **1996**. P. 857–875.

Galperin Yu.I., Hayakawa M. On the Magnetospheric Effects of Experimental Ground Explosions Observed from AUREOL-3 // J. Geomagnetism and Geoelectricity. **1996**. V. 48. P. 1241–1263.

Newell P.T., Feldstein Ya.I., Galperin Yu.I., Meng C.I. The Morphology of Nightside Precipitation // J. Geophysical Research. **1996**. V. 101. P. 10-737–10-748.

Volosevich A.V., Galperin Yu.I. A Nonlinear Hydrodynamic Theory of Finite Amplitude Waves and Moving Small-Scale Structures in Collisional Auroral E-Region which Can be VHF Radar Aurora Scatterers // Plasma Instabilities in the Ionospheric E-Region / Ed. K. Schlegel. Goettingen:Cuviillier Verlag, **1996**. P. 147–150.

Echim M., Ciobanu M., Balan O., Blagau A., Margitu O., Georgescu E., Galperin Yu.I., Jorjio N.V., Mularchik T.M., Kotikov A.L., Shishkina E.M., Troshichev O.A. Multiple Current Sheets in Double Auroral Oval Observed from the MAGION-2a and MAGION-3 Satellites // Annales de Géophysique. **1997**. V. 15. P. 412–423.

Galperin Yu.I., Soloviev V.S., Torkar K., Foster J.C., Veselov M.V. Predicting Plasmaspheric Density Radial Profiles // J. Geophysical Research. **1997**. V. 102. P. 2079–2091.

Volosevich A.V., Galperin Yu.I. Nonlinear Wave Structures in Collisional Plasma of Auroral E-Region Ionosphere // Annales de Géophysique. **1997**. V. 15. P. 890–898.

Гальперин Ю. И., Боске Ж.-М. О новом механизме начала суббури или локальной активации сияний // Космич. исслед. **1998**. Т. 36. С. 109–117.

Дюбулоз Н., Бертелье Ж.-Ж., Малингр М., Жирар Л., Гальперин Ю. И., Ковин Ж., Чугунин Д. В., Гodefруа М., Гогли Ж., Гера К., Илиано Ж., Косса П., Леблан Ф., Легофф Ф., Мулярчик Т. М., Пари Ж., Сцепуржинский В., Виват Ф., Зинин Л. В. Наблюдение эффектов нагрева и ускорения ионосферных ионов в полярных широтах масс-спектрометром «Гиперболоид» на высотах 2–3 радиуса Земли // Космич. исслед. **1998**. Т. 36. С. 2–13.

Зинин Л. В., Гальперин Ю. И., Григорьев С. А., Мулярчик Т. М. Измерения эффектов поляризационного джета во внешней плазмосфере // Космич. исслед. **1998**. Т. 36. С. 39–48.

Ридлер В., Торкар К., Веселов М. В., Гальперин Ю. И., Педерсен А., Шмидт Р., Арендс Х., Руденауэр Ф. Г., Ферингер М., Перро С., Зинин Л. В. Эксперимент РОН по активному регулированию электростатического потенциала космического аппарата // Космич. исслед. **1998**. Т. 36. С. 53–62.

Шуйская Ф. К., Гальперин Ю. И., Ковражкин Р. А., Кузьмин А. К., Степанов В. А., Горн Л. С., Хазанов Б. И. Измерения энергичных заряженных частиц на высоких широтах: эксперимент SKA-3 на спутнике «Интербол-2» (АВРОРАЛЬНЫЙ ЗОНД) // Космич. исслед. **1998**. Т. 36. С. 86–97.

*Dubouloz N., Berthelier J.-J., Malingre M., Jirard L., Galperin Yu. I., Co-
vinhes J., Chugunin D. V., Godefroy M., Gogly G., Gurrin C., Iliano J.-M.,
Kossa P., Leblank F., Legoff F., Mularchik T. M., Paris J., Stzepourgin-
ski W., Vivat F., Zinin L. V.* Thermal Ion Measurements on Board IN-
TERBALL Auroral Probe by HYPERBOLOID Experiment // Annales
de Géophysique. **1998**. V. 16. P. 1070–1085.

Galperin Yu. I. Multiscale Features of Substorm onset // Sub-
storms 4: Proc. 4th Intern. Conf. Substorms. March, 1998 / Ed. Y. Ka-
mide. Nagoya: Nagoya University Press, **1998**. P. 253–238.

Galperin Yu. I., Hayakawa M. On a Possibility of Parametric Amplifier in the Stratosphere-Mesosphere Suggested by Active MASSA Experiments with the AUREOL-3 Satellite // Earth, Planets and Space. **1998**. V. 50. P. 253–258.

*Stepanov V. A., Galperin Yu. I., Kuzmin A. K., Shuiskaya F. K., Gorn L. S.,
Ilyin V. A., Iovlev M. V., Klimashov A. A., Cherkashin I. I., Khazanov B. I.,
Safronov A. Y.* Upward High-Energy Field-Aligned Electron Beams Above the Polar Edge of Auroral Oval: Observations from the SKA-3 Instruments Onboard the AURORAL PROBE (Interball-2) // Annales de Géophysique. **1998**. V. 16. P. 1046–1065.

*Torkar K., Veselov M. V., Afonin V. V., Arends R., Chugunin D. V., Dubou-
loz N., Fehringer M., Galperin Yu. I., Kozlov A. I., Perraut S., Ridler W.,
Rudenaue F. G., Schmidt R., Zinin L. V.* An Experiment to Study and Control the Langmuir Sheath Around the Interball-2 // Annales de Géophysique. **1998**. V. 16. P. 1086–1096.

Козлов А. И., Гальперин Ю. И., Гладышев В. А., Мулярчик Т. М. Эксперимент АНОД для долговременной проверки солнечных панелей на спутнике «Интербол-2» // Космич. исслед. **1999**. Т. 37. С. 539–546.

*Торкар К., Джезенский А., Веселов М. В., Перро С., Дюбулоз Н., Эску-
бе К. П., Гальперин Ю. И.* Измерения потенциала спутника на

борту «Интербола-2» и вычисленная плотность плазмы // Космич. исслед. **1999**. Т. 37. № 6. С. 644–653.

Feldstein Ya.I., Galperin Yu.I. Comment on “Magnetospheric Source Region of Discrete Auroras Inferred from their Relationship with Isotropy Boundaries of Energetic Particles” by A.G. Yahnin et al. // *Annales de Géophysique*. **1999**. V. 17. P. 37–41.

Galperin Yu.I. Modeling of Prebreakup Arc and Substorm Onset by the “Minimum-B” Model // INTERBALL in the ISTP Program / Eds. D.G. Sibeck, K. Kudela. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, **1999**. P. 55–73.

Galperin Yu.I., Zelenyi L.M., Veselov M.V., Savin S.P., Mogilevsky M.M., Yanovsky M.I., Prokhorenko V.I., Eismont N.A., Kunitzin V.E., Silin I.V., Sosnovets E.N., Buchner J., Wiegelman T. Closely-Spaced Multi-Satellite Project ROY to Study Small-Scale Structures During Magnetic Field Annihilation and Strong Turbulence in Critical Magnetospheric Regions: Results of Phase A // INTERBALL in the ISTP Program / Eds. D.G. Sibeck, K. Kudela. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, **1999**. P. 55–73.

Galperin Yu.I., Bosqued J.-M., Kovrazhkin R.A., Yahnin A.G. Stationary Magnetospheric Convection on November 24, 1981. 2. Small-Scale Structures in the Dayside Cusp/Cleft // *Annales de Géophysique*. **1999**. V. 17. P. 375–388.

Galperin Yu.I., Bosqued J.-M. Stationary Magnetospheric Convection on November 24, 1981. 1. A Case Study of “Pressure Gradient/Minimum-B” Auroral Arc Generation // *Annales de Géophysique*. **1999**. V. 17. P. 358–374.

Kunitzin V.E., Silin I.V., Zelenyi L.M., Galperin Yu.I., Buchner J., Wiegelman T. Possibility of Radio-Tomographic Investigation of Small-Scale Plasma Turbulence in the Magnetosphere within the ROY Space Project // *URSI-99 Abstr.* **1999**.

Torkar K., Fehringer M., Escoubet C.P., Nahrheim B.T., Galperin Yu.I., Pedersen A., Riedler W., Rudenauer F.G., Schmidt R., Svens K., Veselov M.V. Recent Experience with Spacecraft Potential Control // *Advances in Space Research*. **1999**. V. 24. P. 1033–1036.

Volosevich A.V., Galperin Yu.I. MHD Nonlinear Theory of Stationary Moving Structures and Knoidal Waves in Auroral and Magnetospheric Plasmas: Observations VIKING and Search from INTERBALL // *Czechoslovak J. Physics*. **1999**. V. 49a. P. 647–656.

Вовченко В.В., Гальперин Ю.И., Чузунин Д.В., Дюбулоз Н. Новая популяция сверхтепловых протонов каспа, формирующаяся на средних широтах: измерения «Интербол-2» // *Космич. исслед.* **2000**. Т. 38. С. 585–595.

