

534-1
205

Дорога длиною 60 лет

Кафедра микро- и космофизики

МЦФК

2005

Федеральное агентство по образованию
Московский инженерно-физический институт
(государственный университет)

539.1
Ф 69

Дорога длиной 60 лет

Кафедра микро- и космофизики

Москва 2005

УДК 539.1(09)+738(09)
ББК 22.38г+74.58г
Д 69

Дорога длиной 60 лет. Кафедра микро- и космофизики. М.: МИФИ, 2005. – 168 с.

Книга посвящена становлению и развитию одной из базисных кафедр Московского инженерно-физического института (государственного университета), отмечающей свое 60-летие. Это дань уважения основателям кафедры, ее прославленным профессорам, в трудные годы заложившим основу научных исследований и фундаментальной подготовки студентов. Это отражение многолетнего творческого пути дружного коллектива, сплоченного стремлением к познанию окружающих близких и далеких миров.

Книга создана коллективом авторов – сотрудников кафедры в составе: зав. кафедрой, профессор *Ф.М. Сергеев*, профессора – *А.М. Гальпер*, *В.В. Дмитренко*, *В.Г. Кириллов-Узрюмов*, *Б.И. Лучков*, *А.А. Петрухин*, *В.П. Протасов*, *Э.П. Топоркова*, доценты – *В.В. Борог*, *Ю.П. Добрецов*, *Ю.Д. Котов*, *Б.В. Соболев*, *С.В. Сомов*, *А.И. Фесенко*, при активном участии сотрудников РИО МИФИ *Т.В. Волвенковой* и *М.В. Макаровой*.

ISBN 5-7262-0629-0

© *Московский инженерно-физический институт (государственный университет), 2005*

777485

Редактор *Т.В. Волвенкова*

Оригинал-макет изготовлен *М.В. Макаровой*

Подписано в печать 08.11.2005. Формат 60x84 1/16.

Печ.л. 10,5. Уч.-изд.л. 10,5. Тираж 300 экз.

Изд. № 005-3. Заказ № 1113-1.

*Московский инженерно-физический институт
(государственный университет).
115409, Москва, Каширское ш., 31*

Типография издательства «Троянт», г. Троицк



ГИМН КАФЕДРЫ

Наше мирное ядро,
такое легкое вначале,
Появилось на свет
послевоенною зимой.
Что ж, не феи, а ветра,
знать, колыбель его качали.
А ученые мужи
назвали кафедрой седьмой.

*Припев: Седьмая, седьмая,
Кто ж это не знает,
Кафедра седьмая, седьмая
В ядре ведет эксперимент.*

На земле и в небесах,
в горах, в глубинах океана,
Где зарплата и уют
не слишком, вроде, высоки,
Где сомненья верх берут,
где все так призрачно и странно,
Вечный поиск, вечный бой
ведут твои ученики.

Припев

Всех, кто с нами заодно,
роднит заряд наш кафедральный.
Мы единый мультиплет:
доцент, профессор и студент.
И в учебе и в труде,
от терний к ясности астральной,
Всем шумам наперекор
мы вновь ведем эксперимент!

Припев

И. ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ

О ПЕРВЫХ ГОДАХ КАФЕДРЫ

Кафедра «Экспериментальной ядерной физики» была создана одновременно с факультетом № 3 (теперь факультет «Экспериментальной и теоретической физики») в ноябре 1945 года. Большую роль в создании факультета и нашей кафедры сыграли академик И.В. Курчатов и украинский академик, первый декан факультета № 3, А.И. Лейпунский.

Вначале в составе кафедры было четыре выдающихся физика-ядерщика: член-корреспондент АН СССР А.И. Алиханян (заведующий кафедрой ЭЯФ), академик Л.А. Арцимович, член-корреспондент И.И. Гуревич, профессор С.Я. Никитин.

Учебный процесс начался уже в феврале 1946 года. Для учебы на факультете отбирались лучшие студенты 3-го и 4-го курсов из разных вузов: Московский механический институт боеприпасов (так назывался тогда наш институт), МГУ, МАИ, МВТУ.

Поскольку все профессора кафедры были учениками академика А.Ф. Иоффе из Ленинградского Физико-технического института, то сразу была предложена необычная для того времени система обучения студентов. Первые же студенты кафедры стали много работать, проходить введенную производственную практику, участвовать в семинарах в ФИАНе, лаборатории № 2 (теперь Научный центр «Курчатовский институт»), лаборатории № 3 (теперь Научный центр ИТЭФ).

В 1948 году на кафедре была создана первая учебная лаборатория, руководимая профессором С.Я. Никитиным. Доцент С.В. Скачков поставил первые 6 лабораторных работ по ядерной физике. В 1949 году в штате кафедры появились лаборанты и инженеры. Стала постепенно расширяться учебная лаборатория кафедры, ставились новые лабораторные работы. В том же году появились у нас первые аспиранты: Р.П. Строганова, В.Г. Кириллов-Угрюмов, Э.П. Топоркова, которые стали вести научную работу на кафедре.

Примерно в 1950 году В.Г. Кириллов-Угрюмов под руководством А.И. Алиханяна создал научную лабораторию по изучению

космических лучей, а Э.П. Топоркова под руководством И.И. Гуревича организовала лабораторию фотометода для изучения рождение пионов на ядрах фотоэмульсии. На кафедре был создан бета-спектрометр (С.Я. Никитин, Р.П. Строганова).

В 1954 году на кафедру пришел профессор К.Н. Мухин, сыгравший большую роль в создании учебных пособий. Его «Экспериментальная ядерная физика», удостоенная Государственной премии, является основным учебным пособием студентов нашей специальности до сих пор.

В 1956 году в состав кафедры вошли член-корреспондент АН В.И. Гольданский и профессор И.Л. Розенталь, ставший вторым заведующим кафедрой с 1960 года.

В 1955 году аспирантом кафедры стал Б.А. Долгошеин. Предложенной его руководителем А.И. Алиханяном темой было исследование космических мюонов. Сложилось уже некоторое научное направление по изучению свойств этих загадочных в то время частиц.

С 1956 года кафедра стала профилирующей. Это было вызвано потребностью в специалистах, работающих в области экспериментальной ядерной физики. С другой стороны, сильно изменился и сам профиль кафедры. Если на первом этапе (в начале 50-х годов) требовались в основном технические специальности по вопросам физики низких энергий, то с конца 50-х началось бурное изучение элементарных частиц, что и вызвало перестройку кафедры в этом направлении. Кафедра стала выпускать инженеров-физиков широкого профиля, способных работать в области физики как низких, так и высоких энергий и космических лучей.

С увеличением числа сотрудников на кафедре стала проводиться работа по многим научным темам. Руководителю созданной в 1960 году проблемной лаборатории «Физика частиц высоких энергий» В.Г. Кириллову-Угрюмову пришлось провести огромную работу по созданию единого научного направления работ на кафедре. Разрабатывались и вводились в строй уникальные установки — большие ионизационные калориметры для исследования космических мюонов и крупные пузырьковые камеры.

На начальном этапе в первом направлении работ принимали участие В.Г. Кириллов-Угрюмов, А.А. Петрухин, И.Л. Розенталь.

Затем к ним присоединились аспиранты В.В. Борог, Ю.Д. Котов, В.В. Шестаков.

Второе направление исследований – изучение свойств пионов. В этих работах участвовали А.И. Алиханян, В.Г. Кириллов-Угрюмов, А.К. Поносов, Ф.М. Сергеев, а затем В.С. Демидов и В.П. Протасов.

Большой размах приобрели традиционные исследования медленных мюонов, проводимые на ускорителе в ЛЯП ОИЯИ (В. Кириллов-Угрюмов, Б. Долгошеин, А. Самойлов, Ю. Грашин, В. Варламов).

С помощью уникальной фреоновой пузырьковой камеры исследовались свойства странных частиц (А.М. Гальпер, В.Г. Кириллов-Угрюмов).

Цикл работ по созданию новых приборов для исследования элементарных частиц был проведен Б.А. Долгошеиным и Б.И. Лучковым. Работа увенчалась успехом – был создан новый трековый прибор – стримерная камера. За эти исследования Б.А. Долгошеин и Б.И. Лучков, совместно с грузинскими и армянскими физиками, были удостоены Ленинской премии в 1970 г.

Развитие научной работы на кафедре позволило расширить состав аспирантуры и многие десятки аспирантов защитили кандидатские диссертации.

Начиная с первых лет существования, кафедра уделяла много внимания подготовке учебных пособий. Самыми первыми учебниками были:

- 1) И.И. Гуревич «Ядерные реакции»;
- 2) К.Н. Мухин «Экспериментальной ядерной физики», 4 издания;
- 3) В.И. Гольданский «Статистика отчетов при регистрации ядерных частиц»;
- 4) В.И. Гольданский «Превращение атомных ядер»;
- 5) А.М. Балдин, В.И. Гольданский, И.Л. Розенталь «Кинематика ядерных реакций» (переведена на английский, французский, японский, немецкий языки);
- 6) С.В. Скачков, Л.В. Константинов и др. «Сборник задач по ядерной физике», Физматгиз, 1963 (переведен на немецкий, английский, польский, китайский языки);
- 7) И.И. Гуревич «Физика нейтронов низких энергий»;
- 8) В.И. Гольданский «Эффект Мессбауэра».

Кафедра выпустила тысячи инженеров-физиков по специальностям: разработка и эксплуатация ядерно-физической аппаратуры; физика атомного ядра и элементарных частиц; космофизика и астрофизика.

Выпускники кафедры работают в ведущих научно-исследовательских институтах страны (ФИАН, ИАЭ, ИТЭФ, ОИЯИ, ИКИ и др.). Многие стали руководителями крупных институтов:

доктор физико-математических наук В.М. Балебанов – зам. директора ИКИ АН,

доктор физико-математических наук Н.С. Работнов – зам. директора института физики,

доктор физико-математических наук Г. Иванов – зам. директора ФТИ (Снежинск), лауреат Государственной премии,

доктор физико-математических наук В. Сакович – директор института медико-биологических проблем,

доктор физико-математических наук В.Г. Кириллов-Угрюмов – ректор МИФИ с 1959 по 1974 г., председатель ВАК,

доктор физико-математических наук Ф.М. Сергеев – зав. кафедрой ЭЯФ (ныне кафедра «Микро- и космофизики»).

Многие выпускники принимали участие в плавании на атомном ледоколе «Ленин» (Н. Собакин, В. Сакович, В. Никешичев и др.), на судне-лаборатории «Витязь». Выпускник и аспирант кафедры С.В. Авдеев стал космонавтом, участником трех экспедиций на станции «Мир», рекордсмен по суммарному времени пребывания в космосе (747 дней).

Кафедра руководила филиалом МИФИ в ИАЭ им. Курчатова, который подготовил большое количество инженеров, а также проводила занятия на Вечернем отделении МИФИ, через которое прошли многие сотрудники института, став дипломированными специалистами.

Э.П. Топоркова

ОТЦЫ-ОСНОВАТЕЛИ

Алиханян Артем Исаакович (1908 – 1978)

Артем Исаакович Алиханян родился в Тбилиси. В 1931 г. окончил Ленинградский университет.

А.И. Алиханян – крупнейший экспериментатор в области физики атомного ядра и элементарных частиц, действительный член АН Армянской ССР, член-корреспондент АН СССР, лауреат Ленинской и Государственных премий. Основное направление его научной деятельности – физика космических лучей. Еще до войны он поставил оригинальный эксперимент по исследованию внутренней конверсии электронов; предложил метод экспериментальной оценки массы электронного нейтрино. Он разработал и создал уникальный для своего времени магнитный спектрометр для исследования космических лучей, установленный недалеко от Еревана на горе Арагац на высоте 3200 м над уровнем моря. Работы этой станции заложили основу генезиса космических лучей. В 1941 и 1948 гг. его работы были отмечены Государственными премиями.

В 1945 г. А.И. Алиханян организовал в МИФИ (тогда еще ММИ) кафедру «Экспериментальной ядерной физики», которую возглавлял до 1960 г.

Артема Исааковича отличало уникальное чувство нового, едва только намечавшейся перспективы развития фундаментальной физики. Он внес огромный вклад в развитие техники регистрации частиц газонаполненными счетчиками, сцинтилляторами, пузырьковыми камерами. Под его руководством были созданы первые образцы современных металлических камер, построены крупнейшие для своего времени тяжеложидкостная камера объемом $0,5 \text{ м}^3$ и камера с магнитным полем (1 м^3). Только случайные причины не позволили А.И. Алиханяну обнаружить несохранение пространственной четности в распадах мюонов раньше Гарвина и Ледермана, одновременно с которыми он начал свои исследования.

Еще одним увлечением Артема Исааковича стали искровые камеры. Работы А.И. Алиханяна и его сотрудников позволили превратить искровые камеры в эффективное средство современного эксперимента. За работы по развитию техники искровых камер, в

частности, за создание их нового типа – трековую камеру, Артем Исаакович был удостоен Ленинской премии (1970 г.).

А.И. Алиханян осуществлял проектирование и руководил сооружением в Ереване электронного синхротрона АРУС на 6 ГэВ, который вступил в строй в 1967 г.

В характере А.И. Алиханяна присутствовала жажда приключений. Романтика и риск окружали его и в науке, и в обычной жизни. Когда известный американский писатель Митчелл Уилсон, собиравший материал о физиках, приехал к Алиханяну в Армению, то Артем Исаакович потащил его на высокогорную станцию. Возвращаясь с горы пешком, они попали в снежный буран, заблудились и едва не погибли. Жизнь выдающегося ученого легла в основу популярного фильма 60-х годов о физиках – «Здравствуй, это я!».

А.И. Алиханян обладал способностью быстро и верно оценивать людей. Будучи общительным, интересным рассказчиком, живым и заинтересованным собеседником, он собирал вокруг себя много молодежи. Им была создана многочисленная школа физиков. И в МИФИ работают его ученики: В.Г. Кириллов-Угрюмов, Б.А. Долгошеин, А.М. Гальпер, Б.И. Лучков, Ф.М. Сергеев.

Гуревич Исай Исидорович (1912 – 1992)

Член-корреспондент АН СССР, заведующий лабораторией Института атомной энергии им. И.В. Курчатова, профессор кафедры ЭЯФ МИФИ И.И. Гуревич – ученый с мировым именем, внесший важнейший вклад в решение ядерной проблемы в нашей стране. Велика его роль и в развитии фундаментальной науки. Участие Исая Исидоровича в разработке многих принципиальных вопросов ядерной физики и техники было решающим. Именно он выполнил расчет критической массы урана-235 в реакции на быстрых нейтронах. Вместе с Я.Б. Зельдовичем и Ю.Б. Харитоновым Гуревич заложил основы теории цепной реакции деления ядра. В 1943 г. И.В. Курчатова привлек Гуревича к работе над созданием ядерного реактора. Исай Исидорович разработал теорию экспоненциального опыта для измерения характеристик замедления нейтронов. В том же году Гуревичем и Померанчуком была получена известная формула для вероятности избежания резонансного захвата нейтронов в блоках, которая была представлена на первой Женевской конференции ООН по мирному использованию атомной энергии. Пионерские работы небольшой группы замечательных ученых, куда входил Гуревич, создали теоретическую базу для экспериментальных исследований и конструкторских разработок, увенчавшихся в декабре 1946 г. пуском первого отечественного реактора. Многие идеи Гуревича намного опередили свое время. Так, в 1946 г. он, совместно с Г.Н. Флеровым, предложил использовать для производства плутония подкритический реактор, управляемый нейтронным генератором. Через 45 лет эта идея вновь привлекла внимание специалистов, но уже с точки зрения безопасности атомной энергетики. Появляющиеся в последние годы свидетельства показывают, что вклад Гуревича в создание ядерного щита нашей страны существенно больше, чем можно было предположить ранее. Ю.Б. Харитонов в своих воспоминаниях прямо указывает на определяющий вклад Гуревича в создание водородного оружия. Исая Исидоровича характеризовала широта, энциклопедичность научных интересов. Не замыкаясь на решении прикладных задач, он с острым любопытством подмечал и разрабатывал новые направления фундаментальной физики. Особенно его привлекали необычные экзотические вопросы. Гуревич – основатель новой методики

исследования конденсированных веществ с помощью мюонов. Под его руководством выполнены работы по определению коэффициента диффузии мюонов в металле, измерению частоты сверхтонкого расщепления атома мюония в веществе, исследованию магнитных фазовых переходов, изучению свойств полупроводников и сверхпроводников. В лаборатории Гуревича проведен цикл экспериментов с использованием пучков на ускорителях ИФВЭ и ЦЕРН по поиску монополей Дирака. Получены рекордные ограничения на их массы и сечения рождения. В 1982 г. сотрудники лаборатории впервые в стране зарегистрировали реакторные антинейтрино. Совершенно особой, имеющей для науки и общества громадное значение, стороной деятельности Гуревича была педагогическая работа. Он – один из основателей кафедры ЭЯФ МИФИ. Десятки поколений выпускников прошли через курсы, читаемые Гуревичем. Он читал лекции, как увлекательный приключенческий роман, показывал предмет со всех сторон, во всей красоте и неожиданности решений. Увлекаясь сам, увлекал студентов своей влюбленностью в физику и прививал им такое же отношение. Гуревич активно участвовал в создании учебных планов, программ и новых курсов, им написаны многие учебные пособия. Широчайшая и глубокая эрудиция И.И. Гуревича, его дар лектора и рассказчика во многом определили признанный высокий уровень подготовки физиков-ядерщиков в МИФИ. И.И. Гуревич – яркая разносторонняя личность. Хорошо зная историю вообще и историю Москвы в частности, он расцветивал свои лекции и беседы со студентами яркими рассказами о тайнах московских улиц и зданий, и тогда в лекции о нейтронах возникали таинственные тени массонов, живших в старом здании МИФИ на Кировской 21. Студенты чувствовали силу и обаяние ученого и тянулись к нему. Исая Исидорович Гуревич – один из тех, чье влияние определило своеобразие и неповторимый облик МИФИ.

Никитин Сергей Яковлевич (1916 – 1990)

Нашей кафедре необычайно повезло в том, что ее создатели были не только первоклассными специалистами, но и сильными яркими личностями, обладавшими магией мощного благотворного воздействия на окружающих, на молодежь. Может быть, дело было вовсе не в везении, а просто время было такое, когда повсюду в стране, там и тут, являлись люди могучего, ренессансного, энциклопедического склада и масштаба, вокруг них возникало духовное, интеллектуальное, творческое поле высокого напряжения.

Одним из таких людей был Сергей Яковлевич Никитин. Первоначально косвенно и неосознанно для меня он решительным образом повлиял на мой выбор будущей профессии. Как-то так получилось, что я узнал о Сергее Яковлевиче значительно раньше, чем оказался в тогдашнем ММИ – Московском механическом, а потом Инженерно-физическом институте. Случайные зигзаги судьбы позволили мне узнать о Никитине подробности, которые свидетельствовали, что он – личность незаурядная, достойная всяческого уважения и подражания. Оказалось, что этот долговязый, страшно худой и тогда молодой человек не только «секретный» ученый, но и настоящий герой. Для послевоенных мальчишек не так-то легко было признать кого-либо по этому разряду, так как выбор был широкий. Одним из условий была готовность пожертвовать жизнью ради общего дела. Оказалось, что у Сергея Яковлевича это условие выполняется естественным образом. Он ленинградец, ученый, принадлежащий к прославленной школе ленинградского Физтеха. Во время блокады он оставался в городе, работал и бедствовал вместе со всеми. Зимой 41 – 42 гг. его, уже находящегося на стадии дистрофии, собрались вывезти через Ладогу на большую землю. Узнав, что недостает транспорта для детей, он вылез из полуторки и пошел по «дороге жизни» пешком. Добрался до берега полумертвым.

Не помню, чтобы Сергей Яковлевич рассказывал об ужасах блокады, тем более о своем смертельном походе. Не зажигался он интересом и тогда, когда кто-нибудь пытался напомнить об этих событиях. Собеседник быстро ощущал неловкость, понимая, что тема для воспоминаний отсутствует и что для С.Я. Никитина все это – обычное и естественное поведение, иначе и быть не могло.

Спокойное, некрикливое мужество с полным пренебрежением к возможным, опасным для него лично, последствиям было вообще органичным свойством С.Я. Никитина. В известные периоды нашей прошлой жизни он решительно, без оглядки выступал на защиту людей, нуждавшихся в поддержке и дружеской помощи. Для него в первую очередь имели значение какие-то высокие принципы, требовавшие безусловного соблюдения и защиты, – все остальное являлось житейской суетой. Сейчас я объединил бы эти принципы понятием ЧЕСТЬ. Сергей Яковлевич был, несомненно, человеком чести.

Даже весьма толстокожие люди ощущали вокруг него атмосферу романтики и приключений. В его поведении, манерах явственно проглядывали признаки аристократизма. Он отвечал представлениям тогдашней молодежи о некоем идеале того времени открытий и всемогущества человека. Эти представления концентрировались в героях тогдашних литературных произведений, фантастике, да и в жанровой литературе. В годы, о которых идет речь, среди молодежи большим успехом пользовалась книга американского писателя Митчелла Уилсона о физиках-ядерщиках. Называлась она в нашем переводе «Жизнь во мгле» или ближе к оригиналу – «Живи с молнией». В книге одним из главных персонажей был выведен физик-экспериментатор, настоящий аристократ по происхождению, с красивой фамилией Хевиленд. В сюжетной линии этого героя были использованы факты из биографии открывателя нейтрона – Чэдвика. Впоследствии уже от самого Сергея Яковлевича мы узнали, что этот герой ему очень нравился и что прообразом для него послужил американский физик Джоффри Чу, который слыл истым джентльменом и которого С.Я. Никитин хорошо знал. Мы же были уверены в том, что Хевиленд вылитый Сергей Яковлевич.

Прямое воздействие С.Я. Никитина на мою судьбу началось, когда я уже учился на третьем курсе. Он читал нам лекции по экспериментальной ядерной физике. Читал, прямо сказать, плохо. Его поспешный, глуховатый тенорок был едва слышен в большой аудитории, речь перебивалась сорными словечками – «так сказать», «значит». Студенты его не очень жаловали. Мало обращали внимание на то, что он не столько рассказывал устоявшийся хрестоматийный материал, сколько давал свежие, «горячие» сведения, подробно обсуждая новейшие результаты. В этом у него были просто

уникальные возможности. Его не боялись. Как обычно водится у студентов, над ним подтрунивали. Зная, что он в совершенстве владеет английским, подбивали его пересказать отдельные вопросы на языке, якобы для более глубокого усвоения. На самом деле главной целью было подловить, чем он заменяет слово «значит» в английском.

На экзаменах это был попуститель и вообще «гнилой либерал». Старался услышать в ответ что-то главное, что раскрывало понимание вопроса. Для этого зачастую было достаточно буквально одной точной фразы. Если этого не случалось, быстро заканчивал беседу и не добивал. Троек у нас не ставил.

Раскрывался он полностью в неформальной обстановке. Очень любил общаться с молодежью. Я особенно ощутил это, когда уже окончил МИФИ и начал работать по специальности. Так уж получилось, что профессия прочно связала меня с ФИАНом, лабораторией моего учителя А.И. Алиханяна, с ОИЯИ в Дубне и, прежде всего, с ИТЭФ. Тут мое общение с С.Я. Никитиным шло по нарастающей и продолжалось вплоть до его смерти. Он часто бывал в нашей группе, правильнее сказать, бывал постоянно. Он приносил нам свежие новости, которые приходили к нему по каким-то особым, личным каналам и, как правило, до официальных публикаций, и рассказывал, рассказывал, рассказывал. Это были завораживающие рассказы. Перед нами открывалось таинственное царство нашей физики, возникал, по выражению В.Л. Гинзбурга, образ «прекрасной дамы», история жизни, полная приключений, погонь и преследований. В те годы очень популярны были устные рассказы Ираклия Андронникова, изумительные по своему художественному качеству и профессиональному мастерству. Главная линия этого творчества была связана с лермонтоведением, Андронников был кумиром студентов всех специальностей. Но история поиска специальной литературы по ядерной физике, рассказанная Никитиным, по нашему мнению, превосходила знаменитую андронниковскую «Загадку Н.Ф.И.». Дело в том, что в 40-е годы в Советский Союз прекратился доступ специальной литературы из-за рубежа. Проблема встала исключительно остро, когда началась «атомная проблема». С.Я. Никитину поручили «проведение следственных мероприятий», выражаясь современным ужасным языком. Поиски привели его к мистической «пиковой даме», гражданской жене

А.М. Горького – Андреевой, которая была в то время директором библиотеки Дома ученых. Эта выдающаяся женщина по своей инициативе и, пользуясь своими возможностями, собирала и хранила до лучших времен такую литературу. И лучшие времена наступили, о чем ей сообщил Сергей Яковлевич. А вот история его дружбы уже позднее с Луисом Альваресом – ярким детективным эпизодом которой стал вывоз из Штатов документации по проекту большой водородной пузырьковой камеры. Альварес, рискуя карьерой, привез документы прямо в аэропорт и передал их С.Я. Никитину на трапе самолета. Сопутствующие события могли бы составить сюжет первоклассного детективного рассказа. Мы, в изорванных халатах, залитых машинным маслом, эпоксидкой и прочими технологическими материалами, слушали, затаив дыхание, и преисполнялись гордостью за свою профессию, испытывая эмоциональный подъем, как после доброго бокала шампанского. Обделенные те студенты, кто не слышали С.Я. Никитина

Особенно помогла нам поддержка С.Я. Никитина, когда однажды мы по воле обстоятельств оказались вне главного научного направления кафедры. Наступила эпоха космоса, появились яркие научные открытия, блестящие технические достижения, а мы оставались в основном на стадии инженерных технических задач и не могли соответствовать результатам своих более счастливых коллег. Интерес к нашей работе упал, и это не могло не сказаться на настроении нашей команды. И тут появилась мощная поддержка в лице Сергея Яковлевича. Он не только убеждал нас в перспективности и необходимости выбранного направления, но и предоставил в наше распоряжение возможности своей громадной, прекрасно оснащенной лаборатории. Показательным примером был факт, когда к нам была направлена большая группа квалифицированных лаборантов для обработки накопленной экспериментальной информации. Эти удивительные девушки (!) работали вместе с нами несколько лет без какой-либо компенсации, а просто потому, что их послал С.Я. Никитин. Группа оправилась и смогла найти свою тему в современной фундаментальной физике.

Вообще-то характер у Сергея Яковлевича был ершистый и часто неудобный. Дипломатом он никогда не был, резал правду-матку и тогда, когда это приносило ему явный вред. Ему была свойственна острая ирония, резкий сарказм, что, принимая во внимание превос-

ходное знание современной и классической литературы, позволяло ему припечатывать и отбрасывать так, что не забывалось очень долго. Он совершенно не переносил ходульности, ложной многозначительности, самолюбования и завышенных самооценок, что вообще-то свойственно научной среде среднего уровня. Наукообразии вызывало у него столь сильное раздражение, что он не считал нужным сдерживаться и сразу же в глаза объявлял о шарлатанстве. На заседания Совета ИТЭФ он ходил не часто, но удивительно то, что его появление сразу же создавало атмосферу почтительности и даже некоторой боязливости. Свободно он держался с немногими, ну, например, с А.И. Алихановым, И.В. Чувило (который для ИТЭФ был вообще-то внешним человеком), В.В. Владимирским, и еще раз скажу, с молодежью. На этом фоне совершенно удивительной была его просто античная дружба с Михаилом Силычем Козодаевым, еще одним моим кумиром, но, к сожалению, он работал на другой кафедре МИФИ. С Силычем они составляли одно целое. Наверно, в этом сказывалось их общее ленинградское прошлое, но было в этом и что-то более прочное, глубокое. Как в песне, это была «настоящая дружба мужская». Во многих своих лучших качествах они были очень похожи.

Подводя итог этим беглым воспоминаниям, скажу, что я несколько раз пытался понять, что же в конце концов знаю о С.Я. Никитине по прошествии более, чем пятидесяти лет. Но прихожу к выводу, что, как и многие другие, знаю очень мало. Значение Сергея Яковлевича для окружающих, для нашей физики полностью осталось нераскрытым, ушло вместе с ним, может быть, пылится где-то в архивах. Глубокое сожаление вызывает, что С.Я. Никитин ничего не записал, или не смог записать, из своей богатой событиями жизни.

Для меня же лично важно то, что я испытываю глубокое, сильное успокоительное чувство, когда осознаю постоянное присутствие во мне безграничной благодарности к этому удивительному и, по существу не признанному по достоинству, человеку.

Ф.М. Сергеев

— 587485 —

Арцимович Лев Андреевич (1909 – 1973)

Лев Андреевич Арцимович – один из основателей Московского инженерно-физического института. Создание МИФИ современного профиля связано с организацией осенью 1945 г. в Московском механическом институте (ММИ) нового факультета – инженерно-физического.

Конец Второй мировой войны ознаменовался атомными бомбардировками японских городов Хиросима и Нагасаки, выступлением премьера Великобритании У. Черчилля в Фултоне, одобрением американского президента Г. Трумэна тайного плана атомной бомбардировки 20 советских городов. Началась холодная война между бывшими союзниками. Перед нами встал вопрос о немедленном создании в Советском Союзе собственной атомной бомбы. Только она могла спасти от угрозы уничтожения нашу Родину.

Советский атомный проект возглавил Игорь Васильевич Курчатов. Составной частью проекта стала подготовка кадров, способных развивать новую отрасль народного хозяйства – атомную промышленность. Естественно, что все работы по атомному проекту были строго засекречены. Даже головное министерство называли Министерством среднего машиностроения.

Для подготовки молодых инженеров-физиков важно было привлечь крупных специалистов, работающих уже в новой отрасли. Тогда было принято решение для обеспечения режима секретности сконцентрировать подготовку кадров в одном вузе – ММИ, устранив постепенно из его состава традиционные инженерные специальности конструкторов, технологов и т.п. Реорганизация ММИ шла в разумном темпе. Для непосвященных инженерно-физический факультет назывался факультетом № 3. Деканом факультета был назначен будущий директор Физико-энергетического института в г.Обнинске Александр Ильич Лейпунский. Что было характерно для профессоров факультета № 3?

Первое, конечно, что они решали конкретные задачи в нарождающейся отрасли промышленности. Л.А. Арцимович был ведущим специалистом по проблеме разделения изотопов. Для атомной бомбы необходимо было набрать сотни грамм чистого изотопа урана U-235, которого в естественном уране было всего 0,7 %.

Льва Андреевича как носителя важных секретов всегда сопровождал боксерского вида телохранитель. Среди теоретиков активно работали в атомной промышленности профессора факультета № 3 академики И.Е. Тамм и М.А. Леонтович. Кафедру специальной математики возглавил академик А.Н. Тихонов.

Вторая отличительная черта когорты профессоров факультета заключалась в их приверженности системе подготовки инженеров-физиков, которая была заложена академиком А.Ф. Иоффе. Ведь Л.А. Арцимович, А.И. Алиханян сформировались в «питомнике Иоффе» – Ленинградском физико-техническом институте.

И третья особенность профессоров факультета № 3 состояла в том, что они начинали научную карьеру с работ в области фундаментальной физики.

Л.А. Арцимович вместе с А.И. Алиханяном и А.И. Алихановым осуществили в 1936 г. красивый эксперимент, доказывающий сохранение импульса при аннигиляции позитронов. А ведь в то время многие корифеи науки не верили в законы сохранения энергии и импульса в элементарных актах. А.И. Лейпунский поставил изящный опыт по обнаружению нейтрино при β -распаде. Поэтому, не случайно, на инженерно-физическом факультете делали акцент на изучение основ физики, классических экспериментов и овладения методами современной математики. При формировании факультета был набор и студентов на третий курс. Для таких студентов пришлось заделывать пробелы в их знаниях по физике и математике технического вуза.

Дополнительные лекции по актуальным проблемам физики читал Лев Андреевич. Он умел с первых минут овладеть аудиторией. Его формулировки были кратки и логичны. Необычность лектора состояла в том, что он говорил сидя верхом на кафедре, закрыв глаза и непрерывно дымя папиросой. То, что читал Арцимович, нельзя было найти в учебниках. Таковых по его курсу в то время просто не было. И когда студентам сказали, что лекции Арцимовича будут читаться ежедневно сверх положенной учебным планом нагрузки, раздались одобрительные аплодисменты.

Лев Андреевич был кумиром молодежи благодаря широчайшему диапазону знаний от литературы до астрофизики и биологии. Студенты особенно ценили его чувство юмора и умение давать определения различным категориям жизни общества. Его формули-

ровка науки как возможности удовлетворять любопытство за счет государства – есть классический пример дара великого философа.

Результат трудов профессоров инженерно-физического факультета сказался на качестве и количестве выпускников, которые пришли работать в атомную промышленность и в науку. Уже на 30-летию МИФИ в 1972 г. прозвучала цифра, что около 2/3 ученых и инженеров в атомной отрасли – выпускники этого института. Мифисты занимали должности научных сотрудников и инженеров, посты от руководителей отраслевого министерства до директоров предприятий.

В 1967 г. за заслуги в подготовке кадров и достижениях в науке МИФИ был награжден орденом Трудового Красного Знамени, а ведь с 1945-го прошло всего 22 года.

Лекции Льва Андреевича на студенческой скамье слушали академики Н.Г. Басов, А.М. Балдин, В.И. Коган, член-корреспондент В.М. Галицкий. А сотни питомцев МИФИ, которые «образовывались» под воздействием Льва Андреевича, успешно защитили докторские диссертации.

Заслуга основателей МИФИ заключалась и в умении воспитывать свою смену. Ученик Арцимовича профессор В.Г. Тельковский организовал и возглавил в МИФИ кафедру плазмы, науки, которой Лев Андреевич отдал лучшие годы своей жизни. Уже в поколении, которое следует отнести к внукам Арцимовича, «Кафедрой высокотемпературной плазмы» сегодня руководит В.А. Курнаев, один из наиболее уважаемых в нашем университете профессоров. Интересно, что кафедра № 7, на которой начал работать Л.А. Арцимович, сейчас – «Кафедра микро- и космофизики». Это те полюса физики, в которых призывал работать молодежь Л.А. Арцимович.

В итоге можно уверенно сказать об огромной роли в становлении и развитии МИФИ, которую внес замечательный ученый, яркий педагог и воспитатель академик Лев Андреевич Арцимович.

В.Г. Кириллов-Угрюмов

Лейпунский Александр Ильич (1903 – 1972)

Академик Украинской АН, первый декан инженерно-физического факультета ММИ. Ему в первую очередь обязаны мифисты за все то новое, что отличало подготовку в нашем институте от других вузов. А.И. возглавил блестящий ансамбль профессоров МИФИ из звезд современной физики. К сожалению, очень мало осталось в живых из этого ансамбля. Но он продолжает жить в лице своих многочисленных учеников.

А.И. придавал большое значение любознательности студента, его стремлению добраться до сущности явления. Он находил время побеседовать лично с каждым из студентов факультета. Наверное, поэтому выпуск студентов, которых отобрал А.И., отличался жаждой знаний, готовностью вне всякого ограничения часов учебных занятий прослушать дополнительную лекцию по новому разделу физики, попасть на семинар, где докладывалось о сенсационном открытии, о содержании новейших научных журналов. Научная деятельность самого Александра Ильича была иллюстрацией тезиса: хороший ученый-прикладник преобразуется из ученого «чистой» науки, как бабочка из куколки.

Еще до войны А.И. провел тонкий эксперимент по оценке массы нейтрино, а в зените своей научной славы стал лидером в создании реакторов на быстрых нейтронах – главным направлением развития энергетических атомных установок в настоящее время.

ПРОФЕССОРА

Гольданский Виталий Иосифович (1923 – 2001)

В.И. Гольданский был одним из ведущих профессоров кафедры. Высокобразованный интеллигент, эрудит, прекрасный лектор, ученый с глубокой интуицией, исследователь, бравшийся за самые трудные проблемы – и удивительно простой, доступный всем человек, которому «ничто человеческое не чуждо». В редких, но запоминающихся встречах, на научных семинарах и заседаниях кафедры я узнал его и тесно сошелся, хотя научные интересы наши сильно отличались. Гольданский был из породы универсалов, редкой в нынешнее время «узкой специализации», он с ходу улавливал даже тонкие детали чужих направлений. Беседы с ним всегда были интересны и поучительны, а его сообщения о собственных исследованиях – настолько отточены, что хотелось слушать их еще и еще. Трудно определить, кем он был больше – физиком, химиком, биофизиком, философом (не по профессии, а по складу ума). Наверное, всем в равной степени, и во всем, чего он касался, оставил незабываемый след.

Первый раз слушал его в ФИАНе, еще молодым, только из института, чрезвычайно углубленным в свое «дело» и потому воспринимавшим доклад, в котором не очень разбирался, скорее как яркое представление. Докладчик – крепкий, среднего роста мужчина, с глуховатым голосом и твердой убежденностью – доносил что-то «теоретическое». Что-то из систематики новых семейств: каонов, гиперонов – открывшегося вдруг обильного мира элементарных частиц. Помню, после доклада, выступавший (а это был Виталий Иосифович) подошел к А.И. Алиханяну, с которым, видимо, был накоротке, и спросил: «Ну как, понятно доложил? Убедительно?», – хотя, казалось, вопрос совсем излишний – проще и доходчивей не могло быть. Шеф в ответ поднял большой палец.

С большим пониманием я слушал Виталия Иосифовича у нас на кафедре, в старом здании МИФИ, где-то в начале 60-х. Речь шла об открытии молодого немецкого физика, который сумел «взвесить фотон» и измерить его энергию с удивительной точностью. Об этом, ставшем известным как «эффект Мессбауэра», явлении волна слухов уже докатилась до нас, но Гольданский, как всегда, доложил вопрос предельно ясно и выдал на десерт последнюю новость – измерение с помощью «эффекта» мизерного смещения энергии фотона (одного из трех предсказаний ОТО Эйнштейна) – здесь, на Земле, а не в поле Солнца, как прежде, и с точностью на

порядок лучше. В голосе Виталия Иосифовича звучала откровенная зависть к проделанному эксперименту, сразу ставшему классическим, и твердое желание непременно заняться этим «Мессбауэром». Так возникло новое, плодотворное направление работ на кафедре – с множеством ответвлений, открытий, приложений, продолжающееся по сию пору. Его руководителем в течение 30 лет был Гольданский, а сейчас успешно продолжают его ученики: Б.В. Соболев, В.Н. Беляев и многие другие.

Еще одним страстным увлечением Виталия Иосифовича стал гамма-лазер. Оптические лазеры уже прочно вошли в жизнь и находили все больше применений. Появились их УФ аналоги. Но этого было мало, хотелось продвинуться дальше по частоте, что сулило заманчивые перспективы в передаче информации, энергетике, военном деле. Рентгеновский диапазон осваивался с трудом, лазерное гамма-излучение казалось маловероятным. В.И. Гольданский предложил идею гамма-лазера с нейтронной накачкой. На эту тему он выступил на научном семинаре кафедры, прошедшем, как и прежние, при полном аншлаге. Расчеты показали, что его одноразовый «газер» для накачки требовал, ни много ни мало, ядерный взрыв средней мощности. Возможность создания такого монстра в земных условиях была призрачной, но в природе – кто знает. В мире звезд и галактик, где термоядерные взрывы – рядовое явление, почему бы нет? Виталий Иосифович подарил нам свой препринт с дружеским пожеланием «покопать» в космосе. Гамма-всплески – короткие, не более минут, импульсы космического гамма-излучения, обнаруженные вскоре спутниками, казалось, подтверждали его предвидение, но их природа, в точности не известная до сих пор, все же, наверное, иная.

Печатные труды Гольданского отличались глубиной и точностью. Сколько раз в моей работе приходилось обращаться к его книге (совместно с А.В. Куценко и М.И. Подгорецким) «Статистика отсчетов при регистрации ядерных частиц» и всегда я находил в ней исчерпывающий ответ. Прошло 40 лет, а эта книга и сегодня остается эталоном «раскрытия темы», настольным справочником экспериментатора.

Не чужды были Виталию Иосифовичу и дела земные, чисто практические. В течение многих лет он был руководителем небольшой законспирированной группы сотрудников кафедры, занимающейся таинственным делом «электрояд». Теперь, когда гриф секретности снят, «электрояд» предстал понятным прикладным направлением ядерной физики – использованием ускоренных пучков (протонов, ядер) для наработки плутония-239. Молчаливые участники эксперимента (ветеран Б.А. Пименов, молодые Р. Ва-

ильков, Б. Соболев) облучали на ускорителе в Дубне образцы, привозили материалы на кафедру и обрабатывали результаты. Гольданский направлял их деятельность с таким же энтузиазмом, как и самые свои «продвинутые» идеи. «Электрояд» оказался очень плодотворным – сейчас на его основе предложен (нобелевским лауреатом К. Руббио) новый метод получения энергии, более «чистый» и безопасный, чем на обычных ядерных реакторах.

О научных работах В.И. Гольданского можно говорить бесконечно – его интересы были широки и всем он отдавался «с головой». Чего стоит его многолетнее увлечение проблемой происхождения жизни. Вопрос не из легких! Виталий Иосифович был убежден, что эта великая проблема – физическая по сути, и решать ее должны, в первую очередь, физики. По аналогии с Большим Взрывом – возникновением Вселенной 15 млрд. лет назад в гигантском качественном скачке жизнь возникла, он считал, в Биологическом Большом Взрыве – таком же резком качественном переходе материи. Его обзор на эту тему (совместно с В.А. Аветисовым) «Физические аспекты нарушения зеркальной симметрии биоорганического мира» (УФН. 1996. Т. 166. № 8) остается одним из лучших, наиболее полных подходов к тайне происхождения жизни.

В.И. Гольданский был прекрасным популяризатором науки, обладавшим даром «раскрытия» самых сложных тем. Он многие годы работал заместителем председателя общества «Знание» (председатель – академик Н.Г. Басов). Брошюры «Знания» (ценой 11 коп.) по всем разделам науки пользовались огромным спросом у студентов, аспирантов, даже маститых ученых.

Зная нелюбовь Виталия Иосифовича к громким торжествам и, напротив, приверженность розыгрышу, шутке, мы часто обыгрывали очередную юбилей самодельными песнями, пародиями. Он с удовольствием нам подпевал. Вот несколько куплетов «Хора мальчиков» общества «Знание» (на мотив известной солдатской песни), исполненных на его 70-летие:

Мы недаром мысли точим,
Вьем логическую нить.
Вот на днях решили, между прочим,
Гамма-лазер запустить.

Пора бы!

Если замысел гигантский
Мимо цели просвистит,
Нам поможет дяденька Гольданский –
Объяснит и просветит,

Как надо.

Он для нас всегда примером.
У него идей навал.
Потому, потому что пионером
Книжки «Знания» читал,
Быть может.

Или по другому случаю – «Плачь аспиранта на картошке» (было такое массовое явление – осенью в дожди и слякоть посылать студентов, аспирантов на уборку картофеля, порой затягивавшуюся на месяц и более; были и другие «обязаловки» – стройка, работа в столовой и т.д.):

За меня Гольданский сделает расчеты.
За меня Гуревич сдаст дела в совет.
За меня Юрь Палыч выдаст анекдоты
И не раз по делу сбегает в буфет.
 Не дают мне больше почитать Phys.Rev'a,
 Запустить откачку, глянуть на дисплей.
 Мне нельзя направо, мне нельзя налево.
 И назад нельзя мне – только в глубь полей.
Отгуляю срок свой до последней крошки
Здесь во чистом поле, через бугорок.
Вот вернусь в столицу, вот приду с картошки –
И меня на стройку кинут в новый срок.
 Ой, наука-мать, заступница мадонна,
 Поддержи, которым крылья не даны.
 До чего ж он тонок, метод позитронный,
 Понял я в столовке, моя стаканы.

Виталий Иосифович любил хорошую шутку, выступал под псевдонимом Донской в сатирических журналах («Крокодил» и др.). С юмором у него был полный порядок. Однажды на заседании кафедры его дважды назвали Виталием Лазаревичем (по Гинзбургу, с которым мы часто в то время имели дело). Первый раз В.И. Гольданский поправил: «Называйте лучше Владимиром Иосифовичем» – его учителем и вечным примером был В.И. Векслер. Второй раз махнул рукой и сказал: «Зовите просто Вася!»

А каким блестящим тамадой он был – лучше любого из наших тбилисских друзей. На торжествах в ресторане СЭВ (по случаю Ленинской премии) Виталий Иосифович в течение всего вечера задавал тон застолью под сотню человек – всего руководства

МИФИ и полного состава кафедры. Удивительно, его тосты не касались профессиональных тем (как могло бы быть в таком поголовном собрании физиков), они были яркими, остроумными, порой содержали едкую насмешку и иронию. Помню рассказанную им притчу о двух крокодилах – «Плыви дальше, зеленая образина!» – в которой легко угадывались известные лица из награжденного коллектива. Ни у кого не возникло ни малейшей обиды на эти дружеские шпильки. И только когда по истечении часов и убытия всех напитков в зале воцарилась сплошная танцевальная вакханалия, Виталий Иосифович официально снял с себя ответственное бремя.

В.И. Гольданский был и крупным общественным деятелем. В годы перестройки он стал советником Горбачева по науке. Жаль, к его мнению не часто прислушивались, это могло бы спасти страну от многих потрясений. Он, например, твердо стоял на том, что рейгеновская СОИ – откровенный блеф и никогда не будет реализована. Трещину в фундамент СССР, она, несомненно внесла, страна распалась, а широко раздутая СОИ тихо угасла. Теперь возник новый жупел – бушевская ПРО – возможно, из того же арсенала. Нет Виталия Иосифовича – кто поможет разобраться?

Вспоминается его срочный визит в США в конце 80-х по «делу Хайдера». Был такой малоизвестный астрофизик, устроивший перманентную демонстрационную голодовку в палатке перед Белым Домом. Наши СМИ били тревогу – погибает человек, сочувствующий нам, надо немедленно спасать. А Хайдер все голодал и голодал, употребляя, правда, некий «физиологический раствор». С его внешностью, показываемой ежедневно по ТВ, ничего не происходило. И здесь Виталий Иосифович проявил интуицию: что-то подозрительное, говорил он, с этим «раствором», уж не мясной ли это бульончик. Однако в Вашингтон слетал. Так оно и оказалось. «Дело астрофизика» быстро заглохло.

Чего бы ни касался Виталий Иосифович в своей многогранной деятельности, он исполнял спокойно, вдумчиво, с блеском, на самом высоком профессиональном уровне. Он был яркой личностью, самобытным ученым, веселым жизнелюбивым человеком. И надо добавить – он был сказочно удачлив, а удача, наверное, в первую очередь улыбается тем, кто занят по настоящему своим делом.

У В.И. Гольданского было много искренних верных друзей. Я счастлив считать, что был одним из них.

Б.И. Лучков

Мухин Константин Никифорович

К.Н. Мухин – доктор физико-математических наук, профессор, настойчивый и общительный человек, работал на нашей кафедре с 1952 по 1988 г. Читал лекции по экспериментальной ядерной физике, вел практические занятия на факультетах «Т» и «Ф». Большим успехом пользовались его лекции на Факультете повышения квалификации преподавателей физики вузов страны (1965 – 1990 гг.). Студенты уважали Константина Никифоровича как ясного доходчивого лектора и «мягкого» экзаменатора.

Материал, излагаемый в лекционном курсе, лег в основу его учебника «Экспериментальная ядерная физика» в двух томах: I. Физика атомного ядра, II. Физика элементарных частиц. Учебник переиздавался 5 раз с 1963 по 1993 г., переведен на английский, испанский, польский, венгерский, румынский, грузинский языки. третье издание учебника по достоинству отмечено Государственной премией СССР. Он до сих пор служит основным учебным пособием как в нашем институте, так и на многих физических факультетах других вузов.

Константин Никифорович – блестящий популяризатор науки в области ядерной физики, взаимодействия излучения с веществом, методов физического эксперимента. Им написана замечательная книга «Занимательная ядерная физика», выдержавшая три издания и переведенная на шесть иностранных языков. Чего только нет в этом увлекательном сочинении – от радиоуглеродного метода датировки данных, ставшего опорой в археологии и истории цивилизации, до тайны Тунгусского метеорита и просвечивания пирамид! Такое популярное изложение трудных вопросов физики, написанное изящно, с блеском и юмором, порой приводит к лучшим результатам в понимании проблемы, чем строгие академические учебники.

Вот уже 60 лет К.Н. Мухин трудится в Российском научном центре «Курчатовский институт». В настоящее время он – главный научный сотрудник Института общей и ядерной физики, член диссертационного Совета по ядерной энергетике.

В 2005 г. К.Н. Мухину присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ КАФЕДРЫ

Наша кафедра – одна из старейших в МИФИ. Создавалась она как база подготовки молодых кадров для новейших по тому времени направлений науки и техники и получила название «Экспериментальной ядерной физики». Организатор кафедры – крупнейший ученый, тогдашний декан нашего факультета – академик А.И. Лейпунский. Огромный вклад в создание кафедры внесли академик Л.А. Арцимович и ее первые профессора – И.И. Гуревич, С.Я. Никитин и А.И. Алиханян, ставший ее первым заведующим.

Наши основатели принадлежали к легендарному поколению ученых того героического времени, когда в нашей стране в кратчайшие сроки была создана передовая современная ядерная наука и техника. Этим людей отличали глубокое понимание поставленных задач и нестандартные, эффективные методы их решения – как в научных вопросах, так и в организационных и педагогических. В результате на кафедре очень быстро сложилась система организации, отношений преподавательского состава и студентов, которая в последующем развилась в знаменитую систему МИФИ. Очень точно ее суть определил сам А.И. Алиханян. Он говорил «...интеллект зажигает интеллект». Активное участие студентов в реальной исследовательской работе стало неотъемлемой частью учебного процесса. Обязательным требованием стало и создание для студентов условий, когда они становились участниками научных семинаров, конференций, имели возможность пользоваться библиотеками академических организаций, постепенно включаться в состав их исследовательских групп. А главное, кафедра, институт, по мнению Алиханяна и его единомышленников, должны были сами стать серьезной научной базой. В этом коренное отличие нашей системы от физтеховской, где институт на старших курсах отдает молодежь «в люди», в другие организации, оставляя за собой только общеобразовательную функцию.

Система МИФИ приобрела свое окончательное завершение и была распространена на весь институт, когда его возглавил ученик и последователь А.И. Алиханяна, заслуженный деятель науки В.Г. Кириллов-Угрюмов.

Кафедра превратилась в мощное научно-исследовательское объединение, ведущее работы по самым актуальным направлениям физики микромира. Появились научные группы по отдельным задачам (сектора НИР), лаборатория космических исследований, одна из первых в системе высшего образования проблемная лабора-

тория, отраслевая лаборатория для решения вопросов автоматизации в ядерной физике, тоже одна из первых воплотившая идею интеграции науки и образования.

На этой материальной основе сложился динамичный, подвижный общими интересами коллектив, объединяющий преподавателей, ученых, аспирантов, студентов. Этот коллектив существует и поддерживается особой атмосферой, внесенной в него отцами-основателями. Это дух благожелательности и поддержки, внимательности к различным мнениям, взаимного уважения. Стиль воспитания, бережно нами сохраняемый, заключается в неприятии какой-либо иерархии, равенстве перед истиной профессоров и студентов, главенстве факта и аргумента, а не должности и звания.

Особенно важным, если не главным, результатом деятельности кафедры, ее лидеров является создание мощной, авторитетной научной школы. Многочисленные наши выпускники во многом определили лицо отечественной фундаментальной физики, составили ее золотой фонд, обогатили ее своими достижениями и открытиями. Немало их, ценя особо благоприятную атмосферу, связали свою дальнейшую судьбу с родной кафедрой и институтом. Можно назвать такие имена, как лауреат Ленинской премии, престижной международной премии им. Гумбольта профессор Б.А. Долгошеин, лауреат Ленинской премии профессор Б.И. Лучков, действительный член Академии космонавтики, заслуженный деятель науки профессор А.М. Гальпер, лауреат премии Президента России профессор А.А. Петрухин, член-корреспондент Академии космонавтики профессор В.В. Дмитренко, директор Института астрофизики МИФИ Ю.Д. Котов и др.

Многие выпускники кафедры достигли международного признания, работая в крупнейших научных организациях нашей страны и за рубежом. Вот только некоторые из них: Ю.А. Батусов, профессор, доктор физико-математических наук, автор открытия явления двойной перезарядки пионов на атомных ядрах (ОИЯИ), О.В. Ермаков, доктор физико-математических наук, участник открытия несохранения пространственной четности в слабых ядерных процессах (ИТЭФ), профессор, доктор физико-математических наук А.В. Самойлов – один из создателей мезонной фабрики (ИЯИ), В.С. Демидов – руководитель лаборатории ИТЭФ, Ю.А. Рябов, доктор физико-математических наук, ученый секретарь ИФВЭ, представитель России в международном журнале «CERN Courier». Этот список можно продолжать.

История научных достижений кафедры не продолжительна, но весьма насыщена и характерна для нашей научной школы. Один из ее признаков – принципиальный интерес к поискам новых методов регистрации и реализация их в виде действующих экспериментальных установок. На этом пути можно отметить такие вехи: широкоазорные искровые и стримерные камеры (А.И. Алиханян, Б.А. Долгошеин, Б.И. Лучков, приоритетная разработка, отмеченная Ленинской премией), крупная тяжеложидкостная пузырьковая камера (В.Г. Кириллов-Угрюмов, А.М. Гальпер, открытие нового типа распада нейтрального каона), пузырьковая камера в магнитном поле (В.Г. Кириллов-Угрюмов, А.К. Поносков, Ф.М. Сергеев, измерение времени жизни лямбда-гиперона), большой мюонный калориметр для исследования космических лучей (В.Г. Кириллов-Угрюмов, А.А. Петрухин), космический гамма-телескоп (А.М. Гальпер, Ю.В. Озеров, новые данные по дискретным источникам и солнечным вспышкам), многослойные полупроводниковые спектрометры (Ф.М. Сергеев, М.Г. Горнов, открытие и исследование тяжелых изотопов водорода).

Даже теоретические работы, выполненные на нашей, в основном экспериментальной кафедре, отражали влияние ее школы в поиске новых методов. Яркий пример – разработка талантливым теоретиком Ю.П. Никитиным эффективного метода регистрации кванта слабого взаимодействия, W -бозона, который с успехом был использован в CERNe для открытия этой частицы.

Общий ход развития науки привел к постановке новых задач. Корректировались и видоизменялись направления научной деятельности кафедры и подготовки молодых специалистов. Было осознано, что решение проблем фундаментального характера следует искать в свойствах полей и потоков космических излучений и наоборот, сведения о механизмах глобальных явлений (процессы в звездах, нуклеосинтез, эволюция Вселенной и т.д.) могут быть получены в земной, ускорительной физике. Следуя требованиям времени, возникло новое название нашей кафедры – «Кафедра микро- и космофизики». Этот «фазовый переход» не был неожиданным: мы, как в серфинге, двигались на переднем фронте научной волны. Еще в год запуска первого советского спутника (1956 г.) А.И. Алиханяном и В.Г. Кирилловым-Угрюмовым была поставлена задача о вынесении исследований космических лучей за пределы земной атмосферы.

По мере развития отдельных направлений научных работ и роста научных групп на кафедре появилась необходимость их автономии. Как точно заметил ректор Б.Н. Оныкий, кафедра «...стала порождающей». Из ее состава выделилась кафедра «Физика элемен-

тарных частиц» (№ 40), на ее основе были созданы и функционируют Институт космофизики (ИНКОС), возглавляемый профессором А.М. Гальпером, Институт астрофизики (ИНАСТ), директор Ю.Д. Котов, лаборатория космических нейтрино и мюонов (НЕВОД), руководитель профессор А.А. Петрухин. На кафедре образована «Лаборатория фундаментальных исследований». Создание новых подразделений существенно расширило идейную и материальную базу подготовки выпускников кафедры.

В числе многих положительных возможностей, которые открывала такая система «почкования», одной из самых существенных была кадровая. Удалось сохранить практически всех высококвалифицированных ученых и преподавателей. Более того, именно в эти годы на кафедре прошла волна защит докторских диссертаций и значительно пополнился ее профессорский состав. Профессорами стали такие известные ученые и педагоги, как Б.И. Лучков, Б.У. Родионов, А.К. Поносов, В.В. Дмитренко, В.П. Протасов, С.А. Воронов.

Изменения, накопившиеся в мировой науке и наукоемком производстве, повлекли за собой необходимость корректировки профиля кафедры, расширения перечня ее специализаций.

Наука пришла к осознанию глубокой органической связи и взаимопроникновения физики микромира и физики процессов, происходящих в космосе. Для нашей кафедры такой синтез стал естественным, так как оба направления всегда были в центре ее внимания. Появилась новая специализация – космофизика. Наш выпускник, бывший ее аспирант, космонавт-рекордсмен, Герой России С.В. Авдеев вернулся на кафедру в качестве преподавателя. Сейчас он возглавляет новое подразделение института – лабораторию радиационной безопасности.

В целом кафедра поддерживала высокий профессиональный уровень, признанный научной и педагогической общественностью. Сейчас у нас работают Соросовские профессора А.М. Гальпер, Б.И. Лучков, Ф.М. Сергеев, Соросовские доценты В.В. Борог, Ю.Д. Котов. Удостоены почетного звания «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» А.М. Гальпер, Ф.М. Сергеев. Премией Президента награжден профессор А.А. Петрухин. Ю.Д. Котов удостоен медали им. Ю.А. Гагарина за заслуги перед отечественной космонавтикой.

Развитием традиционной системы обучения, заложенной еще основателями кафедры, когда студенты участвуют на всех этапах реальной научной работы, явился учебно-исследовательский центр НЕВОД. Он был основан на базе Мюонной лаборатории после соз-

дания уникального черенковского водного детектора объемом 2000 м^3 , предназначенного для решения многих задач по физике высоких энергий и космических лучей. НЕВОД – учебно-исследовательская лаборатория нового типа, в которой студенты и аспиранты имеют возможность наряду с решением стандартных лабораторных задач проводить самостоятельные исследования в режиме реального времени. Студенты обеспечиваются персональными заданиями, выполнение которых представляет не только учебный, но и научный интерес. На базе комплекса НЕВОД успешно развивается международное сотрудничество с научными центрами Италии, Франции, Испании.

«Земная» физика микропроцессов представлена работами групп Проблемной лаборатории и Лаборатории фундаментальных взаимодействий. Проводятся исследования в области физики тяжелых кварков и лептонов, разрабатываются методы и аппаратура для экспериментов на действующих и строящихся ускорителях. Кафедра сотрудничает с крупнейшими международными исследовательскими организациями: CERN (Швейцария), DESY (Германия), RHIC (США).

Одно из традиционных направлений исследований кафедры – физика взаимодействий адронов и ядер с ядрами, изучение пространственной структуры взаимодействия, проблема переходов вещества из кварк-глюонной фазы в наблюдаемые адроны. Конкретный пример: наблюдение эффекта увеличения пропускающей способности атомных ядер по отношению к частицам, динамические размеры которых меньше их размеров в свободном состоянии (эффект ядерной прозрачности). Он непосредственно определяется динамикой сильного взаимодействия и важен для проверки теории – квантовой хромодинамики.

Все сказанное – лишь краткий очерк развития и деятельности кафедры микро- и космофизики. Опираясь на свои традиции, опыт и достижения, кафедра уверенно продолжает путь, 60 лет назад намеченный нашим основателем А.И. Алиханяном и его сподвижниками.

*Ф.М. Сергеев
Б.И. Лучков*

Протокол №4 заседания Специального комитета
при Совнаркоме СССР

г. Москва, Кремль

14 сентября 1945 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

Члены Специального комитета при СНК СССР: тт. Берия Л.П., Маленков Г.М., Вознесенский Н.А., Ванников Б.Л., Завенягин А.П., Курчатов И.В., Калица П.Л., Махнев В.А., Первухин М.Г.

Присутствовали (при рассмотрении соответствующих вопросов): члены Технического совета тт. Алиханов А.И., Иоффе А.Ф.; народный комиссар министерства вооружения т. Паршин П.И.; председатель Мосгорисполкома т. Попов М.Г.; председатель Комитета по делам геологии при СНК СССР т. Малышев И.И.; заместители начальника Первого главного управления при СНК СССР тт. Борисов Н.А., Антропов П.Я., Мешик П.Я.; заместитель наркома внутренних дел СССР т. Сафразьян Л.Б.; заместитель председателя комитета по делам геологии при СНК СССР т. Горюнов С.В.; академик Смирнов С.С.; члены-корреспонденты АН СССР Григорьев И.Ф., Горский И.И.; профессора: Татаринов П.М., Щербаков Д.И., Библибин Ю.А., Александров С.П.; руководитель геологоразведочной партии т. Альтгаузен М.Н.; т. Судоплатов П.А., Сазыкин Н.С.

V. Об организации в Московском механическом институте Первого главного управления при СНК СССР факультета по подготовке инженеров-физиков.

Принять с внесенными поправками представленный Техническим советом (тт. Ванниковым Б.Л. и Алихановым А.И.) проект Постановления Совнаркома СССР «Об организации в Московском механическом институте Первого главного управления при СНК СССР факультета по подготовке инженеров-физиков» и внести его на утверждение Председателя Совета Народных Комиссаров Союза ССР товарища Сталина И.В.

Считать необходимым через месяц обсудить на заседании Специального комитета отчеты Комитета по делам высшей школы при СНК СССР (т. Кафанова) и Наркомпроса РСФСР (т. Потемкина) о состоянии подготовки кадров физиков и мероприятиях, проводимых в этом направлении.

Поручить тт. Ванникову С.Л. (созыв), Курчатову И.В., Вавилову С.И., Калице П.Л., Иоффе А.Ф., Алиханову А.И., Борисову Н.А. и Бараненкову Ф.И. предварительно ознакомиться с материалами отчетов и предоставить в Специальный комитет совместно с тт. Кафтановым и Потемкиным проект мероприятий по данному вопросу.

Председатель Специального комитета при Совнаркоме СССР Л. Берия

ПРИКАЗ

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

№ 441

г. Москва

15 ноября 1945 г.

Во исполнение постановления СНК СССР и приказа Всесоюзного комитета по делам высшей школы № 562 от 31.10.1945 об организации инженерно-физического факультета в Московском механическом институте приказываю:

1. Преобразовать факультет точной механики в инженерно-физический факультет, на котором вести подготовку инженеров-физиков по проектированию и эксплуатации физических установок и приборов. Окончившим указанный факультет присваивать звание инженер-физик.
2. Специальность «точная механика» перевести в состав механико-технологического факультета.
3. Инженерно-физическому факультету провести дополнительный прием на факультет в январе месяце 1946 года.
4. Учебные занятия на факультете начать с 10 февраля 1946 года.
5. Студенты факультета точной механики, желающие перевестись на инженерно-физический факультет, должны подать об этом заявление в деканат инженерно-физического факультета.

Директор института, д.т.н., профессор /Ланда/

25 декабря 1945 года был опубликован приказ № 504 по МИИ.

В соответствии с приказом Всесоюзного комитета по делам высшей школы от 31.10.45 г. за № 562 приказываю:

3. Кафедру физики переименовать в кафедру «Общая физика».

4. Организовать следующие кафедры:

1. Кафедру атомной физики.
2. Кафедру теоретической физики.
3. Кафедру ядерной физики.
4. Кафедру прикладной ядерной физики.
5. Кафедру точной механики.
6. Кафедру физической культуры.

В пунктах 1, 2 и 5 приказа говорилось о переименовании или о ликвидации ранее существовавших кафедр института.

Директор института, д.т.н., профессор /Ланда/

Свидетельства о рождении

Основатели и профессора кафедры



*Артем Исаакович
Алиханян*

*Сергей Яковлевич Никитин,
один из основателей кафедры,
создатель ее учебной
лаборатории (1980-е годы)*





*Лев Андреевич
Арцимович*



*Виталий Иосифович
Гольданский*



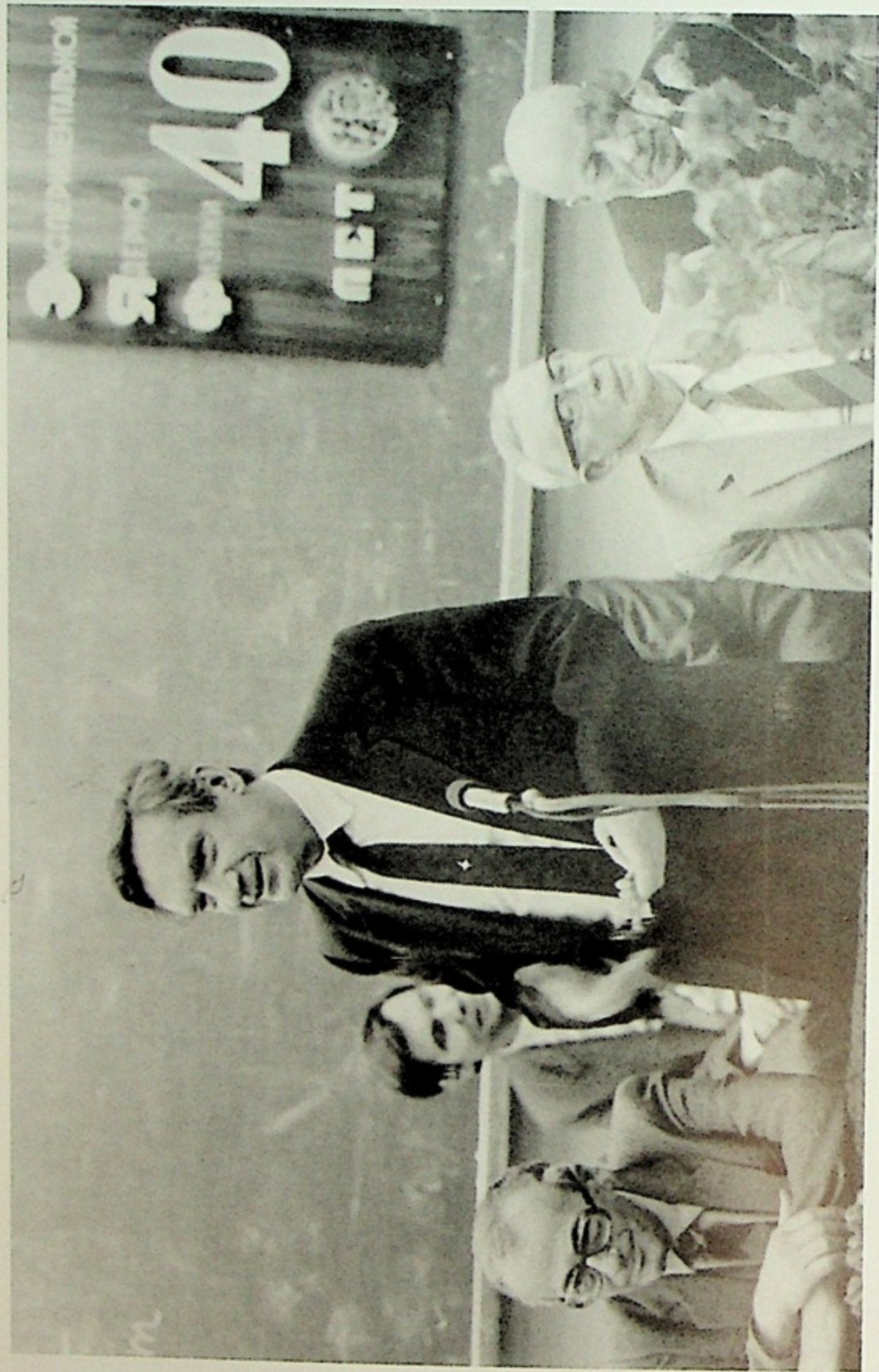
Исай Исидорович Гуревич (справа) и Стефан Юрьевич Лукьянов



*Константин Никифорович
Мухин*



*Юрий Петрович
Никитин*



В.Г. Кириллов-Угрюмов открывает торжественное заседание кафедры в честь ее сорокалетия



Очередное вручение кафедре переходящего Красного Знамени: слева направо В.Н. Беляев, Ю.В. Смирнов, А.И. Фесенко, Э.П. Топоркова



Профессора кафедры И.И. Гуревич, С.Я. Никитин, К.Н. Мухин, С.Ю. Лукьянов, И.Л. Розенталь, В.И. Гольданский, В.Г. Кириллов-Угрюмов в неформальной обстановке

Заведующие кафедрой



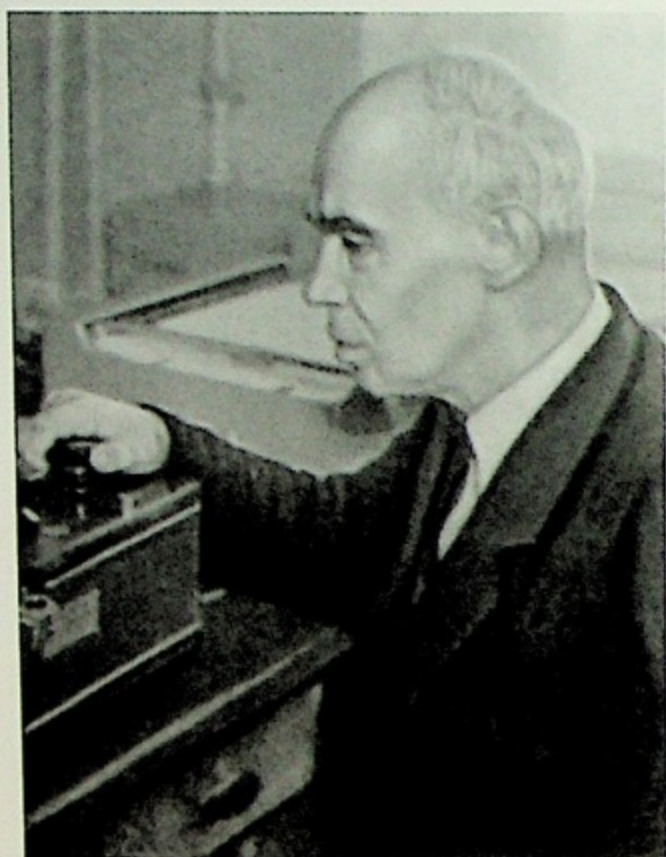
И.Л. Розенталь



В.Г. Кириллов-Угрюмов



*Действующий зав. кафедрой
Ф.М. Сергеев*



Академик И.К. Кикоин



Академик И.Я. Померанчук



Горячая дискуссия В.Н. Беляева и В.Г. Кириллова-Угрюмова.
Внимательно слушают Э.П. Топоркова и В.И. Гольдманский

Ветераны войны



*Алексей Акимович Миронов,
многие годы заведующий
лабораторией*

*Андрей Михайлович
Константинов,
механик «золотые руки»*





*Капитолина Ивановна
Железнова*

*Илья Филиппович
Юцук*



Наука



Изобретатели широкозазорной искровой (русской) и стримерной камер, лауреаты Ленинской премии профессора Б.И. Лучков (слева) и Б.А. Долгошеин (1970)



Профессор А.М. Гальпер – многие годы зам. зав. кафедрой по науке, директор Института космофизики МИФИ



*Ведущий научный сотрудник С.В. Сомов, создатель
самой большой в мире стримерной камеры*



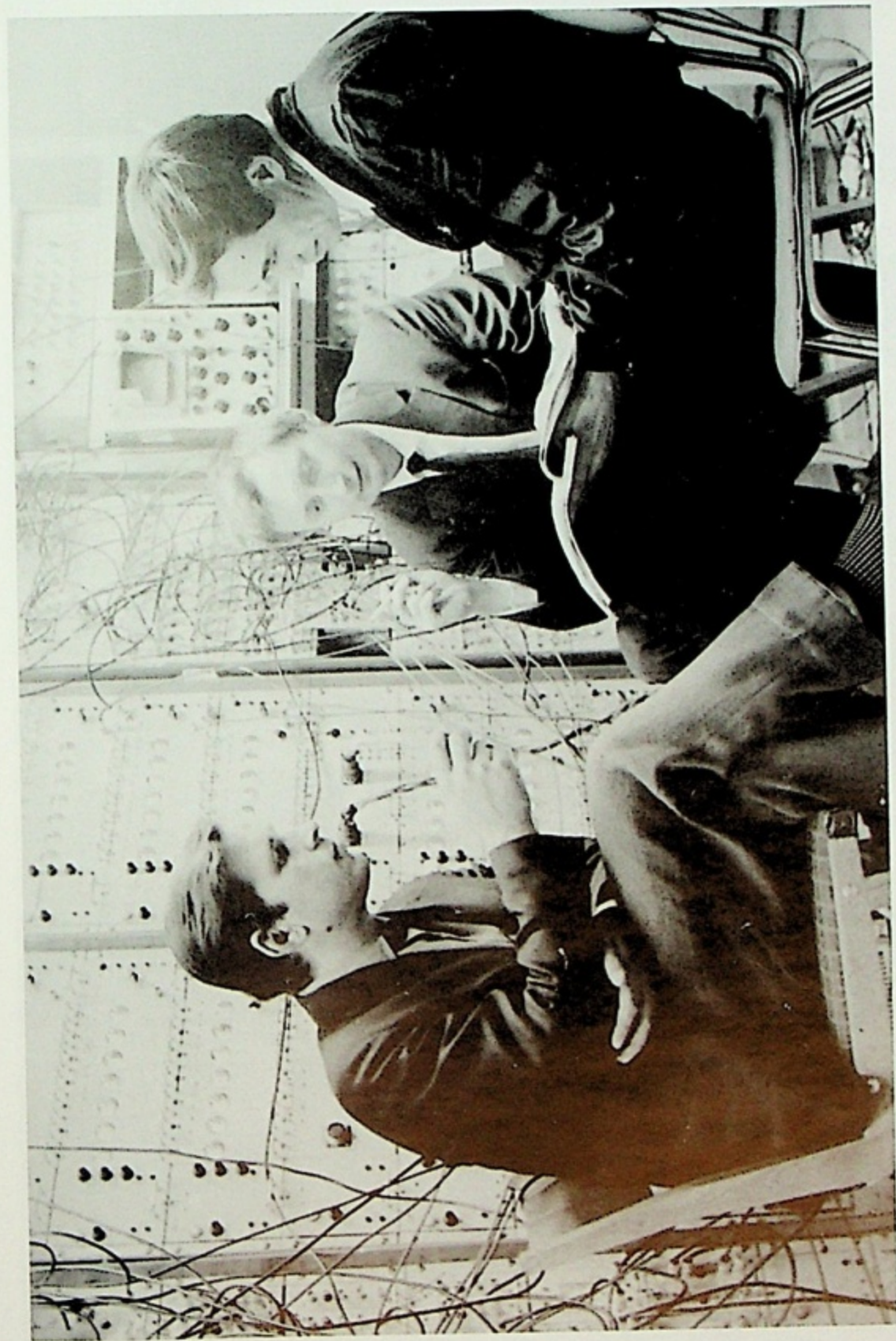
*А.А. Петрухин,
хозяин НЕВОДа
и всех его уловов*



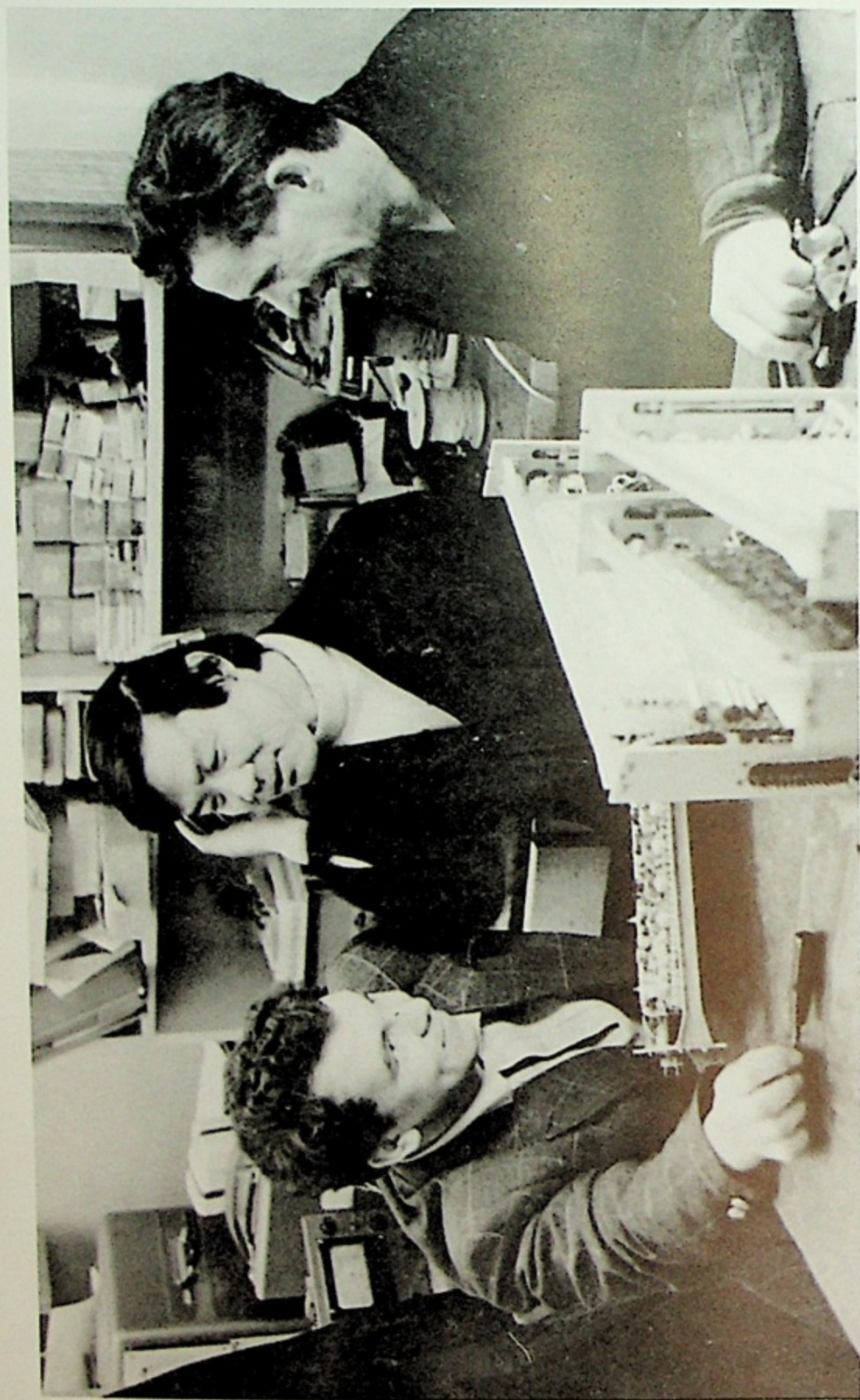
*Ю.В. Озеров,
ведущий научный сотрудник*



Обсуждение проблемы несохранения пространственной четности в слабых взаимодействиях. Справа – академик Л.М. Барков, в центре – В.Г. Кириллов-Угрюмов



Сеанс на ускорителе (ОИЯИ, Дубна), слева направо – Г.Б. Бондаренко,
Ю.П. Добрецов, В.А. Канцеров

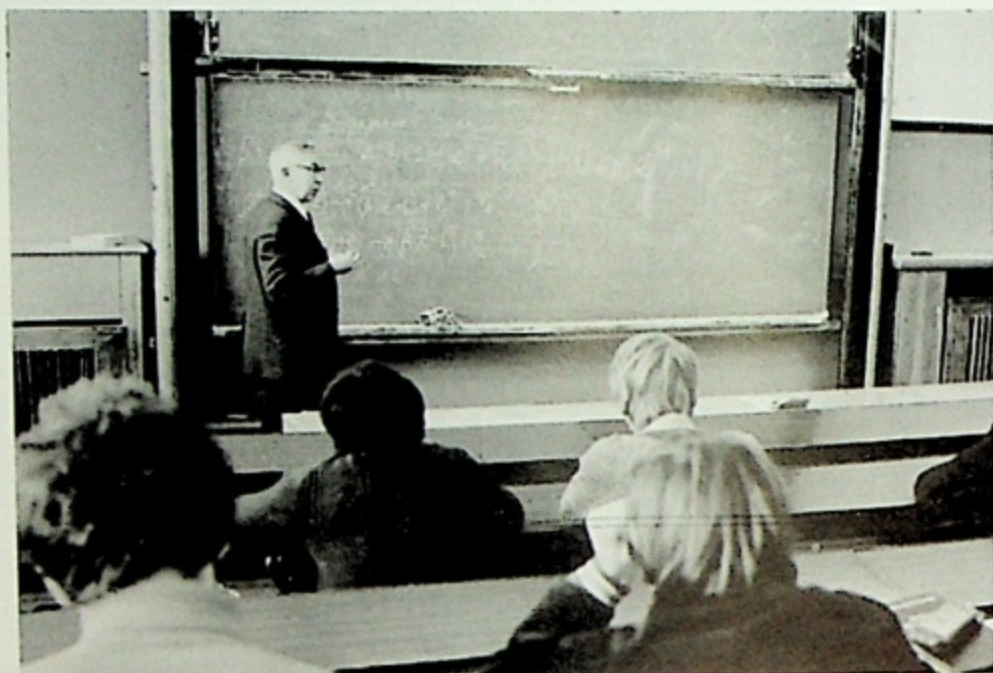


*Группа электроядерных исследований кафедры. Справа – руководитель группы
ст. научный сотрудник Б.А. Пименов*



В горах Киргизии во время работы с прибором ГАММА-1

УЧЕБА



На лекции профессора К.Н. Мухина



*На заседании кафедры – заместитель
заведующего по учебной работе
профессор Э.П. Топоркова и доцент А.И. Фесенко*



Собрание кафедры в актовом зале МИФИ



Большая перемена в отделе космофизики



*Лучшая студенческая группа, преподаватели В.П. Протасов,
А.В. Берков, Б.И. Лучков (1977)*



Литературный вечер, посвященный 9 мая (1985)

Административная группа кафедры



*Заместитель
заведующего кафедрой
по экономике
А.М. Рогожин*



*Бесспорный помощник
заведующего кафедрой
по учебной работе
Елена Тихоновна Сергеева*



*Секретарь кафедры
Г.Н. Фокина*

ЗАВЕДУЮЩИЕ КАФЕДРОЙ

Первый заведующий кафедрой А.И. Алиханян

Основатель кафедры Артемий Исакович Алиханян (АИ) родился в Тбилиси в 1908 г. Он сочетал выдающиеся способности ученого, педагога и организатора науки. АИ является одним из пионеров создания экспериментальной атомной и ядерной физики в нашей стране. Ему вместе с коллегами принадлежит приоритет обнаружения внутренней парной конверсии гамма-квантов, доказательство сохранения энергии и импульса при аннигиляции позитронов. Им был предложен эксперимент по определению массы нейтрино в процессе К-захвата изотопа ${}^7\text{Be}$. Серия первоклассных результатов получена АИ в экспериментах с космическими лучами и частицами высоких энергий. Среди них – обнаружение долгоживущих частиц промежуточных масс (между мюоном и протоном), доказательство нарушения четности при $\pi - \mu - e$ -распаде, прецизионные измерения распадов K^0 -мезонов.