Волосевич А.В., Гальперин Ю.И. Нелинейные электростатические волны и движущиеся локализованные структуры во внешней плазматосфере и в авроральной магнитосфере // *Космич. исслед.* **2000**. Т. 38. С. 549–560.

Зинин Л.В., Григорьев С.А., Чузунин Д.В., Гальперин Ю.И., Лыновский В.Е., Василенко И.В., Латышев К.С., Дюбулоз Н. Мультиионные одномерные МГД-модели динамики высокоширотной ионосферы. 2. Ионный фонтан в каспе/клефте: Сравнение модели TUBE-7 с измерениями с помощью масс-спектрометра «Гиперболюид» на спутнике «Интербол-2» // *Космич. исслед.* **2000**. Т. 38. С. 3–12.

Сурков В.В., **Гальперин Ю.И.** Электромагнитный импульс в магнитосфере, генерируемый импульсом электрического тока у нижней границы ионосферы // Космич. исслед. **2000**. Т. 38. С. 602–613.

Volosevich A.V., Galperin Yu.I. Nonlinear Waves in Collisional Ionospheric Plasma // Physics and Chemistry of the Earth. **2000**. V. 1. N. 2. P. 79–84.

Galperin Yu.I. An Onset Development According to the “Minimum-B” Concept // 5th Intern. Conf. Substorms / Ed. A. Wilson. Noordwijk, Netherlands: ESTEK: **2000**. P. 291–294.

Galperin Yu.I. The Second Pair in the INTERBALL Quartet: Some Main Results // Advance Space Research. **2000**. V. 25. P. 1287–1303.

Malingre M., Dubouloz N., Berthelier J.-J., Galperin Yu.I., Chugunin D.V., Perraut S., Sauvaud J.-A., Delcourt D.C., Stepanov V.A. Low-Energy Upflowing Ion Events at the Lower Boundary of the Nightside Oval: High-altitude INTERBALL– AURORAL PROBE Observations // J. Geophysical Research. **2000**. V. 105. P. 18-693–18-707.

Zelenyi L.M., Galperin Yu.I., Veselov M.V., Savin S.P., Buchner J., Nikutovski B., Kunitsin V.E., Silin I.V., Vasyliunas V.M., Woch J., Sosnovets E.M., Pulinets S.A. Methods of Small-Scale Multi-Satellite Measurements for Project ROY // Proc. CLUSTER II Workshop on Multiscale/Multipoint Plasma Measurements. ESA SP-449. Netherlands: ESTEC: **2000**. P. 249–356.

Халипов В.Л., Гальперин Ю.И., Шестакова Л.В. Формирование поляризованного джета на фазе развития суббури // Космич. исслед. **2001**. Т. 39. С. 226–235.

Bouhras M., Dubouloz N., Hamelin M., Grigoriev S.A., Malingre M., Torkar K., Galperin Yu.I., Hanaš J., Perraut S., Zinin L.V. Electrostatic Interaction Between INTERBALL-2 and Ambient Plasma. Determination of the spacecraft potential from the current calculations // Annales de Géophysique. **2001**. V. 19.

Galperin Yu.I. Polarization jet: characteristic and a model // Annales de Géophysique. **2002**. V. 20. P. 391–404. doi: 105784/angeo20-391-2002.

МОНОГРАФИИ С УЧАСТИЕМ Ю. И. ГАЛЬПЕРИНА

Гальперин Ю. И. Полярные сияния в магнитосфере. М.: Знание, 1975. 63 с.

Гальперин Ю. И., Горн А. С., Хазанов Б. И. Измерение радиации в космосе. М.: Атомиздат, 1972. 343 с.

Galperin Yu. I., Gorn L. S., Khazanov B. I. The Measurement of Radiation in Space / NASA Technical Translation. NASA 11 F-754. Washington, 1973. 326 p.

Гальперин Ю. И., Гладышев В. А., Козлов А. И., Молчанов О. А., Полозок Ю. В., Турин А. С. Электромагнитная совместимость научного космического комплекса АРКАД-3. М.: Наука, 1984. 189 с.

Гальперин Ю. И., Сивцева Л. Д., Филиппов В. М., Халипов В. А. Субавроральная верхняя атмосфера / Под ред. Я. И. Фельдштейна. Новосибирск: Наука, 1990.

Galperin Yu. I. et al. (among 32 authors) Auroral Plasma Physics // Eds. G. Pashman, S. Haaland, R. Treuman. Dordrecht; Boston; London: Kluwer Academic publishers, 2002. 485 p. Space Plasma Series of ISSI.

ОСНОВНЫЕ ВЕХИ ЖИЗНИ И НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Ю. И. ГАЛЬПЕРИНА

- 1932 год, 14 сентября родился в Москве, в семье лингвистов, преподавателей английского и французского языков Института иностранных языков
- 1940–1950 годы школьные годы
- 1950 год окончил школу с золотой медалью
- 1950–1955 годы студент астрономического отделения механико-математического факультета МГУ, руководитель — профессор И. С. Шкловский
- 1955 год защитил диплом «Отношение интенсивностей компонент дублета натрия $\lambda 5890$ и $\lambda 5896\text{Å}$ »; первые публикации: «Отношение интенсивностей компонент желтого дублета натрия в спектре сумеречного неба» [Астрономический журнал. 1956. Т. 33. № 2. С. 73–81]; доклад о сумеречной вспышке натрия, представленный на конференции по свечению ночного неба в Белфасте в 1955 году, опубликован в книге [Airglow and Aurorae / Eds. E. B. Armstrong, A. Dalgarno. London; New York: Pergamon Press, 1956. P. 91–94]
- 1955–1958 года работа на Северной полярной геофизической научной станции Института физики атмосферы АН СССР (станция Лопарская, Кольский полуостров); подготовка аппаратуры для наземных наблюдений по программе Международного геофизического года (МГГ). Наблюдение спектров полярных сияний.
- 1957 год стал членом Международного астрономического союза. Избран членом-корреспондентом Международной академии астронавтики
- 1958 год опубликовал статью «О профилях водородных линий в спектре полярных сияний» [Астрономический журнал. 1958. Т. 35. № 3. С. 382–389]
- 1959 год, февраль защитил кандидатскую диссертацию по теме «Водородная эмиссия в спектрах полярных сияний»
- 1959 год командировка в Китай для обучения китайских специалистов технике наблюдений ночного неба по программе МГГ

1959 год	открытие электронов с энергией в 10 кэВ, захваченных в геомагнитную ловушку; опубликовал статью «Обнаружение в верхней атмосфере с помощью третьего спутника электронов с энергией 10 кэВ» (в соавторстве с И. С. Шкловским, В. И. Красовским, Е. М. Светлицким) [Доклады АН СССР. 1959. Т. 127. № 1. С. 78–81]
1960–1962 годы	разработка аппаратуры для спутников «Космос-3» и «Космос-5»
1960 год, 26 апреля	запуск спутника «Космос-3»
1960–1962 годы	исследование планетарного распределения и спектров мягких электронов
1962 год, 28 мая	запуск спутника «Космос-5», исследование спектров мягких электронов и фотоэлектронов
1962 год, 9 июля	регистрация спутником «Космос-5» эффектов взрыва Starfish («Морская звезда»), открытие «гамма-зари»; анализ результатов регистрации образовавшегося искусственного радиационного пояса Земли
1965 год	избрание действительным членом Международной академии космонавтики
1966–1968 годы	подготовка эксперимента со спутником «Космос-261» по программе ИНТЕРКОС-МОС в содружестве с учеными социалистических стран
1968 год, 20 декабря	запуск спутника «Космос-261»
1968 год, декабрь	защитил докторскую диссертацию по теме «Геофизические эффекты высотных термоядерных взрывов»
1970 год	опубликовал статью об открытии диффузной зоны полярных сияний с помощью спутника «Космос-261» [Космические исследования. 1970. № 8. С. 108–119]
1971 год, 27 декабря	запуск спутника «Ореол-1», проект АРКАД-1
1972 год	открытие поляризационного джета с помощью спутника «Космос-184»; опубликовал препринт (в соавторстве с В. Н. Пономаревым) [Прямые измерения конвекции плазмы в верхней ионосфере: Препринт. М.: ИКИ АН СССР, 1972. Пр-130]
1973 год, 26 декабря	запуск спутника «Ореол-2», проект АРКАД-2; опубликовал статью о поляризационном джете [Galperin Yu. I., Ponomarev V. N., Zosimova A. G. Plasma convection in the polar ionosphere // Annales de Géophysique. 1974. V. 30. N. 1. P. 1–7]