Определяющим принципом для АИ в постановке физических экспериментов была разработка уникальных измерительных установок. На станции космических лучей на г. Арагац сооружен большой магнитный масс-спектрометр с прямоугольной камерой Вильсона. Для изучения распадов K^0 -мезонов была построена крупнейшая в мире 500-литровая пузырьковая камера. Работы по искровым и стримерным камерам были отмечены Ленинской премией.

Деятельность АИ как исследователя неразрывно связана с его работой педагога, воспитателя научной смены. Еще студентом 2-го курса Ленинградского университета АИ начал научную работу в лаборатории академика А.Ф. Иоффе. И при создании инженерно-физического факультета Московского механического института (предшественника МИФИ) научный поиск, как неотъемлемый элемент обучения студентов, стал характерной чертой учебного процесса. АИ оформил пропуска для студентов в Институт физических проблем, в ФИАН – для того чтобы они могли стать участниками академических семинаров, пользоваться научными библиотеками этих институтов, постепенно вливаться в состав исследовательских групп. Некоторые студенты кафедры

зачислялись на полставки лаборанта, что позволяло им участвовать в экспедициях на космическую станцию Арагац, иметь существенную финансовую добавку к стипендии.

Стиль воспитания АИ заключался в устранении какой-либо иерархии среди сотрудников кафедры и его лаборатории в ФИАНе. Студенты и профессора в научной работе были коллегами, их объединяло взаимное уважение. АИ часто приглашал студентов к себе домой, где обсуждались физические новости, велись дискуссии на «рабочие» темы. Такие дискуссии за чашкой чая часто заканчивались просмотром фильмов Чаплина, большим поклонником которого был АИ, обладавший уникальной коллекцией заграничных фильмов. Их копии всегда были в экспедициях на Арагаце, так что мы там приобщались не только к знаниям физики, но и к мировой культуре.

Заслуга АИ, как заведующего кафедрой, состоит в том, что он привлек к чтению лекций выдающихся физиков – академика Л.А. Арцимовича, члена-корреспондента И.И. Гуревича, профессора С.Я. Никитина. Их талантом заложен стиль подготовки инженеров-физиков, специалистов в области ядра и элементарных частиц. Сотни выпускников кафедры с благодарностью вспоминают своих учителей.

АИ постоянно подчеркивал важность для экспериментатора знания теории. Его курс лекций опирался на теоретические обоснования классических экспериментов. Союз теоретиков и экспериментаторов, который пропагандировал АИ, характерен для деятельности нашей кафедры и сегодня. Основной курс кафедры «Фундаментальные взаимодействия» читается совместно заведующим кафедрой профессором Ф.М. Сергеевым и профессором Е.Д. Жижиным, ярким представителем кафедры «Теоретической ядерной физики». Продолжает жить давняя традиция, введенная в первые годы института А.И. Алиханяном и И.Я. Померанчуком.

АИ был щепетилен в оценке вклада сотрудников, которые принимали участие в получении физического результата. Поэтому авторами научных публикаций могли быть десятки человек. Но он умел выбирать из них тех, кто заслуживал присуждения ученых степеней или представления к государственным премиям. Важнейшей заслугой АИ было создание авторитетной научной школы, яркими представителями которой являются профессора МИФИ Б.А. Долгошеин, А.М. Гальпер, Б.И. Лучков, Ф.М. Сергеев. Поражает спектр достижений АИ как организатора науки. Он сумел

создать и успешно руководить Ереванским физическим институтом, Лабораторией элементарных частиц ФИАН, кафедрой № 7 МИФИ. Его руководство академическими лабораториями было особенно полезно для кафедры. Ее сотрудники, аспиранты, студенты получали возможность работать не только в научных подразделениях, возглавляемых АИ, но и проходить практику в других ведущих организациях – ИТЭФ, институте им. Курчатова, проводить исследования на ускорителях ОИЯИ.

Детищем АИ является международный семинар по физике космических лучей и элементарных частиц, который периодически проводился на станции Нор-Амберд (Армения) и привлекал весь «цвет» физики нашей страны и многих ученых зарубежья. Труды этого семинара пользовались мировой известностью.

Вклад Алиханяна в науку и подготовку кадров был отмечен его избранием академиком АН Армении, членом-корреспондентом АН СССР, присуждением Ленинской и Государственной премий, многими орденами и медалями.

Розенталь Иосиф Леонидович

Иосиф Леонидович Розенталь (1919 – 2004 гг.) был приглашен работать в Московский инженерно-физический институт на кафедру экспериментальной ядерной физики (кафедра № 7) в качестве профессора в конце 50-х годов. Вскоре, в 1960 г., он стал заведующим кафедрой, сменив на этой должности В.Г. Кириллова-Угрюмова. Выбор кандидатуры И.Л. Розенталя на эту должность был далеко не случайным. Основных мотивов, как мне представляется, было несколько.

Во-первых, до своего прихода в МИФИ И.Л. Розенталь работал в Физическом институте им Лебедева АН СССР (ФИАН), куда он пришел после демобилизации из армии в 1945 г. Из армии он был отозван специальным распоряжением для работы как физик-экспериментатор в области физики космических лучей. В то время этот раздел исследований относился к атомному проекту и в ФИАНе был собран коллектив молодых перспективных ученых (сотрудников), ставших в будущем ведущими советскими специалистами в области физики космических лучей. Основателем этой школы являлся директор ФИАН того времени Д.В. Скобельцын, одним из ведущих ученых был А.И. Алиханян. Поскольку А.И. Алиханян был первым заведующим кафедрой ЭЯФ, многие первые выпускники МИФИ делали дипломные работы и затем выполняли диссертационные работы на базе лабораторий ФИАН и расположенных в других местах установок по исследованию в области физики космических лучей. Поэтому приглашение представителя школы ФИАН было вполне закономерным.

Во-вторых, выбор И.Л. Розенталя в качестве преподавателя был обусловлен известностью выполненных им к тому времени работ, сначала экспериментального характера, по множественному рождению частиц в высокоэнергичных взаимодействиях, а затем преимущественно теоретических работ в области развития представлений развития ядерных каскадов в атмосфере и установления характеристик множественных процессов в ядерных взаимодействиях космических лучей. Назначение на должность заведующего экспериментальной кафедрой выпускника с универсальным образованием физического факультета МГУ должно было обеспечить теоретическое обоснование и понимание проводимых эксперименталь-

ных исследований. Впрочем, в те годы деление исследователей по своей подготовке и характеру выполняемых работ на экспериментаторов и теоретиков не было столь резким. Преподававшие по совместительству или сотрудничавшие с кафедрой ученые из научных учреждений Академии наук и Минатома В.И. Гольданский, И.И. Гуревич, А.М. Балдин были первоклассными экспериментаторами и теоретиками.

В 1953 – 1955 гг. И.Л. Розенталь выполнил пионерские работы в переходе от качественной картине модели ядерного каскада в атмосфере к количественному теоретическому описанию.

В третьих, к тому времени проявились способности И.Л. Розенталя как широкоэрудированного физика, обладавшего «чутьем» на точки прорыва в тех или иных разделах физики космических лучей и астрофизики. Это качество И.Л. Розенталя воплотилось, в частности, в умение формулировать горячую проблему и, чаще совместно с одним-двумя специалистами в обсуждаемой области науки, подготовить и опубликовать обзорную статью и (или) монографию. Одна из первых его работ такого сорта – монография «Кинематика ядерных реакций» – написанная совместно с В.И. Гольданским и А.М. Балдиным в 1958 – 1959 гг., до сих пор востребована в качестве учебного пособия и справочника у аспирантов и молодых специалистов. До этого им уже было опубликовано несколько обзоров в ведущем физическом журнале «Успехи физических наук».

С «житейской» точки зрения в то время, возможно, сыграло роль то обстоятельство, что И.Л. Розенталь после краткого обучения сначала в Артиллерийской академии, а затем в Высшей военной школе обороны, с июня 1942 г. и до окончания войны воевал на Северном и Центральном фронтах и был награжден орденом Отечественной войны и несколькими боевыми медалями.

Возглавив кафедру, И.Л. Розенталь активно участвовал в формировании направления научных исследований. Вероятно, во многом по его инициативе совместно с руководителем проблемной лаборатории кафедры В.Г. Кирилловым-Угрюмовым, бывшим в то время и директором МИФИ, было принято решение развернуть на кафедре работы по исследованию свойств мюонов космических лучей.

Как я помню по отдельным обсуждениям, в которых мне как дипломнику, начавшему работать по этой теме под руководством только что окончившего МИФИ А.А. Петрухина, довелось участво-

вать, первоначальной задачей было поставлено продвижение в решении так называемой многие годы « μ - e » проблеме. Имелось в виду на основании изучения характеристик потоков мюонов космических лучей, в частности их энергетического спектра и углового распределения, установить существование различия во взаимодействиях мюонов и электронов, выходящего по своей величине за предсказания квантовой электродинамики с учетом вклада радиационных поправок. Хотя сейчас такая попытка решения проблемы с помощью модной в те годы калориметрической методики измерения энергии в условиях невысоких точностей измерения энергий из-за флуктуаций электромагнитного каскада, малой статистики при высоких энергиях и других неопределенностях, кажется наивной, тем не менее, такая постановка проблемы, как сейчас подтверждено, в принципе оправдана. Я имею в виду, что исследование потоков горизонтальных мюонов (углового распределения) и их сопоставление с данными по вертикальным потокам привело на установках совсем иного масштаба к получению указаний на эффект осцилляции нейтрино атмосферного происхождения при высоких энергиях. Уместно отметить также, что вскоре после начала работ по проектированию калориметра было принято решение о разделении его на две установки. Одна устанавливалась вертикально в МИФИ (в здании на Кировской, ныне Мясницкой) для исследования горизонтальных потоков космических (вторичных) мюонов. Другая в сотрудничестве с Институтом физики высоких энергий и Тбилисским госуниверситетом размещалась горизонтально в Тбилиси в подземной лаборатории. Глубина расположения калориметра выбиралась такой, чтобы эффективные энергии установок соответствовали друг другу. В Москве этими исследованиями занималась группа под руководством А.А. Петрухина, работа в Тбилиси была поручена мне в качестве ответственного исполнителя от МИФИ. С грузинской стороны работой руководил Р. Казаров.

Руководя кафедрой, И.Л. Розенталь стимулировал сотрудничество с теоретиками, приглашая последних в аспирантуру кафедры и поддерживая контакты с работающими на других кафедрах МИФИ, в частности, на кафедре теоретической физики.

Работа И.Л. Розенталя в качестве педагога позволила раскрыться его уже отмеченному выше качеству ученого, компетентного во многих развивающихся областях современной физики и имевшего вкус и умение донести новые идеи и результаты путем публикации

обзоров и монографий. Всего за свою жизнь И.Л. Розенталь стал автором или соавтором 18 монографий. Подавляющая часть из них написана в период его работы заведующим кафедрой (1960 – 1969) и затем работы в качестве совместителя практически до своей кончины в 2004 г.

Особо следует отметить роль лекций, которые он читал для студентов старших курсов. Эти курсы, вне зависимости от их названия, являлись, по существу, дополнительными главами или разделами к курсам по физике частиц высокой энергии, астрофизики и космологии. В них И.Л. Розенталь излагал новейшие на тот момент данные экспериментального и теоретического характера и обсуждал возможное значение их для изменения или развития наших представлений. Если у студентов после изучения таких традиционных базовых для физических специальностей курсов, как квантовая механика, квантовая электродинамика, ядерная физика, физика высоких энергий и складывалось впечатление, что основное дело по достижению понимания сути физических процессов и их теоретического описания в основном выполнено, и остались нерешенными только отдельные вопросы, то после посещения лекций и семинаров И.Л. Розенталя такое впечатление от завершенности различных научных разделов рушилось, и появлялась убежденность, что самое интересное только начинается.

Мне кажется, что организаторская работа вообще и работа по построению учебного процесса в частности И.Л. Розенталя не слишком увлекала. Он слишком любил науку как образ жизни, поэтому вопросы должностей, наград и получаемой зарплаты никогда не являлись для него первоочередными. Основную тяжесть всей учебно-организационной работы несла многолетний заместитель заведующего кафедрой Э.П. Топоркова, а технические вопросы решал Б.М. Энде. В целом же облик кафедры долгие годы во многом определялся В.Г. Кирилловым-Угрюмовым, вне зависимости какую должность в МИФИ и на кафедре он занимал.

После почти десятилетнего периода руководства кафедрой И.Л. Розенталь решил полностью сосредоточиться на научной работе, перейдя в быстро развивающийся тогда Институт космических исследований, где усилиями Б.Я. Зельдовича, Р.Э. Сагдеева был собран наиболее сильный коллектив астрофизиков. Перейдя туда, И.Л. Розенталь продолжал читать на кафедре курсы лекций и

активно сотрудничать с аспирантами и выпускниками кафедры вплоть до последних месяцев своей жизни.

Список монографий, написанных с участие И.Л. Розенталя

1. Балдин А.М., Гольданский В.И., Розенталь И.Л. **Кинематика ядерных реакций.** М.: Физматгиз, 1959.
2. Балдин А.М., Гольданский В.И., Максименко В.М., Розенталь И.Л. **Кинематика ядерных реакций.** М.: Атомиздат, 1968.
3. Бугаев Э.В., Котов Ю.Д., Розенталь И.Л. **Космические мюоны и нейтрино.** М.: Атомиздат, 1970.
4. Озерной Л.М., Прилуцкий О.Ф., Розенталь И.Л. **Астрофизика высоких энергий.** М.: Атомиздат, 1973.
5. Никитин Ю.П., Розенталь И.Л. **Теория множественных процессов.** М.: Атомиздат, 1974.
6. Очелков Ю.П., Прилуцкий О.Ф., Розенталь И.Л. **Релятивистская кинетика и гидродинамика.** М.: Атомиздат, 1979.

Кириллов-Угрюмов Виктор Григорьевич

Жизненный и творческий путь Виктора Григорьевича – яркое отражение времени роста и становления нашей страны как могучей мировой державы. Задачи и планы этого времени для своего решения требовали выдвижения ярких, одаренных личностей, наделенных высокими профессиональными и духовными качествами, широким кругозором и организаторской волей. К плеяде таких творцов нашей истории по праву относится В.Г. Кириллов-Угрюмов. Требование времени и творческое устремление Виктора Григорьевича прочно связали его с ядерной наукой и ядерной индустрией, особенно с такой их важнейшей составляющей, как подготовка кадров.

Демобилизовавшись в связи с тяжелым ранением в боях под Москвой, Виктор Григорьевич в 1949 г. отлично заканчивает Московский механический институт (с 1953 г. МИФИ). Уже в годы учебы он обратил на себя внимание патриархов-основателей института. Академик А.И. Лейпунский включает его в состав группы, отобранной для научной работы в ядерной физике. В последующем ядерная наука и подготовка высококвалифицированных кадров для отрасли в целом стали для В.Г. Кириллова-Угрюмова главным полем творческой деятельности. За десять лет он проходит путь от аспиранта до ректора МИФИ. В период его руководства институт становится крупным научно-образовательным центром, которому помимо задачи подготовки кадров для науки и промышленности, поручается выполнение важнейших научных программ. Создаются и развиваются собственные материально-техническая и научная базы, возникают проблемные лаборатории, развертывается сеть отраслевых лабораторий. Реализуется идея непрерывного образования. В МИФИ были организованы факультет повышения квалификации специалистов отрасли и факультет переподготовки дипломированных кадров, создано уникальное подразделение – Высшая школа физиков, призванная готовить кадры для периферийной науки.

Наряду с напряженной организаторской деятельностью В.Г. Кириллов-Угрюмов интенсивно занимается наукой. Круг его интересов необычайно широк. Он охватывает новые методы регистрации излучений, методы исследования вещества, фундаментальные вопросы физики ядра и частиц, космо- и астрофизики.

В 1974 г. В.Г. Кириллов-Угрюмов назначается на пост председателя Высшей аттестационной комиссии при Совете Министров СССР. Его деятельность направлена на существенное совершенствование всей системы аттестации специалистов высшей квалификации. Он добивается значительного повышения уровня требований к соискателям научных степеней и профессорских званий. Авторитет и значимость ВАК сильно выросли за счет введения в состав президиума ВАК руководителей крупных научных учреждений страны и образования экспертных советов по основным направлениям науки и техники.

В 1987 г. Виктор Григорьевич возвращается в родной МИФИ, где и продолжает работать профессором-консультантом. Он по-прежнему полон творческих сил. Свои знания и огромный опыт Виктор Григорьевич щедро отдает делу воспитания молодых кадров для передовой науки и промышленности.

Ф.М. Сергеев

Сергеев Феликс Михайлович

В начале 1960-х гг. в аспирантуре на кафедре 7 учились три друга – Аркадий Гальпер, Анатолий Петрухин и Феликс Сергеев. Выделялись целеустремленностью, хваткой и организаторскими способностями. По-хорошему были тщеславны и работящи. Каждый по-своему талантлив, каждый создал вокруг себя эффективно работающую группу. Сейчас их имена – профессоров А.М. Гальпера, А.А. Петрухина, Ф.М. Сергеева – хорошо известны, и не только в МИФИ, как имена высококвалифицированных специалистов в области физики ядра, элементарных частиц, космофизики, ускорительной, а также неускорительной физики высоких энергий.

В те далекие времена аспирант должен был провести эксперимент от стадии проектирования до конечного результата: создать установку, систему сбора и обработки данных, провести измерения, сделать качественный анализ полученных результатов – прову мероприятий, которые за отпущенный срок (3 года) ни одному смертному еще не удавалось провести. На каждый этап уходили годы, размеры установок все росли... Физические результаты отодвигались на далекое, светлое будущее. Выручало сотрудничество с другими институтами (ФИАН, ЕрФИ), несколько помогали новые технологии, а главное – нахрапистость, здоровье и молодость.

Задача Феликса Сергеева – создание в МИФИ одного из самых больших и эффективных в то время детекторов – пузырьковой камеры с рабочим объемом 400 пол-литров в магнитном поле. И эта неподъемная задача была успешно решена в диких условиях старого здания на Кировской 21, где правила безопасности, мягко говоря, просто не соблюдались. Рабочая камера помещалась в толстый защитный корпус из нержавеющей стали. Детали установки весили более 1,5 т. Сборка и испытания камеры-гиганта проходили в тесном подвале. Грохот при срабатывании, сравнимый с артиллерийской канонадой, вызывал страх и возмущение в окрестных домах. А Феликса Михайловича за производимый эффект окрестили «Железным Феликсом» (что в общем-то соответствовало действительности). Упорство дало результаты – уже летом 1961 г. камера была готова и вскоре установлена в экспериментальном зале протонного ускорителя ИТЭФ, только что запущенного в работу.

Началась следующая эпопея – эксперименты на ускорителе. С одной стороны, здесь легче – помогает мостовой кран, но, с другой, сборка и разборка такого гиганта, повторяемые многократно, так как все, что может отказать, в процессе работы обязательно отказывает, столь физически утомительны, что отваливаются руки. Дома давно уже не ждут ни к обеду, ни к ужину. После очередной сборки и установки на пучке в камеру необходимо влить, как уже сказано, 50 двадцатилитровых бутылей дистиллированной воды и добавить 200 литров сжиженного газа. А затем бесконечные и бессонные сеансы на пучке, который норовит пропасть по непонятной причине, как и вся смена операторов. Sic transit gloria mundi. Но вот отсняты сотни тысяч снимков ядерных событий, прекрасных треков разнообразных частиц, с которыми надо разобраться. Создаются измерительные комплексы, программное обеспечение к ним – новый этап не слаще прежних. Начинается физический анализ и осмысление проведенного эксперимента. И глядишь, прошло 10 лет молодой, неповторимой жизни.

После этого становится совершенно понятным, что избрание на пост заведующего кафедрой такого негибачего, целеустремленного человека, как Ф.М. Сергеев, было правильным своевременным делом. Феликс Михайлович на этом высоком посту уже 18 лет.

В настоящее время Ф.М. Сергеев – заслуженный деятель науки Российской Федерации.

А. Поносов

ВETERАНЫ ВОЙНЫ

Наша кафедра, ровесница Великой Победы, всегда чувствовала кровную связь с теми, кто победу добыл своим ратным трудом и кровью.

Большим влиянием и уважением на кафедре пользовались ветераны Великой Отечественной войны. Они, без преувеличения, составляли нравственный костяк всего коллектива. Во всех рабочих группах и подразделениях ощущалось их благотворное влияние. Они, прошедшие через суровые испытания военного времени, познавшие «почем фунт лиха», были первыми и в работе. Они были для нас примером жизненной стойкости и личного мужества, оставаясь простыми и открытыми людьми. Только на праздниках Победы замечали мы, как много орденов и медалей заслужили они своими ратными делами.

Вот их имена и краткие военные биографии.

Веремеев Михаил Макарович, специалист высшей квалификации, во время войны работал в Москве на оборонном заводе.

Железнова Капитолина Ивановна 18-летней девушкой по призыву комсомола пошла добровольцем в армию. Служила телефонисткой в танковой армии маршала Катукова, в знаменитой бригаде Арно Бабаджамяна. За два года прошла победный путь от Курской дуги до Берлина. Участница многих крупных операций Красной Армии. Удивительно скромный, чуткий и отзывчивый человек. Ее пунктуальность и точность в делах была эталонной на кафедре.

Кириллов-Угрюмов Виктор Григорьевич. Воевал в составе бригады морской пехоты. Участник декабрьских боев под Москвой, первой сокрушительной победы Великой Отечественной. Участвовал в освобождении городов Скопин, Яхрома, Клин. Получил тяжелое ранение в бою. Ректор института (1968 – 74 гг.). Заведующий кафедрой (1968 – 89 гг.). Председатель Совета ветеранов МИФИ, член Совета ветеранов Москвы. Помощь со стороны Виктора Григорьевича получил каждый сотрудник кафедры.

Константинов Андрей Михайлович. Воевал с 1941-го по 1943-й годы в пехоте, «царице полей», на разных фронтах. Был не раз ра-

нен. Редкий случай среди подданных «царицы» уцелеть в то непростое время. На кафедре – виртуоз-механик. За золотые руки Константинова боролись все научные группы, и он редко кому отказывал. Профессор механической мастерской.

Миронов Алексей Акимович. Полковник в отставке, зам. командира авиаполка. Отменные командирские способности проявил в работе заведующим лабораторией. Человек с твердым характером и отзывчивой душой.

Розенталь Иосиф Леонидович. С университетской скамьи летом 41-го пошел добровольцем в армию. Прошел ускоренный курс артиллерийского обучения. Потом командировал батарею в составе разных армий, воевал на разных фронтах. Профессор МИФИ. Заведующий кафедрой (1960 – 68 гг.). Интеллигентный, мудрый человек.

Пименов Борис Алексеевич. Участник войны с первого до последнего дня в самых трудновъживаемых войсках – авиации. Радист-стрелок бомбардировщика. Принимал участие во многих вылетах и воздушных боях. Несколько раз, когда самолет сбивали, оказывался в тылу врага и всегда выходил к нашим. Либо очень везло, либо был чрезвычайно опытным солдатом. Чуткой души человек. Отзывчивость и доброту Бориса Алексеевича ощущали на себе все. Крайне дисциплинированный и трудолюбивый работник. Руководил группой, проводившей закрытую тему в Дубне (электроядерный бридинг).

Топоркова Элеонора Петровна. Жительница Сталинграда, молодой девушкой оказалась в центре величайшей битвы истории. Работала медсестрой в госпитале. Была контужена и эвакуирована. Профессор МИФИ. Многие годы – зам. зав. кафедрой по учебной работе. Через заботливые руки Элеоноры Петровны прошли десятки наших выпускников, воспитанные ее материнским участием. Эталон преподавательской чуткости и понимания.

Ющук Илья Филиппович, боец славного ВМСБОМ. Десантник, участник знаменитого десанта парашютных бригад зимой 41 – 42 гг. у Вязьмы. Тяжело ранен. С 43-го в специальных войсках СМЕРШ. Принимал участие в операциях по ликвидации немецких диверсантов и бандеровских банд. Ответственный работник учебной лаборатории.

Энде Борис Михайлович. Выпускник Ленинградского артиллерийского училища. Участник Великой Отечественной войны с первых дней, в основном под Ленинградом. Был тяжело ранен в 43-м, ампутировали ногу. На кафедре многие годы работал заведующим учебной лабораторией. Отличный инженер. Организовывал студенческие походы по Подмосковию. Был председателем профсоюзного комитета института.

Мы уважали наших ветеранов как старших, опытных, любимых товарищей. На 30-ю годовщину Победы ими была посажена березка перед входом в наш корпус (сейчас огромное дерево высотой с МИФИ) и поставлена памятная доска. Эта годовщина была отмечена особо чутким отношением молодежи к участникам войны, тогда еще тоже очень молодым. Многие из них уже нет, но они останутся в нашей памяти на всю жизнь. Низкий поклон им, отстоявшим честь и свободу народа.

УЧЕБНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

По воспоминаниям старожилов кафедры основоположником Учебной лаборатории, автором и создателем первых лабораторных работ был С.Я. Никитин. Размещалась УЛ в одной комнате, в здании на улице Кирова напротив Главпочтамта, и назывался институт не МИФИ, а ММИ. Лабораторных работ было всего шесть и все они были по нейтронной тематике. Аппаратура соответствовала тому времени: счетчики Гейгера-Мюллера с выходом на механический счетчик числа импульсов, пересчетка $\times 64$, электроскопы, шлейфные осциллографы. С приходом на кафедру выпускников ММИ была создана кафедральная Проблемная лаборатория. Преподаватели и сотрудники лаборатории сначала участвовали в совместных экспериментах с ведущими лабораториями ФИАН, ИАЭ, ИТЭФ, ОИЯИ (Дубна), ИФВЭ, а затем вышли на высокий уровень, позволяющий им самостоятельно разрабатывать научные задачи, методики для их решения, создавать соответствующую аппаратуру. Их знания и опыт начали вкладываться в развитие и модернизацию Учебной лаборатории. Сегодня лаборатория предоставляет ≈ 200 студентам в семестр 22 лабораторные работы, которые по тематике охватывают основные разделы физики ядра и элементарных частиц – радиоактивность, прохождение излучения через вещество, нейтронная физика, ядерные реакции, свойства и взаимодействия элементарных частиц, свойства фундаментальных взаимодействий.

Основная цель учебной лаборатории – на примере заданной физической задачи познакомить студента с выбором методики для ее решения, научить его самостоятельно собирать по предложенной блок-схеме электронное обеспечение эксперимента, используя для этого электронные модули с необходимыми функциями. Выбрать и обосновать временные режимы подготовительных и основных измерений.

По методике выполнения лабораторные работы можно разделить на три группы. К первой группе относятся работы, выполняемые на реальных экспериментальных установках и с реальными пучками частиц. В качестве источников частиц в нашей Учебной лаборатории используются радиоактивные препараты и космиче-

ские лучи. Детекторами излучений служат сцинтилляционные счетчики. Электронное обеспечение эксперимента реализовано на базе модулей КАМАКа, работающих в линию с ПК. Программы, обеспечивающие выполнение лабораторных работ в линию с ПК, работают в диалоговом режиме, т.е. на экран монитора выдается перечень (МЕНЮ) предложений, вопросов и операций, руководствуясь которыми студент выполняет лабораторную работу.

В качестве примера на рис. 1 представлен внешний вид одной из таких установок для выполнения лабораторной работы по измерению времени жизни мюонов космического излучения и определению константы и масс квантов W^\pm -бозонов слабого взаимодействия.

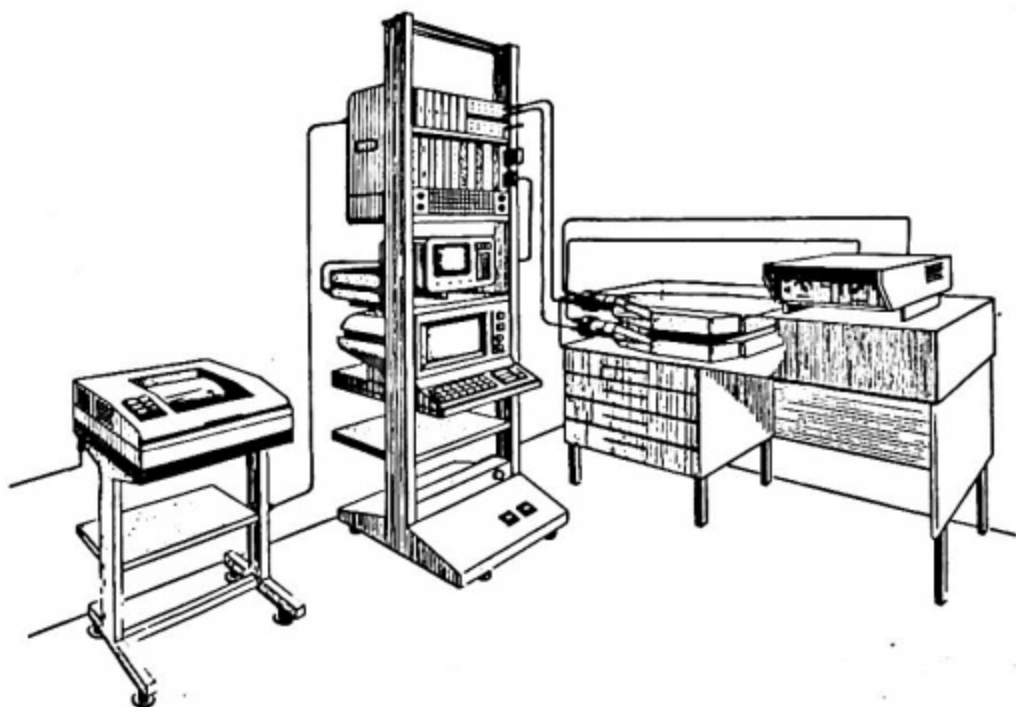


Рис. 1

Ко второй группе относятся лабораторные работы, выполняемые с экспериментальным материалом, полученным при облучении пузырьковых камер на пучках ускорителей высоких энергий. Это либо снимки определенных взаимодействий на фотопленке, изображения с которых проецируются на рабочий стол, либо оцифрованные снимки для работы с ними на ПК. На рис. 2 и 3 представлены снимки событий: распады $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$ и $K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0 \rightarrow \pi^+ + 2\gamma$. Работа студента в таких случаях сводится к поиску и

идентификации изучаемых событий с последующей их обработкой вручную или на ПК и анализом результатов.



Рис. 2

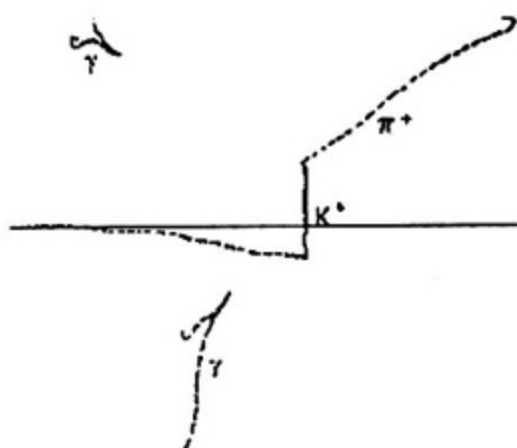


Рис. 3

Третий вариант был использован для постановки лабораторной работы по изучению эффекта Мессбауэра. Ввиду того, что наборов модульной электроники для сборки установки для наблюдения эффекта Мессбауэра не существует, а сам эффект уникален для изучения характеристик ядер и свойств твердого тела, было признано целесообразным соответствующую лабораторную работу проводить в режиме виртуального эксперимента на ЭВМ с последующей обработкой «экспериментальных данных» и анализом результатов.

В процессе появления новых методик проведения физических экспериментов в области ядра и элементарных частиц, модернизировались старые и создавались новые установки и лабораторные работы. За время существования Лаборатории описания работ в виде «Сборника лабораторных работ по ядерной физике» многократно издавались и переиздавались РИО МИФИ. Дважды (1970 г., 1979 г.) сборники выпускались общесоюзным издательством «Атомиздат». Авторами разработок лабораторных работ и их описаний являются преподаватели нашей кафедры: Ю.П. Добрецов, Б.И. Лучков, Р.С. Медведева, С.Я. Никитин, А.К. Поносов, В.П. Протасов, Б.У. Родионов, Ф.М. Сергеев, С.В. Скачков, Р.П. Строгонова, Б.В. Соболев, Э.П. Топоркова, А.И. Фесенко, О.В. Булеков. Модернизация электронного оборудования лабораторных установок и обеспечение их работы в линию с ЭВМ осуществлено В.А. Канцеровым и А.В. Поповым. Программное обеспечение разработано А.В. Поповым и Ю.П. Добрецовым.

Ю.П. Добрецов

ПРЕПОДАВАТЕЛИ И УЧЕНЫЕ

Кафедра экспериментальной ядерной физики (№ 7) была создана одновременно с образованием факультета № 3 (ныне факультет Т – экспериментальной и теоретической физики) в декабре 1945 г. Первым заведующим кафедрой и ее организатором был член-корреспондент АН СССР А.И. Алиханян. В состав кафедры входило четыре профессора-совместителя: А.И. Алиханян, Л.А. Арцимович, И.И. Гуревич и С.Я. Никитин. В 1948 г. на кафедру пришли первые выпускники института С.В. Скачков и Р.П. Строганова. Под руководством профессора С.Я. Никитина была создана первая учебная лаборатория кафедры. Все на кафедре в эти трудные послевоенные годы делалось впервые – первые профессора, первые учебники, первые лабораторные работы. Многие учебные пособия («Ядерные реакции», «Физика медленных нейтронов» и др.) были написаны проф. И.И. Гуревичем. С 1949 г. в штате кафедры появились инженеры и лаборанты. В том же году на кафедру пришли выпускники ММИ В.Г. Кириллов-Угрюмов и Э.П. Топоркова, ставшие первыми аспирантами кафедры. Начала развиваться научная работа.

В 1950 г. под руководством В.Г. Кириллова-Угрюмова была создана научная лаборатория по изучению космических лучей. В серии работ А.И. Алиханяна, В.Г. Кириллова-Угрюмова и сотрудников кафедры исследовалось рассеяние космических мюонов на ядрах (проверялось, нет ли у мюона, частицы в 200 раз тяжелее электрона, аномального – отличного от электромагнитного – взаимодействия с ядрами). В дальнейшем эти исследования были продолжены Б.А. Долгошеиным – аспирантом кафедры с 1955 г. Ранее найденное аномальное рассеяние мюонов оказалось ошибочным. Здесь закладывалось одно из главных направлений научных работ кафедры – исследование слабого взаимодействия.

В это же время под руководством проф. И.И. Гуревича и Э.П. Топорковой начала создаваться лаборатория фотометодов, которая окончательно сформировалась с приходом на кафедру в 1956 г. А.И. Фесенко и Ю.А. Иванова. В работах этой группы исследовались рождение пионов на ядрах, физика гиперфрагментов и захват медленных мюонов ядрами фотоэмульсии.

В 1954 г. на кафедру пришел К.Н. Мухин, сыгравший большую роль в развитии методической работы кафедры. По его широко известному учебнику «Введение в ядерную физику» обучались многие студенты. «Введение» потом переросло в двухтомный учебник: т. I «Физика атомного ядра», т. II «Физика элементарных частиц» – базисный курс по нашей специальности.

Профессорами кафедры с 1956 г. стали В.И. Гольданский и И.Л. Розенталь, крупные ученые, авторы многих монографий и учебных пособий: «Кинематика ядерных реакций», «Статистика отсчетов при регистрации ядерных частиц», «Преобразование атомных ядер», «Тяжелее урана», «Мюоны и нейтрино».

С 1956 г. кафедра ЭЯФ стала профилирующей. Это было вызвано потребностью в специалистах по экспериментальной ядерной физике.

В 1960 г. заведующим кафедрой стал И.Л. Розенталь. В этом же году была образована Проблемная лаборатория «Физики частиц высоких энергий», научным руководителем которой со дня ее основания является В.Г. Кириллов-Угрюмов. Создание Проблемной лаборатории открыло большие возможности для развития научных работ. Были созданы уникальные установки: ионизационный калориметр и 200-литровая пузырьковая камера. Работа на калориметре, продолжившая традиционное направление исследований мюонов, привела к созданию в 1962 г. мюонной лаборатории, руководимой А.А. Петрухиным. В 1967 г. была образована лаборатория № 27, тематикой которой стали исследования, проводимые на пузырьковых камерах (руководитель Ф.М. Сергеев).

В 1964 г. была создана космофизическая группа под руководством А.М. Гальпера. Выход в космос был предопределен успехами нашей ракетно-космической программы (запуск первых спутников, первых космонавтов, создание космической станции). Главное направление – исследование космического гамма-излучения и электронов высоких энергий на высотных аэростатах и ИСЗ. Впервые в мире на борту ИСЗ «Космос-264» успешно работал гамма-телескоп с трековой искровой камерой.

С 1968 г. заведующим кафедрой становится профессор В.Г. Кириллов-Угрюмов. Фронт научных работ на кафедре стал особенно широким. Кроме упомянутых направлений интенсивно развиваются исследования, проводимые группой физики элементарных час-

тиц и новых методов регистрации (руководитель Б.А. Долгошеин). Эти исследования увенчались большим успехом: за цикл работ по созданию трековых искровых камер – стримерной и широкозасорной искровой – Б.А. Долгошеин и Б.И. Лучков (вместе с А.И. Алиханяном, Т.Л. Асатиани, Г.Е. Чиковани и В.Н. Ройнишвили) были удостоены Ленинской премии по физике в 1970 г.

Под руководством члена-корреспондента АН СССР В.И. Гольданского получили развитие исследования в области прикладной ядерной физики и изучения каскадных процессов при взаимодействии нуклонов с ядрами.