- 1974 год открытие пятнообразной формы каспа; опубликовал статью [*Cambou F., Galperin Yu. I.* Resultas d'ensemble obtenus grâce á l'expérience ARCAD à bord du satellite AUREOLE // *Annales de Géophysique*. 1974. V. 30. N. 1. P. 9–19]
- 1974 год, октябрь – 1975 год, март командировка на остров Кергелен по проекту АРАКС
- 1975–1981 годы работа по модернизации спутника «Ореол-3»
- 1981 год, 21 сентября запуск спутника «Ореола-3»
- 1981–1984 годы оперативная работа со спутником «Ореол-3», проведение координированных измерений с нагревными стендами и наземными геофизическими обсерваториями
- 1983 год присвоено звание профессора
- 1984 год организация конференции по результатам проекта АРКАД-3 в Тулузе, Франция
- 1986 год присуждена Государственная премия за разработку научной аппаратуры, установленной на спутнике «Ореол-3»
- 1980-е годы дискуссия (совместно с Я. И. Фельдштейном) о соотношении овала полярных сияний и плазменных структур хвоста магнитосферы, в которой Ю. И. Гальперин и Я. И. Фельдштейн одержали победу над геофизической общественностью
- 1995 год опубликовал статью о научных задачах проекта ИНТЕРБОЛ (в соавторстве с А. А. Галеевым и Л. М. Зеленым) [*Galeev A. A., Galperin Yu. I., Zelenyi L. M.* The INTERBALL Project to Study Solar-Terrestrial Physics // *INTERBALL Mission and Payload* / Ed. **Yu. I. Galperin**, T. M. Muliarchik, J.-P. Thouvenin. CNES; IKI; RSA, 1995]
- 1995–1999 годы участвовал в проекте ИНТЕРБОЛ
- 1998 год создание (совместно с Ж.-М. Боске) теории о роли «минимума В» у основания спокойной дуги в околосземном нейтральном слое в возникновении суббури
- 1999–2001 годы руководил разработкой проекта РОИ по исследованию сильной турбулентности магнитосферной плазмы
- 2001 год командировка в Японию в STEL (Solar-Terrestrial Environment Laboratory)
- 2001 год, 28 декабря Юрий Ильич скончался в Москве от сердечного приступа

УДК 523.16:523.16.031.6

Ю. И. Гальперин, А. Д. Боллонова

РЕГИСТРАЦИЯ ЭФФЕКТОВ ВЫСОТНОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО
ВЗРЫВА 9 ИЮЛЯ 1962 г. НА СПУТНИКЕ «КОСМОС-5»

На спутнике «Космос-5» были зарегистрированы радиационные эффекты американского высотного термоядерного взрыва 9 июля 1962 г. над островом Джонстон. В момент взрыва далеко за пределами зоны его прямой видимости обнаружена вспышка жесткого излучения. Эта вспышка, названная γ -зарей, представляет собой, по-видимому, регистрацию γ -излучения, связанного со взрывом. Взрыв произошел в $12^{\text{h}}00^{\text{m}}09^{\text{s}}.8 \pm 1^{\text{s}}$ московского времени. В первые минуты после взрыва обнаружены положительно заряженные частицы — протоны, α -частицы, осколки деления, или позитроны, дрейфующие в западном направлении навстречу приближающемуся спутнику «Космос-5». Через 10 мин. преобладающими стали электроны с энергией в несколько *Мэв*. В области магнитно сопряженной острову Джонстон на высотах около 500 км и вблизи Бразильской магнитной аномалии на высотах 200—300 км, обнаружены сравнительно мягкие электроны, поглощение которых в атмосфере, очевидно, вызвало полярное сияние над Тихим океаном. Максимальная зарегистрированная интенсивность 9 июля через час после взрыва над Южной Атлантикой составляла $\sim 2 \cdot 10^9$ электронов $\cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$. Максимум образовавшегося пояса радиации расположен над магнитным экватором, высота его над островом Джонстон ~ 1350 км и меняется с высотой. Спадание интенсивности было наибольшим в первые сутки существования пояса и постепенно замедлялось. В течение четырех месяцев интенсивность в центре пояса упала, примерно на порядок. Обнаружено возрастание фона радиации существенно ниже области существования устойчивых поясов радиации. Скорость излучения этого избытка над фоном, вызываемым космическими лучами, близка к скорости уменьшения интенсивности в максимуме искусственного пояса. Обсуждается природа зарегистрированных явлений.

Спутник «Космос-5» был запущен 28 мая 1962 г. на орбиту, наклоненную к экватору под углом 49° , с апогеем на высоте 1600 км и перигеем на высоте 204 км. К 9 июля высота апогея уменьшилась до 1512 км, а точка апогея переместилась в северное полушарие на широту 49°N .

Аппаратура спутника «Космос-5» была предназначена для геофизических исследований геоактивного корпускулярного излучения небольших энергий и подробно описана в [1, 2]. Анализ последствий высотного термоядерного взрыва 9 июля 1962 г. производился в основном по измерениям индикатора электронов Э1 и счетчика Гейгера. Напомним кратко их основные характеристики. Индикатор Э1 состоял из флуоресцирующего экрана $\text{Sr}_2(\text{PO}_4)_2[\text{Eu}]$ толщиной $1,4 \text{ мг} \cdot \text{см}^{-2}$, закрытого алюминиевой фольгой толщиной $0,4 \text{ мг} \cdot \text{см}^{-2}$ внутри телесного угла около $1/12 \text{ стер}$ (около 10 стер было закрыто от 1 до 3 $\text{г} \cdot \text{см}^{-2}$ и остальное $\geq 10 \text{ г} \cdot \text{см}^{-2}$). Свечение экрана регистрировалось фотоумножителем, сигнал которого усиливался и подавался на радиотелеметрическую систему с запоминающим устройством. Контроль чувствительности индикатора Э1 периодически производился в полете при помощи пучка электронов с тритиевой мишени. К рентгеновскому излучению индикатор практически нечувствителен. Электроны с энергией $\lesssim 1 \text{ Мэв}$ воспринимались лишь через вход-

ное отверстие индикатора. Вращение спутника давало возможность выделить это излучение по характерной модуляции, возникающей вследствие анизотропии распределения заряженных частиц в ловушке магнитного поля Земли. Электроны с энергией ≥ 2 Мэв проникали в индикатор практически со всех сторон, поэтому их анизотропия почти не приводила к модуляции при вращении.

Счетчик Гейгера представлял собой установленный внутри корпуса спутника стандартный галогенный счетчик СТС-5, экранированный $3,4 \text{ г} \cdot \text{см}^{-2}$ свинца. Элементы конструкции создавали дополнительную экранировку около $0,8 \text{ г} \cdot \text{см}^{-2}$ алюминия в телесном угле около 2π стерадиан и до $\sim 25 \text{ г} \cdot \text{см}^{-2}$ в остальных направлениях. Площадь счетчика $4,3 \text{ см}^2$. При высокой интенсивности частиц в искусственном поясе счетчик часто переходил на нисходящую ветвь своей счетной характеристики. Эта характеристика для особенно больших уровней интенсивности была определена непосредственно по данным телеметрических измерений на нескольких витках внутри искусственного пояса путем сопоставления скорости счета с показаниями индикаторов электронов, которые не выходили за пределы шкалы.

Чувствительность аппаратуры к электронам определялась по результатам лабораторной калибровки до пуска и на основании калибровки полностью аналогичного комплекта аппаратуры в более широком диапазоне энергий. На основании этих данных можно оценить чувствительность индикатора Э1 и счетчика Гейгера для регистрации β -излучения продуктов деления, захваченного в ловушку магнитного поля Земли. Энергетический спектр электронов искусственного пояса радиации может быть принят согласно лабораторным измерениям [3] на основании полученной картины скоростей дрейфа электронов 9 июля 1962 г. [4]. В этом случае 1 мкА тока фотоумножителя индикатора Э1 при питч-угле, равном 90° , соответствовал $2 \cdot 10^7 \text{ частиц} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$, а $1 \text{ имп} \cdot \text{сек}^{-1}$ счетчика Гейгера соответствовал $2 \cdot 10^3 \text{ частиц} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$. До взрыва 9 июля 1962 г. счетчик регистрировал в основном протоны с энергией $> 50 \text{ Мэв}$ и фон, создаваемый космическими лучами [5].

Первый эффект взрыва 9 июля 1962 г. был зарегистрирован в момент $12^{\text{h}}00^{\text{m}}09^{\text{s}},8 \pm 1^{\text{s}}$ в виде резкого скачка темпа счета счетчика Гейгера примерно на три порядка. (Двузначность измерений в начальный момент объясняется тем, что здесь нельзя исключить возможность перехода счетчика на нисходящую ветвь счетной характеристики.) При этом сигнал датчиков электронов изменился не более чем на $0,01 \text{ мкА}$, что свидетельствует о большой жесткости излучения. В этот момент спутник «Космос-5» находился в точке с координатами $\varphi = 44^\circ,9 \text{ N}$; $\lambda = 115^\circ,7 \text{ E}$; $h = 1442 \text{ км}$ на расстоянии около 7500 км от района взрыва (вдоль дуги большого круга земного шара). На таком расстоянии от спутника зона прямой видимости расположена на высотах более 1200 км и, следовательно, точка взрыва ($h = 400 \text{ км}$ [6]) даже с высоты спутника находилась глубоко под горизонтом. Эта вспышка, продолжавшаяся около 2 мин., показана на рис. 1.

Рассмотрим возможные причины описанной вспышки скорости счета за пределами зоны прямой видимости точки взрыва.

Электроны, инжектированные при взрыве и захваченные в ловушку магнитного поля Земли, двигаются на восток вследствие дрейфа и, обогнув Землю, догоняют спутник, приближающийся к точке взрыва с запада. Но даже для энергии 10 Мэв на геомагнитной широте спутника время дрейфа электронов от точки взрыва до спутника более 5 мин. и, следовательно, возможность их регистрации в момент $12^{\text{h}}00^{\text{m}}09^{\text{s}},8$ следует исключить.

Появившиеся в ловушке магнитного поля положительно заряженные частицы (протоны, α -частицы, осколки деления, или позитроны) дрейфуют в западном направлении навстречу спутнику. Однако энергии частиц, необходимые для долготного дрейфа с большой скоростью, требующейся для смещения от точки взрыва до долготы спутника в течение нескольких секунд, по-видимому, слишком велики (>500 Мэв).

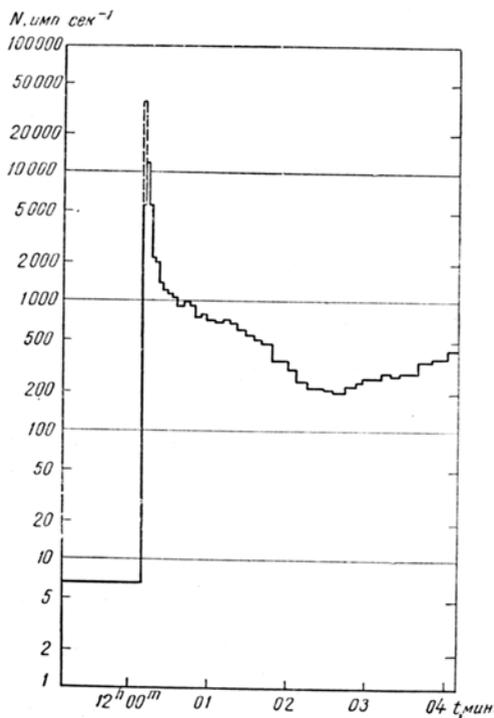


Рис. 1. Вспышка излучения 9 июля 1962 г. в 12^h00^m 9, 8.

По оси ординат в логарифмическом масштабе отложен темп счета экранированного счетчика Гейгера (3,4 г·см⁻² Pb + + 0,8 г·см⁻² Al) в импульсах в секунду, исправленный за мертвое время

Учитывая исключительно низкую эффективность галогенного счетчика к нейтронам, можно думать, что прямая их регистрация также маловероятна. С другой стороны, нейтроны, образующиеся при взрыве и беспрепятственно покидающие его район, распадаются во всей области геомагнитного поля Земли, лежащей в зоне прямой видимости точки взрыва. Их β -распад мог вызвать через доли секунды после взрыва появление электронов с малымиpitch-углами на той магнитной силовой линии, где в данный момент находился спутник [7]. Однако даже без более подробного количественного расчета очевидно, что если бы описанная вспышка скорости счета экранированного счетчика была вызвана электронами с энергиями в несколько сотен кэв, возникающими при

β -распаде нейтронов, она была бы зарегистрирована индикаторами электронов на спутнике.

Но возможен и другой путь регистрации волны нейтронов, распространяющейся от области взрыва — через γ -излучение, возникающее в результате реакций (n, γ) в корпусе спутника и в атмосфере при облучении нейтронами. Это предположение требует детального рассмотрения с учетом многократного рассеяния и замедления нейтронов атмосферой. Было бы заманчиво объяснить форму пика прохождением спутника сквозь волну нейтронов, причем более замедлившись нейтроны приходят позже, так что в 1-ю, 10-ю и 100-ю секунды приходят нейтроны с энергиями, соответственно, 350 кэв, 3,5 кэв и 30 эв, вызывающие γ -излучение в результате реакций (n, γ).

Появление γ -излучения вне зоны прямой видимости точки взрыва в течение первых двух минут после взрыва возможно и в результате многократного рассеяния запаздывающего γ -излучения из области взрыва (мгновенное γ -излучение слишком коротковременно, чтобы вызвать этот эффект), а также в случае выброса γ -радиоактивных продуктов деления на высоты более 1200 км. Считая, что средняя кинетическая энергия осколков составляет около 1 Мэв/нуклон [8], получаем, что они при благоприятных условиях способны достигнуть зоны прямой видимости примерно через 0,1 сек. По истечении этого интервала времени γ -излучение продуктов деления еще весьма значительно (около 1 Мэв·сек⁻¹ на 1 деление, согласно [9]) и, по-видимому, может быть зарегистрировано. Однако быстрое уменьшение темпа счета в интервале 12^h00^m12^s—12^h00^m24^s не согласуется с данными о скорости спадания γ -радиоактивности продуктов деления, приведенной в [9]. С другой стороны, огромная протяженность образовавшегося затем искусственного радиационного пояса (см. ниже) свидетельствует о том, что продукты взрыва действительно были занесены на значительные высоты.

Таким образом, можно сделать вывод, что описанная вспышка жесткого излучения, обнаруженная счетчиком Гейгера на спутнике «Космос-5» в момент высотного термоядерного взрыва за пределами прямой видимости, скорее всего представляет собой регистрацию γ -излучения, возникшего в результате взрыва. Это явление мы будем в дальнейшем называть « γ -зарей».

Из всего сказанного следует, что взрыв 9 июля 1962 г. произошел в момент 12^h00^m09^s,8 \pm 1^s московского времени.

Нам неизвестны какие-либо другие данные, полученные на спутниках во время взрыва 9 июля 1962 г. над районом Тихого океана, кроме измерений со счетчиком на англо-американском спутнике «Ариэль» [10]. В момент взрыва этот спутник находился от точки взрыва примерно на таком же расстоянии (7400 км), как «Космос-5», и на геомагнитном меридиане, проходящем вблизи острова Джонстон, причем $L \approx 5$, но высота его составляла всего 819 км и, следовательно, область прямой видимости над точкой взрыва располагалась выше 2000 км. На спутнике «Ариэль» также была зарегистрирована вспышка скорости счета длительностью около 2 мин., однако низкая опросность системы запоминания (1 опрос за 92 сек.) и неточность привязки времени (± 10 сек.) позволила авторам [10] констатировать лишь, что вспышка произошла «не более чем через 20 \pm 10 сек. после взрыва»¹. Кроме того, данные одного счетчика на этом спутнике не позволили оценить жесткость излучения. Авторы [10], пытаясь интерпретировать эту вспышку, рассматривали такие меха-

¹ Время взрыва в [10] положено равным 12^h00^m15^s, т. е. на 5,2 сек. позже момента, зарегистрированного на спутнике «Космос-5», и на 6 сек. позже момента 12^h00^m09^s, указанного в [6].

визмы, для которых интервал времени между взрывом и вспышкой составлял десятки секунд, и пришли к выводу, что наиболее правдоподобным объяснением вспышки «является высыпание из ловушки электронов внешнего пояса, питч-углы которых изменились под действием магнитогидродинамического возмущения, связанного со взрывом». Такое объяснение во всяком случае не применимо к вспышке жесткого излучения, зарегистрированной спутником «Космос-5», если не рассматривать возможность одновременного ускорения электронов (или даже протонов) естественного пояса радиации. Однако практическая одновременность момента взрыва и вспышки излучения на спутнике «Космос-5» (с точностью $\pm 1^s$), по-видимому, исключают возможность такой интерпретации.

Наоборот, можно предположить, что вспышка излучения на спутнике «Ариэль» в действительности начала регистрироваться сразу же после взрыва, как и на «Космосе-5». На это указывают результаты измерений поглощения радиоволн в Аляске [11] почти на том же геомагнитном меридиане, что и остров Джонстон и спутник «Ариэль» в рассматриваемый момент, но на более высоких геомагнитных широтах ($L \approx 5,5$). По данным [11], ионизация ионосферы над Аляской резко увеличилась не более чем через 2 сек. после взрыва на $L \geq 5$. Для рассматриваемой области слоя D над Аляской, где возникла ионизация (на расстоянии 600 км от острова Джонстон), и для спутника «Ариэль» граница зоны прямой видимости над островом Джонстон располагается примерно на одной и той же высоте, и геометрические условия для рассеяния излучения из области взрыва также аналогичны. Так как геомагнитные широты (или значения L) также были почти одинаковыми, любой из механизмов развития вспышки на геомагнитной долготе области взрыва, т. е. распространение заряженных частиц в направлении возрастания L , многократное рассеяние из области взрыва γ -излучения или нейтронов (с последующими (n, γ) -реакциями) или выброс γ -радиоактивных продуктов на высоты > 2000 км, т. е. в зону прямой видимости, по-видимому, должен был бы вызвать одновременное появление ионизирующего излучения над Аляской и на спутнике «Ариэль». Поэтому можно полагать, что описанная вспышка γ -зари в момент взрыва в действительности была зарегистрирована счетчиком на спутнике «Ариэль» и, возможно, явилась также непосредственной причиной скачка поглощения в ионосфере над Аляской. Не исключено, однако, что определяющую роль в явлении γ -зари играет выброс продуктов взрыва на большие высоты — в зону прямой видимости со спутника. В этом случае вспышка γ -зари на спутнике «Ариэль» могла начаться существенно позже, чем на «Космосе-5», в зависимости от скорости распространения продуктов взрыва от высоты ~ 1200 км (необходимой для «Космоса-5») до высоты ~ 2000 км (необходимой для «Ариэля»), а ионосферное поглощение над Аляской было вызвано какими-то другими причинами. К сожалению, не только время вспышки, но и ее интенсивность на этих спутниках не могут быть сравнены, так как счетчик на «Ариэле» был зашкален почти все 2 мин. вспышки γ -зари.