Лицо кафедры во многом определяют ее бывшие выпускники, ведущие теперь большую преподавательскую и научную работу: Б.А. Долгошеин, А.М. Гальпер, А.И. Фесенко, Б.И. Лучков, Ю.П. Добрецов, А.А. Петрухин, Ю.Д. Котов, Ф.М. Сергеев. Зрелыми специалистами, проводящими ответственные научные исследования и участвующими в учебном процессе, стали С.В. Сомов, В.В. Шестаков, В.В. Дмитренко, В.Г. Варламов, А.К. Поносков, Б.В. Соболев, Ю.В. Озеров, С.А. Воронов и другие.

Кафедра выросла во много раз, став крупнейшей кафедрой института. Современными стали учебные лаборатории кафедры, в которых поставлено более 30 студенческих работ. Написано более 20 учебников, учебных пособий и монографий. Многие из них переиздавались и переведены на иностранные языки. По ним обучаются студенты МИФИ, МФТИ, МГУ и других вузов страны. Кафедра стала не только крупным учебным центром, но и современной научно-исследовательской лабораторией с большим авторитетом в стране и за рубежом. Научные работы сотрудников кафедры регулярно докладываются на всероссийских и международных конференциях. Профессорско-преподавательский состав кафедры составляет более 20 человек.

Число выпускников кафедры приближается к 2000. Многие из них – кандидаты и доктора наук, работают во всех крупных научных организациях страны. Есть наши выпускники и в мировых научных центрах – CERN (Женева), FNAL (Брукхейвен), DESY (Гамбург) и другие.

НАШИ ВЫПУСКНИКИ

Кафедра выпускает инженеров-физиков широкого профиля, способных работать в области ядерной физики низких энергий, физики высоких энергий, космофизики. Кафедра стала профилирующей в 1956 г. Уже состоялось 49 выпусков дневного и вечернего отделений, что в сумме дало около 1640 молодых дипломированных инженеров для научных учреждений и предприятий отрасли.

За период 1975 – 2005 гг. кафедра подготовила 204 инженера-физика, которые стали выпускниками Высшей Школы Физики, из них 60 человек окончили МИФИ с красным дипломом, 34 выпускника Высшего Физического Колледжа получили диплом инженера-физика по специальности нашей кафедры (1997 – 2005 гг.).

Кафедра обучала иностранных студентов – из Китая, США, Франции, республики Мьянма (Бирма). В 1963 г. кафедру окончили студенты из Китайской Народной Республики. Один из них, Ван Го Ян – в настоящее время работает профессором в Китайском Юго-Восточном институте ядерной физики и химии. Недавно на кафедре проходила подготовку большая группа студентов из Мьянмы.

Наши выпускники работают в основных научных центрах страны – ФИРАН, ИАЭ, ИТЭФ, ОИЯИ (Дубна), ИКИ, ИФВЭ (Протвино), РКА «Энергия» и других научных организациях. Немало подготовленных нами специалистов трудятся в промышленности. Есть наши выпускники и в мировых научно-исследовательских центрах.

Многие защитили кандидатские и докторские диссертации, награждены государственными премиями. В.Н. Беляев, декан факультета ЭТФ, и А.В. Шишкин – лауреаты премии Ленинского комсомола. Наши выпускники Н. Собакин, В. Сакович, В. Никешичев участвовали в героических рейдах атомного ледокола «Ленин» по Ледовитому океану, другие – в плавании на немагнитном судне «Витязь».

Выпускник и аспирант кафедры С.В. Авдеев стал Героем России, космонавтом-исследователем, трижды в 1990-х гг. участвовал в экспедициях на станции «Мир», установил рекорд длительного пребывания в космосе, долгое время остававшийся непревзойденным.

Встречи с нашими бывшими студентами показали, что все они, независимо от выбора работы и своего положения, с теплотой вспоминают студенческие годы и до сих пор благодарны кафедре за приобретенные знания и полученные навыки.

ЯДЕРНЫЙ КЛУБ

В 1972 г. на кафедре экспериментальной ядерной физики был организован «Ядерный клуб», бессменным руководителем которого в течение многих лет была Элеонора Петровна Топоркова. Основная цель клуба – расширение научного горизонта студентов, знакомство их с новыми направлениями в науке, привлечение к научной работе уже на младших курсах. Было проведено более 30 заседаний клуба, на которых выступали с докладами ведущие ученые страны – академики, директора институтов, руководители крупных научных экспериментов на Земле и в космосе.

Большой интерес у студентов вызвала встреча с академиком АН СССР Бруно Максимовичем Понтекорво, участником англо-канадского уранового проекта в 1950-х гг., который очень образно рассказал о необычных свойствах элементарных частиц и самой загадочной из них – нейтрино. Ученик Энрико Ферми, Бруно Максимович призывал наших студентов не бояться экспериментальных трудностей, цитируя слова своего Учителя: «Физика одна, но физики делятся сегодня на две категории, теоретиков и экспериментаторов. Если теоретик не обладает исключительными способностями, то его работа лишена смысла. Что же касается экспериментальной физики, то здесь существует возможность полезной работы, даже если личность обладает средними способностями».

Огромный интерес вызвало сообщение академика Виталия Иосифовича Гольданского о возможностях создания гамма-лазера, прибора с большим потенциалом для научных исследований, особенно в биологии, и прикладных работ – в космосе, информатике, военном деле.

Один из лучших лекторов, профессор МИФИ с 1946 г., участник советского атомного проекта, Исай Исидорович Гуревич заинтриговал слушателей новым открытием – существованием в Окло (бывшая провинция Франции Габон, западная Африка) 1900 миллионов лет назад природного ядерного реактора, работавшего в режиме медленного кипения на протяжении сотен тысяч лет.

На других заседаниях «Ядерного клуба» были заслушаны сообщения на тему:

«Новые профессии атомного ядра» (профессор Мухин К.Н.)

«Космические лучи вчера, сегодня, завтра» (профессор Розенталь И.Л.)

«Существует ли квант слабого взаимодействия?» (профессор Долгошеин Б.А.)

«Гамма-астрономия и космос» (профессор Гальпер А.М.)

Для членов «Ядерного клуба» проводились экскурсии в научно-исследовательские институты (ОИЯИ, Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова, Институт химической физики АН и др.). В МИФИ была показана в действии самая большая в мире стримерная камера, созданная в лаборатории профессора Б.А. Долгошеина.

В 1974 году молодые слушатели «Ядерного клуба» приняли участие в первой олимпиаде по ядерной физике. Победители олимпиады посетили Объединенный институт ядерных исследований (г. Дубна), где директор лаборатории высоких энергий, академик Александр Михайлович Балдин, в далеком прошлом выпускник кафедры № 7, а ныне основатель релятивистской физики, ознакомил студентов с научными установками, на которых проводятся эксперименты с ускоренными частицами.

Лекции, беседы с выдающимися физиками, диспуты, экскурсии в ведущие научные центры – важное подспорье в учёбе. Они помогали студентам ощутить «вкус» современной науки. Они давали возможность уже на младших курсах приобщиться к научному творчеству. А для наиболее активных студентов «Ядерный клуб» помогал сделать первый шаг в большую науку – самим начать работу в одной из научных групп кафедр нашего института.

К сожалению, в 90-е годы «Ядерный клуб» прекратил своё существование, но сегодня его функции частично принял на себя общедоступный семинар профессора Бориса Устиновича Родионова «Ядерный ключ к мировым загадкам», на заседаниях которого обсуждаются наиболее актуальные и проблематичные открытия, гипотезы современной физики.

Б.В. Соболев

ФАКУЛЬТЕТ ПЕРЕПОДГОТОВКИ

В недалеком прошлом система высшего образования в стране строилась с целью обеспечения государственных, общественных или, как тогда говорили, общенародных интересов. С учетом мировых тенденций развития различных элементов цивилизации – промышленности, науки, культуры, делался прогноз потребности в тех или иных специалистах и на его основе предпринимались необходимые организационные шаги и формулировался государственный план подготовки.

Иногда это делалось рывком, в кратчайшие сроки. Ярким примером может служить история нашего института. С течением времени темп развития убыстрялся. Все чаще стали появляться новые направления в науке, технике, транспорте и т.п. Если еще в первой трети века багажа подготовленного инженера с лихвой хватало на всю его творческую жизнь, то уже к середине 50-х гг. часто оказывалось так, что еще полный творческих и физических сил специалист начинал ощущать недостаток образования. Именно тогда, с учетом еще не вполне понятных психологических моментов, сложилась формула: «работник должен менять специальность каждые семь лет» (сейчас, наверное, значительно быстрее).

Ответом на это требование времени в нашей системе образования были развиты различные формы повышения квалификации. Но, очевидно, полного решения задачи все это не давало. Очень быстро обнаружилось, что повышение квалификации – только полумера.

Следующий радикальный шаг был сделан на основе осознания идеи «непрерывного образования». Мне довелось участвовать в материализации небольшой конкретной части этой важнейшей социальной задачи. Боюсь напутать с датами и именами, так как выступал в этой работе в качестве исполнителя и не вникал в идейную часть. Но по моим воспоминаниям в МИФИ идея непрерывного образования была связана с именем В.Г. Кириллова-Угрюмова и оформилась уже к началу 70-х гг. Центром кристаллизации послужила наша кафедра. Факультеты повышения квалификации специалистов промышленности и преподавателей в то время в МИФИ уже существовали. Виктор Григорьевич принял решение замкнуть систему непрерывного образования, создав факультет переподго-

товки дипломированных специалистов, который должен был дать слушателям второе высшее образование и новую специальность. За осуществление этого решения горячо принялся следующий ректор В.М. Колобашкин, и в 1975 г. я был назначен и.о. декана этого факультета.

Организационные основы нового подразделения были очень разумными. В качестве фундамента была взята общеобразовательная, наиболее инерционная часть образования – естественные и гуманитарные составляющие, в первую очередь. На этой основе строилась новая специальность. В результате появилась возможность существенного сокращения срока обучения, вначале до двух семестров, а затем по мере усложнения целей – до четырех семестров (12 месяцев).

На первых шагах была только одна новая специальность – автоматизация экспериментальных исследований, которая очень интересовала нашего основного заказчика – Министерство среднего машиностроения. Кстати, этим объяснялся и выбор кандидатуры декана. Я тогда работал в Отраслевой лаборатории «Автоматизация эксперимента и физика атомного ядра».

За дело взялись горячо, хотя начинать пришлось с нуля. Помещения для факультета не было вообще. МИФИ пошел на самопожертвование и героически отдал нам помещение поликлиники, размещавшейся в одном из корпусов студенческого общежития. За одно лето все преобразилось. Возникли учебные аудитории, оснащенные всем необходимым, управленческие помещения.

С удовольствием вспоминаю проректора МИФИ Г.Б. Федорова, в ведение которого попал наш факультет. Он вникал в каждую мелочь, оперативно помогая в решении трудностей, подсказывал наиболее эффективные способы их преодоления. С его помощью в короткие сроки был подобран высококвалифицированный преподавательский состав, причем мы приглашали не только преподавателей МИФИ, но и именитых ученых и специалистов промышленности. Оперативно были решены и вопросы оплаты преподавателей, и размещения слушателей. Для иногородних нашлось место в общежитии.

Осенью 1975 г. после торжественного открытия с участием дирекции МИФИ, представителей Минвуза и Минсредмаша факультет приступил к своей работе. Начинали мы с одной группой, в которой по плану должно было быть 25 слушателей. Одного не доб-

рали, за что очень здорово сердился В.М. Колобашкин, который вообще был по делу требователен.

Особо следует сказать об отношениях факультета с основным куратором и потребителем – Минсредмашем. Его управление кадров внимательно следило за всеми новациями в технике и принимало оперативные меры для обеспечения отрасли нужными специалистами. Факультет работал с ним в тесном контакте. Такие вопросы, как профиль специальности, ее содержание, подбор слушателей – все решалось во взаимодействии, где основную роль играли Г.Б. Федоров со стороны МИФИ и зам. начальника ГУК А.В. Степанчиков со стороны министерства. Именно в эти годы я впервые основательно познакомился с Б.Н. Оныкием, который был директором Центрального института повышения квалификации отрасли. Наш факультет широко использовал в своей работе богатый опыт и разнообразные возможности этого института.

Факультет рос очень быстро. Вскоре появились новые специальности: лазерная техника, нелинейная оптика, программирование, компьютерное моделирование. Примечательно, что не ослабевал интерес и к традиционным специальностям МИФИ. Так факультет выпускал специалистов по физике атомного ядра и частиц, естественно, на базе современного состояния и новейших достижений этой области. Уже к 1980 г. на факультете работало 4 – 6 учебных групп с полным составом до 150 слушателей.

Ф.М. Сергеев

УЧЕБНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОСОБИЯ

Монографии, учебные пособия и методические разработки наших авторов, изданные центральными издательствами и РИО МИФИ.

1. К.Н. Мухин – Экспериментальная ядерная физика, Энергоатомиздат, Москва, 5 изданий (1963 – 1993).

2. И.И. Гуревич, В.П. Протасов – Нейтронная физика, Энергоатомиздат, Москва, 1997.

3. Сборник задач по физике элементарных частиц, Энергоатомиздат, Москва, 1992.

4. Сборник задач по ядерной физике, МИФИ (1982, 1988, 1995).

5. Сборник лабораторных работ по ядерной физике, под редакцией д.ф.-м.н. К.Н.Мухина, Атомиздат, Москва, 1979.

6. Сборник лабораторных работ по ядерной физике, МИФИ (1996, 2000, 2004).

7. В.И. Гольданский, Ю.П. Никитин, И.Л. Розенталь – Кинематические методы в физике высоких энергий, Наука, Москва, 1987.

8. И.И. Гуревич – Ядерные реакции, МИФИ, 1956.

9. В.И. Гольданский, Е. Лейкин – Превращение атомных ядер, Издательство АН СССР, 1958.

10. А.М. Гальпер – Космические лучи, МИФИ, 2002.

11. Э.П. Топоркова – Сборник задач по ядерной физике, МИФИ, 1982.

12. В.И. Гольданский, А.М. Гальпер, Э.П. Топоркова – Превращение атомных ядер, МИФИ, 1990.

13. А.М. Гальпер, Э.П. Топоркова – Физика высоких энергий, МИФИ, 1994.

14. В.И. Гольданский, А.М. Гальпер, Э.П. Топоркова – Ядерные реакции, МИФИ, 1992.

15. Б.У. Родионов, Е.Н. Шувалова – Физические основы ядерных методов, МИФИ, 1979.

16. Б.У. Родионов – Ядерная методология, МИФИ, 1994.

17. Б.И. Лучков, А.Ф. Июдин – Ядерная астрофизика, МИФИ, 1980, 1986.

18. Б.И. Лучков, А.Ф. Июдин – Ядерные реакции и космология, МИФИ, 1982.

19. А.М. Гальпер, Б.И. Лучков, Э.П. Топоркова – Сборник задач по космофизике, МИФИ, 1998.

20. С.В. Скачков, Л.В. Константинов, Р.П. Строганова, Э.П. Топоркова, Л.Н. Юрова – Сборник задач по ядерной физике, Физматгиз, 1958, 1963, перевод на китайский, немецкий, польский.

21. А.М. Балдин, В.И. Гольданский, И.Л. Розенталь – Кинематика ядерных реакций, Физматгиз, Атомиздат, 1959, 1968, перевод на английский, японский, немецкий, польский.
22. В.И. Гольданский – Новые элементы в периодической системе Менделеева, Атомиздат, 1964.
23. В.И. Гольданский и др. – Тяжелее урана, Наука, 1969, перевод на английский.
24. В.И. Гольданский – Эффект Мессбауэра и его применение в химии, Издательство АН СССР, 1966, перевод на английский, польский.
25. В.И. Гольданский – Легкие и промежуточные ядра вблизи границ нуклонной стабильности, Наука, 1972.
26. И.И. Гуревич, Л.В. Тарасов – Физика медленных нейтронов, наука, 1965.
27. Э.В. Бугаев, Ю.Д. Котов, И.Л. Розенталь – Космические мюоны и нейтрино, Атомиздат, Москва, 1970.
28. В.Г. Кириллов-Угрюмов, Ю.П. Никитин, Ф.М. Сергеев – Атомы и мезоны, Атомиздат, 1980.
29. И.Л. Розенталь, Ю.П. Никитин – Ядерная физика высоких энергий, Атомиздат, 1980.
30. В.Г. Кириллов-Угрюмов, Ф.М. Сергеев – Ядерные методы исследования вещества, МИФИ, 1987.
31. В.Г. Кириллов-Угрюмов, Ф.М. Сергеев – Атомы и мезоны, ч.1, МИФИ, 1978.
32. В.Г. Кириллов-Угрюмов, Ф.М. Сергеев – Рассеяние адронов атомными ядрами, МИФИ, 1982.
33. В.Г. Кириллов-Угрюмов, Ф.М. Сергеев – Элементарные частицы в физике ядра, МИФИ, 1984.
34. Световой фон океана, под редакцией В.И. Ильичева и А.А. Петрухина, Москва, Наука, 1990.
35. В.Г. Кириллов-Угрюмов, Ф.М. Сергеев – Основы мюонного метода исследования вещества и ядерного μ -катализа, МИФИ, 1993.
36. Е.Д. Жижин – Свободные частицы в релятивистской квантовой теории, МИФИ, 2001.
37. Е.Д. Жижин – Феноменологическое описание процессов взаимодействия частиц методом функции Грана, МИФИ, 2002.
38. А.К. Поносов, В.А. Матвеев, О.В. Булеков – Измерение массы и времени жизни Λ -гиперонов (лабораторный практикум), МИФИ, 2002.

ПРОБЛЕМНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

В 1960 г. решением Госкомитета по высшему образованию Российской Федерации в ряде институтов России, в том числе и в МИФИ, учреждались проблемные лаборатории, основной целью которых было привлечение профессорско-преподавательского состава во-первых, к участию в решении важнейших научно-технических проблем, и во вторых, к подготовке кадров высшей квалификации через аспирантуру, выполнение учебно-исследовательских работ студентами старших курсов и дипломниками.

Существенным моментом в развитии научно-исследовательских работ на кафедре экспериментальной ядерной физики, да и кафедры в целом, явилось образование проблемной лаборатории «Физика частиц высоких энергий» (ФЧВЭ), первой Проблемной лаборатории в МИФИ. Отметим, что формально эта лаборатория существует и сегодня.

Бессменным руководителем Проблемной лаборатории был и остается профессор В.Г. Кириллов-Угрюмов.

Проблемная лаборатория ФЧВЭ была создана не на пустом месте. На кафедре уже активно проводились исследования по физике космических лучей, по подготовке и проведению экспериментов на ускорителях. Однако, как правило, центр этих исследований, да и финансовые ресурсы на проведение этих работ были, в основном, из других организаций, в том числе из АН СССР. Теперь же появилась возможность практически самостоятельно создавать собственную научно-техническую базу для проведения исследований. С позиции сегодняшнего дня это означало, что кроме выполнения научных исследований за счет хоздоговоров с ведущими научными организациями ОИЯИ, ФИАН, ИАЭ, ИТЭФ и др.), которые по-прежнему сохранялись, появилось собственное бюджетное финансирование.

Проблемная лаборатория быстро развивалась, начав с пятидесяти сотрудников, уже через пятнадцать лет научно-технический состав увеличился до 120 человек, а с учетом преподавателей, аспи-

рантов и учебно-вспомогательного состава кафедры цифра приблизилась к двумстам. Развитию Проблемной лаборатории в существенной мере способствовал переезд МИФИ в 1962 г. в новое здание на Каширском шоссе, где она получила новое помещение. Но еще долгое время большой и уникальный калориметр мюонов горизонтальных потоков космических лучей оставался в старом здании МИФИ на улице Кирова.

Проблемная лаборатория ФЧВЭ реально была научно-исследовательским институтом внутри учебного института. В первые годы работы Проблемной лаборатории сохранялись и развивались научные направления, связанные с физикой мюонов от малой энергии (на ускорителях) до сверхвысокой энергии (в космических лучах), с исследованием новых частиц (на ускорителях и в космическом излучении), с разработкой и созданием новых методов регистрации частиц, использования ядернофизических методов в изучении вещества. Отметим одну из важнейших особенностей научных исследований, проводимых в Проблемной лаборатории с первых дней до настоящего времени, – экспериментальная аппаратура для научных исследований разрабатывалась и создавалась непосредственно в лаборатории ФЧВЭ. Это были уникальные детекторы: широкозачерненные искровые камеры, большие пузырьковые камеры, газовые ксеноновые камеры высокого давления.

Уже через несколько лет, прошедших с момента создания Проблемной лаборатории ФЧВЭ, сформировались пять научно-учебных лабораторий:

«Физика элементарных частиц» (руководитель – профессор Б.А. Долгошеин, профессор С.В. Сомов, профессор Ю.П. Добрецов, Ю.П. Никитин и др.);

«Космофизика» (руководитель – профессор А.М. Гальпер, профессор Б.И. Лучков, профессор В.В. Дмитренко, профессор С.А. Воронов, ведущий научный сотрудник Ю.В. Озеров, доцент А.В. Попов, доцент Ю.Т. Юркин, доцент А.И. Фесенко, доктор физико-математических наук С.Е. Улин).

«Мюонная» (руководитель – профессор А.А. Петрухин, доктор физико-математических наук Р. Кокоулин, доцент В.В. Шестаков, доцент В.В. Борог, ведущий научный сотрудник М.Н. Яшин, Т.М. Кирина).

«Астрофизика» (руководитель – доцент Ю.Д. Котов, ведущий научный сотрудник В.Н. Юров, доцент Гляненко);

«Ядерные методы исследования вещества» (руководитель – профессор В.Н. Беляев, доцент Б.В. Соболев, Ю.В. Штоцкий).

За годы активного существования Проблемной лаборатории был выполнен не один десяток научных и прикладных исследований высокого мирового уровня, получено большое число патентов, сделано изобретений. Отметим:

- открытие существования мю-нуклонного атома (В.Г. Кириллов-Угрюмов, Б.А. Долгошеин, Ю.П. Добрецов, В. Варламов);

- создание нового типа управляемого трекового детектора элементарных частиц (Ленинская премия – Б.А. Долгошеин, Б.И. Лучков);

- экспериментальное подтверждение выполнения правила $\Delta T = 1/2$ в нелептонных распадах долгоживущих нейтральных каонов (В.Г. Кириллов-Угрюмов, А.М. Гальпер);

- пионерские работы в области гамма-астрономии – обнаружение переменных дискретных источников гамма-излучения (премия Минвуза – В.Г. Кириллов-Угрюмов, А.М. Гальпер, Ю.В. Озеров, Ю.Д. Котов, Б.И. Лучков, А.В. Попов, Ю.Т. Юркин, В.Н. Юров...);

- обнаружение радиационного пояса высокоэнергичных электронов и сейсмомагнитосферной связи (В.Г. Кириллов-Угрюмов, А.М. Гальпер, В.В. Дмитренко, Б.И. Лучков, С.А. Воронов, С.Е. Улин, С.В. Колдашов);

- пионерские работы по исследованию процессов генерации мюонов горизонтального потока космических лучей высоких энергий, по экспериментальному и теоретическому изучению сечения взаимодействия мюонов при высоких энергиях (А.А. Петрухин, Р. Кокоулин, В.В. Борог, В.В. Шестаков).

За успехи в научной деятельности ряд сотрудников Проблемной лаборатории получили государственные награды (В.Г. Кириллов-Угрюмов, А.М. Гальпер, А.А. Петрухин, В.В. Дмитренко, С.Е. Улин).

За 25 лет около 100 аспирантов и сотрудников Проблемной лаборатории защитили кандидатские диссертации и около 8 человек защитили докторские диссертации. Написаны около десяти моно-

графий и десятки учебных пособий. Опубликовано в научной печати около тысячи статей и обзоров.

Проблемная лаборатория «Физика частиц высоких энергий» – хорошо известная в научном мире научная школа во главе с выдающимся ученым и организатором науки и системы высшего образования по подготовке инженеров-физиков Виктором Григорьевичем Кирилловым-Угрюмовым – лауреатом премии Президента РФ, явилась базой, на которой были сформированы и успешно работают новые подразделения МИФИ:

- кафедра физики высоких энергий, МИФИ;
- научно-учебный центр МИФИ «НЕВОД»;
- институт астрофизики МИФИ;
- институт космофизики МИФИ;
- кафедра медицинской физики, МИФИ.

Сама кафедра ядерной физики получила новое название, более точно отражающее направление подготовки кадров высшей квалификации и научных интересов педагогического состава – кафедра микро-и космофизики.

А.М. Гальпер.

ЛАБОРАТОРИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Прежде всего, со всей определенностью следует сказать, что исследование фундаментальных взаимодействий является центральной, если не основной, задачей всех научных подразделений кафедры. И если они оказались вынесенными в название этой статьи, то это вовсе не означает какой-то особенной прерогативы, а просто следует последнему названию коллектива, имеющего непростую и интересную историю, а еще проще – соответствует последней утвержденной структуре кафедры.

Все началось в уже далекую теперь эпоху пузырьковых камер. А.И. Алиханян, любивший всякие новинки и имевший на них феноменальное чутье, решил попробовать и это, тогда еще совершенно свеженькое, дело. Оно пошло, да так, что объединенная группа ФИАН-МИФИ (наша кафедра) последовательно построила целую гамму тяжеложидкостных пузырьковых камер. Начинали с маленькой пропановой в 750 см^3 . На этом этапе учителями были фиановцы, а мифисты учились. Далее следовали фреоновые камеры (3 л и $0,5 \text{ м}^3$). Мифисты постепенно выходили в лидеры. Так, полукубовый проект возглавлял уже наш – аспирант А. Гальпер. Завершала эту линейку приборов метровая камера с магнитным полем – заметная на тогдашнем мировом уровне, общим весом около 150 т. Тут уже хозяйство вели полностью мифисты. Они управляли сложной, разветвленной кооперацией исполнителей и изготовителей, являясь, как говорят, головной организацией. В этой нелегкой школе выросли и, прямо скажем, выдержали ее Ф.М. Сергеев, А.К. Поносов (ныне профессора), В.С. Демидов (сейчас начальник лаборатории ИТЭФ), В.С. Веребрюсов (ведущий научный сотрудник ИТЭФ), М.Г. Горнов (заведующий научной лабораторией МИФИ). Самые тяжелые этапы прошли вместе с нами В.П. Протасов (профессор МИФИ), В.И. Михайличенко (старший научный сотрудник ИТЭФ). Обязательно следует вспомнить А.М. Фалина – яркую удивительную личность со сложной и романтической судьбой, кстати, брата известного дипломата и политика – В.М. Фалина. Числился Анатолий в качестве механика, но умел и делал на высочайшем уровне все. Это был Левша и Кулибин в одном флаконе – одновременно конструктор и

электронщик. Кроме того, знал и любил живопись, был вполне профессиональным художником и скульптором.

Разумеется, вся камерная эпопея не являлась самоцелью. Приборы предназначались для исследований, но надо честно признаться, что четко сформулированной научной программы вначале у нас не было. Существовали наброски отдельных задач, но единого целого они не составляли. Убежден, что такое состояние было характерным для всей мировой физики. Свойства и возможности прибора узнавались в процессе работы с ним, а затем уже появлялись и программы. Наша группа тоже прошла этот этап. Здесь еще раз с благодарностью следует вспомнить С.Я. Никитина. В одной из заметок этого сборника я уже писал, что Сергей Яковлевич с большим вниманием следил за нашей работой. Наблюдая за общим состоянием дел в пузырьковом эксперименте и видя наши идейные шатания, он указал на их коренную причину. Она заключалась в том, что люди, работавшие с тяжеложидкостными камерами, увлеченные общим потоком успехов фундаментальной физики, пытались ставить себе задачи в области элементарных процессов. Сергей Яковлевич говорил: «Не надо превращать принципиально ядерный прибор в плохую водородную камеру».

Так постепенно, идя от возможностей прибора, определилось основное направление наших исследований – ядерные процессы высоких энергий. Однако переход к тому желанному состоянию, о котором мечтает каждый экспериментатор и которое теперь называется – аналитическая физика, потребовал преодоления еще одного рубежа. Имеется в виду, конечно, система обработки первичных экспериментальных данных. Основным носителем информации с ПК была киноплёнка. Когда в лабораториях были накоплены километры пленки, острой проблемой стала автоматизация ее обработки. В.Г. Кириллов-Угрюмов, в то время ректор МИФИ, принял решение преодолеть кризис путем создания на уровне всего института специального подразделения. Так, в 1966 г. появилась межфакультетская отраслевая лаборатория ОНИЛ-27, объединившая усилия кафедры № 2 факультета автоматики и нашей кафедры № 7 (отсюда 27). Во многом такое стало возможным благодаря особому отношению к МИФИ со стороны тогдашнего Средмаша, который, в свою очередь, учитывал надежную репутацию специалистов МИФИ.

Подразделение получило название – Лаборатория физики атомного ядра и автоматизации измерений. Ее возглавил проректор по научной работе В.В. Фролов. В нем мы нашли заинтересованного, энергичного и чрезвычайно квалифицированного руководителя. Что касается физиков, то в короткое время ими была создана эффективная группа обработки на базе линии созданных в ЛВТА ОИЯИ полуавтоматов ПУОС. Появилось много просмотрищ, в основном юных красивых девчат, студенток-вечерниц института. Состав физического отдела сразу достиг 60-ти человек. По традиционной лесенке – УИР – диплом в отдел пришли выпускники кафедры, которых уже целенаправленно готовили для математического и физического анализа: А.П. Пичугин, С.В. Лапушкин, В.М. Печуров, П.А. Морохов, Р.Р. Шафигулин, В.В. Сутугин, В.И. Левина, А.Д. Василькова. Пошла физика, пошли диссертации. Начала создаваться традиция, уже можно было говорить о формировании особой школы. Все это позволяло расширить круг научных задач физического отдела, вновь приступить к методическим разработкам, перейти на современную экспериментальную основу.

В эти годы физиками лаборатории была разработана методика спектрометрирования частиц низких и промежуточных энергий с помощью слоистых полупроводниковых структур. В основе метода лежит идея статистического анализа совокупности сигналов на элементах структуры. Особый вклад в эти разработки внесли М.Г. Горнов и Ю.Б. Гуров.

События, последовавшие за началом перестройки, образование на базе нашей кафедры новой кафедры (№ 40), переход туда части ОНИЛ-27 – все это не лучшим образом отразилось на лаборатории. Главной же потерей стало резкое сужение перспектив развития. Но ядро коллектива сохранилось, вокруг этого центра собрались новые молодые силы, и работа продолжилась уже под новым названием: Лаборатория фундаментальных взаимодействий. Опять, как всегда, мы чувствовали эффективную поддержку Средмаша, который, невзирая на собственные проблемы, не забывал о своем детище. По-прежнему рядом с нами оказались молодые люди, которые хотели заниматься нашей наукой, но теперь это были уже настоящие энтузиасты, сознательно идущие на определенные житейские жертвы: О.В. Булеков, ставший кандидатом физико-математических наук, доцентом кафедры, В.А. Окорочков, кандидат физико-математи-

ческих наук, ведущий специалист «Интерфизики», М.Ю. Тельнов, кандидат физико-математических наук, ведущий специалист Российско-голландского НИИ, А.Л. Ендалов, кандидат физико-математических наук.

Выполнение лабораторией научных исследований и сопровождающие их обстоятельства могут послужить основой для добротного приключенческого повествования, однако, достаточно просто перечислить те из них, которые представляются наиболее значительными.

В идейном плане лаборатория последовательно развивает концепцию двуединства ядерной физики: атомное ядро – как объект исследования и атомное ядро – как средство исследования. Особую роль играет атомное ядро в исследовании пространственно-временной структуры фундаментальных взаимодействий.

Из конкретных результатов можно назвать следующие.

1. В прямом эксперименте по упругому рассеянию пионов низких энергий ядрами исследованы характеристики пион-ядерного потенциала. Установлено отталкивание при нулевом орбитальном моменте (1958 – 60 гг.).

2. В реакциях поглощения пионов ядрами выделен двухнуклонный механизм и взаимодействие в конечном состоянии (1960 – 70 гг.).

3. Измерены характеристики дифракционных пион-ядерных процессов в низкоэнергичном диапазоне. Впервые с помощью таких процессов определено сечение взаимодействия ρ^0 -мезона с нуклоном (1970-е гг.).

4. Измерено время жизни Λ -гиперона. Результат входил в таблицы Розенфельда (1970-е гг.).

5. Впервые определена кратность кумулятивного нуклонного эффекта, впервые же наблюдался вылет кумулятивных гиперонов. Обнаружена корреляция кумулятивных протонов и определены размеры области их испускания. Обнаружено рождение адронных резонансов в кумулятивной области (середина 1970-х).

6. Открыта реакция перезарядки мезонов на ядрах с изменением странности. Это одно из первых указаний на изобарные степени свободы атомного ядра (середина 1970-х).

7. Развито новое направление – исследование нейтроноизбыточных легких ядер вблизи полосы стабильности в реакциях

поглощения ядрами отрицательных пионов (1980-е гг.). Эти работы были продолжены уже в составе кафедры № 40.

8. Обнаружены проявления ядерной прозрачности при прохождении адронов внутри атомного ядра (1990-е гг.).

В настоящий момент лаборатория переживает период новой вспышки активности. Молодежь окрепла, набралась опыта, знаний, смелости. Это все стоит на прочном фундаменте признания научной общественностью ее достижений. Молодежь выходит в лидеры и строит далеко идущие планы. Их реальность определяется современным состоянием банков информации, накопленной физиками. Информации настолько много, что физическое сообщество пока не успевает ее обрабатывать и, тем более, осмысливать. Выход – в организации мировой сети оперативной обработки, так что на передний край выдвигается именно аналитическая физика. Одним из зародышей этой всемирной сети является наша лаборатория с ее опытом, умением и, главное, с ее замечательной молодежью.

Ф.М. Сергеев

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Эксперименты на ускорителях

При открытии в составе космического излучения μ^\pm -мюонов — лептонов с массой в ~ 210 раз большей, чем у электрона, никто не подозревал, какие возможности принесут они не только в исследовании фундаментальных взаимодействий, но и в изучение свойств твердых тел, μ -катализ, дадут новую уникальную методику изучения кинетики химических реакций. Начинали эти исследования небольшие группы физиков. В процессе выполнения фундаментальных исследований ими были разработаны физические основы методов применения мюонов для практического использования в перечисленных выше областях науки. Эти результаты были настолько впечатляющими, что впоследствии построены специальные сильноточные ускорители (мезонные фабрики), с пучками поляризованных мюонов высокой интенсивности, на которых развили бурную деятельность специалисты по твердому телу и химии.

Сотрудники нашей кафедры подключились к использованию мюонов для изучения слабых взаимодействий в 1957 – 1960 гг. К этому времени был уже наблюден эффект асимметрии углового распределения позитронов $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$ распада относительно спина мюона. Было показано, что основными вариантами слабого взаимодействия являются векторный (V) и аксиальный (A) варианты. Однако для развития теории было принципиально важно знать вклады других возможных вариантов взаимодействия: скалярного (S), тензорного (T) и псевдоскалярного (P). Цель нашего эксперимента — по экспериментально измеренной величине поляризации спина мюона определить возможные вклады S, T, P-вариантов в слабого взаимодействия. На протяжении последних 40 лет результаты измерений, полученные в данной работе и опубликованные в 1964 г, входят в «Review of Particle Physics» как лучшие из измеренных к настоящему времени. Эксперимент проводился на ускорителе ЛЯП ОИЯИ в 1961 – 1964 гг. Авторы: МИФИ – Ю.П. Добрецов; ИАЭ им. И.В. Курчатова – И.И. Гуревич, Б.А. Никольский, С.Х. Хакимов и др.; ЛЯП ОИЯИ – В.В. Ахманов.

Следующей работой с использованием поляризованных мюонов было установление неизвестного ранее явления образования мю-

онного свободного атома (1973 г). Ожидаемое явление должно было состоять в следующем: после захвата атомом с зарядом ядра Z отрицательный мюона, последний в процессе каскадных переходов оказывается на соответствующей его массе К-оболочке, радиус которой в ≈ 200 раз меньше электронной К-оболочки. Как показал наш эксперимент, система уровней электронных оболочек образовавшегося мезоатома соответствует нормальному атому с номером $Z - 1$, т.е. компактная система из $Z + \mu^-$ с точки зрения электронных оболочек эквивалентна ядру $Z - 1$. Такой мезоатом был назван свободным мюонным атомом. Эксперимент был проведен в газообразном неоне ($Z = 10$) на μ -тракте фазотрона ЛЯП ОИЯИ и доказал существование мюонного атома фтора ($Z_{эф} = 9$). Время жизни мюонного атома равно времени жизни μ^- -мюона. Результаты были признаны научным открытием с вручением соавторам дипломов Государственного Комитета Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий. Авторы: В.Г. Варламов, Ю.П. Добрецов, Б.А. Долгошеин, В.Г. Кириллов-Угрюмов (МИФИ).

Получив мюонный атом, мы предприняли попытку измерить скорость химической реакции мюонных атомов. До этого скорости химической реакции измерялись только с положительно заряженными мюонами – химическими аналогами водорода. В 1994 г. нами была продемонстрирована возможность использования поляризованных μ^- -мюонов для измерения скорости химической реакции мюонных атомов на примере образования молекулы HF_μ , где F_μ – мюонный атом фтора, в смеси $\text{H}_2 + \text{Ne}$ при остановке в ней μ^- -мюонов. Авторы: Ю.Б. Гуров, Ю.П. Добрецов, А.П. Пичугин и др. (МИФИ).

В 1969 г. нами был предложен (1969г) новый метод идентификации квантов слабого взаимодействия W^\pm -бозонов по знаку продольной поляризации мюонов от $W \rightarrow \mu\nu$ распадов, авторы: Ю.П. Добрецов, Б.А. Долгошеин, Ю.П. Никитин, Е.Д. Жижин, В.Г. Кириллов-Угрюмов (МИФИ).

Был проведен совместный МИФИ – ИФВЭ эксперимент на синхротроне У-70 по поиску квантов слабого взаимодействия W^\pm -бозонов в pp -взаимодействиях при $E_p = 70$ ГэВ. Как мы теперь знаем, этой энергии недостаточно для рождения W^\pm -бозонов. Позднее (1983 г.) предложенный метод идентификации был использован в ЦЕРНе в эксперименте, в котором были открыты W^\pm -бозоны. В процессе проведения эксперимента развивая методику по подавле-

нию фоновых мюонов от распадов π^\pm и K^\pm -мезонов на лету в эксперименте МИФИ – ИФВЭ была предложена методика, в результате применения которой были впервые обнаружены мюоны (названные впоследствии «прямые» или prompt -мюоны), рожденные непосредственно в мишени, измерены их пробежные спектры и величина продольной поляризации. Авторы: МИФИ – Г.Б. Бондаренко, Ю.П. Добрецов, Б.А. Долгошеин, В.А. Канцеров, С.В. Сомов, В.Г. Кириллов-Угрюмов и др; ИФВЭ – Р.М. Суляев, В.В. Абрамов, А.В. Киселев, А.С. Дышкант и др.

В 1989 г. была проведена серия экспериментов, важных для реализации μ -катализа: была измерена остаточная поляризация отрицательных мюонов в газообразном дейтерии при давлении 10 атм. Результаты имеют принципиальное значение для экспериментальной проверки теоретических разработок каскадной теории деполяризации μ^- -мюонов в газовых средах, интерпретации результатов измерений μ^- -захвата в дейтерии и водороде, для оптимизации условий реализации μ -катализа. Совместный эксперимент МИФИ – ЛЯП ОИЯИ выполнен в 1987 – 1989 гг. Неоднократно выполненные неоднократно до этого измерения при давлениях существенно больших 10 атм давали нулевой результат из-за быстрого перехода мезоатома дейтона d_μ , происходящего в процессе рассеяния d_μ на атомах среды, из состояния $(d_\mu)_{3/2}$ в $(d_\mu)_{1/2}$, скорость которого зависит от давления газа. При этом поляризация мюонов падает на порядок и становится практически ненаблюдаемой. Разработанная нами газовая мишень с использованием полупроводниковых Si-детекторов позволила эффективно выделять остановки мюонов в мишени толщиной $\approx 0,05 \text{ г/см}^2$, что дало возможность резко снизить давление в мишени и привело к успеху эксперимента. Авторы: МИФИ – Г.Ф. Бинько, Ю.П. Добрецов, Ю.Б. Гуров, А.П. Пичугин; Н.Н. Халько; ЛЯП ОИЯИ – В.П. Джелепов, В.Г. Зинов, В.В. Фильченков.