После первой вспышки интенсивность жесткой радиации резко увеличилась во всей области пространства, пересекаемой витком спутника «Космос-5». Начиная с $12^h 02^m$ счетчик Гейгера регистрировал жесткое излучение с нарастающей интенсивностью. Возможно, это также было γ -излучение расширяющегося облака продуктов взрыва, но на основании последующих наблюдений можно думать, что это могли быть и позитроны или радиоактивные осколки деления с энергией не менее нескольких *Мэв*, дрейфующие на запад, навстречу спутнику. Через 8 мин. после

взрыва, когда «Космос-5» находился к востоку от Японии (естественные координаты $L = 1,4$; $B = 0,25$), начался также резкий рост сигналов индикаторов электронов, регистрировавших сравнительно мягкую радиацию. К моменту $12^{\text{h}}10^{\text{m}}$ ($L = 1,3$; $B = 0,24$) сигнал увеличился больше чем на порядок. Существенно, что энергия электронов, способных достигнуть долготы спутника, обогнув земной шар, даже в моменты $12^{\text{h}}08^{\text{m}}$ и $12^{\text{h}}10^{\text{m}}$ составляла бы, соответственно, не менее $7,7 \text{ Мэв}$ и $6,5 \text{ Мэв}$ а таких электронов в β -спектре продуктов деления практически нет [4]. Кроме того, траектории зеркальных точек частиц, регистрировавшихся от $12^{\text{h}}08^{\text{m}}$ до $12^{\text{h}}10^{\text{m}}$, опускаются до поверхности Земли в области Бразильской магнитной аномалии, которая должна была быть пройдена электронами прежде, чем достигнуть «Космос-5». Таким образом, крайне маловероятно, что зарегистрированные в это время сигналы индикаторов вызваны электронами, а к γ -излучению индикатор не чувствителен. По-видимому, на спутнике «Космос-5» удалось зарегистрировать положительно заряженные частицы, появившиеся при термоядерном взрыве протоны, α -частицы, осколки деления или позитроны.

Максимум интенсивности, зарегистрированный в $12^{\text{h}}13^{\text{m}}$ на высоте 1100 км и почти на широте острова Джонстон, но западнее его ($L \approx 1,2$; $B = 0,23$), очевидно, связан с пролетом спутника сквозь возникающий пояс радиации, так как в последующие дни в этой области располагались отроги нового искусственного пояса. Через сутки в этой области интенсивность упала в ~ 30 раз. При пролете над геомагнитным экватором в $12^{\text{h}}20^{\text{m}}$ на высоте около 800 км индикаторы электронов регистрировали интенсивную мягкую радиацию с глубокой модуляцией вследствие анизотропии. В то же время счетчик Гейгера регистрировал весьма жесткое излучение ($\geq 10^3 \text{ имп} \cdot \text{сек}^{-1}$), возможно, также связанное с γ -рдиоактивностью продуктов взрыва, распространяющихся в атмосфере.

Примерно в $12^{\text{h}}24^{\text{m}}$ — $12^{\text{h}}28^{\text{m}}$ спутник «Космос-5» на высоте 500 – 600 км прошел область, магнитно сопряженную с областью взрыва. При этом был зарегистрирован новый максимум жесткого излучения, а также мягкая компонента. Затем, с приближением к перигею, интенсивность мягкой радиации резко упала, однако скорость счета счетчика продолжала оставаться высокой. Через $\Delta t = 43 \text{ мин.}$ после взрыва в южной полушарии ($\varphi = 49^\circ \text{ S}$; $\lambda = 250^\circ \text{ E}$) на высоте около 210 км скорость счета счетчика Гейгера составляла около $1000 \text{ имп} \cdot \text{сек}^{-1}$, что приблизительно в 150 раз больше, чем до взрыва в той же точке. Очень интересное явление было обнаружено индикаторами электронов в $12^{\text{h}}40^{\text{m}}$ – $12^{\text{h}}50^{\text{m}}$ при приближении к Бразильской магнитной аномалии. По-видимому, были зарегистрированы электроны с энергией 50 – 100 кэв , причем их интенсивность резко возрастала на высотах 200 – 300 км ($B > 0,2$) с уменьшением напряженности магнитного поля B вдоль траектории. По-видимому, в это время спутник «Космос-5» «догнал» инжектированные при взрыве электроны с энергиями 50 – 100 кэв , совершающие свой первый дрейфовый оборот вокруг Земли. Электроны больших энергий инжектированные на те же оболочки и обладающие большими скоростями дрейфа, к этому времени были уже поглощены в атмосфере над Бразильской магнитной аномалией, поэтому стала возможной регистрация только мягкой компоненты. Эти мягкие частицы, медленно дрейфуя к Бразильской аномалии, постепенно опускались в плотную атмосферу, и их поглощение, очевидно, вызвало полярное сияние над Тихим океаном.

Особенно большая интенсивность частиц больших энергий наблюдалась в районе Бразильской магнитной аномалии, где напряженность магнитного поля резко ослаблена по сравнению с другими долготами. Через час после взрыва в широкой области вблизи геомагнитного экватора

($\lambda \sim 325 \div 340^\circ E$) на высотах 600—850 км всенаправленная интенсивность электронов с энергией ≤ 1 Мэв достигала $2 \cdot 10^9$ частиц \cdot см $^{-2}$ \cdot сек $^{-1}$ по данным электронного индикатора. Показания счетчика Гейгера на спутнике «Космос-5» на линии $L = 1,25$; $B = 0,20$ гс над Южной Атлантикой через $\Delta t = 60$ мин. после взрыва могут быть сравнены с опубликованными данными измерений на спутнике «Инджун-1» с почти одинаково экранированным счетчиком SrB , который прошел ту же самую линию над Южной Африкой в момент $\Delta t = 45$ мин. [12]. Из-за разных

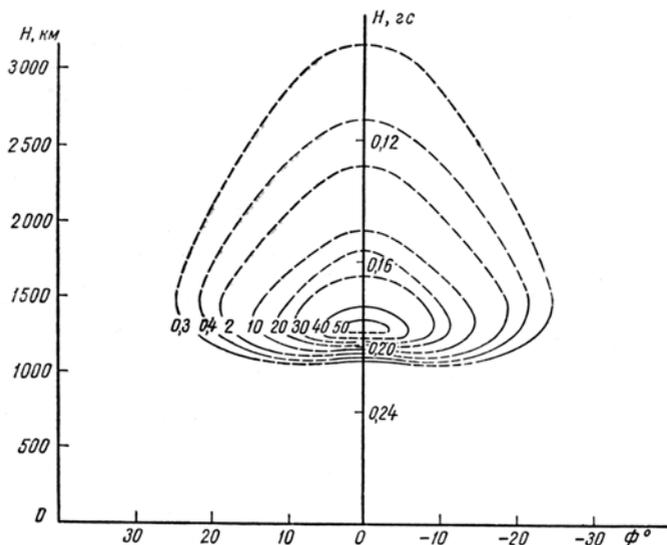


Рис. 2. Распределение интенсивности в искусственном радиационном поясе над островом Джекстон через 19 суток после взрыва.

По оси абсцисс — геомагнитная широта. На изолиниях указаны величины тока датчика \mathcal{I} в мкА (для перевода во всенаправленный поток электронов в единицах $\text{электронов} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$ нужно умножить на $2 \cdot 10^5$). В экваториальной плоскости отмечены значения напряженности магнитного поля Земли. В области выше апогея спутника «Космос-5» изолиния продолжена (пунктиром) приблизительно вдоль геомагнитных силовых линий

площадью счетчиков и неточной калибровки удобнее сравнивать измерения скорости счета в $\text{имп} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$: $7 \cdot 10^4$ для «Инджун-1» и $1,2 \cdot 10^5$ для «Космос-5». Принимая во внимание, что на столь ранних стадиях существования искусственного пояса радиации интенсивности в действительности могли несколько различаться, можно заключить, что согласно удовлетворительное. Наибольшие значения L , которые были достигнуты спутником «Космос-5» в период возникновения искусственного пояса радиации, достигали $L = 2,3$. Скорость счета существенно возросла и на этих широтах. Так, например, через 87 мин. после взрыва над территорией Советского Союза на высоте 1450 км ($L = 2,0$) скорость счета счетчика Гейгера составляла около $1000 \text{ имп} \cdot \text{сек}^{-1}$, что более чем в 30 раз больше, чем в той же области за сутки до взрыва. Это означает, что распределение интенсивности, регистрируемой одиночным экранированным счетчиком, существенно изменилось в огромной области околоземного космического пространства, вплоть до расстояний в несколько земных радиусов.