Большинство соавторов из других институтов – выпускники нашей кафедры.

Как правило, во всех работах на всех стадиях эксперимента – проектирование, разработка и изготовление аппаратуры, работа в сеансах работ на ускорителях и обработка полученных результатов – принимали участие студенты (УИР, дипломники). При активной и творческой работе они включались как соавторы в научные публикации по результатам исследований.

Методические исследования и разработки

Одним из традиционных направлений научной деятельности кафедры является разработка физических основ новых методов регистрации и идентификации частиц и создание трековых детекторов для изучения редких процессов в физике высоких энергий. Так, с 1965 г. проводились работы по развитию методики стримерных камер – нового трекового детектора, созданного в 1962 г. Б.А. Долгошеиным и Б.И. Лучковым.

Наиболее значительным достижением в развитии этой методики, кроме детального исследования механизма стримерного разряда в газе, явилось экспериментальное доказательство возможности прецизионного измерения удельной первичной ионизации, а следовательно, возможности идентификации релятивистских частиц в стримерной камере. Эти работы стимулировали создание в СССР и за рубежом целого ряда установок со стримерными камерами для экспериментов на ускорителях CERN, FNAL, ОИЯИ, ИФВЭ и других научных центров.

В 1972 г. в МИФИ была создана самая большая в мире стримерная камера. Она использовалась в эксперименте по измерению «прямых мюонов» – загадочного явления, наблюдавшегося в экспериментах на ускорителях. Кроме большого размера ($8 \times 2 \times 1 \text{ м}^3$), отличительной особенностью камеры было применение оригинального метода идентификации электронов от распада мюонов, останавливающихся в 4 т полиэтилена, помещенного в рабочий объем камеры. При экспонировании камеры на специально созданном мюонном канале ускорителя ИФВЭ была впервые измерена поляризация «прямых мюонов».

Для эксперимента по изучению образования «очарованных» барионов в нейтринных взаимодействиях, проводимого сотрудниками кафедры на нейтринном пучке ускорителя, создана специальная стримерная камера с 20-литровой мишенью из ядерной эмульсии, помещенной в рабочий объем камеры. Была получена верхняя граница сечения образования «очарованных» лямбда-гиперонов во взаимодействии нейтрино с нуклоном.

Для абсолютной пространственной привязки треков в ядерной эмульсии к их продолжению в стримерной камере впервые использована система «лазерных лучей». Показано, что в газе детектора

вдоль луча лазера УФ-диапазона образуется цепочка электронов, имитирующая след заряженной частицы, идущей по лучу. Это происходит благодаря двухфотонной ионизации газовой примеси с низким потенциалом ионизации. Проведенное исследование двухфотонной ионизации ряда ароматических и органических соединений позволило найти «магические» смеси, обеспечивающие имитацию треков частиц практически любой ионизирующей способности. «Лазерные треки» позволяют создать сложные реперные системы, обеспечивающие пространственную калибровку и контроль за работой больших зонаполненных детекторов. Эта методика, развитая впервые у нас, широко применяется сейчас в больших время-проекционных камерах (TRC) – основных элементов крупных установок на ускорителях.

Для экспериментов по исследованию рождения в адронных взаимодействиях частиц, содержащих тяжелые кварки, разработаны новые методы их регистрации, дающие высокое пространственное разрешение. Это, прежде всего, управляемая регистрация заряженных частиц в ядерной фотоэмульсии. В результате экспериментального исследования развития электронной лавины в микрокристалле AgBr и явления его ионной поляризации стало возможным создание управляемого трекового детектора с рекордно высоким пространственным разрешением (~ 1 мкм). В управляемой ядерной фотоэмульсии были впервые зарегистрированы треки релятивистских частиц.

В качестве вершинного детектора в эксперименте по исследованию «очарованных» частиц на ускорителе ИФВЭ испытан новый трековый детектор с высоким пространственным разрешением. В нем следы заряженных частиц регистрируются по черенковскому излучению в тонких (5 мкм) стеклянных волокнах. Важным преимуществом детектора является его нечувствительность к медленным, сильноионизирующим частицам, которые обычно «затемняют» вершину взаимодействия.

Результаты перечисленных работ опубликованы более чем в 100 статьях в научных журналах, доложены на Международных и Всесоюзных конференциях и защищены 30 авторскими свидетельствами. Основные участники работ: Б.А. Долгошеин, С.В. Сомов, Е.М. Гущин, Лебедев, Ю.П. Добрецов, С.В. Сомов.

Ю.П. Добрецов

**ИНСТИТУТ КОСМОФИЗИКИ (ИНКОС)
МОСКОВСКОГО ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА (ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА)**

Часть первая

Институт создан приказом ректора МИФИ Б.Н. Оныкия по решению Ученого совета института в 1997 г. и является межкафедральным научно-исследовательским подразделением (каф. 7, каф. 6, каф. 11, каф. 24, каф. 40). Однако основная деятельность осуществляется на кафедре микро- и космофизики (каф. 7). Деятельность института в МИФИ направлена на координацию и объединение усилий кафедр, на повышение эффективности проводимых теоретических и экспериментальных исследований космического пространства, а также на подготовку специалистов высшей квалификации для научных учреждений и промышленных предприятий, работающих в этой области.

Основные направления научно-исследовательской работы:

- исследование природы и состава первичного космического излучения (потoki заряженных частиц и античастиц, нейтральных частиц, гамма-излучения);
- исследование физических процессов активного Солнца (потoki солнечных космических частиц);
- исследование физических процессов в околоземном космическом пространстве (солнечно-магнитосферные связи и радиационный пояс Земли);
- исследование в смежных областях:
 - а) геомагнитосферные взаимодействия (прогноз землетрясений из космоса);
 - б) медикобиофизические исследования природы фосфенов (световых вспышек в глазах космонавтов);
 - в) радиационно-физические исследования (дозиметрические исследования);
- разработка и создание новых методов исследований, создание уникальных приборов для проведения исследований на автоматических космических аппаратах и орбитальных станциях. Внедрение новых методов и аппаратуры нового типа в народное хозяйство, геологию, промышленность, таможенную службу.

Научные и прикладные исследования осуществляются в рамках программ: Минобразования, Минпромнауки, Росавиакосмоса, РФФИ, Минобороны, МНТЦ, INTAS.

В среднем в году работы проводятся по 15 различным государственным хоздоговорным контрактам, в том числе и с зарубежными организациями на сумму ~ 10 млн рублей и ~ 100 тыс. долларов США в год.

В работах института непосредственно участвуют: до пятнадцати профессоров, доцентов, преподавателей и ассистентов, до десяти человек инженеров, лаборантов и механиков, около десяти аспирантов разных лет обучения, около пятнадцати дипломников и студентов старших курсов.

Со времени образования института было проведено:

- пять экспериментов на орбитальной станции МИР;
- два эксперимента на международной космической станции;
- эксперименты на автоматических космических аппаратах «Ресурс О» № 4, «Мита» (Италия).

Основные результаты экспериментов и проведенных работ:

а) на основе анализа измерений, выполненных на нескольких космических аппаратах, в том числе и иностранных, впервые показано, что сейсмомагнитосферное взаимодействие приводит к высыпанию высокоэнергичных частиц из радиационного пояса за несколько часов до начала землетрясения, что может служить предвестником землетрясения. В настоящее время осуществляется программа создания системы прогноза землетрясений из космоса, первый этап которой – эксперимент «Арина» на КА «РесурсДК1» – позволит оценить прогностические возможности нового метода, предложенного МИФИ. Начало эксперимента – конец 2005 г.

б) впервые получены энергетические спектры изотопов водород-дейтерия и трития в диапазоне энергий 5 – 50 МэВ в первичном космическом излучении, в потоках солнечных космических лучей, в потоках захваченных частиц в радиационном поясе Земли. В настоящее время осуществляется проект «София» на МКС, направленный на продолжение этих исследований:

- впервые показано, что одной из причин появления фосфенов – световых вспышек в глазах космонавтов во время космических полетов – является прохождение ядер космического излучения через глаза космонавтов. Показано, что эти вспышки в глазах

космонавтов являются объективным фактором, и возможно могут влиять на зрение во время длительных полетов. Началась подготовка нового более функционального эксперимента «Артеа» на международной станции. Начало эксперимента – 2006 г.;

- в Институте космофизики завершилась разработка и создание наземной контрольно-измерительной аппаратуры уникального магнитного спектрометра «Памела», создаваемого международной коллаборацией ученых России, Италии, Швеции, Германии, США в рамках российско-итальянской программы «Рим», а также разработан и создан ряд детекторных и электронных систем, входящих в состав магнитного спектрометра. Прибор «Памела» будет установлен на КА «Ресурс ДК1» № 1. Прецизионные измерения потоков антипротонов, позитронов, электронов, изотопов легких ядер начнутся в 2005÷2006 г.;

- впервые разработаны и созданы детекторы – импульсные ионизационные камеры на основе ксенона высокого давления, предназначенные для регистрации космического линейчатого гамма-излучения в предстоящем эксперименте «Интергелиос».

Научные исследования в Институте космофизики МИФИ проводятся в сотрудничестве с учеными ФИАН им. П.Н. Лебедева, СтПФТИ им. А.Ф. Иоффе, ИКИ РАН, ИФВТ РАН, ИА РАН, а также с учеными Национального института ядерной физики (Италия), Королевского политехнического института (Швеция), университета г. Зиген (Германия), Годдардского центра космических полетов (США), университета г. Лас Крусес (США), университета Васеда, г. Токио (Япония), Центра ядерных исследований SACLAY CEA (Франция). Почти с каждым из университетов имеется договор или соглашение о совместных работах.

Сотрудниками Института космофизики опубликовано в научной печати по направлению деятельности института около ста работ, а также сделано около пятидесяти докладов на российских и международных конференциях.

В рамках научной конференции МИФИ в 2003 г. проведен международный семинар «Ксенон высокого давления: фундаментальные исследования, детекторы и их применение».

Специально отметим, что значительная часть учебных курсов по профилю кафедры «Микро- и космофизика» обеспечивается сотрудниками Института космофизики. Подготовлен и проводится в

течение каждого семестра факультативный, практически не повторяющийся, цикл лекций «Земля и Вселенная», предназначенный для студентов всех факультетов МИФИ. К чтению лекций этого уникального курса привлекались ученые, конструкторы и разработчики космической техники, космонавты, профессора МИФИ. Кроме того, заключен договор между МИФИ и Роскосмосом о подготовке кадров для предприятий этого ведомства.

В качестве примеров выполняемых сегодня научных работ приведем несколько кратких описаний проектов.

Часть вторая

Приведем наиболее интересные научно-технические проекты в области исследования космического пространства.

Проект «Рим – Памела» (Российско-итальянская миссия)

Исследование на околоземной орбите потоков античастиц (антипротонов, позитронов, легких антиядер), электронов и изотопного состава в первичном космическом излучении.

Научные задачи

Исследования направлены на решение следующих фундаментальных проблем:

в области космологии: барионной асимметрии наблюдаемой Вселенной, природы темной материи (реликтовые черные дыры, слабовзаимодействующие нейтральные частицы и др.);

в области физики космических лучей: генерация и распространение галактических космических лучей (нуклеосинтез, ускорение частиц, межзвездная среда, взаимодействие с межзвездным газом и др.);

в области физики гелиосферы и околоземного космического пространства: солнечная модуляция галактических космических лучей разных знаков, процессы на Солнце и солнечные космиче-

ские лучи, частицы высоких энергий в магнитосфере Земли, аномальная компонента космических лучей.

На рис. 1 приведена схема магнитного спектрометра «Памела».

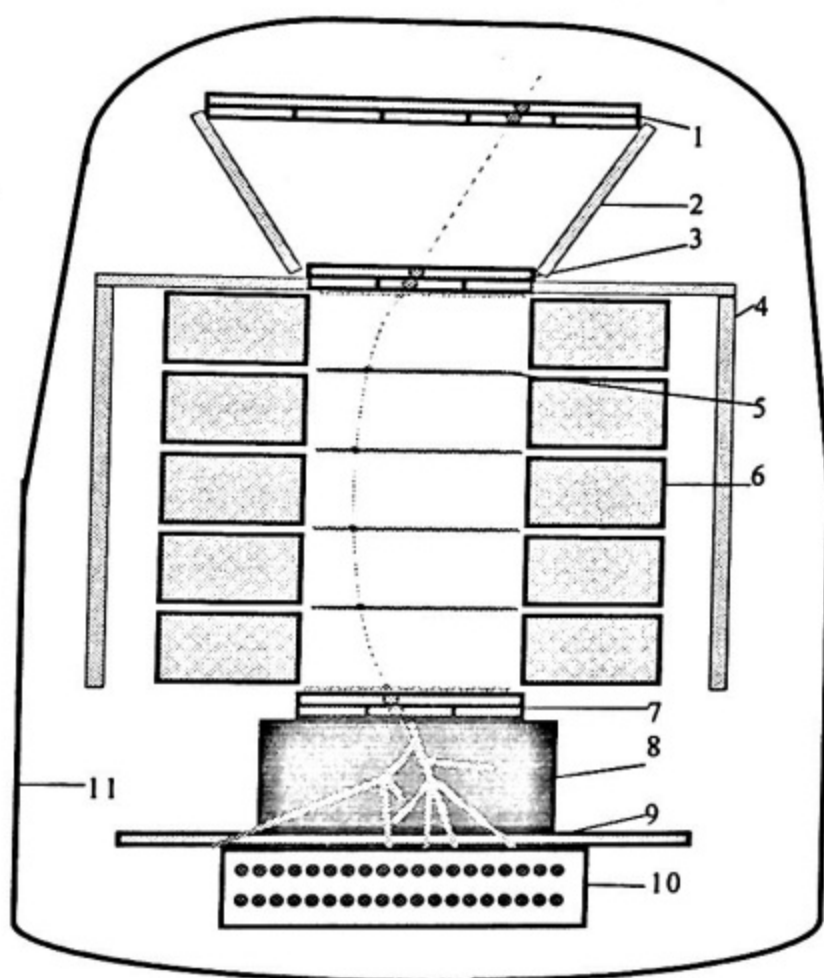


Рис. 1. Магнитный спектрометр «Памела»: 1, 3, 7 – сцинтилляционная время-пролетная система; 2, 4 – сцинтилляционная охранная система; 5 – полупроводниковая стриповая координатная система (шесть двойных слоев); 6 – магнитная система (пять секций); 8 – полупроводниковый стриповый позиционно-чувствительный калориметр; 9 – сцинтилляционный детектор антисовпадений; 10 – нейтронный детектор; 11 – гермоконтейнер

Управление прибором будет осуществляться в России (г. Москва). Ежесуточный прием 10 Гигабайтов телеметрической информации проводится в России (г. Москва). Полученная информация после предварительного анализа будет передаваться всем участникам эксперимента.

Предполагается, что за 3 года непрерывной работы будет зарегистрировано:

- 10^4 антипротонов;
- 10^5 позитронов;
- 10^8 протонов;
- 10^7 ядер от гелия до железа;

будет достигнут верхний предел отношения антигелия к гелию $10^{-7} - 10^{-8}$, что на два порядка лучше современного значения;

измерен спектр электронов (при использовании калориметра, детектора антисовпадений и детектора нейтронов) в энергетическом диапазоне $10^{11} - 10^{13}$ эВ.

Обработка и анализ полученных экспериментальных данных позволит существенно продвинуться в решении поставленных задач.

Общую научную координацию участников проекта осуществляет научный совет в составе: А. Гальпер (Россия), П. Карлсон (Швеция), А. Митчелл (США), П. Пикоцца (Италия), М. Симон (ФРГ).

*Международный проект «Гала»
Мониторинг астрофизических источников
высокоэнергичного гамма-излучения*

Основные научные задачи проекта. Проведение продолжительного непрерывного мониторинга небесной сферы в жестком гамма-диапазоне с целью:

- выяснения природы неидентифицированных дискретных источников высокоэнергичного гамма-излучения; поиска новых гамма-транзиентов;
- исследования известных пульсаров высокоэнергичного гамма-излучения; поиска импульсного гамма-излучения от неидентифицированных источников;
- поиска высокоэнергичного гамма-излучения от галактических двойных систем и остатков сверхновых;
- изучения известных активных галактических ядер; поиска новых внегалактических источников высокоэнергичного гамма-излучения;
- исследования диффузного высокоэнергичного гамма-излучения.

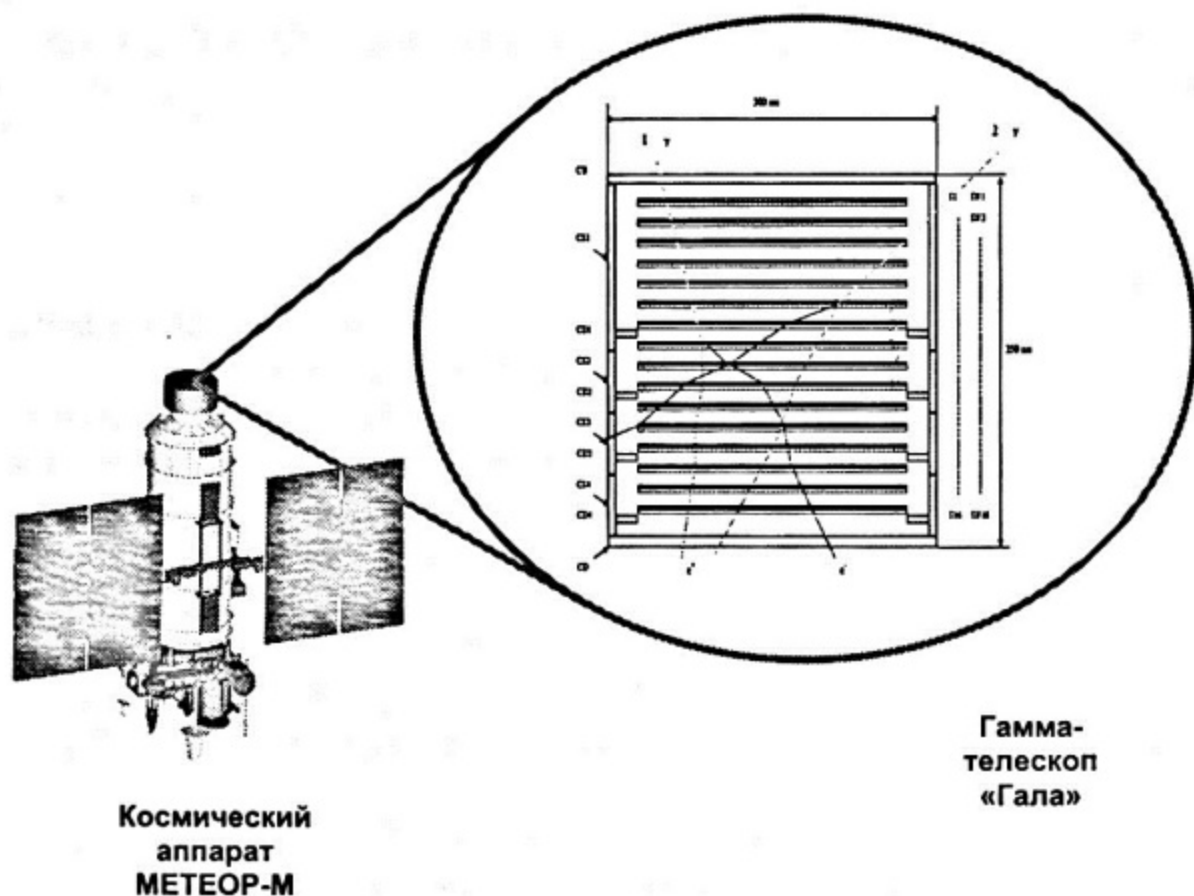


Рис. 2. Схема эксперимента «Гала»

Аппаратура. Для проведения мониторинга предполагается создать широкоапертурный гамма-телескоп «Гала» с высоким угловым разрешением в диапазоне 10 – 100 МэВ и установить его в качестве дополнительной научной нагрузки на серийный российский космический аппарат «Метеор-М», имеющий околоземную орбиту.

Участники проекта. МИФИ, ФИАН, ГАИШ МГУ, ИНАСАН, ВНИИЭМ, INFN (Италия).

Эксперимент «Силай»

Влияние космических лучей с широким зарядовым и энергетическим спектром на человека является неустранимым фактором условий космического полета. Согласно современным подходам к оценке радиационной безопасности в космическом полете необходимо учитывать не только компонент радиационного риска, свя-

занный с радиобиологическими проявлениями воздействия космических лучей на организм космонавта, но и компоненты, связанные с изменением его работоспособности (эргономический риск). Отличительной особенностью радиационного фона в условиях космического полета является наличие сильноионизирующих частиц, которые вызывают явление фосфенов – ощущение неожиданного появления световых вспышек, возникающих в глазах космонавтов во время орбитальных полетов.

Чтобы продвинуться в решении медико-биологической и одновременно физической проблемы – выявление природы фосфенов – в предстоящих исследованиях необходимо было обеспечить как минимум три элемента:

- иметь возможность измерения заряда, массы и энергии космической частицы, времени ее прохождения через глаз;
- обеспечить темновую адаптацию космонавта;
- зарегистрировать момент появления и вид световой вспышки.

Именно эти три элемента реализованы в эксперименте «Силай» («SilEye»-Silicon Eye), осуществляемом в рамках российско-итальянской научной программы «Рим». Впервые в практике космических исследований были созданы многослойный стриповый полупроводниковый детектор заряженных частиц и блок регистрации световых вспышек (PCB). В 1995 г. прибор «Силай-1», был доставлен на станцию МИР. В 1997 г. на станцию МИР был доставлен второй прибор «Силай-2» – модернизированный вариант первого прибора. С 1995 по 2000 г. в эксперименте «Силай» участвовали 14 российских космонавтов. Продолжение исследований явления световых вспышек стало возможным с доставкой на борт Российского сегмента Международной космической станции аппаратуры «Силай-3/Артеино» в апреле 2002 г. Отличительной особенностью данной аппаратуры является добавление электроэнцефалографа к зарекомендовавшей себя аппаратуре в предыдущих экспериментах. Это позволяло одновременно со световыми вспышками записывать отведенные потенциалы головного мозга. Аппаратура находится на борту РС-МКС, где и планируется проведение сеансов измерений до конца 2005 г.

Эксперимент «Алтеа»

Космический эксперимент «Алтеа» является развитием эксперимента «Силай», проводимого на борту ОС МИР, и направлен на исследование механизмов влияния тяжелых заряженных частиц космического излучения на центральную нервную систему (ЦНС) человека, особенно на зрительный анализатор в условиях космического полета.

Планируется начать эксперимент осенью 2005 г. Аппаратура включает в себя шесть детекторов заряженных частиц, которые полностью окружают голову космонавта, электроэнцефалограф и визуальный стимулятор. Аппаратура позволяет одновременно регистрировать активность мозговой деятельности человека и все частицы, проходящие через мозг человека.

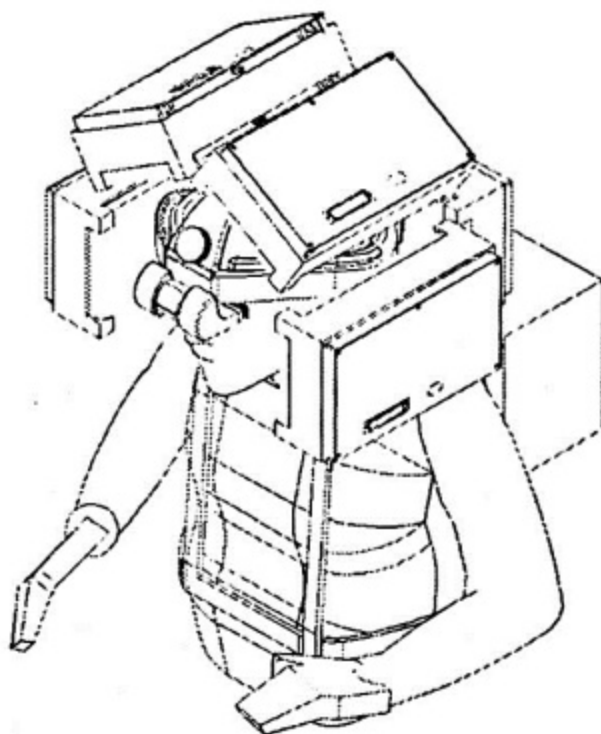


Рис. 3. Схематическое изображение космонавта с детекторами заряженных частиц при проведении эксперимента «Алтеа»

Эксперимент «София-СИРАД»

Планируется проведение научного эксперимента за бортом РС-МКС в конце 2007 г. Эксперимент направлен на исследование ядер

космических лучей в интервале энергий 20 – 1000 МэВ/нуклон. Основу прибора составляет калориметр из 32 стриповых полупроводниковых детекторов площадью 80*80 мм². Триггерная часть включает в себя времяпролетную систему и систему антисовпадений. Все сцинтилляционные детекторы будут выполнены на основе твердотельных фотоумножителей – SiPM.

Программа солнечно-магнитосферных и геофизических исследований

Одно из направлений деятельности Института космофизики связано с фундаментальными и прикладными исследованиями в области солнечно-земной физики: с изучением нестационарных солнечно-магнитосферных и геофизических процессов, в которых участвуют высокоэнергичные заряженные частицы. Проведенный комплексный анализ выявленных в различных спутниковых экспериментах («Нина», «Нина-2», «Мария-2», «Гамма-1», SAMPEX и др.) всплесков и вариаций высокоэнергичных частиц (электронов, протонов, ядер гелия) выявил их взаимосвязь с активными процессами на Солнце, эффектами в межпланетном пространстве, геомагнитными возмущениями, землетрясениями, грозами и другим явлениями.

В настоящее время разработана перспективная комплексная программа для нового этапа исследований, предусматривающая подготовку и проведение серии специализированных космических экспериментов по изучению физической природы всплесков и вариаций высокоэнергичных частиц в космическом пространстве на Международной космической станции и ИСЗ. При этом на завершающей стадии работы предполагается проведение синхронных измерений потоков частиц на нескольких космических аппаратах.

Важной прикладной задачей подобных исследований является разработка научных и технических подходов к созданию системы для прогнозирования сейсмической обстановки с использованием космических средств, разработка специализированной научной аппаратуры для установки на малых космических аппаратах с целью мониторинга космической погоды.

Особенностью работы является предполагаемое использование однотипной специализированной научной аппаратуры для установки на космических объектах, которая разрабатывается в Инсти-

туте космофизики. Основой этой аппаратуры является многослойная детекторная система (рис. 4) из пластических сцинтилляторов (С1, С2, ..., С10), из которых верхние три имеют мозаичную структуру. Амплитудные измерения с каждого сцинтиллятора и информация о пробеге частицы в стопке позволяют проводить надежную регистрацию и идентификацию высокоэнергичных заряженных частиц (электронов, протонов, ядер гелия), измерять их энергию и углы прилета.

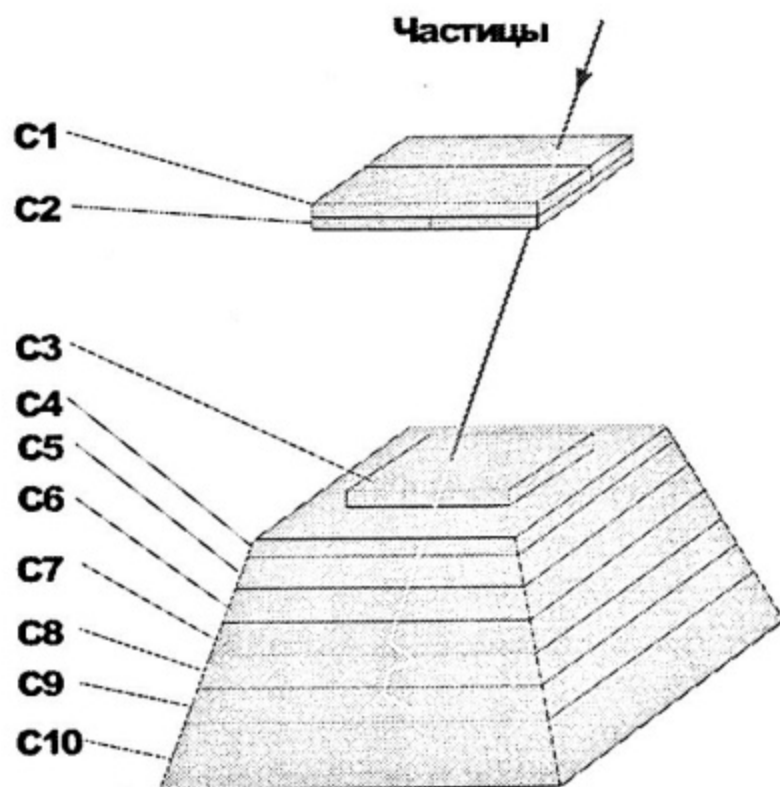


Рис. 4. Многослойная детекторная система из пластических сцинтилляторов

Все работы проводятся в рамках комплексных научно-технических проектов федеральной космической программы РФ («МКС-Наука», «Вулкан», «Космос-СГ»), в которых Институт космофизики является головным по изучению потоков высокоэнергичных заряженных частиц.

Первым этапом реализации этой программы исследований будет запуск спектрометра «Арина» на космическом аппарате «Ресурс-ДК1» № 1.

Эксперимент «Сигнал» на межпланетной станции «Интергелиозонд»

В последнее время уделяется большое внимание исследованию Солнца с помощью различных космических аппаратов (КА) и ИСЗ. На орбите Земли сегодня работают несколько спутников, (например, RHESSI, GOES-12 и «Коронас-Ф») с аппаратурой, предназначенной для исследования Солнца. В соответствии с Российской программой космических исследований в ближайшее время планируется также запуск нового специализированного спутника «Коронас-Фотон», а затем и КА «Интергелиозонд» (год запуска – 2012).

Особенность траектории КА «Интергелиозонд» состоит в том, что она позволяет провести измерения потоков солнечной радиации на малых расстояниях от Солнца. После ухода с орбиты Земли КА «Интергелиозонд» будет приближаться к Солнцу по спиральной траектории в результате воздействия на КА гравитационного поля планеты Венера, вблизи которой он периодически будет пролетать в течение эксперимента. За пять лет расстояние между КА «Интергелиозонд» и Солнцем уменьшится до 30 солнечных радиусов. Плоскость траектории КА в начале полета будет совпадать с плоскостью эклиптики, а затем будет постепенно отклоняться от нее до 38 градусов за счет работы бортовой двигательной установки. Выход из плоскости эклиптики позволит впервые заглянуть в полярные области Солнца и измерить потоки различных частиц, выходящих из них.

Для защиты от перегрева бортовой аппаратуры при пролете на близких расстояниях от Солнца на КА «Интергелиозонд» будут установлены два тонкостенных экрана, которые под действием солнечной радиации будут нагреваться до 700 и 100 °С. Внутри же его приборного отсека температура не превысит 50 °С.

На борту КА «Интергелиозонд» будет установлена научная аппаратура, предназначенная для исследования различных процессов на Солнце путем регистрации электромагнитного излучения в широком энергетическом диапазоне (от радиоволн до гамма-излучения), потоков Солнечной плазмы, различных заряженных и нейтральных частиц, а также магнитных и электрических полей. Особый интерес представляет изучение активных процессов на Солнце (солнечные вспышки), во время которых образуются большие потоки плазмы, энергичных протонов и гамма-излучение, сопровождающее различные ядерные реакции.

В разработке и подготовке научной аппаратуры для КА «Интергелиозонд» участвует много научных организаций: ИЗМИРАН, ФИАН, НИЯФ МГУ МИФИ и т.д. В частности, в МИФИ (Институт космофизики, радиационная лаборатория) для КА «Интергелиозонд» осуществляется подготовка эксперимента «Сигнал», основная задача которого заключается в измерении линейчатого гамма-излучения и потоков нейтронов.

Регистрация этих излучений будет проводиться ксеноновым гамма-нейтронным детектором, который способен регистрировать гамма-излучение в диапазоне 50 – 5000 кэВ с высоким энергетическим разрешением (2 % для гамма-линии с энергией 662 МэВ), и в то же время измерять потоки нейтронов. Главная особенность ксеноновых гамма-спектрометров заключается в том, что они могут работать при достаточно высоких температурах (до 200 °С) и при этом сохранять свои спектрометрические характеристики, что крайне важно при проведении измерений на борту КА «Интергелиозонд». Кроме того, они обладают большим рабочим ресурсом (не менее десяти лет). Так, первый ксеноновый гамма-спектрометр, выведенный на околоземную орбиту в 1990 г., проработал на борту орбитальной станции МИР почти 10 лет практически в непрерывном режиме. В последние годы были созданы более чувствительные и совершенные ксеноновые гамма-спектрометры, которые сегодня являются основой для аппаратуры эксперимента «Сигнал».

Можно отметить ряд задач исследования солнечных потоков линейчатого гамма-излучения. Эти измерения позволяют определить количественный состав различных ядер, содержащихся в солнечной атмосфере и, прежде всего, ядра ^{56}Fe (0,84 и 1,24 МэВ), ^{24}Mg (1,37 МэВ), ^{20}Ne (1,63 МэВ), ^{28}Si (1,78 МэВ), ^{12}C (1,99 и 4,43 МэВ), ^{14}N (2,31 МэВ). Измерение гамма-линий с энергиями 0,431 и 0,478 МэВ позволяет оценить количественное соотношение ядер ^7Be и ^7Li и величину потоков (α -частиц, ускоренных в солнечных вспышках). Гамма-линия 2,22 МэВ содержит важную информацию о процессах синтеза легких элементов на Солнце. Представляется интересным изучение гамма-линии 0,511 МэВ, которая возникает во время вспышек в результате аннигиляции позитронов, испускаемых при распаде образованных в ядерных реакциях изотопов ^{11}C , ^{12}N , ^{13}N , ^{14}O , ^{19}Ne . Измерение ширины гамма-линии 0,511 кэВ позволяет получить информацию о температуре в области аннигиляции.

Следует также отметить, что исследование спектрометрических характеристик солнечных вспышек, времени прихода плазмы в околоземное пространство и связанного с этим изменения уровня радиации вблизи Земли, является одной из важнейших задач прогноза космической «погоды». Выполненные с помощью ксенонового детектора измерения количественных и временных характеристик потоков нейтронов на различных расстояниях от Солнца, позволят рассмотреть важные аспекты нейтронной солнечной физики.

Необходимо подчеркнуть, что особенности орбиты КА «Интергелиозонд», а именно многократное его прохождение вблизи планеты Венера, создают также возможность изучать с помощью аппаратуры «Сигнал» пространственные и временной потоки гамма-излучения и нейтронов около Венеры.

Авторы проекта уверены, что результаты эксперимента «Сигнал» на борту КА «Интергелиозонд» обеспечат значительный вклад в развитие физики Солнца.

В разработке проектов и создании аппаратуры участвовали: Бакалдин А.В., Батищев А.Г., Власик К., Воронов С.А., Гальпер А.М., Грачев В.М., Гришанцева Л.А., Дмитренко В.В., Духвалов А., Зверев В.Г., Зотов В.Б., Колдашов С.В., Коротков М.Г., Леонов А.А., Лучков Б.И., Михайлов В.В., Наумов П.Ю., Панова О.Ф., Попов А.В., Рунцо М.Ф., Седов А., Смирнов-Муравьев С., Талалеев Б.И., Улин С.Е., Утешев З.М., Чернышова И.В., Чесноков В.Ю., Шилов В.А., Юркин Ю.Т.

А.М. Гальпер

ЛАБОРАТОРИЯ СОЛНЕЧНО-МАГНИТОСФЕРНЫХ ЧАСТИЦ И ГЕОФИЗИКИ

Основная деятельность лаборатории связана с фундаментальными и прикладными исследованиями в области солнечно-земной физики: с изучением нестационарных солнечно-магнитосферных и геофизических процессов, в которых участвуют высокоэнергичные заряженные частицы.

С этой целью проводится:

- обработка и анализ данных уже выполненных различных спутниковых экспериментов («НИНА», «НИНА-2», «МАРИЯ-2», «SAMPEX» и др.), комплексный анализ выявленных в экспериментах всплесков и вариаций высокоэнергичных частиц (электронов, протонов, ядер гелия) и данных по активным процессам на Солнце, эффектам в межпланетном пространстве, геомагнитным возмущениям, землетрясениям, грозам и другим явлениям;
- разработка физических и численных моделей процессов и явлений, компьютерное моделирование нестационарных солнечно-магнитосферных и геофизических процессов с участием высокоэнергичных заряженных частиц;
- подготовка новых космических проектов и экспериментов по изучению физической природы всплесков и вариаций высокоэнергичных частиц в космическом пространстве на Международной космической станции и ИСЗ, включая разработку специализированной научной аппаратуры для установки на космических аппаратах;
- разработка научных и технических подходов к созданию системы для прогнозирования сейсмической обстановки с использованием космических средств, разработка специализированной научной аппаратуры для установки на малых космических аппаратах с целью мониторинга космической погоды. Первым этапом этой программы будет запуск прибора «АРИНА» на ИСЗ «Ресурс-ДК1».

Зав. лабораторией С.В. Колдашов

РАДИАЦИОННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ИНКОС МИФИ

К началу 1970-х годов космофизическая лаборатория, руководимая профессором А.М. Гальпером, накопила значительный опыт в создании аппаратуры для изучения электронов и гамма-квантов за пределами атмосферы и проведении экспериментов на высотных аэростатах и ИСЗ. Был получен ряд пионерских физических результатов. Однако один из интереснейших и информативных энергетических диапазонов первичного гамма-излучения 0,1 – 10 МэВ оставался вне программы исследований космофизической лаборатории. Работу по созданию аппаратуры для регистрации малоэнергичного гамма-излучения в 1972 г. возглавил вернувшийся из годичной командировки в США В.В. Дмитренко. Анализ показал, что в условиях космического эксперимента традиционные гамма-детекторы (полупроводники и кристаллические сцинтилляторы) являются неперспективными. Полупроводники – из-за отсутствия в то время портативных и экономичных охладителей, а кристаллические детекторы (NaI, CsI) – из-за низкого энергетического разрешения. Было решено использовать ксенон, обладающий высокой эффективностью поглощения малоэнергичного гамма-излучения, в качестве рабочего вещества детектора, причем предпочтение было отдано газообразной фазе Хе, так как жидкая фаза также требовала применения криогеники. В итоге импульсная ионизационная камера с экранирующей сеткой, наполненная ксеноном до давления 50 атм, стала основой гамма-спектрометра для регистрации гамма-квантов малой энергии. Выбор газового варианта детектора был предопределен также тем фактом, что на кафедре 7 к этому моменту имелся значительный опыт работы с инертными газами и создания аппаратуры на их основе. Эти работы с начала 60-х годов проводились на кафедре под руководством профессора Б.А. Долгошеина.

На первом этапе работ по созданию гамма-спектрометра на сжатом ксеноне были изучены свойства ксенона как рабочего вещества гамма-детекторов. В этой работе принимали участие В.В. Дмитренко, В.Н. Лебеденко, А.С. Романюк, З.М. Утешев, С.И. Сучков, К.Ф. Власик. Полученные результаты позволили начать работы над гамма-телескопом для изучения первичного малоэнергичного гамма-излучения и гамма-всплесков. Этот телескоп получил название «Ксения». Эту работу проводили также А.М. Гальпер, Ю.Т. Юркин, С.Е. Улин, В.М. Грачев, С.В. Кривов, И.В. Чернышева. В 1991 г. гамма-телескоп «Ксения» был доставлен на орбитальную станцию «Мир» и проработал на ней почти десять лет до момента запланированного схода станции с орбиты. Работа гамма-телескопа

«Ксения» в условиях реального космического полета позволила получить значительный объем информации, который был использован для дальнейшего совершенствования гамма-детекторов на сжатом ксеноне. Увеличение чувствительности и улучшение энергетического разрешения ксеноновых детекторов были достигнуты в результате перехода с плоскопараллельной конфигурации на цилиндрические импульсные ионизационные камеры с экранирующей сеткой (прибор «Ксения» имел плоскопараллельную конфигурацию). Были разработаны и изготовлены гамма-спектрометры различного объема (0,2 – 6 л), предназначенные для использования в космических экспериментах, на таможенных терминалах, для экологического контроля, в геологии, для решения специальных задач и т.д. Испытания, проведенные как в России, так и в лабораториях зарубежных стран, показали перспективность использования гамма-спектрометров в этих областях. Началась разработка нового варианта ксенонового гамма-спектрометра с использованием композитной технологии для космических экспериментов. Также разработан детектор, способный одновременно регистрировать гамма-кванты и нейтроны. Постоянно ведутся работы по совершенствованию технологии изготовления этих детекторов с целью их внедрения в промышленное производство. Достигнутое энергетическое разрешение ксеноновых гамма-спектрометров, составляющее 1,5 % при энергии 1 МэВ, позволяет им успешно конкурировать с традиционными гамма-детекторами.