Характер изменения интенсивности частиц в зависимости от естественных координат B, L примерно через час после взрыва указывает на то, что к этому времени образовался искусственный радиационный пояс. Максимум его интенсивности лежал вблизи геомагнитного экватора (или экватора космических лучей), высота его зависела от долготы, так как она связана с локальной напряженностью реального магнитного поля Земли. Над островом Джонстон высота максимума интенсивности была около

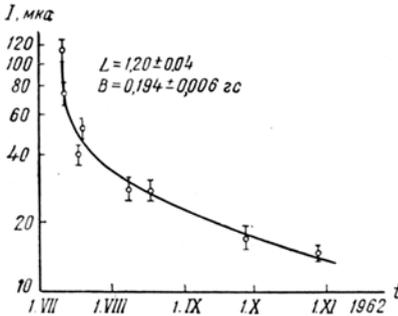


Рис. 3. Уменьшение со временем максимальной интенсивности электронов с энергией ≤ 1 Мэв в области центра искусственного пояса.

По оси ординат в логарифмическом масштабе отложен ток в мкА индикатора электронов Э1

1350 км (рис. 2), над Атлантическим океаном — 700—900 км. С течением времени интенсивность частиц в максимуме искусственного радиационного пояса постепенно спадала. Скорость спада была максимальной в течение первых суток существования искусственного пояса и затем постепенно уменьшалась (рис. 3). На рисунке видно, что в течение четырех месяцев интенсивность в центре искусственного радиационного пояса упала приблизительно на порядок. На тех же высотах, но на больших геомагнитных широтах скорость спадания интенсивности в течение первых 10 дней была существенно больше, и с ростом широты продолжала увеличиваться. На меньших высотах скорость спадания в первые дни также была очень велика.

На еще меньших широтах на спутнике «Космос-5» было обнаружено новое явление — повышение фона радиации, регистрируемого счетчиком на низких широтах ниже области пояса радиации. На рис. 4 показано уменьшение избытка скорости счета для $L = 1,10$ и $B \geq 0,24$ над фоном, вызываемым космическими лучами ($\sim 2,5$ имп · сек⁻¹). По сравнению с уровнем 10 июля спадание в 10 раз произошло примерно за $5 \cdot 10^6$ сек. Более или менее аналогичное повышение фона ниже пояса радиации произошло и на более высоких широтах. Рассмотрим возможные причины этого нового явления. Можно думать, что это было γ -излучение продуктов деления, в течение нескольких дней распространявшихся равномерно в атмосфере на средних высотах (50—100 км). Однако измеренная скорость спадания интенсивности меньше, чем скорость спадания γ -радиоактивности согласно [9], хотя в результате диффузии тяжелых осколков вниз следовало бы ожидать еще более быстрого спадания, чем на основании [9]. Поэтому такое объяснение не представляется правдоподобным. Другая возможность — это регистрация протонов с энергиями > 50 Мэв, распределение которых поpitch-углам (а возможно, и по энергиям) было нарушено в результате явлений в магнитосфере, сопровождавших ядерный взрыв (аналогичное предположение было высказано в [10] относительно электронов для объяснения вспышки γ -зари). В таком случае скорость уменьшения интенсивности также представляется слишком малой, поскольку средняя плотность атмосферы вдоль дрейфовой траектории таких частиц огромна. Для сравнения можно указать, что избыточная интенсивность протонов с энергиями ~ 55 Мэв, обнаруженная внутри пояса радиации, т. е. для $B < 0,22$ зс (с минимальными

высотами зеркальных точек $\sim 250-700$ км в Бразильской аномалии), при помощи ядерных фотоэмulsionов на спутниках [13], исчезала примерно с той же скоростью. Однако в последнем случае средняя плотность атмосферы вдоль дрейфовой траектории должна быть на несколько порядков ниже, чем для области *ниже* пояса радиации, описанной выше. Можно предположить, что это излучение на малых высотах представляло собой электроны больших энергий, высыпавшиеся из области искусственного

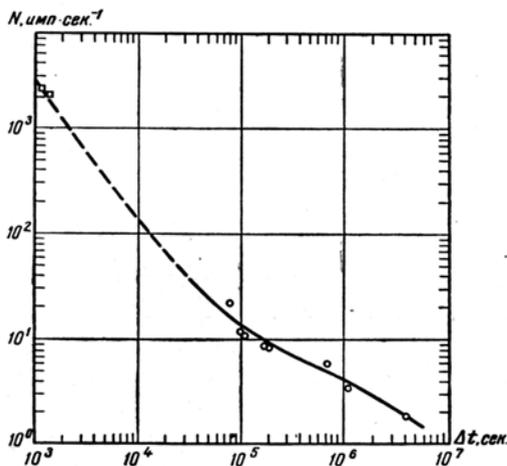


Рис. 4. Уменьшение со временем избытка скорости счета над фоном космических лучей вблизи экватора ($L = 1,10$) деления.

По оси абсцисс отложен в логарифмическом масштабе интервал времени (сек.) от момента взрыва; квадратами показаны первые наблюдения после взрыва, которые, по крайней мере частично, могут быть связаны с регистрацией запаздывающего γ -излучения продуктов деления

пояса радиации в результате случайного уменьшения питч-угла при соударении с атмосферным атомом или электроном. Однако в таком случае избыток на $L = 1,20-1,25$, где расположен максимум пояса, по-видимому, превышал бы избыток на $L = 1,10$. Экспериментальные данные не подтверждают этого. Наконец, нельзя исключить пока, что этот медленно уменьшающийся избыток скорости счета вызван радиоактивностью, наведенной в корпусе спутника в результате облучения после взрыва. В этом случае это было бы, возможно, просто продолжением явления γ -зари. Изучение этого эффекта продолжается.

Описанные выше измерения свидетельствуют о весьма большом времени жизни искусственно введенной жесткой радиации, в особенности в приэкваториальных областях. Это существенно осложнило геофизические исследования естественного корпускулярного излучения в верхней атмосфере даже через несколько месяцев после взрыва. Ранее [14] уже было обращено внимание на то, что измерения жесткой компоненты естественных поясов радиации, проводившиеся после интенсивной серии ядерных испытаний летом 1958 г. (в числе которых были высотные ядерные взрывы), могли быть осложнены регистрацией сильно проникающего излучения продуктов деления. По-видимому, имеющиеся данные прове-

денных тогда измерений полезно вновь проанализировать с этой точки зрения.

В заключение считаем своим долгом выразить глубокую благодарность В. И. Красовскому за советы и постоянное внимание к этой работе, сотрудникам Отдела физики верхней атмосферы ИФА АН СССР за большую помощь в проведении работы и полезное обсуждение результатов, а также многочисленным сотрудникам других учреждений и институтов, оказавшим нам помощь в работе.

Дата поступления
11 марта 1964 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Красовский, Ю. И. Гальперин, В. В. Темный, Т. М. Мулярчик, Н. В. Джорджио, М. Я. Маров, А. Д. Болюнова, Б. П. Потапов, О. Л. Вайсберг, М. Л. Брагин. Геомagnetизм и астрономия, 3, № 3, 401, 1963.
2. Ю. И. Гальперин, В. И. Красовский. Космич. исслед., 1, № 1, 126, 1963.
3. R. E. Carter, F. Reaimes, J. J. Wagner, M. E. Wuman. Phys. Rev., 113, 280, 1959.
4. G. R. Ochs, D. T. Farley, Jr, K. L. Bowles. J. Geophys. Res., 68, 701, 1963.
5. В. В. Темный. Космич. исслед., 1, № 1, 139, 1963.
6. W. L. Brown, W. H. Hess, J. A. Van Allen. J. Geophys. Res., 68, 605, 1963.
7. C. M. Crain, P. Tamarkin. J. Geophys. Res., 66, 35, 1961.
8. Экспериментальная ядерная физика, под ред. Э. Серге, II, Изд. иностр. лит., 1955, стр. 121.
9. K. Way, E. R. Wigner. Phys. Rev., 73, 1318, 1948.
10. A. C. Durney, H. Elliot, R. J. Hynds, J. J. Quenby. Nature, 195, No. 4848, 1245, 1962.
11. R. P. Basler, R. B. Duce, H. Leinbach. J. Geophys. Res., 68, 741, 1963.
12. B. J. O'Brien, C. D. Laughlin, J. A. Van Allen. Nature, 195, 939, 1962.
13. R. Filz, E. Holeman, H. Yagoda. Trans. A. G. U., 44, 78, 1963.
14. И. С. Шкловский, В. И. Красовский, Ю. И. Гальперин. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 12, 1799, 1959.

1977 г. Май

Том 122, вып. 1(500)

У С П Е Х И Ф И З И Ч Е С К И Х Н А У К

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

53.0(048)

**НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
И АСТРОНОМИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР**

(24—25 ноября 1976 г.)

24 и 25 ноября 1976 г. в конференц-зале Физического института имени П. Н. Лебедева АН СССР состоялась научная сессия Отделения общей физики и астрономии АН СССР. На сессии были заслушаны доклады:

1. М. Я. М а р о в. Венера и Марс (по последним результатам советских и американских исследований).
2. Ю. И. Г а л ь п е р и н. Магнитосферы Земли и планет.
3. В. Б. Б р а г и н с к и й. Квантовые особенности при макроскопических измерениях.
4. Е. М. Г е р ш е н з о н. Спектральные и радиоспектроскопические исследования полупроводников на субмиллиметровых волнах.

Ниже публикуется краткое содержание прочитанных докладов,

[523 4 + 525 24](048)

‡ Ю. И. Гальперин. Магнитосферы Земли и планет. Основные проблемы физики земной магнитосферы, остающиеся нерешенными, несмотря на интенсивное изучение, таковы.

а) Энергетика магнитосферы. Имеются два основных источника. Первый — это движение нейтрального газа в ионосфере, включая и вращение атмосферы вместе с Землей, создающее атмосферный динамо-эффект, обуславливающий дрейфовое движение плазмы. В земной магнитосфере эти эффекты определяют динамику плазмы на низких и средних широтах и в плазмосфере. Второй — это движения плазмы в пограничном слое вблизи магнитопаузы, вызываемые потоком обтекающего магнитосферу солнечного ветра (так называемое магнитосферное динамо) и создающие в магнитосфере э. д. с. аналогично МГД-генератору. В результате в магнитосфере возникает крупномасштабная конвекция плазмы. В земной магнитосфере эффекты этих двух

источников уравниваются примерно на границе плазмосферы, т. е. на магнитных оболочках $1 \sim 4-6$ (рис. 1). Количественная теория этих источников с учетом инерции атмосферы не построена.

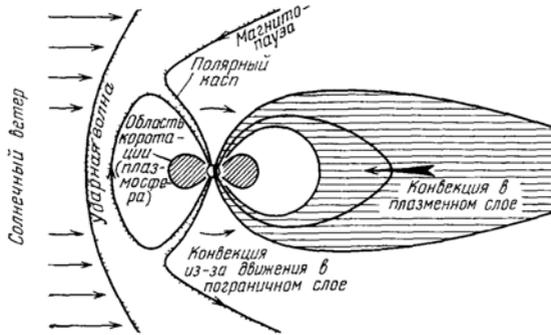


Рис. 1.

б) Источник магнитосферной плазмы. Здесь также могут быть выделены два основных источника — ионы солнечного ветра (главным образом H^+ и несколько процентов He^{++}), проникающие внутрь магнитосферы в области полярных каспов и через пограничный слой, и ионы верхней ионосферы (H^+ , He^+ , O^+), поднимающиеся в магнитосферу в продольных электрических токах и разогреваемые до энергий порядка килоэлектронвольт во время магнитных бурь. Относительная роль этих источников в условиях магнитной бури остается неясной, но оба они дают существенный вклад в состав энергичных ионов магнитосферы¹.

в) Природа разогрева и ускорения частиц плазмы, сопровождаемого резким ростом их магнитного момента. Такие нестационарные процессы разогрева плазмы происходят во время вспышек суббурь на обращенной к Земле внутренней границе плазменного слоя² и, кроме того, активные процессы, напоминающие хромосферные вспышки на Солнце, обнаружены вблизи пограничного слоя в хвосте магнитосферы³. Как известно, под действием электрического поля конвекции происходит явления адиабатического ускорения авроральных частиц и явления продольного ускорения в электрическом поле двойного слоя над дугами полярных сияний, а также диффузия захваченных частиц на внутреннюю L -оболочку, вызывающая ускорение частиц пояса радиации, однако при этих процессах магнитный момент сохраняется.

г) Картина магнитосферных электрических токов. Крупномасштабный поверхностный ток создает границу магнитосферы — магнитоплаузу, а электрическое поле конвекции создает сложную систему продольных токов, замыкающихся через проводящую ионосферу. Джоулевы потери этих токов в атмосфере требуют непрерывного подвода энергии в магнитосферу из солнечного ветра, причем подводимая мощность и даже конфигурация токов определяются вектором межпланетного магнитного поля⁴, но механизм этого взаимодействия, как и сама структура токов, неясен.

Как видно, физика магнитосферы столкнулась с целым клубком взаимозависимых проблем, но, в отличие от физического эксперимента в лабораторных условиях, где роль отдельных факторов может быть изолирована или изменена, при изучении магнитосферы принципиальные возможности дает лишь сопоставление с магнитосферами других планет.

Наиболее простым случаем является магнитосфера Меркурия⁵, поскольку там почти отсутствуют атмосфера и ионосфера, а следовательно, отсутствуют динамо-эффекты (т. е. остается лишь внешний источник энергии) и инерция системы обусловленная движениями нейтрального газа. Отсутствие ионосферной проводимости исключает продольные токи, так что токовая система содержит лишь поверхностные токи на магнитоплаузе и дрейфовые токи в хвосте. Построение и анализ такой токовой системы, сдерживающей напор солнечного ветра, представляет нерешенную задачу теории магнитосфер. Размеры магнитосферы Меркурия недостаточны для возникновения зоны захвата и пояса радиации. Поэтому пояс радиации здесь не может, как

в земной магнитосфере, играть роль резервуара энергии и плазмы, надолго сохраняющего память о предыдущих активных явлениях (магнитных бурях) и способного частично демпфировать новые вспышки путем перераспределения энергичных захваченных частиц. «Простая» магнитосфера Меркурия, в которой также возникают кратковременные возмущения, аналогичные магнитным бурям, оказывается идеальным, хотя и далеким полигоном для проверки теоретических моделей магнитопаузы.

Роль резкого увеличения проводимости ионосферы за счет уменьшения магнитного поля по сравнению с ионосферой Земли может быть изучена в магнитосфере Марса⁶. В этих условиях электрическое поле внешнего источника оказывается замкнутым в ионосфере⁷, и конвекция плазмы определяется движениями нейтральной верхней атмосферы (коротацией и ветрами), т. е. доминирует атмосферное динамо. Возникающая в результате картина конвекции плазмы (подобно тому как это происходит в магнитосфере Юпитера; см. ниже) оказывает влияние на конфигурацию магнитосферы и явления вблизи магнитопаузы. Поэтому исключительный интерес представляют результаты измерений структуры пограничного слоя и явлений в хвостовой части марсианской магнитосферы^{8, 8}.

Если на Венере также есть небольшое крупномасштабное магнитное поле, то картина должна быть подобна наблюдаемой на Марсе, но без эффектов вращения планеты и с еще более высокой ионосферной проводимостью.

Наиболее значительной и интересной магнитосферой, во многом напоминающей магнитосферу пульсара, обладает Юпитер⁹. Ее поперечник превышает 0,1 а. е., а длина магнитосферного хвоста более 4,6 а. е. (скорее всего, не менее 20 а. е.). Все перечисленные выше нерешенные проблемы физики земной магнитосферы еще обостряются в применении к магнитосфере Юпитера. Укажем лишь некоторые важные их особенности:

1) Энергетика. Основную роль здесь играет динамо-эффект, обусловленный быстрым вращением атмосферы планеты и турбулентными движениями в ней в сочетании с высокой интегральной проводимостью ионосферы.

2) Магнитосферная плазма в значительной степени поставляется диссипацией атмосфер галилеевых спутников при их облучении энергичными частицами. Диссипировавшие нейтральные частицы оказываются гравитационно-захваченными и образуют вдоль орбит этих спутников тороидальные облака, ионизируемые

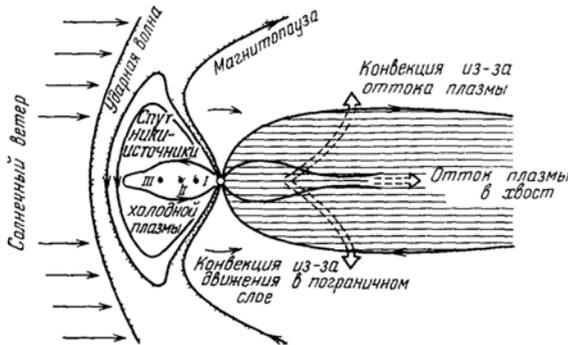


Рис. 2.

энергичными частицами. Заметную часть в них наряду с протонами составляют ионы S^+ , Na^+ , Mg^+ . Плазма вращается с периодом ~ 10 час, и центробежная сила вызывает дрейфовое движение ионов. Остается открытым вопрос о появлении в результате существенного радиального оттока плазмы наружу на дневной стороне. Такой отток в хвосте представляется весьма вероятным, и в этом случае конвекция в хвосте будет резко отличаться от ожидаемой за счет движений в пограничном слое вблизи магнитопаузы (рис. 2).

3) Разогрев и ускорение частиц плазмы с нарушением магнитного момента оказывается исключительно эффективным и создает высокую интенсивность релятивистских электронов даже вблизи магнитопаузы. Интенсивности этих частиц модулированы с периодом ~ 10 час не только во

всей области магнитосферы, пройденной станциями «Пионер-10» и «Пионер-11», но также в околопланетном и межпланетном пространстве, куда они выбрасываются, вероятно, из области хвоста магнитосферы. Остается не ясным, связана ли эта 10-часовая модуляция интенсивности электронов с условиями их захвата и выхода в межпланетное пространство, либо затрагивает и сам процесс генерации релятивистских электронов внутри магнитосферы⁹.