С образованием Института космофизики МИФИ в 1997 г. коллектив сотрудников, работающих над ксеноновыми детекторами и их применением, организовался в Радиационную лабораторию ИНКОС МИФИ, которой руководит профессор В.В. Дмитренко. Лаборатория активно сотрудничает с зарубежными коллегами из США, Японии и Франции. За последние десять лет в эти страны были поставлены в рамках договоров различные варианты гамма-спектрометров на сжатом ксеноне и проведены их совместные испытания. Практически все сотрудники лаборатории неоднократно участвовали в совместных работах в научных учреждениях этих стран.

В 2000 г. в Радиационной лаборатории создана теоретическая группа, которая в коллаборации с сотрудниками Института высоких температур РАН (В.М. Атражев, И.В. Бережнов, Д.О. Дуников) проводит расчеты транспортных характеристик электронов в сжатом ксеноне. Результаты этой работы не только вносят существенный вклад в теорию процессов в инертных газах, но и являются основой для улучшения технических характеристик ксеноновых гамма-детекторов.

Результаты работы лаборатории опубликованы в 50 научных трудах и неоднократно докладывались на таких Международных конференциях, как IEEE Nuclear Science Symposium (NSS), Annual Meeting of the International Society for Optical Engineering (SPIE), Annual Meeting of Institute of Nuclear Materials Management (INNM), Radiation Measurements and Applications Conference и др. Получено несколько авторских свидетельств, а также патент на изобретение: «Устройство для регистрации гамма-нейтронного излучения». По материалам научных исследований, проведенных в Радиационной лаборатории, защищена одна докторская и восемь кандидатских диссертаций.

Радиационная лаборатория активно участвует в учебно-педагогической деятельности. Профессор В.В. Дмитренко и доктор физико-математических наук С.Е. Улин читают лекции, ведут семинарские занятия, руководят аспирантами и дипломниками. Восемьдесят студентов кафедры 7 прошли практику в Радиационной лаборатории и успешно защитили дипломные работы. Многие из них продолжают работать по специальности как в научных организациях России (ФИАН, ИТЭФ, ВНИИА, НПО «Энергия» и др.), так и за рубежом (Университеты США, ЦЕРН, ДЕЗИ, МАГАТЭ и др.). Для кафедры 24 была разработана и поставлена учебно-методическая лабораторная работа, посвященная изучению основных характеристик гамма-спектрометров на сжатом ксеноне.

В настоящее время Радиационная лаборатория ИНКОС МИФИ является признанным лидером в создании и внедрении ксеноновых гамма-детекторов в различные отрасли науки и техники. Подтверждением этого является тот факт, что практически все специалисты из России, США, Японии, Франции, Германии и Португалии, работающие в этой области, приняли участие в первом международном семинаре «Ксенон высокого давления: фундаментальные исследования, детекторы и их применение», который в 2003 г. был организован Радиационной лабораторией в рамках научной сессии МИФИ. В 2005 г. этот семинар прошел в Японии и был организован Университетом Васеда. Организатором семинара в 2007 г. будет Брукхавенская национальная лаборатория (США). Таким образом, инициатива, проявленная Радиационной лабораторией, получила признание мировой научной общественности, что подтверждает ее высокий научный статус.

В.В. Дмитренко

ИНСТИТУТ АСТРОФИЗИКИ МОСКОВСКОГО ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Институт астрофизики (ИАФ) в качестве научного подразделения МИФИ образован в 1997 г. для выполнения предложенного и обоснованного МИФИ российского космического проекта «КОРОНАС-ФОТОН» по исследованию высокоэнергичных процессов в солнечных вспышках и влиянию их излучений на околоземное пространство и на верхние слои земной атмосферы. ИАФ МИФИ также принимает участие и в других проектах, посвященных исследованиям в области астрофизики и космофизики (проекты «Интеграл», «Коронас-Ф» и другие).

МИФИ является головной организацией по научной программе экспериментов проекта «Коронас-Фотон», по созданию комплекса бортовой научной аппаратуры и его эксплуатации. В ИАФ МИФИ будут поступать телеметрические научные и навигационные данные, которые должны накапливаться, сортироваться и распределяться по каналам ИНТЕРНЕТ участникам проекта и иным пользователям научной информацией для оперативной и обработки.

Проект «Коронас-Фотон» входит в Федеральную программу космических исследований по разделу «Фундаментальные исследования» и финансируется Роскосмосом. Данный проект отнесен Роскосмосом и РАН к числу первоочередных в области фундаментальных космических исследований. Научным руководителем проекта является директор ИАФ МИФИ Юрий Дмитриевич Котов. Запуск спутника «Коронас-Фотон» запланирован на 2007 г. с космодрома г. Плесецк.

Уникальная научная аппаратура спутника позволит регистрировать временные и энергетические характеристики электромагнитных излучений солнечных вспышек в широчайшем диапазоне длин волн от ультрафиолета до высокоэнергичного гамма-излучения. Научные приборы и вспомогательные информационные и командные системы спутника создаются как силами сотрудников ИАФ МИФИ и ряда других кафедр и подразделений МИФИ, так и смежными научными организациями РАН и МГУ.

Космический аппарат и его штатные системы изготавливаются НИИЭМ (г. Истра).

Для создания аппаратуры собственными силами и для обеспечения условий отработки всего комплекса научной бортовой аппаратуры в ИАФ МИФИ создан *Центр испытаний научной аппаратуры для космических исследований (космический центр)*, расположенный в корпусе № 31 на территории МИФИ. Развернутый там стенд для комплексных испытаний позволяет осуществить отработку научной аппаратуры с использованием имитаторов служебных систем спутника. Для проверки электротехнической совместимости и помехоустойчивости аппаратуры изготовлена и установлена научная платформа спутника в реальной конфигурации расположения приборов, штатной кабельной сети и т.д.

Наряду со штатными сотрудниками МИФИ в проектировании и создании аппаратуры принимают активное участие аспиранты, практиканты и студенты старших курсов. Международная кооперация по научным исследованиям, связанным с задачами проекта, осуществляется по следующим направлениям.

1. Участие зарубежных ученых в создании научной аппаратуры и проведении с ней экспериментов в рамках проекта «Коронас-Фотон». В составе спутника будет аппаратура из Индии, Украины и измерительные блоки, созданные в США, Англии, Израиле и других странах.

2. Предоставление нами данных наблюдения со спутника «Коронас-Фотон» на взаимной основе зарубежным исследователям в рамках ряда международных программ, например, программы «Жизнь со звездой»-ILWS; Гелиофизический год 2007.

В рамках Федеральной космической программы РАН при содействии Российского космического агентства осуществляет космическую программу **КОРОНАС – Комплексные Орбитальные Околоземные Наблюдения Активности Солнца**, включающую в себя создание и запуск трех специализированных спутников Земли. Программа направлена на исследование Солнца в разных фазах активности 11-летнего солнечного цикла и, особенно, в фазе максимума. Основными исполнителями программы являются ИЗМИРАН, ФИАН и МИФИ. Эта программа, принятая еще до распада СССР и затем вошедшая в Федеральные программы космических исследований России, должна была быть реализована последовательным запуском трех спутников, разрабатываемых на базе хорошо отработанного базового космического аппарата АУОС-СМ. Го-

ловной организацией по космическим комплексам трех проектов – «Коронас-И», «Коронас-Ф» и «Коронас-Фотон» было определено Конструкторское бюро и завод в г. Днепропетровске – крупнейшее в то время предприятие космической отрасли. Запуск аппаратов должен осуществляться ракетой типа Циклон-3, прекрасно отработанной и выпускаемой серийно. В инициировании принятия решения комиссией ВПК при Совете Министров СССР о проведении указанной программы исследований и определения изготовителя сыграл В.Г. Кириллов-Угрюмов, бывший в то время председателем ВАК СССР.

Тогда же были определены головные организации по проектам и их научные руководители. На начальной стадии научным руководителем проекта «Коронас-Фотон» Советом по космосу РАН был определен С.И. Никольский (ФИАН), а его заместителем – Ю.Д. Котов. Однако уже в первый год работ по проекту головной организацией стал МИФИ. В определении облика проекта «Коронас-Фотон» на стадии первоначальных проработок основными исполнителями в МИФИ являлись В.Н. Юров, А.С. Глянченко, В.Т. Самойленко, И.В. Рубцов, В.Г. Тышкевич, А.В. Курочкин, А.И. Архангельский.

Решение Совета РАН по космосу о поручении осуществления проекта «Коронас-Фотон» коллективу Лаборатории астрофизики из МИФИ было принято после неоднократных обсуждений на секциях Совета РАН по космосу научных задач проекта и предполагаемого состава научной аппаратуры. Важнейшую роль в этом выборе сыграли, в частности, следующие соображения: во-первых, к этому времени сотрудниками лаборатории был накоплен значительный опыт в проведении исследований в области гамма-астрономии средних энергий (5 – 100 МэВ) астрофизических источников с использованием высотных аэростатов как в России, так и в кооперации с зарубежными коллегами из Индии и Китая.

Сотрудничество лаборатории каф. № 7 с индийским Тата институтом фундаментальных исследований (г. Бомбей) началось в 1976 г. в рамках соглашения между Советом «Интеркосмос» АН СССР и Индийской организацией по изучению космического пространства (ИСРО). С индийского приэкваториального полигона запускались сделанные в Индии высотные аэростаты, к которым подвешивались на платформе приборы производства МИФИ (гамма-телескопы

«Анна-6» и «Наталия-1») и ФИАН («Альbedo – Инд»). Участниками совместных с индийскими специалистами исследований от МИФИ были: по прибору Анна-6 – А.М. Гальпер (руководитель работ), Ю.Т. Юркин, А.В. Курочкин и Н.Г. Лейков; по прибору «Наталия-1» – Ю.Д. Котов (руководитель), А.Ф. Июдин, В.Н. Юров, Ю.В. Смирнов, В.Т. Самойленко, Е.П. Чичкова и другие. Основную часть организационной работы перед экспедициями и во время их осуществлял М.И. Фрадкин (ФИАН). С индийской стороны руководителем работ был С. Дамле.

По инициативе В.Г. Кириллова-Угрюмова, бывшего в то время руководителем проблемной лаборатории ФЧВЭ, относящейся к каф. 7, к работе по автоматизации съема информации с искровых камер прибора «Наталия-1» по рекомендации зав. каф. 12 Г.Н. Соловьева были привлечены специалисты этой кафедры А.П. Кларин, В.Г. Тышкевич и дипломники.

Отметим, что заложенное в то время сотрудничество специалистов МИФИ и Тата института продолжается и по сей день в рамках проекта «Коронас-Фотон».

Вторым обстоятельством положительного решения были результаты выполненных в лаборатории астрофизики исследований по физике солнечных вспышек на основании анализа экспериментальных данных по жесткому рентгеновскому излучению, полученных на космических аппаратах Венера-11, Венера-12, Венера-13 и Венера-14. Эти данные были любезно предоставлены сотрудником ИКИ Эстулиным. В обработке и интерпретации данных участвовали как выпускники кафедры № 7, так сотрудники и аспиранты кафедр ТЯФ и прикладной математики. Использование данных об одной и той же вспышке с двух одинаковых приборов, расположенных в разных точках гелиосферы за пределами магнитосферы Земли, резко уменьшает вклад имитационных эффектов, вызываемых нестационарным поведением захваченной радиации в магнитосфере Земли. Значительную роль в сопутствующих теоретических расчетах сыграл преподаватель кафедры ТЯФ С.Р. Кельнер. Результаты обработки спектрального и временного поведения вспышечного рентгеновского излучения, выполненной совместно с В.Г. Курт (НИИЯФ МГУ) были опубликованы в виде каталога событий, на основе которого позднее различными авторами были получены статистические характеристики вспышек.

По данным с двух аппаратов корреляционным методом на статистически значимом уровне получено значение минимального времени переменности излучения вспышки, составившее 16 мс.

Была также выявлена анизотропия излучения на основании спектральных данных для вспышек с различным долготным расположением на Солнце. Теоретически были вычислены ожидаемые величины линейной поляризации излучения для различных гелиодолгов расположения вспышек и с учетом эффектов рассеяния электронов в среде и свойств альбедного излучения.

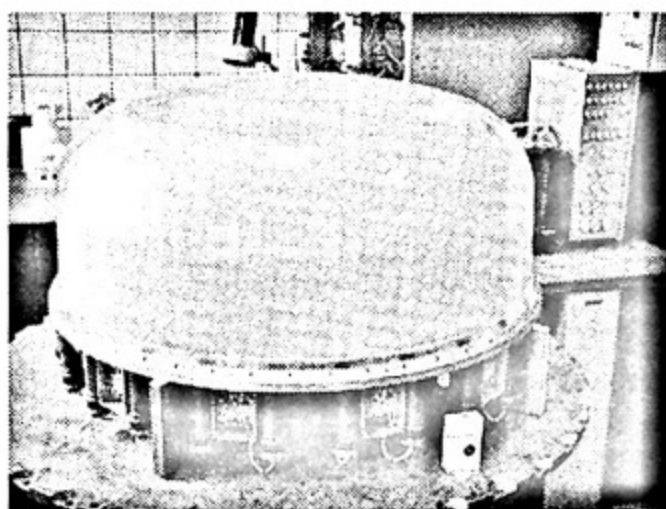
На основании анализа первичных данных, полученных на японском спутнике Йоко, нами впервые было получено подтверждение генерации во вспышках изотопов Li и Be за счет взаимодействия ускоренных α -частиц с ядрами гелия.

Полученный в ходе аэростатных исследований методический опыт и приобретенная участниками коллектива квалификация позволили перейти нам к созданию аппаратуры для использования на спутнике. Уже имевшийся к тому времени опыт работы на спутнике сотрудниками лаборатории, руководимой А.М. Гальпером, придавал нам уверенности, что и нашей лаборатории это по силам.

В 1983 г. совместно с сотрудниками ИКИ (руководители эксперимента – В.М. Панков, Ю.Г. Шкуркин) и Ереванским физическим институтом (руководитель работ – Ф.А. Агаронян) мы приступили к созданию прибора ТАУРУС для исследования вспышечных событий (солнечные вспышки и гамма-всплески) с возможностью регистрации событий длительностью порядка микросекунд путем регистрации мажоритарных совпадений. Прибор предназначался для установки на специализированном модуле, который предполагалось пристыковать к орбитальной станции «Мир». Отличительная особенность аппаратуры – хорошее энергетическое разрешение и высокое временное разрешение в диапазоне 50 кэВ – 8,0 МэВ во вспышечных процессах с временным разрешением вплоть до 0,8 мс. Аппаратура позволяет проводить измерения эволюции спектров гамма-излучения.

Прибор содержал два детектора. В каждом из детекторов стояли многокристальные спектрометры на основе неорганических сцинтилляторов CsI(Tl). Площадь каждого из семи кристаллов 65 см^2 , длина 7 см. Для построения энергетического спектра использовались данные лишь с центрального кристалла, в то время как боковые включены на антисовпадения, что резко уменьшает комптоновскую часть в функции отклика. Для анализа временного поведения используются данные от всех семи кристаллов, что обеспечивает суммарную площадь 450 см^2 . Масса аппаратуры 136 кг.

Готовый прибор был установлен на модуль «Спектр» в 1989 г. Однако по финансово-организационным причинам модуль был выведен на орбиту 20 июня 1995 г., а затем пристыкован к станции. К сожалению, этот эксперимент позволил получить лишь ограниченный объем информации из-за небольшого объема информационно-командных ресурсов, плохой временной привязки и последующего выключения модуля из-за внештатной ситуации. Тем не менее, мы получили важные методические результаты, подтвердившие в частности, правильность заложенных конструкционных решений, обеспечивших после выхода на орбиту сохранение предполетных параметров детекторов. Мы получили также статистику ультракоротких событий, число и характер которых свидетельствовали о значительно большем вкладе тяжелых ядер в имитацию подобных событий за счет ливней, чем ожидалось до проведения эксперимента. Эти методические результаты повлияли на выбор структуры детектора прибора «Наталья-2», входящего в состав проекта «Коронас-Фотон». От нас в создании аппаратуры участвовали А.С. Глянченко (руководитель темы), Ю.Д. Котов, В.И. Журавлев, А.И. Григорьев, В.Ю. Ковалень, В.Т. Самойленко, А.Ю. Суслов, А.В. Курочкин.



Детектор прибора «Наталья-2М»

На начальной стадии развертывания работ по проекту «Коронас-И» в конце 80-х годов мы сочли целесообразным принять участие в нем, с тем, чтобы получить, прежде всего, методический опыт работы со спутникам этого типа, имея в виду, что и «Коронас-Фотон» будет использовать тот же аппарат, ракету-носитель, стартовый комплекс, телеметрическую и командную системы и т.д. По ряду причин мы получили лишь ограниченную возможность участия, а именно путем

создания информативной электроники, обрабатывающей сигнал с монокристалльного детектора из CsI(Tl), входящего в состав прибора СОНГ, разрабатываемого в МГУ под руководством С.Н. Кузнецова. Крайне ограниченные средства, которыми располагало большинство организаций – разработчиков аппаратуры для этого проекта, не позволяло изготовить требуемое количество образцов, поэтому большая часть отработки велась на созданном нами имитаторе детектора. Тем не менее, мы сочли необходимым ради сохранения трудоспособного коллектива и получения научных и методических результатов продолжить эту работу почти себе в ущерб.

В те годы финансирование космических программ упало более чем в 10 раз, поэтому реализация программы КОРОНАС в запланированные сроки не могла быть выполнена. Сильно осложнило работу и образование независимых государств, приведшее в тот период к почти полной остановке предприятия в г. Днепропетровске.

В итоге спутник был запущен в марте 1994 г. и работал по декабрь 2000 г. Целью его запуска были исследования излучения Солнца во всём диапазоне частот от радиоволн до гамма-излучения, космических лучей (электроны, протоны, ядра гелия и нейтроны), а также выбросов и вспышечных процессов на Солнце, его колебаний (гелиосейсмологии), исследования динамики солнечных возмущений земной магнитосферы.

К несчастью, вскоре после запуска возникли технические проблемы в системе ориентации, что ограничило объем получаемой научной информации.

Следующий из серии КОРОНАС спутник «Коронас-Ф» был запущен 31 июля 2001 г. Орбита спутника почти круговая, средняя высота орбиты ~ 82°. Созданная нами аппаратура АВС-Ф установлена на борту спутника.

Аппаратура АВС-Ф представляет собой систему электроники, предназначенную для бортовой обработки информации с двух детекторов:

СОНГ (СОлнечные Нейтроны и Гамма-кванты) – сцинтилляционный детектор на основе CsI(Tl), предназначенный для изучения гамма- и рентгеновского излучения в диапазонах энергии 0,1 – 8 и 2 – 80 МэВ, а также потоков нейтронов в диапазоне 2 – 80 МэВ, который представляет собой диск диаметром 20 см, высотой 10 см.

РПС (Рентгеновский Полупроводниковый Спектрометр) – полупроводниковый детектор на основе CdTe, предназначенный для изучения рентгеновского излучения в диапазоне энергии 3 – 30 кэВ.



*Зарубежные и российские гости
в Центре испытаний научной аппаратуры для космических исследований*



*Подготовка технологических образцов научной аппаратуры
проекта «Коронас-Фотон» для комплексных испытаний*

В создании этой аппаратуры для АВС на разных этапах принимали участие А.С. Гляненько (ответственный исполнитель), А.В. Павлов, А.И. Архангельский, С.В. Шубин (НИИЭМ), А.Л. Шутов, В.Н. Юров. Научный руководитель экспериментов – Ю.Д. Котов.

Спутник «Коронас-Ф» в целом успешно работает до настоящего момента (конец сентября 2005 г.). За это время прибором АВС зарегистрировано более 60 вспышек. Для целого ряда вспышек спектральные измерения в области выше 10 МэВ обеспечиваются лишь прибором АВС, поскольку мировое сообщество не располагает другим аппаратом, регистрирующим излучения Солнца в области гамма-квантов высокой энергии.

В середине 90-годов с учетом опыта финансовых отношений российских и украинских организаций, усугубленных несовпадающими темпами инфляции, стала очевидной необходимость сосредоточения работ по созданию космического аппарата в России. Этот вопрос после долгих обсуждений на уровне Роскосмоса и Академии наук России был решен путем принятия Секцией № 3 Научно-технического совета Российского космического агентства решения, в котором, в частности, указывалось:

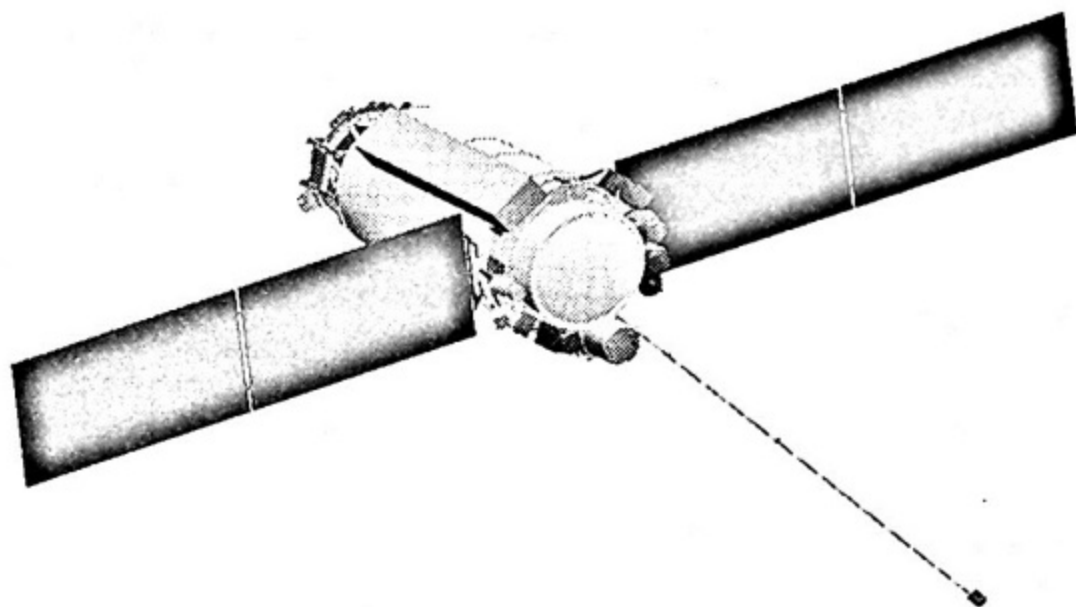
1. Рекомендовать продолжить работы по проекту «Коронас-Фотон» с реализацией его, начиная с 2001 г., на КА «Метеор-Фотон», создаваемого на конструктивной базе КА «Метеор-3» и «Метеор-3М» (разработчик НИИЭМ, г. Истра).

2. Рекомендовать перейти в 2000 г. к этапу рабочего проектирования КА «Метеор-Фотон». При этом обратить внимание на обеспечение надежности КА.

3. Рассмотреть вопрос дальнейшего использования доработанного КА «Метеор-Фотон» в рамках ФКП как многоцелевой или многократно используемой платформы среднего класса (1 – 3 т) с ориентацией на Солнце для решения исследовательских и прикладных задач.

Принятие этого решения открыло новый, позитивный этап в создании космической станции «Коронас-Фотон», включая комплекс научной аппаратуры.

Общий вид космического аппарата «Коронас-Фотон»



ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА (КА)

Вес КА, кг.....	1900
Вес комплекса научной аппаратуры, кг.....	540
Параметры орбиты:	
тип.....	круговая
высота, км	500
наклонение, град.	82,5
Точность ориентации продольной оси КА на Солнце, угл. мин.	лучше 5
Точность определения ориентации продольной оси КА на Солнце, угл. мин.	3
Стабилизация угловых скоростей КА, град./с.....	не более 0,005
Точность определения местоположения КА на орбите:	
вдоль орбиты, м	±1000
по высоте и в боковом направлении, м.....	±500
Объем запоминаемой научной информации за сутки, Гбит	8,2
Объем информации, передаваемой за один сеанс связи, Мбит	2048
Срок активного существования, лет	не менее 3

Запуск космического аппарата «Коронас-Фотон» планируется осуществить в 2007 г.

Головная организация по комплексу научной аппаратуры проекта «Коронас-Фотон»: Московский инженерно-физический институт (государственный университет) – МИФИ.

Головная организация по космическому аппарату «Коронас-Фотон»:

Научно-исследовательский институт электромеханики – НИИЭМ (Московская область, г. Истра).

Научный руководитель проекта:

Директор Института астрофизики МИФИ (ИАФ МИФИ) **Котов Юрий Дмитриевич**.

Технический руководитель проекта – главный конструктор космического комплекса:

Заместитель главного конструктора НИИЭМ **Салихов Рашид Салихович**.

Технический руководитель – главный конструктор комплекса научной аппаратуры:

Заместитель директора Института астрофизики МИФИ **Юров Виталий Николаевич**.

Основные задачи проекта

Исследование процессов накопления энергии и ее трансформации в энергию ускоренных частиц во время солнечных вспышек, изучение механизмов ускорения, распространения и взаимодействия энергичных частиц в атмосфере Солнца, исследование корреляции солнечной активности с физико-химическими процессами в верхней атмосфере Земли.

Цели научных экспериментов

Физика Солнца и солнечно-земных связей

- определение функций распределения ускоренных во вспышке электронов, протонов и ядер и их эволюции с высоким временным разрешением;
- исследование различия в динамике ускорения электронов и протонов (ядер);

- исследование особенностей эволюции функции распределения для высокоэнергичных частиц (вплоть до энергий несколько гигаэлектронвольт);
- исследование угловой анизотропии взаимодействующих частиц на основании статистического анализа спектров излучения и параметров линейной поляризации жесткого рентгеновского излучения;
- изучение эффектов направленности в области гамма-излучения высоких энергий;
- определение механизмов и условий ускорения электронов и протонов на разных фазах вспышки, а также параметров области удержания (распространения) ускоренных частиц;
- определение обилия элементов в области генерации гамма-излучения методом гамма-спектроскопии и по скорости захвата нейтронов низких энергий в атмосфере Солнца;
- определение высот генерации вторичных излучений по ослаблению дейтонной линии от лимбовых вспышек;
- определение вида энергетического спектра ускоренных протонов и ядер и динамики этих спектров по соотношению ядерных гамма-линий;
- исследование проблемы образования элементов (D, ^3He , Li, Be) во время вспышек;
- исследование на околоземной орбите химического и изотопного составов ускоренных во вспышке ядер, а также энергетических и временных характеристик вспышечных электронов и протонов;
- мониторинг верхних слоев атмосферы Земли по поглощению жесткого ультрафиолета спокойного Солнца;

Астрофизика

- исследование рентгеновского и гамма-излучения космических гамма-всплесков;
- исследование рентгеновских источников, расположенных в плоскости эклиптики.

Ю.Д. Котов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС НЕВОД

ЭК НЕВОД является научно-учебным подразделением МИФИ, в котором проводятся научные работы по приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных исследований и осуществляется подготовка студентов непосредственно в процессе проведения этих исследований на уникальных научных установках и стендах. С момента его основания бессменным научным руководителем и инициатором практически всех направлений научной и учебной деятельности является профессор каф. № 7 Анатолий Афанасьевич Петрухин.

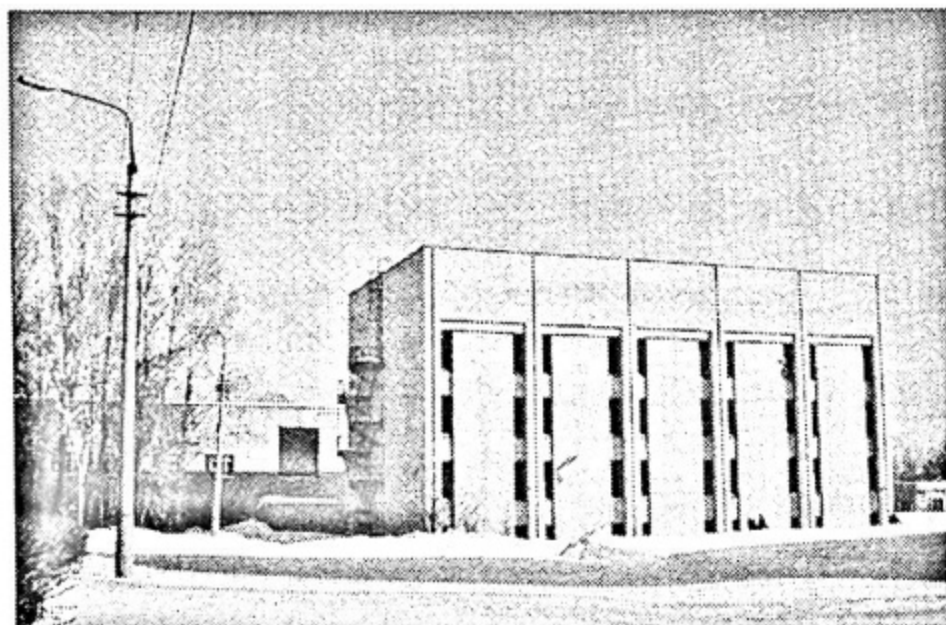


Рис. 1. Здание Экспериментального комплекса НЕВОД

Основой комплекса является НЕйтринный ВОдный Детектор (НЕВОД) объемом 2000 куб. м, расположенный на поверхности Земли и предназначенный для исследования всех основных компонентов космических лучей, включая нейтрино из нижней полусферы. Он расположен в специальном здании (рис. 1), в котором размещен водный резервуар с внутренними размерами $9 \times 9 \times 26 \text{ м}^3$. Регистрирующая система установки представляет собой пространственную решетку (рис. 2), в узлах которой располагаются оригинальные квазисферические модули (КСМ), регистрирующие черенковское излучение с любого направления практически с одинаковой эффективностью. В смежных плоскостях модули смещены на половину шага решетки, что

обеспечивает оптимальные условия регистрации одиночных частиц по их черенковскому излучению.

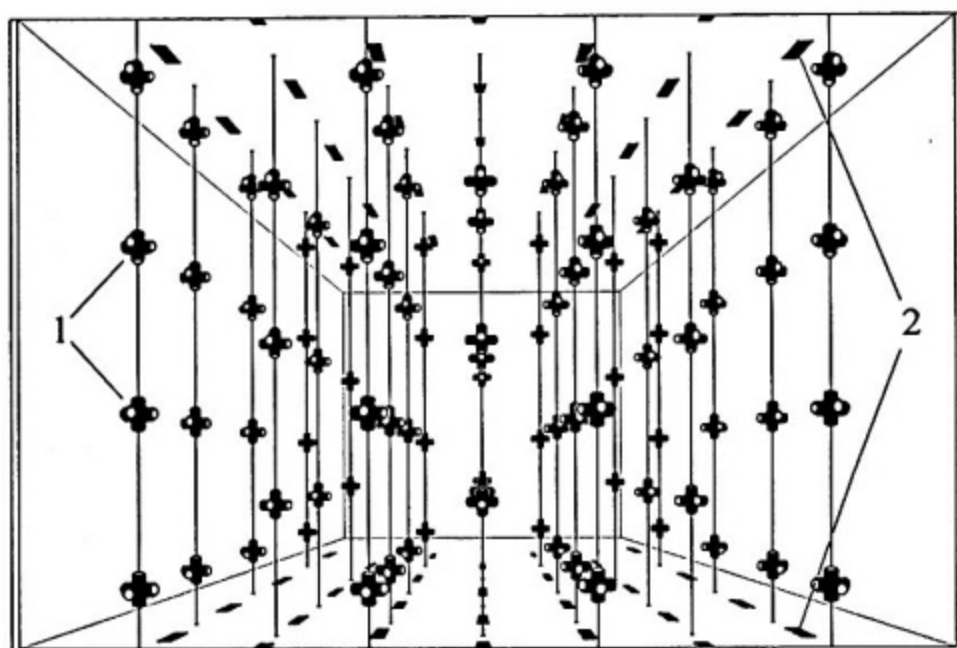


Рис. 2. Общий вид детектора:
1 – квазисферические модули; 2 – сцинтилляционные счетчики

Для калибровки фотоумножителей в квазисферических модулях используется система калибровочных телескопов (СКТ), которая состоит из сцинтилляционных счетчиков, расположенных на крышке и на дне водного резервуара, и позволяет с хорошей точностью ($\sim 1^\circ$) определять траекторию мюонов, черенковское излучение которых регистрируется фотоумножителями КСМ. Одновременно верхняя плоскость сцинтилляционных счетчиков может использоваться для регистрации электронно-фотонного компонента широких атмосферных ливней.

Идея создания крупномасштабного водного черенковского детектора на поверхности Земли была предложена профессором А.А. Петрухиным в 1977 г. В это время широко обсуждался новый международный проект глубоководного нейтринного телескопа DUMAND (Deep Underwater Muon And Neutrino Detection) на глубине 5 км в океане. В 1978 г. вышло Постановление ГКНТ СССР о разработке измерительного модуля для черенковского водного детектора. В 1978 – 1980 гг. были разработаны предложения о созда-

нии НЕВОДа и конструкция квазисферического модуля. В 1980 г. принимается решение коллегии МВиССО СССР о межвузовской программе «Нейтрино» и разработке проекта НЕВОД. В 1981 – 1985 гг. были разработаны, отмакетированы и испытаны основные системы НЕВОДа.

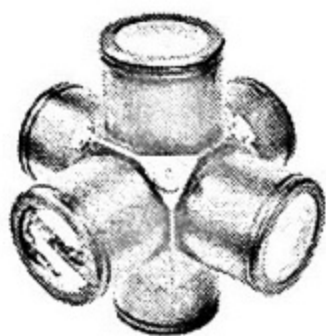


Рис. 3. Квазисферический измерительный модуль

Технический проект детектора НЕВОД был подготовлен в 1986 г., и в 1987 г. Постановлением Совета Министров СССР было принято решение о строительстве нейтринного водного детектора на территории МИФИ. В 1988 г. были завершены работы по созданию и исследованию характеристик квазисферического измерительного модуля (рис. 3), за которые в 1988 г. коллективу молодых авторов (С.Б. Гавшин, Г.А. Потапов, Ю.М. Харламов) была присуждена премия Ленинского комсомола. В 1990 г. было завершено строительство здания НЕВОДа и герметизированного водного резервуара.

Под руководством профессора А.А. Петрухина, в основном из студентов каф. № 7, сформировался молодой коллектив энтузиастов, поверивших в идею и возможность создания в вузе такого сложного экспериментального комплекса. Активное участие в конструкторских, монтажных и экспериментальных работах приняли сотрудники С.Б. Гавшин, Г.А. Потапов, В.Г. Алалыкин, И.И. Яшин, В.М. Айнутдинов, В.В. Шутенко, А.В. Абин, И.В. Пенин, В.В. Киндин, Н.С. Барбашина. Непосредственно организовывал работы по созданию комплекса выпускник каф. № 7 кандидат физико-математических наук И.А. Данильченко.

Для обеспечения планомерного поэтапного ввода установки была создана технологическая линия измерительных и калибровочных стендов для сборки и тестирования как отдельных узлов, так и всех основных элементов регистрирующей системы, которая позволила в минимальные сроки осуществить монтаж и запуск водного черенковского детектора (Г.А. Потапов, И.И. Яшин, П.С. Ткаченко, В.В. Киндин, К.Г. Компаниец, М.Б. Амельчаков, В.М. Айнутдинов, В.В. Шутенко и др.). Для наглядной иллюстрации регистрируемых событий студентом-дипломником Д.А. Роомом был создан стендо-

вый макет НЕВОДа. Эта работа была отмечена медалью Минобразования РФ. Первая очередь нейтринного водного детектора была введена в эксплуатацию в конце 1994 г., тогда же НЕВОД был включен в Перечень уникальных научных установок национальной значимости (рег. № 01-63).

В 1995 – 1997 гг. было проведено несколько измерительных серий по одновременной регистрации различных компонентов космического излучения. На основе анализа экспериментальных данных была разработана методика выделения событий из нижней полусферы, позволившая достичь фактора режекции 10^{10} . Были зарегистрированы два нейтринных события, и тем самым была доказана возможность регистрации нейтрино космических лучей на поверхности Земли.

Сооружение уникального водного детектора привлекло внимание зарубежных ученых и в 1992 г. было заключено соглашение с Институтом космогеофизики (Турин, Италия) о создании вокруг НЕВОДа координатного детектора большой площади (ДЕКОР), предназначенного для исследований горизонтального потока космических лучей, в первую очередь, для регистрации многочастичных событий с целью поиска новых физических процессов, ответственных за их генерацию. Работы по созданию бокового координатного детектора были начаты в 1995 г. и завершены в 1999 г. Группой сотрудников (Д.А. Чернов, Э.Е. Янсон, А.А. Езубченко и А.А. Коновалов) под руководством кандидата физико-математических наук Р.П. Кокоулина было смонтировано восемь супермодулей, состоящих из восьми слоев стримерных трубок, общей площадью 70 кв. м, система крепления для которых была изготовлена А.П. Панфиловым и В.Я. Пономаревым. Стриповая система позволяет локализовать место прохождения частицы с точностью ~ 1 см по каждой координате. Электронные блоки триггирования и сбора данных ДЕКОР были разработаны К.Г. Компанийцем совместно со специалистами СНИИП Н.Н. Вонсовским и Ю.Н. Родиным. Создание уникального координатного детектора получило высокую оценку. Работа К.Г. Компанийца и Д.В. Чернова в 2001 г. была отмечена золотыми медалями РАН для молодых ученых.

Одновременно группой под руководством кандидата физико-математических наук И.И. Яшина было начато создание верхнего

координатного детектора из четырех восьмислойных супермодулей общей площадью около 45 кв. м, предназначенного для исследования структуры широких атмосферных ливней, а также проведения целого ряда прикладных наблюдений за состоянием верхних слоев атмосферы с целью изучения динамики волновых и турбулентных процессов, которые связаны с возникновением различных атмосферных аномалий естественного и техногенного происхождения. С конца 2001 г. верхние координатные детекторы работают в составе экспериментального комплекса.

Оснащение ЭК НЕВОД новыми детекторами и регистрирующими системами существенно расширило диапазон проводимых фундаментальных исследований. Это, прежде всего, исследование мюонного компонента космических лучей во всем диапазоне зенитных углов. В 2002 г. на боковом координатном детекторе ДЕКОР совместно с черенковским детектором впервые были начаты долговременные исследования групп мюонов вблизи горизонта. Было показано, что за генерацию групп большой множественности при больших зенитных углах ответственны взаимодействия первичных космических лучей с энергией выше 10^{17} эВ. Это открыло возможность исследования механизмов генерации многомюонных событий при энергиях, недоступных современным ускорителям. На ЭК НЕВОД в 2002 – 2004 гг. были проведены пионерские исследования альбедного потока мюонов на поверхности Земли, являющихся естественным фоном для нейтринных экспериментов. В 2003 – 2004 гг. впервые была получена абсолютная интенсивность потока мюонов при больших зенитных углах в диапазоне пороговых энергий 1,2 – 2 ГэВ. Основной вклад в обеспечение длительных непрерывных серий измерений на экспериментальном комплексе НЕВОД-ДЕКОР (рис. 4) внесли Р.П. Кокоулин, И.И. Яшин, Н.С. Барбашина, В.В. Шутенко, К.Г. Компаниец, В.В. Киндин, Д.А. Амельчаков, Э.Е. Янсон, Д.В. Чернов, Д.А. Роом, Д.А. Тимашков, А.Г. Богданов, Е.Я. Чепик, В.Я. Пономарев, Л.Н. Чернова и студенты, которые участвовали в дежурствах на установке во время прохождения производственной практики и выполнения учебно-исследовательских, курсовых и дипломных работ.