4) Картина магнитосферных токов еще практически не изучена, но уже ясно, что дрейф ионов под воздействием центробежной силы вызывает во внешней магнитосфере кольцевой ток, создающий магнитную конфигурацию, похожую на так называемую область нейтрального слоя в хвосте земной магнитосферы. Устойчивость такой конфигурации требует продольных угловых распределений энергичных частиц, которые действительно наблюдались в этой области. Однако, данные о концентрации и составе тепловых ионов здесь пока отсутствуют, как и данные о продольных токах и других характеристиках плазменных процессов. Генерация мощнейшего декаметрового радиоизлучения связана с неустойчивостями продольных токов, стимулируемыми в силовых трубках, проходящих через спутники (Ио и Европа, а возможно, и другие).

Этот далеко не полный перечень поразительных явлений в магнитосфере Юпитера делает особенно интересным изучение других вариантов магнитосфер быстровращающихся больших планет. Следующий «экземпляр» такой магнитосферы — у Сатурна — может обладать лишь очень слабым внутренним поясом радиации (а следовательно, и магнито-тормозным радиоизлучением) из-за поглощения захваченных частиц твердым веществом колец Сатурна. Вместе с тем, из этого вещества может выделяться значительное количество нейтрального газа и создаваться высокая концентрация холодной плазмы в магнитосфере. Длинноволновое всплесочное радиоизлучение ($\sim 1 \text{ Мгц}$)¹⁰ по свойствам оказалось очень близким к декаметровому радиоизлучению Юпитера¹¹, а также к километровому радиоизлучению ($\sim 0,3 \text{ Мгц}$) над земным полярным сиянием¹²⁻¹⁴, что говорит об их общей природе, связанной с продольными электрическими токами^{11, 15}.

Наконец, последняя из магнитосфер, которую может надеяться изучать наше поколение — это гипотетическая магнитосфера Урана¹⁶. Ось вращения планеты лежит вблизи плоскости эклиптики, и, по аналогии с другими планетами, можно предположить, что ее магнитный момент пропорционален механическому и направлен приблизительно вдоль оси вращения. Ориентация оси планеты на Солнце наступит в 1985 г., и в это время гипотетическая магнитосфера Урана будет приблизительно осесимметричной, а отклонения от симметрии будут возникать лишь при взаимодействии поля на магнитопаузе с межпланетным магнитным полем.

Представляется очевидным, что исследование магнитосфер планет будет особенно важным для выяснения нерешенных проблем физики земной верхней атмосферы и магнитосферы.

ЛИТЕРАТУРА

1. R. G. Johnson, R. D. Sharp, E. G. Shelley, in: Nobel Symposium «Physics of the Hot Plasma in the Magnetosphere», Ed. B. Hultqvist and L. Stenflo, N.Y., Plenum Publ., 1976, p. 45.
2. C. E. McIlwain, in: Magnetospheric Physics, Ed. B. M. McCormac, Dordrecht, D. Reidel, 1974, p. 143.
3. L. A. Frank, K. L. Askeron, R. P. Lepping, Univ. of Iowa, Preprint 76-4, January 1976.
4. J. P. Herrner, J. Geophys. Res. 77, 4877 (1972).
5. N. F. Ness, K. W. Behannon, R. P. Lepping, Y. C. Whang, in: Solar Wind Interaction with the Planets Mercury, Venus and Mars, Ed. N. Ness, Washington, D. C., NASA, 1976, p. 87.
6. Sh. Sh. Dolginov, Ye. G. Yeroshenko, L. N. Zhuzgov, V. A. Shargova, K. I. Gringauz, V. V. Bezrukikh, T. K. Breus, M. I. Verigin, A. P. Remizov, *ibid.*, p. 1.
7. T. W. Hill, A. J. Dessler, R. A. Wolf, Geophys. Res. Lett. 3, 429 (1976).
8. O. L. Vaisberg, A. V. Bogdanov, V. N. Smirnov, S. A. Romanov, *цит. в*⁸ сборник, p. 21.
9. C. K. Goertz, in: Jupiter, Ed. T. Gehrels, Univ. of Arizona Press, 1976, p. 32.
10. L. W. Brown, Astrophys. J. Lett. 198, L89 (1975).
11. M. L. Kaiser, R. G. Stone, Science 189, 285 (1975).
12. Е. А. Бенедиктов, Г. Г. Гетманцев, Н. А. Митяков, В. О. Раппопорт и А. Ф. Тарасов, Космич. исслед. 6, 346 (1968).
13. Е. А. Бенедиктов, Г. Г. Гетманцев, Ю. А. Сазонов, А. Ф. Тарасов, *ibid.* 3, 614 (1965).

Содержание

Юрий Ильич Гальперин. <i>Татьяна Макаровна Мулярчик</i>	5
Дни поражений и побед. Были и выдумки о Юрии Ильиче Гальперине. <i>Лев Матвеевич Зеленый</i>	20
Юрий Ильич и космос. <i>Николай Семенович Кардашев</i>	31
О Юрии Ильиче Гальперине и его семье. <i>Александр Самуилович Гальперин</i>	38
Слово о друге. <i>Владимир Гdaleвич Курт</i>	45
Из далеких пятидесятых. <i>Светлана Глебовна Потаюк</i>	56
Юрий Ильич Гальперин: фрагментарные воспоминания. <i>Лев Миронович Гиндилис</i>	62
Как мы работали в Лопарской. <i>Татьяна Макаровна Мулярчик</i>	66
Из писем Ю. Гальперина Наташе	79
Командировка Ю. И. Гальперина в Китай	97
Юрий Гальперин, «Космос-5» и Starfish. <i>Брайан Харви (Brian Harvey)</i>	100
16 лет в лаборатории физики полярных сияний. <i>Юрий Васильевич Лисаков</i>	109
О соавторстве с Юрием. <i>Яков Исаакович Фельдштейн</i>	137
А было это так. <i>Ростислав Алексеевич Ковражин</i>	158
Спутник-робот, спутник-труженик «Ореол-3»	170
Два активных участника советско-французского сотрудничества и два очень больших друга — Франсис Камбу и Юрий Гальперин. <i>Анри Рем (Henry Reme)</i>	179
Юрий Гальперин — ученый и друг. <i>Жан-Жак Бертелье (J.-J. Berthelier)</i>	185
Юрий Гальперин — учитель и друг. <i>Жан-Андре Саво (J.-A. Sauvad)</i>	190
Воспоминания о моем друге Юрии Гальперине. <i>Кристиан Бегин (Christian Beghin)</i>	192
Да здравствует Ильич! <i>Георгий Георгиевич Манагадзе</i>	195
Предисловие к «Письмам Наташе с Кергелена»	213
Из писем Наташе с Кергелена	215
Юрий Гальперин — российский пионер космических исследований. <i>Давид Стен (David Stern)</i>	224
Несколько воспоминаний о Юрии. <i>Бела Г. Фейер (Bela G. Feier)</i>	228
Международные контакты Юрия Гальперина. <i>Туя Пулккинен (Tuua Pulkkinen)</i>	229
Памяти Юрия Ильича Гальперина. <i>Александра Владимировна Волосевич</i>	236
Ю. И. Гальперин и загадка полярных сияний. <i>Елизавета Евгеньевна Антонова</i>	244
Светлый человек. <i>Наталья Георгиевна Клейменова</i>	250
Авроральные явления Юрия Ильича Гальперина. <i>Елена Евгеньевна Титова</i>	254
Начало моего творческого пути и Ю. И. Гальперин. <i>Тамара Константиновна Бреус</i>	260
О Юре. <i>Татьяна Антоновна Хвиузова</i>	265
Отдельные эпизоды моей дружбы с Юрием Гальпериним. <i>Владимир Афиногенович Гладышев</i>	270
Притчи от Гальперина. <i>Михаил Менделевич Могилевский</i>	280
Юрий Ильич Гальперин. <i>Ольга Трифонова</i>	283
Юрий Ильич Гальперин, каким я его знал. <i>Александр Яковлевич Мартынов</i>	286
Учитель. <i>Леонид Викторович Зинин</i>	293
Курс молодого бойца. <i>Михаил Викторович Веселов</i>	299
О шефе. <i>Дмитрий Владимирович Чугунин</i>	319
Вспоминая Юрия Ильича. <i>Вадим Валерьевич Вовченко</i>	323
1998–2001: Три года как целая эпоха. <i>Наталья Юрьевна Бузулукова</i>	324
Жизнь и работа в STEL. <i>Атцухиро Нишида</i>	332
Из письма соболезнования. <i>Атцухиро Нишида</i>	335
Список статей Ю. И. Гальперина. 1956–2001 годы	336
Монографии с участием Ю. И. Гальперина	350
Основные вехи жизни и научной деятельности Ю. И. Гальперина	351
Приложение 1. «Регистрация эффектов высотного термоядерного взрыва...»	354
Приложение 2. «Магнитосферы Земли и планет»	364