Экспериментальный комплекс НЕВОД постоянно развивается и совершенствуется. Модернизируются измерительные стенды, начаты работы по поэтапной замене в КСМ устаревших ФЭУ-49Б и

ФЭУ-125 на новые ФЭУ-189 и ФЭУ-200. Разрабатывается новая внутримодульная и внешняя электроника. Начаты работы по созданию вокруг ЭК НЕВОД внешней полномасштабной установки для регистрации ШАЛ. В 2004 г. в сотрудничестве с ЛЯП ОИЯИ (г. Дубна) был разработан и испытан первый счетчик для этой установки (И.И. Яшин, М.Б. Амельчаков). В 2005 г. изготовлен и проходит испытания первый кластер из четырех счетчиков. Электроника для установки ШАЛ разрабатывается в сотрудничестве с ЛЯП ОИЯИ.

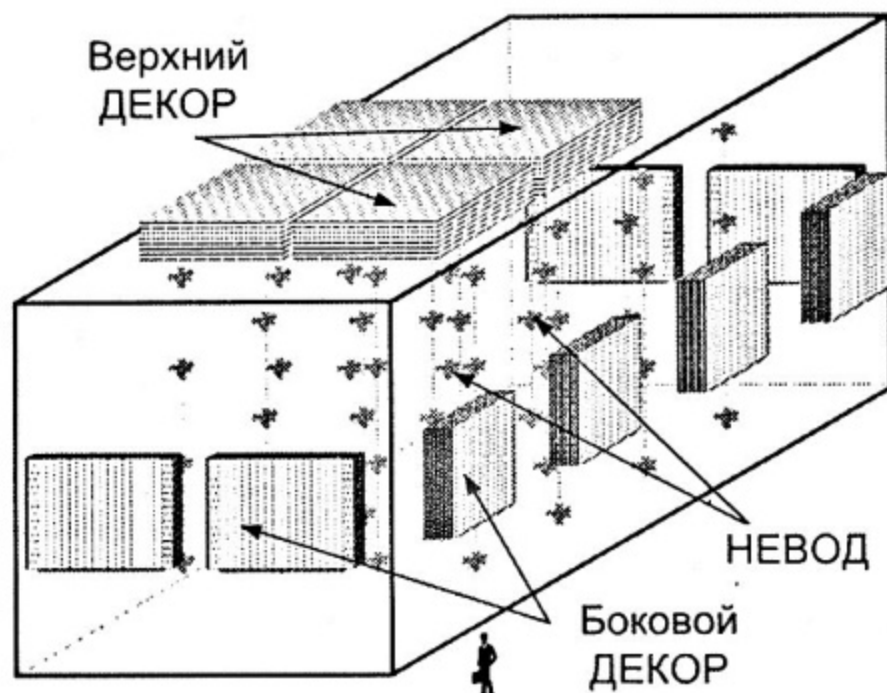


Рис. 4. Схема комплекса НЕВОД-ДЕКОР

Параллельно с созданием экспериментального комплекса НЕВОД совместно с сотрудниками Тихоокеанского океанологического института ДВНЦ АН СССР (кандидат физико-математических наук В.В. Кобылянский, Ю.М. Харламов, А.И. Мягих и др.) были начаты комплексные исследования светового фона океана, имеющие важнейшее значение для создания глубоководных черенковских детекторов. В 1981 – 1989 гг. были созданы оригинальные глубоководные детекторы черенковского излучения, с помощью которых в рамках нескольких экспедиций научно-исследовательских судов ДВНЦ АН СССР были осуществлены исследования светового фона Тихого и Индийского океанов (В.В. Борог, С.Б. Гавшин, Г.А. Потапов, В.Г. Алаькин,

В.М. Айнутдинов, И.В. Пенин, А.В. Абин и И.И. Яшин). Такие широкомасштабные исследования были проведены впервые и вызвали большой интерес научной общественности. Полученные результаты были систематизированы в книге «Световой фон океана» (под ред. А.А. Петрухина и В.И. Ильичева, Наука, 1990 г.).

Другим направлением исследований, начатых в 80-е годы, было развитие акустического метода регистрации стволов ШАЛ, а также ядерных каскадов от неупругого взаимодействия нейтрино в воде. Группой молодых сотрудников ЭК НЕВОД, выпускников каф. № 7 (А.Ю. Медведев, А.В. Павленко, М.Ю. Толстой, И.Е. Лбов, А.Г. Богданов и др.), под руководством доц. В.В.Шестакова была разработана аппаратура и впервые осуществлены в течение нескольких экспедиций (1986 – 1989 гг.) исследования спектральных и амплитудных характеристик акустических шумов горных озер (Табацкури, Иссык-Куль, Кара-Куль, Севан) в частотном диапазоне сигналов, генерируемых каскадами высоких энергий. Цель этих исследований – изучение возможности выделения акустических сигналов от стволов ШАЛ и оценка энергетического порога метода. Полученные результаты легли в основу проекта АКШАЛ – создания в высокогорном озере установки ШАЛ для исследования космических лучей сверхвысоких энергий. Для регистрации акустических сигналов от стволов ШАЛ в водном резервуаре НЕВОД была разработана гидроакустическая антенна ГИДРА, состоящая из шести гидрофонов и внешней системы регистрации и обработки информации, которая в настоящее время размещена в водном объеме детектора НЕВОД и включена на совпадение с регистрирующей системой черенковского детектора.

В это же время группа сотрудников НЕВОДа (В.В. Борог, В.В. Дронов, А.Ю. Буринский, О.М. Чугунова) приняла участие в работе по созданию крупногабаритных детекторов установки НЕПТУН для нового ускорителя УНК на 3000 ГэВ. Планировалось, что НЕПТУН будет первым экспериментом на УНК по рассеянию протонов сверхвысоких энергий на поляризованной водородной мишени. Этот проект включал в себя много различных детекторов, одним из которых являлся трековый детектор жестких мюонов, прошедших через толщу железного фильтра. МИФИ было поручено разработать проект этого мюонного детектора, сделать опытный образец, провести его испытание и калибровку.

При разработке мюонного детектора большой площади с высоким разрешением для ускорителя подспудно вынашивалась идея – применить детектор (годоскоп) такого типа в космических лучах для решения задач солнечно-земной физики. В декабре 1989 г. на выездной сессии Совета «Солнце-Земля» (г. Апатиты) был доложен проект мюонного годоскопа-томографа площадью $3 \times 3 \text{ м}^2$ (В.В. Борог). Совет одобрил проект и рекомендовал его к реализации. Аппаратура включает две пары координатных плоскостей (XY) и обладает угловым разрешением 1 – 2 градуса, а большая светосила охватывает практически всю видимую часть неба. Одновременно можно регистрировать мюоны высоких энергий в виде одноминутных снимков-матриц с 65025 различных пространственных направлений. За сутки получается последовательность 1440 снимков, включающих Солнце, Луну, гелиосферу, магнитосферу и атмосферу Земли в «мюонном свете». Размещение годоскопа на наклоняемой раме позволяет дополнительно производить настройку на определенную область пространства.

Создание мюонного годоскопа осуществлялось при поддержке Института физики высоких энергий, где были изготовлены трехметровые сцинтилляционные счетчики и необходимая электроника. После завершения этих работ и запуска годоскопа ТЕМП (рис. 5) в эксплуатацию он был в 1996 г. включен в Перечень уникальных установок Минпромнауки РФ (рег. № 06-11).



Рис. 5. Мюонный годоскоп ТЕМП

Мюонный годоскоп позволил по-новому подойти к решению различного класса задач солнечно-земной физики и мониторинга окружающей среды: от изучения высокоэнергичных солнечных вспышек (например 14.07.2000 г., «День Бастилии») с энергиями протонов больше 30 ГэВ и патрулирования солнечной погоды (слежение за перемещением в межпланетном магнитном поле высокоэнергичных корональных выбросов массы из Солнца в направлении Земли) до непрерывного мониторинга процессов, происходящих в атмосфере Земли на разных высотах, вплоть до стратосферы (около 20 км), над регионом Москвы на площади более 1000 кв. км.

Двумерные «снимки» позволяют видеть картину волнового поля в пространстве, следить за ее динамикой во времени. Впервые удалось провести астрофизическую калибровку аппаратуры в потоке протонов первичного космического излучения при умеренной энергии (около 30 ГэВ) по регистрации тени Луны. В матричных данных (снимках) многонаправленной интенсивности удается обнаружить ячейки с недостачей частиц, за счет поглощения Луной (угловой размер менее 0,5 градуса). При этом, траектории заряженных частиц лежат не на прямой Луна – Земля (как обычно в экспериментах при сверхвысоких энергиях), а пространственно искривлены в магнитном поле Земли в пределах 20 – 40 градусов.

Установка чувствует «созревание» отдаленных гроз на стадии их формирования (по регистрации волн в стратосфере, возникающих от турбулентного потока воздуха в месте накопления энергии грозы и быстро распространяющихся на большие расстояния), когда методы классической метеорологии оказываются неэффективными. Мюонный годоскоп-томограф впервые позволил решать часть задач на новом методическом уровне, недоступном для установок, измеряющих интегральный поток частиц (типа нейтронных мониторов, или секционных мюонных телескопов). Лишь недавно в мире появились аналоги такой установки.

Создание на ЭК НЕВОД координатных детекторов большой площади с высокими угловыми и пространственными точностями открыло новые возможности этих исследований. Прежде всего, это изучение активных процессов в атмосфере и магнитосфере Земли и в гелиосфере на основе регистрируемых с помощью широкоапертурного координатного детектора-годоскопа пространственно-временных вариаций потока мюонов на поверхности Земли. Эти

исследования являются продолжением экспериментальных работ, начатых на установке «Темп», и ставят своей целью разработку методов мюонной диагностики процессов модуляции космических лучей как локального атмосферного характера, так и глобальных процессов, связанных с активностью Солнца.

Для проведения этих экспериментов при поддержке Правительства Москвы и Московского комитета по науке и технологиям на базе супермодулей верхнего координатного детектора ДЕКОР создается регистрирующая система «УРАГАН», способная непрерывно в режиме реального времени в условиях высокой загрузки (около 2000 Гц) регистрировать и обрабатывать экспериментальную информацию и восстанавливать направление каждого мюона, пересекающего рабочую площадь детектора (И.И. Яшин, К.Г. Компаниец, В.В. Шутенко). При создании этой установки совместно со специалистами НПФ «ФОРМ», г. Москва была разработана специализированная двухканальная микросхема F4040 (дискриминатор – формирователь – одновибратор), по своим характеристикам не уступающая аналогичной микросхеме фирмы LeCroy, применяющейся в регистрирующей системе, поставленной итальянскими участниками проекта ДЕКОР. На базе этой микросхемы были разработаны и изготовлены в ГНЦ ИФВЭ (г. Протвино) платы быстрого считывания для стримерных камер установки УРАГАН. В 2005 г. на первом супермодуле установки УРАГАН начата отработка методики регистрации и анализа вариаций потока мюонов. Полная конфигурация детектора будет включать четыре супермодуля общей площадью 45 кв. м. Параллельно с созданием уникальной регистрирующей системы установки УРАГАН Н.С. Барбашиной, Д.А. Тимашковым и В.В. Шутенко были начаты работы по разработке новых математических методов анализа пространственно-временных матриц на основе вейвлет-преобразований. Такой подход позволяет одновременно получать информацию как о частотных характеристиках скрытых сигналов, так и о динамике развития нестационарных возмущений.

Другим направлением прикладных разработок, осуществляемых на ЭК НЕВОД, является создание и внедрение измерительных автоматизированных стендов для тестирования временных и спектральных характеристик крупногабаритных фотоумножителей. Два идентичных стенда, созданных в МИФИ (И.И. Яшин,

М.Б. Амельчаков, В.В. Шутенко), были внедрены в ЦНИИ «Электрон» (г. С.-Петербург) и ОАО «Новосибирский завод «ЭКРАН»», где с их помощью были разработаны два новых типа фотоумножителей с большим диаметром фотокатодов ФЭУ-189 и ФЭУ-200, которые призваны заменить устаревшие ФЭУ-49 и ФЭУ-125. Комплексные исследования этих ФЭУ в составе измерительных модулей в детекторе НЕВОД показали соответствие их параметров лучшим зарубежным аналогам. ФЭУ-189 был экспонирован на Ганноверской международной выставке 2002 г. и получил хорошие отзывы специалистов.

Уникальный опыт, накопленный коллективом ЭК НЕВОД при создании и эксплуатации такого сложного многофункционального экспериментального комплекса, широко используется в других крупных экспериментах как в России, так и за рубежом. Во время визита в 1997 г. на ЭК НЕВОД лидеров международной коллаборации «Обсерватория Пьер Оже» лауреата Нобелевской премии профессора Дж. Кронина (США) и профессора М. Боратава (Франция) было начато многолетнее сотрудничество в рамках этого одного из самых впечатляющих проектов современности. На НЕВОДе были разработаны основные элементы Front-End электроники для поверхностных детекторов Обсерватории, а также создана и внедрена система мониторинга наземных черенковских водных детекторов (А.М. Айнутдинов, И.И. Яшин, К.Г. Компаниец, В.В. Шутенко, Д.А. Роом и др.). Эти работы выполнялись с активным участием А.Н. Архипкина и В.В. Архипкиной (завод «Тензор», Микротехнология) и Н.Н. Вонсовского (СНИИП «АУНИС»). На ЭК НЕВОД был создан полномасштабный прототип поверхностного детектора «Обсерватории Пьер Оже» (рис. 6), на котором тестировались все разработанные электронные системы. Дипломная работа С.Ю. Матвеева «Исследование прототипа водного черенковского детектора наземной установки Обсерватории Пьер Оже» была отмечена медалью в конкурсе на лучшую студенческую работу, проводимом Минобразования РФ в 2003 г. В 2004 г. сотрудники НЕВОДа принимали участие в развертывании поверхностных детекторов Обсерватории.

Успешное сотрудничество сложилось с Баксанской нейтринной обсерваторией ИЯИ РАН, где сотрудниками НЕВОДа и Подземного скинтилляционного телескопа была разработана (при решающем

вкладе К.Г. Компанийца), изготовлена и внедрена новая электронная система амплитудного анализа на 3200 каналов регистрации. На экспедиционной основе сотрудниками ЭК НЕВОД, при самом активном участии аспирантов и студентов каф. № 7, с 2000 по 2004 гг. были протестированы, отремонтированы и налажены 3200 амплитудных каналов ПСТ, что позволило начать уникальный эксперимент по поиску новых физических процессов, приводящих к генерации мюонов сверхвысоких энергий.

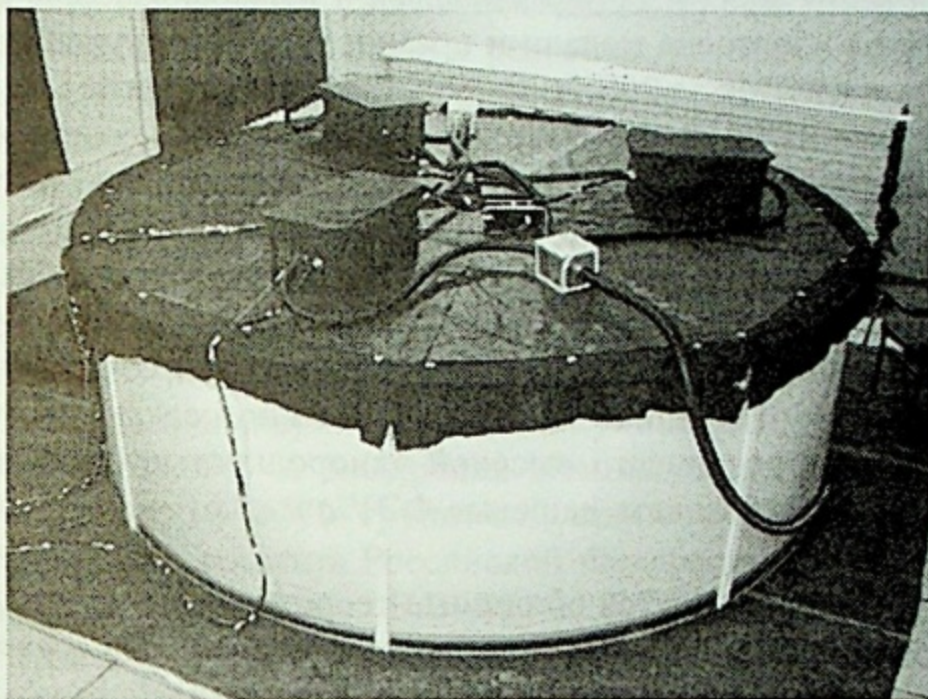


Рис. 6. Прототип поверхностного детектора «Обсерватории Пьер Оже»

Не менее плодотворное сотрудничество осуществляется с ГНЦ ИФВЭ (г. Протвино), где на Большом жидкоаргоновом спектрометре (БАРСе), не имеющем аналогов в мире, проводятся эксперименты по исследованию энергетических и пространственных характеристик мюонной компоненты космических лучей под большими зенитными углами. На БАРСе в 1995 – 1998 гг. были проведены совместные исследования энергетического спектра мюонов методом «парметра», теория которого была разработана А.А. Петрухиным и Р.П. Кокоулиным. Теоретические аспекты и экспериментальные результаты применения метода парметра были систематизированы в докторской диссертации Р.П. Кокоулина. В экспериментах на БАРСе получены также уникальные данные по

прямому рождению мюонных пар мюонами космических лучей (Р.П. Кокоулин, М.А. Резников, Э.Е. Янсон, О.С. Золина, Т.М. Кирина и др.). Исследования на БАРСе проходили при активном участии студентов МИФИ. Дипломная работа М.А.Резникова, посвященная разработке методов анализа и фильтрации данных БАРСа, была удостоена медали Всероссийского конкурса на лучшую научную работу студентов, проводимого Минобразования РФ, за 1997 г., а работа студентки 5-го курса О.С.Золиной «Наблюдение прямого образования мюонных пар мюонами в жидкоаргоновом калориметре» была удостоена медали и премии РАН в конкурсе молодых ученых и студентов за 2001 г. В 1998 г. к экспериментам на БАРСе подключился ИЯИ РАН. Вокруг БАРСа была смонтирована небольшая установка ШАЛ из восьми счетчиков. В настоящее время в рамках сложившегося сотрудничества создается новый комплекс, включающий, кроме детектора БАРС, полномасштабную установку для регистрации ШАЛ. Для этой установки сотрудниками НЕВОДа (Р.П. Кокоулин, Э.Е. Янсон, Н. Прокопенко и др.) совместно с сотрудниками ИФВЭ был создан новый тип многосекционного счетчика частиц, обладающего высокой однородностью отклика и позволяющего использовать дешевые ФЭУ с малым диаметром фотокатода.

На ЭК НЕВОД ведутся обширные теоретические работы, включающие исследования процессов прохождения космических лучей через атмосферу, процессов генерации и взаимодействия мюонов высоких энергий. В частности, были получены аналитические формулы для сечений основных процессов взаимодействия мюонов: тормозного излучения, образования электрон-позитронных пар, неупругого рассеяния (А.А. Петрухин, В.В. Шестаков, Р.П. Кокоулин, В.В. Борог). Последний процесс (неупругое рассеяние) был дополнительно исследован в работах А.А. Петрухина и Д.А. Тимашкова, в которых предложен новый подход к вычислению структурных функций протона и получено сечение неупругого рассеяния лептонов на ядрах для всей кинематически разрешенной области. В проведении этих теоретических исследований принимал участие профессор кафедры № 32 С.Р. Кельнер. За цикл работ «Исследование неупругого рассеяния заряженных лептонов на ядрах» сотрудник ЭК НЕВОД Д.А. Тимашков в 2004 г. получил медаль РАН по итогам конкурса для молодых ученых в области ядерной

физики. Сотрудники ЭК НЕВОД привлекаются международными коллаборациями для разработки и проверки широко используемых программных пакетов: GEANT-4 (Р.П. Кокоулин), CORSIKA (А.Г. Богданов).

Создание ЭК НЕВОД с самого начала проходило с широким участием студентов и аспирантов МИФИ, разработки которых были использованы в различных системах комплекса. После запуска основных экспериментальных установок и испытательных стендов возможности проведения учебно-исследовательских работ и практической подготовки студентов в реальных условиях физического эксперимента существенно расширились и экспериментальный комплекс фактически превратился в учебно-исследовательский, в рамках которого студенты старших курсов получают первые навыки выполнения серьезных научных исследований. Отличительной особенностью нового подхода явилось органичное соединение обучения студентов и их исследовательской деятельности в рамках единого учебно-познавательного процесса, осуществляемого в условиях реального эксперимента на базе уникальных установках. В 1998 г. за создание и внедрение комплекса «Учебно-исследовательский центр НЕВОД» группа ведущих сотрудников была удостоена премии Президента Российской Федерации в области образования (В.М. Айнутдинов, В.В. Борог, Р.П. Кокоулин, А.А. Петрухин, В.В. Шестаков, И.И. Яшин). В организацию учебного процесса и руководство студенческими работами большой вклад вносят также Н.С. Барбашина, Д.А. Тимашков, В.В. Шутенко, А.Г. Богданов, М.Б. Амельчаков, К.Г. Компаниец, В.В. Киндин, Э.Е. Янсон, Д.А. Роом, О.С. Матвеева, А.В. Шалабаева, Т.М. Кирина, А.Н. Дмитриева, Е.Я. Чепик, Л.Н. Чернова. В рамках УИЦ НЕВОД ежегодно проходят производственную практику и выполняют учебно-исследовательские, курсовые и дипломные работы 15 – 20 студентов кафедры № 7, Высшей школы физиков и Колледжа МИФИ.

Идеи, отработанные в УИЦ НЕВОД, легли в основу созданного в 1999 г. в рамках Федеральной целевой программы «Интеграция» Учебно-научного центра фундаментальных свойств материи (УНЦ ФСМ). Организаторами УНЦ ФСМ являются: МИФИ; Новосибирский государственный университет; ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН; ИЯИ РАН; ГНЦ ИФВЭ; ГНЦ ИТЭФ. Функции головной ор-

ганизации выполняет ЭК НЕВОД (А.А. Петрухин, Н.С. Барбашина). Межрегиональный характер УНЦ ФСМ позволяет, с одной стороны, вырабатывать единые подходы к обучению студентов по новым технологиям, а с другой – учитывать специфику обучения, обусловленную особенностями данного региона. В этой связи одной из важнейших задач УНЦ ФСМ является расширение межрегионального обмена идеями, методиками, учебно-методическими материалами и опытом практической подготовки специалистов-физиков в процессе проведения НИР. Чтобы предоставить возможность участия в таком межрегиональном обмене студентам и аспирантам была организована Баксанская молодежная школа экспериментальной и теоретической физики (БМШ ЭТФ).

Идея организации БМШ ЭТФ была предложена профессором МИФИ А.А. Петрухиным, который является научным руководителем школы, поддержана деканом Физического факультета Кабардино-Балкарского государственного университета (КБГУ) профессором М.Х. Хоконовым и получила одобрение руководства обоих университетов и Баксанской нейтринной обсерватории (БНО). Значительный вклад в организацию и проведение молодежной школы вносят сотрудники Экспериментального комплекса НЕВОД: Н.С. Барбашина (ученый секретарь БМШ ЭТФ и ответственный редактор сборников трудов), И.И. Яшин, Э.Е. Янсон, Ю.Н. Иванова, доцент кафедры микро- и космофизики В.В. Шестаков.

Цель создания БМШ ЭТФ – преодоление разрыва между содержанием преподавания в вузах и передним краем научных исследований, который особенно остро ощущается в современной физике. Наиболее тяжелая ситуация сложилась в экспериментальной физике, для развития которой требуется серьезное финансовое обеспечение. Баксанская нейтринная обсерватория – одно из немногих мест, где исследования фундаментальных свойств материи продолжают на мировом уровне. Поэтому организация БМШ ЭТФ на горной базе КБГУ, расположенной в живописном районе Приэльбрусья у входа в ущелье Адыл-Су в 5 км от БНО и в 10 км от г. Эльбрус, предоставляет участникам школы прекрасные возможности не только послушать лекции известных ученых, самим выступить с докладами и почувствовать атмосферу научных дискуссий, но и посетить уникальные научные установки БНО, подышать свежим воздухом и воочию увидеть величие Кавказских гор.

По четным годам школа проходит самостоятельно, а по нечетным – совместно с международной школой «Частицы и космология», проводимой в том же Баксанском ущелье. Программы обеих школ согласуются, студенты и аспиранты получают уникальную возможность принять участие в работе международной школы с более высоким уровнем лекций и докладов, читаемых к тому же на английском языке. На это обычно отводится около половины всего времени работы БМШ ЭТФ, а вторая половина отдается в основном на доклады студентов и аспирантов. При этом всячески стимулируется активное участие слушателей в обсуждении докладов.

Естественно, во время проведения школ организуются экскурсии на Эльбрус – высочайшую вершину Европы, со склонов которой открывается величественная панорама Главного Кавказского хребта (рис. 7), а также на гору Чегет, которая является колыбелью массового горнолыжного спорта в Приэльбрусье. Если позволяет погода, организовываются и пешие походы в ущелье Адыл-Су.



Рис. 7. Участники БМШ ЭТФ -2003 на склоне г. Эльбрус (высота 3500 м)

В 2005 г. прошла уже 6-я Баксанская молодежная школа экспериментальной и теоретической физики. Состав участников школы все время расширяется, в ее работе принимают участие студенты и аспиранты из МИФИ, КБГУ, РГУ, МГУ, МФТИ, ВГУ (ОИЯИ), а также и СпбГУ. В качестве лекторов приглашаются профессора и научные сотрудники, активно участвующие в исследованиях по экспериментальной и теоретической физике. Среди них представители МИФИ, КБГУ, Института ядерных исследований, Баксанской нейтринной обсерватории, Института прикладной математики, Объединенного института ядерных исследований, Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга, ИЗМИРАН, государственных научных центров «Институт физики высоких энергий» и «Институт теоретической и экспериментальной физики» и других организаций.

Отбор студентов и аспирантов для участия в БМШ ЭТФ проводится на конкурсной основе. В МИФИ это в основном студенты 4 – 5 курсов кафедры микро- и космофизики, выполняющие учебно-исследовательские работы и курсовые проекты по соответствующей тематике. При этом в первую очередь учитывается значимость полученных результатов и возможность их представления в качестве докладов на БМШ ЭТФ. Для большинства студентов – участников Школы – это, как правило, первая возможность представить научный доклад и поучаствовать в последующих дискуссиях, так как одной из важных задач школы является развитие творческой активности будущих специалистов-физиков.

Ежегодно по результатам работы школы публикуются труды, в которые включаются доклады, представленные студентами и аспирантами, а также лекции, прочитанные ведущими профессорами и преподавателями высших учебных заведений и научными работниками академических институтов. Сборники лекций, как правило, рекомендуются Учебно-методическим советом по физике УМО университетов России в качестве учебного пособия для студентов физических специальностей высших учебных заведений.

А.А. Петрухин

ШКОЛЫ ПО ФИЗИКЕ ЯДРА И ЧАСТИЦ

С 1973 по 1991 г. на базе СОЛ «Волга», расположенного в живописном месте на берегу Волги в Калининской (ныне Тверской) области, в сотрудничестве с ФИАН проводились Всесоюзные летние школы по ядерной физике. Их поочередно проводили кафедра теоретической ядерной физики (№ 32), кафедра физики реакторов (№ 5) и наша – экспериментальной ядерной физики (№ 7). Пять проводимых нами школ (1975, 1978, 1981, 1984 и 1987 гг.) по своей тематике были посвящены актуальным проблемам фундаментальной физики. Председателем оргкомитета школы был профессор Б.А. Долгошеин. Лекторами приглашались крупные ученые из основных научных центров Союза – академики А.М. Балдин (ОИЯИ), А.Н. Скринский (СО АН), Л.Б. Окунь (ИТЭФ), профессора В.С. Кафтанов (ИТЭФ), Л.Г. Ландсберг (ИТЭФ), ведущие ученые нашей кафедры и кафедры ТЯФ – В.Г. Кириллов-Угрюмов, Б.А. Долгошеин, А.М. Гальпер, И.Ю. Кобзарев, Ю.П. Никитин, Е.Д. Жижин, Б.И. Лучков, С.В. Сомов и многие другие. Выступали с лекциями и иностранные специалисты.

Слушателями, участниками школ были молодые специалисты и аспиранты со всего Союза, в основном экспериментаторы, занимающиеся вопросами фундаментальной физики. Хорошей традицией, которая никогда не нарушалась, было издание к началу занятий конспекта лекций, что помогало слушателям лучше усвоить излагаемый материал и использовать его в дальнейшей работе.

Важно отметить, что школы пришлись на период бурного развития физики частиц, когда были сделаны важнейшие открытия, во многом определившие современное представление о микромире и Вселенной. В эти годы окончательно сформировались представления о кварковой структуре сильно взаимодействующих частиц (открытие четвертого s -кварка (1974 г.) и последовавшее изучение «очарованных» частиц, пятого b -кварка (1977 г.) и серии мезонных и барионных резонансов). Не менее важным «потрясением» тех лет стало открытие переносчиков слабого взаимодействия – тяжелых векторных бозонов и торжества электрослабой теории Вайнберга – Салама и экспериментальное исследование ее многочисленных следствий.

Результаты экспериментальных и теоретических исследований, связанные с этими мировыми открытиями, и были предметом лекций, прочитанных людьми, которые сами принимали активное участие в исследованиях и могли донести их значение до молодых, только начинающих ученых.

Тематика школ была намного шире официального названия – она включала и астрофизические исследования (лекции по ближайшему космосу и гамма-астрономии), вопросы космологии, реликтового излучения, солнечных нейтрино.

Лекции удачно сочетались со спортивными играми, водными лыжами, рыбалкой, отдыхом на прекрасных волжских пляжах и в окружающих сосновых лесах.

Огромное спасибо от всех лекторов и слушателей учредителям летних школ по физике – профессору И.С. Шапиро, бывшему заведующему кафедрой теоретической ядерной физики В.М. Галицкому, в тот период ректору МИФИ В.Г. Кириллову-Угрюмову.

В.П. Протасов

МИФИ В КОСМОСЕ

Через несколько лет после запуска первого искусственного спутника Земли возможности космической техники уже позволяли выносить достаточно сложную научную аппаратуру за пределы атмосферы и проводить исследования космического излучения в его первоизданном, неискаженном атмосферой виде. Естественно, такую возможность нельзя было упустить, и сотрудники Проблемной лаборатории кафедры, занимавшиеся много лет изучением космических лучей и элементарных частиц (в частности, на высокогорной станции Арагац в Армении), взяли ориентацию на космос. Имея за плечами опыт создания научной аппаратуры, группа Проблемной лаборатории, руководимая профессором В.Г. Кирилловым-Угрюмовым, довольно быстро разработала ряд приборов, способных выделять отдельные частицы, идентифицировать, измерять их энергию и направление прихода. Была использована техника широкозональных искровых камер, «открытых» незадолго перед этим в МИФИ и только начинавших внедряться в физический эксперимент. На этой аппаратуре в 1966 г. начались исследования на высотных аэростатах, доставлявших приборы в верхние слои атмосферы, и параллельно шла подготовка экспериментов на космических аппаратах. Измерения на аэростатах, помимо новых результатов, дали хороший способ «обкатки» аппаратуры в условиях, близких к космическому полету. Основные направления исследований – гамма-астрономия, новая развивающаяся ветвь астрофизики, и исследование околоземного космического пространства, в частности потоков электронов, протонов и ядер. Заряженные частицы и гамма-излучение полностью поглощаются земной атмосферой, так что такие исследования можно проводить только на высотных аэростатах, достигающих края атмосферы, и на ИСЗ, за ее пределами. Непосредственным руководителем работ был профессор А.М. Гальпер, исполнителями – Б.И. Лучков, В.В. Дмитренко, Ю.Д. Котов, Ю.В. Озеров, С.А. Воронов, Ю.Т. Юркин, В.Н. Юров и другие.

В течение 20 лет проводились экспедиции на полигоны по запуску аэростатов – Вольск, Согра, Ключи (Камчатка), Хайдарабад (Индия). Романтика поиска, приобщение к новому загадочному миру космоса – и напряженный труд по созданию все более совершенных приборов, выдерживающих перегрузки, способных работать в автономном режиме. И долгая тщательная обработка фотопленок, прибывших в помятых, обожженных Солнцем контейнерах. Были и

удачные старты, принесшие новые результаты, и «проколы» (падение аэростата в море, в тайгу, потеря аппаратуры). Огромную помощь оказали нам руководители полетов – полковник Г. Полухин, майор Ф. Лаврухин и многие другие. Не забыть нашего В. Матвеева, вечного участника спасательных работ по доставке приборов.

В 1968 г. был осуществлен первый выход нашей аппаратуры в космическое пространство на ИСЗ «Космос-251». Он явился и первым в мире полетом гамма-телескопа с высоким угловым разрешением на космическом аппарате. В 1969 г. еще два гамма-телескопа работали на спутниках «Космос-264» и «Космос-280». В этом же году впервые был проведен многосуточный полет научной аппаратуры на высотном аэростате от Камчатки до Волги.

В 1971 г. в СССР был осуществлен запуск первой орбитальной станции «Салют-1». В составе научной аппаратуры был гамма-телескоп АННА, прототипы которого прошли испытания на высотных аэростатах и спутниках серии «Космос». С тех пор практически на всех долговременных станциях (Салют-6, Салют-7, Мир) сотрудниками кафедры проводились и сейчас продолжают на МКС исследования космического излучения. Более десятка приборов были изготовлены для этих экспериментов, в том числе первый в мире магнитный спектрометр электронов, позитронов и протонов «Мария», спектрометр гамма-квантов «Ксения», проработавшие на станции «Мир» более 10 лет, многокристальный гамма-спектрометр «Таурус». Многие космонавты приняли участие в проводимых нами экспериментах, среди них А.П. Александров, Н.Н. Рукавишников, С.В. Авдеев, Ю.М. Батурин. Как известно, Н. Рукавишников – выпускник нашего института, а С. Авдеев – выпускник и аспирант нашей кафедры. Вместе с Ю.М. Батуриным, в настоящее время заведующий кафедрой МИФИ, все трое – наши посланцы в космосе.

В 1972 г. Президиум АН СССР создал Совет по внеатмосферной астрономии и принял программу развития гамма-астрономических исследований. В рамках этой программы в 1976 – 92 гг. был осуществлен международный проект «Гамма-1», ведущую роль в котором сыграла космофизическая группа МИФИ. За два года на борту беспилотной орбитальной станции телескоп «Гамма-1» выполнил большой объем наблюдений дискретных галактических источников, потоков заряженных космических частиц и провел пионерские исследования гамма-излучения солнечных вспышек.

Космофизические исследования, проводимые на кафедре, продолжают уже 40 лет. Десятки уникальных приборов, изготовленных в институте, побывали в космосе. Были использованы все доступные типы космических аппаратов («Космос», «Метеор», «Ресурс», обсерватории «Гамма», «Коронас», долговременные орбитальные станции). Важнейшими научными результатами стали:

- открытие в околоземном пространстве стабильного пояса высокоэнергичных электронов (> 20 МэВ), составляющего важный компонент радиационного пояса Земли;

- обнаружение высыпаний высокоэнергичных частиц из радиационного пояса, обусловленных магнитными возмущениями и земными сейсмическими процессами, что может быть использовано для прогноза землетрясений;

- открытие и исследование первых дискретных источников гамма-излучения (Лебедь X-3, Геркулес X-3, пульсары Вела и Краб);

- исследование явления «световых вспышек» в глазах космонавтов (осложняющих работу в космосе), связанного, как было показано, с прохождением космических ядер с зарядом $Z > 2$ через органы зрения;

- открытие высокоэнергичного гамма-излучения (> 30 МэВ) солнечных вспышек, свидетельствующего об ускорении электронов и протонов во время вспышки до энергий в десятки ГэВ. Показано, что ускорение частиц, их удержание в магнитной ловушке в солнечной короне и генерация гамма-излучения могут продолжаться в течение часов.

МИФИ, а точнее космофизический отдел нашей кафедры, проводил в содружестве с Крымской астрофизической обсерваторией, Ленинградским физико-техническим институтом и другими научными институтами Всесоюзные семинары по гамма-астрономии. Они проходили на базе организаций, участвующих в подобных исследованиях: КрАО (1977, 1979), Москва (ФИАН, 1981), Тбилиси (1983), Ольгино (1985), Ташкент (1986), Баку (1987), КрАО (1989), Звенигород (1991). Заслушивались обзорные доклады и оригинальные сообщения. Обычное число участников около 50 человек.

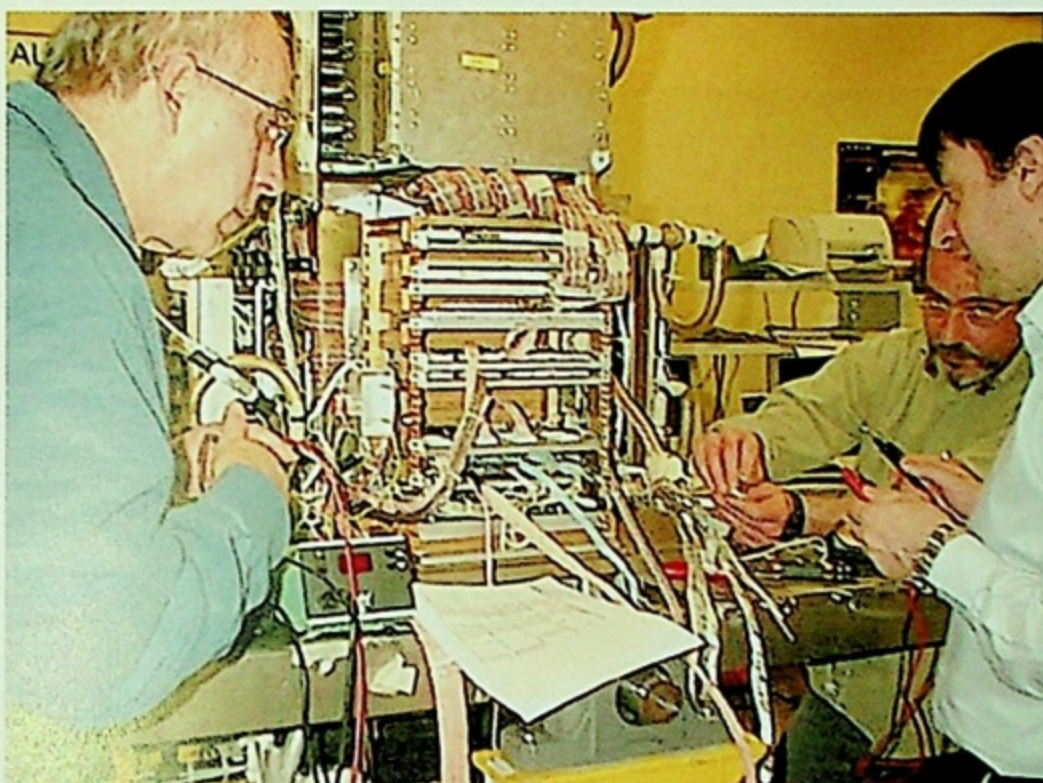
Работы по гамма-астрономии были отмечены премией Минобразования в области фундаментальных исследований. Государственные награды получили А.М. Гальпер, В.В. Дмитренко, В.М. Грачев, А. Моисеев.

По результатам космофизических исследований были защищены десятки кандидатских диссертаций и пять докторских. Было выполнено большое число студенческих дипломных работ. Многие выпускники кафедр, участвовавшие в космофизических исследованиях, сейчас продолжают работу по изучению космоса в научно-исследовательских институтах страны. Некоторые из них стали известными учеными.

В настоящее время три специальных подразделения МИФИ проводят исследования в космосе: Институт астрофизики (руководитель Ю.Д. Котов), Институт космофизики, в который входят сотрудники кафедр № 6, 7, 11, 40 (руководитель А.М. Гальпер), и Институт радиационной физики (руководитель С.В. Авдеев). Наступление на космос ведется широким фронтом. Осуществляется проект «Коронас-Фотон» по исследованию процессов ускорения электронов и ядер во время солнечных вспышек. Близка к завершению подготовка российско-итальянского проекта «Рим-Памелла», направленного на поиск антиматерии и скрытой массы во Вселенной. Выполняется программа «Прогноз землетрясений из космоса». На основе научных исследований проводится целенаправленная подготовка специалистов для работы в научных и технических организациях ракетно-космического комплекса. Участие наших ученых в международных космических программах – это знак признания больших достижений МИФИ в исследовании и освоении космического пространства.

Этому способствовала успешная работа на орбитальных станциях наших космонавтов – Н.Н. Рукавишникова, С.В. Авдеева, Ю.М. Батурина. Н.Н. Рукавишников совершил три полета в космос и провел работу космонавта-исследователя на станциях. С.В. Авдеев, тоже в качестве космонавта-исследователя, участвовал в трех экспедициях на станции «Мир» и стал рекордным долгожителем «космического дома» (747 дней суммарного пребывания в космосе). Лишь недавно его рекорд был перекрыт космонавтом С. Крикалевым (август 2005 г.). Ю.М. Батурин, выпускник МФТИ и мифист по настоящей работе в нашем институте (заведующий кафедрой «Космическое право»), дважды побывал в космосе и показал блестящую работу исследователя во время коротких экспедиций на «Мир» и российский сегмент МКС.

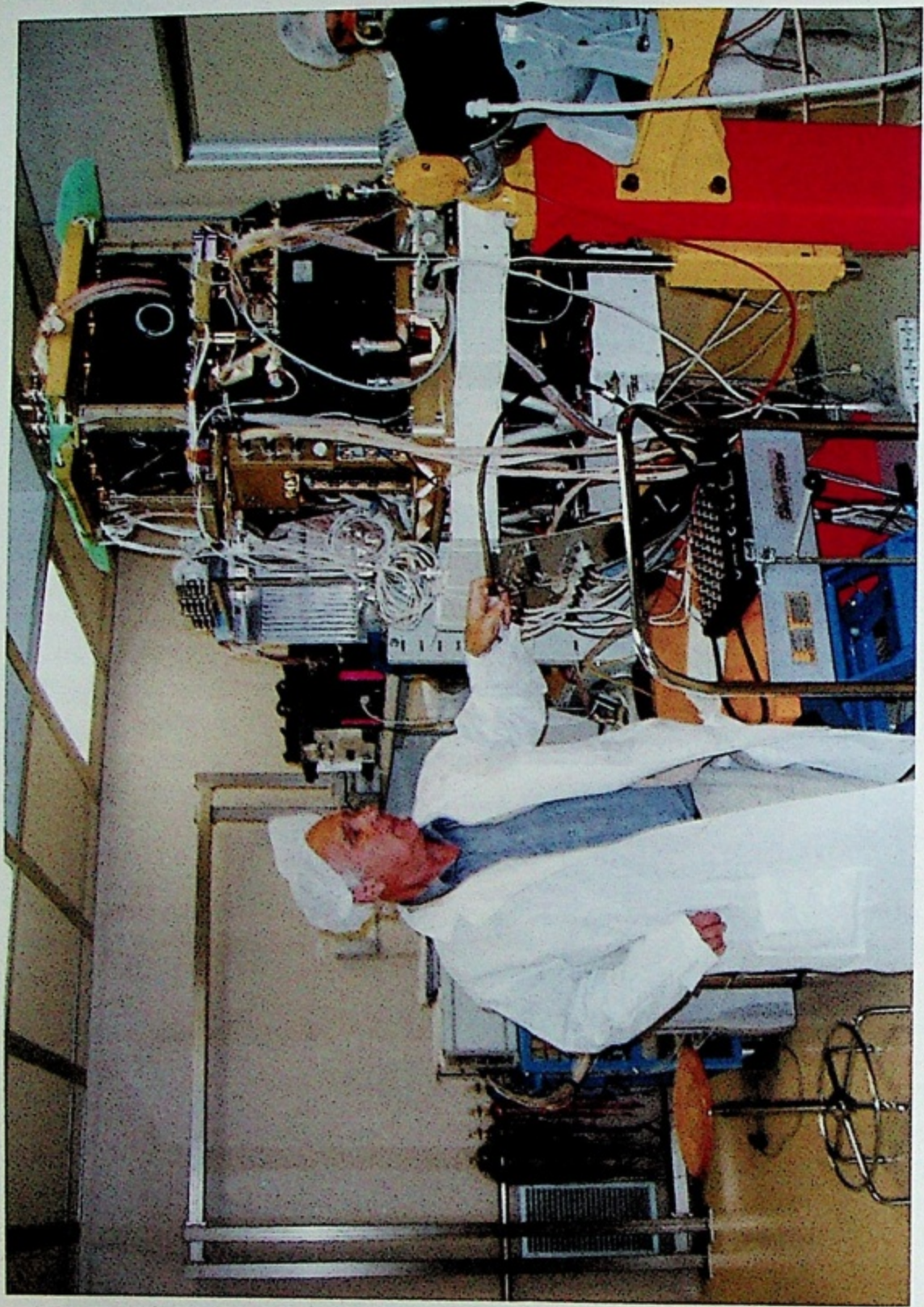
А. Гальпер, Ю. Котов, Б. Лучков



Работа с детектором ПАМЕЛА (Россия-Италия)



Профессор С.А. Воронов и его детище ПАМЕЛА



Калибровка детектора ПАМЕЛА (Италия, 2005)



Мэр Москвы Ю.М. Лужков и ректор Б.Н. Оныкий в Институте астрофизики



Институт астрофизики МИФИ в полном составе



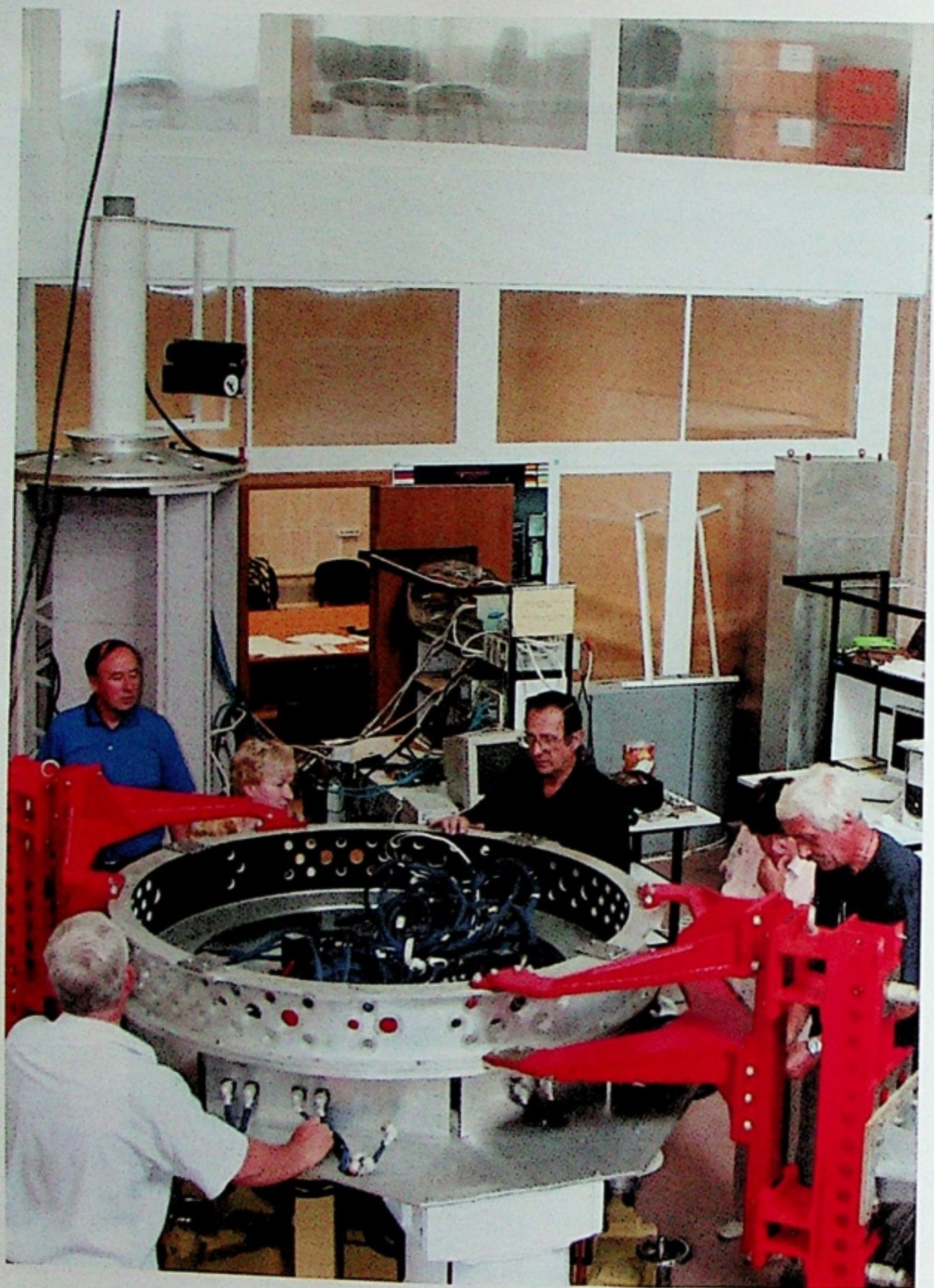
*Директор Института астрофизики МИФИ, руководитель эксперимента
КОРОНАС-ФОТОН Ю.Д. Котов*



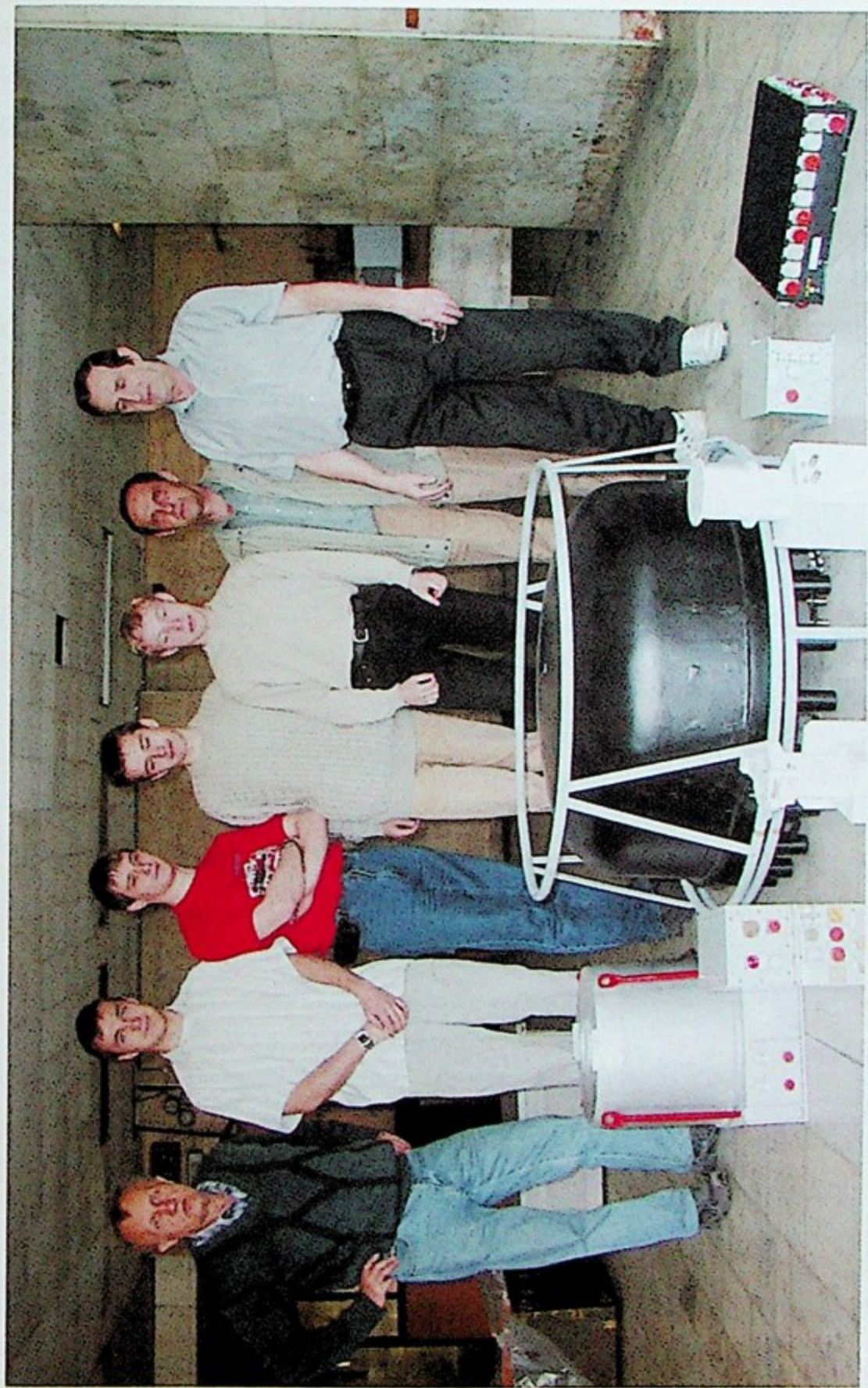
*Рабочее совещание:
космонавт С.В. Авдеев, директор Института космифизики А.М. Гальер и другие*



*Сотрудничество РИМ (Россия – Италия).
Среди участников А.М. Гальпер, С.А. Воронов, С.В. Колдашов, П.Ю. Наумов*



Сборка детектора «Наталья»



Космический детектор «Наталья» и его создатели



Зам. зав. кафедрой А.В. Попов и его УИРовцы



Профессор В.В. Дмитренко и профессор С.Е. Улин с сотрудниками



*Преподаватель А.И. Фесенко и сотрудники учебной лаборатории
с группой студентов из республики Мьянма*



Приемка космического детектора (Италия, 2005)



Лауреаты премии Президента Российской Федерации в области образования за 1998 год:
В.М. Айнутдинов, В.В. Борог, Р.П. Кокоулин, А.А. Петрухин, И.И. Яшин, В.В. Шестаков в
Кремле при получении премии



*Участники 6-й Баксанской молодежной школы экспериментальной и теоретической физики,
организованной сотрудниками ЭК НЕВОД (апрель 2005 года)*



*Ракета со спутником, несущим прибор МИФИ,
на стартовой площадке (Байконур, 2005)*



Новогодние феи Института астрофизики (2004)

ОТДЕЛ ПРИКЛАДНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

В 1957 г. на кафедру ЭЯФ с кафедры № 4 был переведен молодой профессор-совместитель, доктор физико-математических наук Виталий Иосифович Гольданский, проработавший к этому времени более пяти лет в ФИАНе по физике взаимодействия быстрых нейтронов с ядрами.

В эти годы большой практический интерес представляла проблема наработки ядерного горючего, прежде всего плутония, при облучении естественного урана пучками частиц высокой энергии. Проблема получила название «электроядерный бридинг» или в просторечии – «электрояд». Эту задачу Виталий Иосифович принес с собой в МИФИ. В течение двух последующих десятилетий он являлся научным руководителем небольшой группы сотрудников кафедры, занятых проблемой «электрояда», проводивших эксперименты на ускорителе ОИЯИ (Дубна). В состав группы входили: Б.А. Пименов, Р.Г. Васильков, С.С. Когай, Н.Г. Мызин, Б.В. Соболев, Б.М. Энде. Бывший во время войны стрелком-радистом пикирующего бомбардировщика, а затем аспирантом кафедры, старший инженер Б.А. Пименов стал ответственным исполнителем тем, выполняемых по ядерной тематике. С течением времени в результате проведенных исследований, заметный вклад в которые внесла группа МИФИ, «электрояд» предстал понятным прикладным направлением ядерной физики с возможностями, далеко выходящими за пределы первоначально поставленной задачи – использование пучков протонов (дейтонов) для наработки плутония-239.

Метод «электрояда» оказался очень плодотворным. Сейчас на его основе нобелевским лауреатом К. Руббиа предложен метод получения внутриядерной энергии, более чистый и безопасный, чем на обычных ядерных реакторах, а также разработана методика трансмутации долгоживущих продуктов деления. Последнее имеет непосредственное отношение к острейшей проблеме утилизации «ядерных отходов» (долгоживущих радиоактивных ядер, образованных в ядерных реакторах).

В 1960-е гг., опять же по инициативе Виталия Иосифовича, организуется новое плодотворное направление работ – ядерные методы в неядерных исследованиях – с множеством ответвлений, открытий, приложений, продолжающихся и по сию пору не только на

нашей кафедре, но и в других подразделениях института. В первую очередь, это применение эффекта Мессбауэра и метода аннигиляции медленных позитронов. В работах по созданию новых мессбауэровских спектрометров, способных работать в мощном фоне гамма-излучения, участвовали Н.С. Медведева и С.В. Сомов, Ж.И. Маталыгина. Пионерами позитронных исследований стали Б.В. Соболев, А.О. Татур, А. Бучихин, В.Н. Беляев, А.Н. Шишкин, О.К. Алесеева (Мухина). Более 70 студентов выполнили дипломные проекты в рамках работ, проводимых в отделе «Ядерные методы в неядерных исследованиях»; были защищены 24 кандидатские диссертации, 5 человек, продолжая начатые исследования, стали докторами физико-математических наук.

За проведенный цикл работ по внедрению метода позитронной диагностики исследования строения вещества трем молодым сотрудникам отдела – О.К. Алесеевой, В.Н. Беляеву и А.В. Шишкину, была присуждена премия Ленинского комсомола. В тот же год их руководитель В.И. Гольданский стал лауреатом Ленинской премии по физике.

Выпускник кафедры В.Н. Беляев с 1985 г. стал деканом факультета ЭТФ, а в 2002 г. возглавил новую, организованную по его инициативе, кафедру «Медицинская физика» (№ 35), основное направление которой – реконструктивная компьютерная томография (РКТ). О широчайших возможностях РКТ Виталий Иосифович высказывался еще в 1970-х гг. неоднократно на многочисленных все-союзных совещаниях и коллегиях заинтересованных министерств.

В настоящее время методы РКТ используются не только в медицине, но и в космических исследованиях (учебно-научный центр НЕВОД), в целях спецконтроля и мониторинга окружающей среды (кафедры № 7, 24, 35), в технике и строительстве.

Практически все работы отдела «Ядерные методы в неядерных исследованиях», предложенные Виталием Иосифовичем, явились своего рода детонатором, срабатывание которого инициировало проведение исследований в данном направлении в большом числе научных лабораторий.

Б.В. Соболев

СТРИМЕРНАЯ КАМЕРА

Все началось с импульсного питания гайгеровских счетчиков, введенного Б. Долгошеиным и В. Ушаковым в МИФИ для эксперимента по поляризации мюонов космических лучей (конец 1950-х гг.). Выяснилось, что такую же задачу решал А.Тяпкин в Дубне в работе на ускорителе. Годоскоп счетчиков Гейгера с импульсным высоковольтным питанием (~ 2 кВ) прекрасно регистрировал μ -распады. Через стеклянный торец счетчика не раз наблюдали слабые синенькие искорки, но никому в голову не приходило, что искровой разряд шел по треку заряженной частицы. Если бы эта простая идея была осознана, мы бы открыли искровую камеру до Фукуи и Миямото. Но, как часто бывает, осознание пришло задним числом, уже после того, как появилась их статья – и все начали играть с искровыми камерами-этажерками (с зазором 1 см). И мы тоже. Это занятие настолько увлекло, что мюоны ушли на второй план (Долгошеин вскоре защитил по ним диссертацию), а все внимание сосредоточилось на искровом разряде, газовой смеси, тиратроне, вакуумной откачке и т.д.

Тут в команду вошел Голя Борисов, дипломник Долгошеина, парень настойчивый и работающий. Вместе они где-то откопали схему генератора Аркадьева – Маркса – и в одночасье стали пламенными марксистами. На простеньких емкостях и искровых разрядниках в качестве коммутаторов создавались первые генераторы импульсного напряжения (ГИН) на десятки кВ, что никакие тиратроны не могли дать. Искры в камере стали насыщенными, яркими и, к удивлению, наклонными! Искра шла не по полю, как ей полагалось по всем канонам электрического разряда, а по направлению регистрируемой частицы. В некоторых случаях, однако, искровой пробой «забывал» трек частицы, следовал по направлению поля – и мы имели некрасивые ступенчатые треки, как у всех. Борис Анатольевич быстро сообразил, что дело тут в чистоте газа камеры, от чего зависит плотность ионизационного следа, и в переднем фронте высоковольтного импульса, который сносит ионизацию на электрод, до достижения напряжения пробоя. Повозившись с импульсом и повысив чистоту неон-аргонного наполнения (смесь Пеннинга), добились отличных наклонных треков в камерах с зазором до 10 см – появился новый прибор – широкозазорная искровая камера (ШИК). Эксперимент на двух

ШИК показал, что искра идет по траектории частицы с точностью $6 \cdot 10^{-3}$ рад, что в магнитном поле ($H = 10^4$ Гс, $l = 1$ м) даст предельно измеримый импульс ~ 300 ГэВ/с. Искровая камера с большим зазором в магнитном спектрометре превосходила все известные в то время трековые детекторы.

Наглядную демонстрацию возможностей ШИК провел А.И. Алиханян с сотрудниками на высокогорной станции Арагац, поместив камеру в зазор электромагнита и получив прекрасные дугообразные следы космических частиц. На западе наш прибор, ставший популярным, стали называть «русской камерой».

Нас в это время увлекла другая задача – камера с прозрачным электродом, в которой частицы проходят вдоль зазора. По следу образуется «лес искр», создающий видимый след частицы при наблюдении через электрод – ШИК в проекционном режиме. Такая камера имела 100-процентную эффективность множественных событий, высокую координатную точность в плоскости наблюдения (x, y), но полную неопределенность координаты z (до ширины зазора). Работая со все более коротким импульсом ГИН (спад по RC-цепочке), проводили съемку треков под углом к прозрачному электроду (сейчас уже и не вспомнишь, с какой целью). Куда-то этим вечером спешили, кажется, в «Колизей». Пленка, проявленная на следующий день, вызвала недоумение – в проекционном треке («лес искр») были видны яркие пятна по z -координате. Обсуждалось много вариантов: наложение кадров, пересечение искр с электродом и т.д., пока, исчерпав все фантастические возможности, не пришли к простому выводу – это начальные (стримерные) участки искрового разряда. На следующий день БА ввел обрезающий искровой разрядник вместо RC-цепочки и при фотографировании сбоку стали четко видны две стримерные колонки вместо «леса искр», расходящиеся к электродам. Стримерная камера (название пришло после) была по сути создана (осень 1963 г.) Потом улучшался высоковольтный импульс, принимая по возможности прямоугольную форму (с короткими передним и задним фронтами), стримера сжимались до точек, подбирались лучшая газовая смесь, добывался в ФИАНе светосильный объектив «R-Биотар», чтобы вытянуть слабые треки – но все это было уже делом техники. Была поездка в Томск по приглашению Г.А. Месяца, чтобы обкатать стримерный режим на его ГИНах, новогодний десант на Арагац по

совету шефа – для быстрой апробации новых камер измерением спектра космических мюонов. Были выступления на семинарах, ученых советах, в Институте физических проблем у П.Л. Капицы, который сказал, что в молодости тоже занимался искровым разрядом и видел что-то похожее на наши стримера. Беседа с ним за чаем с печеньем после двухчасового научного семинара навсегда останется в памяти, настолько много интересного рассказал этот великий экспериментатор. Было выдвижение новых искровых камер тремя институтами – Ереванским ФИ, Институтом физики Тбилиси и МИФИ. Была, что скрывать, упорная борьба с Дубной и Протвино. В этой, весьма захватывающей части истории, главные партии сыграли А.И. Алиханян и Л.А. Арцимович, вечная им память.

В июне 1970 г. вся кафедра с руководством института во главе отмечала в ресторане СЭВ присуждение Ленинской премии за разработку новых типов искровых камер. Среди гостей были родители Б. Долгошеина, мой отец с внуком Андреем. Тамадой за праздничным столом был В.И. Гольданский, который блистательно исполнял свою роль и играючи справлялся с критической массой физического народа. Веселье было яркое, неподдельное, искреннее.

Б.И. Лучков

БАЙДАРОЧНЫЕ ПОХОДЫ

Ничто так не сближает коллектив, как совместный отдых. Всей кафедрой не раз выезжали в автобусные экскурсии, такие доступные раньше, – Новгород, Смоленск, Торжок, Ясная Поляна. Сколько новых интересных мест, неожиданных встреч. И все же самые яркие впечатления – от водных походов. Что может быть лучше быстрой реки и послушной байдарки!

Вдруг возникла группа любителей – Сергей Сучков, Зия Утешев, потом Леша Болотников, Паша Сухарев, Копейкин, Вадим Комаров, их друзья, девушки, дети. Команда разрасталась по законам естества и вскоре мы выходили флотилией в 5 – 6 судов разного калибра. Маршруты выбирали по интересам – река Мокша в Рязанской области, совсем не для туристов, но там, в конце похода, была родная деревня Зии; Молога, то терявшаяся в тростниковых зарослях, то, спохватясь, бежавшая вприпрыжку среди густых лесов. Помнится, как мы объясняли устройство нашей лодки в забытом богом поселке одному любопытному, который никак не мог взять в толк. «Весла – понятно, – говорил он, – руль – тоже, а и где же у вас движок?»

Из первых походов не забыть переход под упрямый, целый день, встречный ветер. Мой бывалый «Салют» с рулем еще кое-как противостоял, а вот самоделка-пирога с высокими бортами (изобретение Зии и Сереги) еле двигалась. Маневрируя, желая укрыться от назойливого шквала, мы вдруг оказались на середине реки среди волн, хлещущих через борта и, наверное, с берега представляли жуткую картину. Посмотреть на этот цирк сбежалась целая деревня, размахивающая руками. Нет бы просто послать на помощь лодку! Жестами (за ревом ветра ничего не слышно) мы успокоили население, и осознали сами, что так дальше не пойдет. Вышли на берег, огляделись – река впереди делала вираж и где-то в стороне, вроде, поблескивала. Баста, решили, лучше перетащить лодки посуху и плыть уже по ветру. В два приема – сначала лодки, потом багаж – через час перебрались на новую воду. Сели, поплы-

ли, ветра нет, на душе спокойно. Вдруг – упираемся в берег. Что такое? Оказалось, это не река, а старица (остаток прежнего русла). Снова разгружаемся, перетаскиваем до следующей «новой воды». Берега ровные, болотистые, ни дерева, ни бугорка. Где проклятое русло? Солнце садится, ветер, как назло, стих. Встать лагерем гордость мешает – ни костра, ни чистой воды, ни места для палаток. Бились до темноты, споря и выдвигая новые идеи. Чудом, наконец, вышли к берегу, где вода течет, и при свете фонариков поплыли, натываясь на коряги. Совершенно обессиленные, приткнулись в кустах. Какой там костер, какой ужин. Пожевали чего-то – и спать в мешки. Утром ужаснулись – где встали, непонятно, как байды остались целы.

Вскоре команда выросла, пришли походные асы, знающие, как крепить лодки, проходить перекаты и пороги. И походы повелись долгие, нелегкие, туда, где редко ступала нога человека: по Онеге, Кене, Ундоше, Поче – в заповедные (и часто запретные) архангельско-карельские места. Какие были стоянки на сосновых островах Кен-озера! Какие купания в прозрачных водах северных пляжей! Какая рыбалка по всему маршруту!

Все, понятно, любят свежую рыбку, но далеко не все согласны рано из-за нее вставать. У нас был безотказный рыбак – Сергей Сучков, знавший приемы, ловивший на что угодно и, главное, обеспечивавший рыбой всю команду. Вставал чуть свет, тихо отплывал – и к завтраку являлся с уловом. Просил только одного – чтобы помогли чистить и есть, на что, спросив «А без чистки нельзя?», соглашались. Свежеприготовленная рыба шла на десерт. У Сергея была походная жаровня – металлическая коробка, в которую на палочках (липовых или ольховых – для «духа») раскладывались рыбешки. Жаровня зарывалась в тлеющие угли. Через десять минут ее извлекали, от нее исходил приятный аромат, и каждому давалась его пайка. Сергей делал вторую закладку, третью. Весь лагерь, лежа у костра, обсуждал тему рыбной ловли, выказывая большие познания, а Серега улыбался и помалкивал. Наряду с опытным начальником (таким был Леша Болотников) в походе обязательно нужны фанатики своего дела – рыбной ловли, сбора грибов, ягод. Тогда поход будет в радость.

Нужен, хотя бы один человек, еще одного сорта. Однажды произошел такой случай. Был спокойный вечер, дежурные готовили

ужин, остальные, намотавшись за день, отдыхали. Рядом с нами стояла бивуаком семья – молодая пара и девочка лет шести. Ей нездоровилось, весь день пряталась в тени. К нашему врачу (кстати, педиатру) Сергею подошел отец и сказал, что она жалуется на боль в животе. Сергей зашел к ним в палатку: «Похоже на приступ аппендицита». Что делать? Ближайшая больница – в Усть-Поче, за 20 км, по озеру часа три на катере. Солнце зашло, в деревне напротив зажглись редкие огни. Кто сейчас согласиться погнать в такую даль? Мать девочки успокаивает: «Да нет, скорее, что-нибудь не то съела. Подождем до утра». И тут Вадим Комаров говорит: «Сергей, ты мне скажи точно, что с ней. Надо в больницу – я сейчас всю деревню переверну, а лодку с мотором добуду!» Сергей, еще раз посмотрев девочку, говорит: «Точно – надо ехать». Вадим с напарником уплыли в деревню. Мы тревожно ждем. Как уж там убеждали мирное население, какие находили слова, но через полчаса слышим шум моторки. Достучались, значит. Отец с девочкой на руках, Серега-врач и моторист унеслись в темноту.

Сергей вернулся на следующий день к обеду. В Усть-Поче диагноз подтвердили, но помочь не могли и отправили на машине в районную больницу – еще 50 км. Там решились на немедленную операцию. Подняли среди ночи хирурга. У девочки оказался гнойный приступ и любое промедление могло стоить жизни. Мы стояли на этом месте еще два дня. Приезжал отец – каких только слов ни говорил Вадиму и Сергею, чем только ни хотел наградить их. Решительный человек в ответственную минуту, каким оказался Вадим, важнее, пожалуй, всех других нужных категорий.

Не раз проходили маршрут от Першлахты до Пудожа. Особым почетом пользовался перевальный путь через Почю (против течения) с волоком на Водлу – известную спортивную речку с шумными перекатами и порогами. Однажды там Леха Болотников с моей Таней прошли, не шелохнувшись, 3-метровый Падун, на котором клялись подряд все байдарочные асы. Только катамараны переваливали его с ходу, почти не замечая, что в общем неудивительно.

Однажды, закончив маршрут и упаковавшись, мы не могли выбраться из Пудожа на берег Онежского озера, всего-то километров 30, чтобы плыть на теплоходе в Петрозаводск и там – на поезд в Москву. Попытки поймать машину, кончались ничем – конец лета, транспорт брошен на уборку урожая, все дороги перекрыты ГАИ.

Попался, однако, отчаянный шеф, готовый за некое вознаграждение забросить нас со всеми потрохами (байдарки, рюкзаки, каны, дети). Но только глубокой ночью и при строгой конспирации. Из Пудожа выбирались задворками, затаившись, как партизаны, ехали по колдобистым проселкам, не раз могли свернуть себе шею. Перетряхивало нас внутри крытого фургона, словно в камнедробилке (там еще стояли пустые бидоны из-под краски), но, что делать, терпели (главное правило в таких случаях). И слово шеф сдержал – доставил-таки прямо к причалу. И за какую такую плату? За 300 г спирта (походный остаток) – это святая правда!

Одна из особенностей самодельных маршрутов – неожиданности. Бывали приятные: при отъезде в Москве сплошные дожди, на месте – ни облачка. Бывали и не очень.

Поход по Ундоше от лагерей (тех самых). Выгружались ночью в страшной спешке. Груда вещей, поезд стоит две минуты, одни выкидывают вещи, другие ловят. Вроде, все, поезд отрубил и ушел. Каждый достает свою поклажу. Нет сумки с сыром – 3 кг, запас на полпохода. После всю дорогу кричали: «Лешка, отдай наш сыр!». Но это были еще цветочки. В первый же день, собрав лодки и выплыв «на простор речной волны», решили заночевать в зоне отдыха охраны лагерей на острове (по совету одного доброхота). Действительно совершенно целый комплекс: чистые комнаты, столы, кровати, есть даже баня на берегу. Переспали, провели целый день, блаженствуя, и задумали, сверх сыта, истопить баньку. Тот самый врач Серега пожелал попариться, чтобы сбить простуду. Печка в баньке сильно дымила. Разгорелся спор: то ли она так изначально задумана («Растопи ты мне баньку по черному»), то ли уж больно дряхлая, со щелями. Открыли каменку, раскалили камни, побрызгали водичкой. Мыться пришлось лежа на полу, там хоть была чистая от дыма прослойка, Ну ничего, кто хотел, свою долю кайфа получил. Сидим чистые, вкушаем ужин за столом на лужайке – вдруг взрыв и наша баня, из которой только что выползли, пылает синим пламенем. Черный столб дыма до небес, занялась сосна рядом, того гляди, запольхает весь остров. Набежали со всей округи катера, в том числе зам. начальника лагерей, Кто такие? Зачем спалили баню? Кто начальник группы? Отобрал у Лешки паспорт (хорошо еще всех сразу не арестовал). Приходите завтра – поговорим. Четыре дня тянулись сложные дипломатические переговоры. Грозил не

отпустить, пока не выстроим новую баню. Или возмещайте ущерб. Наша сторона указывала на отсутствие сторожей в зоне отдыха, неисправность печки (могли ведь даже погореть) и согласна была принять все лагерное руководство на учебу в МИФИ. Сошлись на условно-щадящем штрафе, после чего мы, не мешкая, рванули с острова, решив никогда больше не заезжать ни в какие лагеря, даже пионерские. Этот случай, однако, показал, что и вокруг лагерей живут нормальные, вполне приличные люди.

Сколько было славных походов. Выезжали и на Урал, на реку Ирень, где неожиданно встретили вместо глухумани, ожидаемой по отчетам в клубе туристов, нефтяные вышки и промышленный пейзаж. Заходили там прямо на лодках в мраморный грот с полным спектром отраженных лучей. Куски прекрасного белого мрамора лежали на берегу, из них складывали очаги на стоянках. Кто-то не мог удержаться и брал с собой, но все равно потом, при упаковке рюкзаков, приходилось оставлять. Там в Кунгуре увидели еще одно чудо – знаменитую соляную пещеру с десятками подземных залов, переходов, фантастических фигур – настоящее царство хозяйки Медной горы.

А сколько было коротких майских вылазок – по Нерли, Березайке, Киржачу. Одни были неожиданно теплыми, когда обгорали на солнце и с удовольствием лезли в воду, другие запомнились дождями, а порой и снегом. На Селигере попали в первый же день под такой ливень с ветром, что, высадившись на берег, не могли ни зажечь костер, ни поставить палатку, куда бы запихнуть промерзших детей. Ветер сбивал огонь, окоченевшие руки не слушались. Выход нашел Паша Сухарев. Он бегал с кружкой и бутылкой спирта от одного к другому и насильно заставлял принять. И вдруг загорался костер, встала палатка, дети притихли.

С перестройкой походы резко оборвались. После 91-го все куда-то разбрелись. Леша Болотников – в Америке, может быть, ходит на пироге по Гудзону или Миссисипи. Паша Сухарев и Копейкин ушли из института и «след их вдали пропадает». Вадим Комаров иногда забегает на кафедру и, возможно, где-то летом плавает, но уже с другой компанией. Та «команда молодости нашей», которая была такой веселой, стойкой, дружной, никогда не забудется. Удивительно, пришедшая на смену молодежи не поддержала наших походных традиций. Новые времена – иные увлечения.

За поля, за леса, за дороги
На простор необъятный и ясный
Звонкой песней позвали пороги
И Кен-озеро – тихую сказкой.

Нас манила раскольничья вольность.
Мы до самых истоков проникли
В голубую озерную волость –
Царство трав, комаров и черники.

Что-то время застыло за бором,
Не трубят гавриилы трубы.
По низинам и косогорам
Догнивают столетние срубы.

В предзакатной воде отражаться,
Может, этой последней церквухе.
Неразгаданной цивилизации
Угасают далекие звуки.

Так же речки бежали, речисты,
На свиданье к далеким заставам.
Просвещенные атеисты,
Мы-то что за собою оставим?

Б. Лучков

СЕМЕРКА

Деревня, где скучал Евгений,
Была прелестный уголок

А. Пушкин

Я не присутствовал на родах,
Не слышал бравое агу
И восхищения народов
Поведать, право, не смогу.
Ребенок был по мненью многих,
Людей решительных и строгих, –
Простое милое дитя,
Которое росло шутя.
Спокойна нравом и умом,
Легко паяла, квантовала,
С ученым миром флиртвала
И не раскаивалась в том.
Ее хвалили за глаза,
Студентам все ж была гроза.

Кириллов, наш декан молодой,
Крещеный фронтом, медсанбатом,
Включился в новый трудный бой,
Теперь уже за мирный атом.
И необстрелянных юнцов
Решил перековать в бойцов,
Сбирая под свои знамена
Неравнодушных и влюбленных.
Учителей блестящий круг
Вел нас на подвиг и геройство,
Но легкомысленное войско
Неспешно шло на штурм наук,
Влечению квантов и реторт
Предпочитая флирт и спорт.

Мы все учились понемногу,
Не напрягая свой «ресурс».

Шагал свободно и не в ногу
Мой бесконечно славный курс.
Порой сидел он на диете,
Но увлекался всем на свете:
Феллини, джаз, хоккей, Шагал —
Глядь, до семерки дошагал.
Семеркой, знал, кто поумней,
Завесы тайн приподнимая,
Звалась кафедра седьмая.
Вот так и встретились мы с ней,
Спускаясь в недра, как в забой,
По лестнице по винтовой.

Ядро, и ныне в пятнах белых,
В те годы вовсе было мрак.
Но на вопросы бойко, смело
Всяк отвечал, коль не дурак.
Водились мы со Шредингером —
Он был для нас большим примером.
Снимали головной убор,
Когда упоминался Бор.
По воле Зевса и харит
Мы столько всякого знавали,
Что на поверке в Синем зале
Был каждый хват и эрудит.
Зачетов проходили строй,
Лишь в цифрах путались порой.

Тускнеет памяти основа:
Нас встретил марш или эскорт?
Ради' активно и сурово
Смотрел со стенки Резерфорд.
Я позабыл, как это звалось,
Там что-то бодрое взрывалось
И с разворота прямо в лоб
Строчили счетчики захлеб.
Так вот то место, тот сезам,
Природа где кует законы!
Потрясены, ошеломлены

Ступали мы по чудесам.
И вот уже в толпе славян
Встречал нас сам Алиханян.

Благословил, зажег, направил,
С дверей заветных снял замок.
Он уважать себя заставил
И лучше выдумать не мог.
Какое чудное мгновенье –
Осточертевшее ученье
Сменить на общий славный труд
По перемалыванью руд!
Кто этот мир не открывал,
Не знает радости и муки.
Ох, тяжела руда науки
И вся почти идет в отвал.
И только кто душой не робок,
Поднять сумеет самородок.

Давно б уже, в ковчеге Ноя
Два-три транзистра окажись,
Без грязи, плесени и зноя
Научная возникла жизнь.
Не Ной был нашим пра-пра-дедом –
Мы род ведем за Архимедом,
Кого Креонт или Клемент
Втянули раз в эксперимент.
Но времена давно забыты
Поддельных золотых корон.
Теперь в почете синхротрон
И ЭВМ на гигабиты.
И ИСЗ, и ТРД
И эмулятор и т.д.

Как в олимпийском хороводе,
Был каждый лаврами увит.
Там чудеса, там Энде бродит,
Там Клава Зуева сидит.
Искусны, как сам искуситель,

Гуревич-маг и маг-Никитин
И многогранны, как хрусталь,
Гольданский, Мухин, Розенталь.
Там Долгошеин юным метром
Разряд в неоне уязвлял.
Там Константинов удивлял
Весь мир искусством искрометным.
А Гальпер в камере своей
Стирал штанишки Ка-нулей.

Там шум и крики неспроста.
Заезжий маг, пройдоха ловкий,
Увел ученого Кота
И половину установки.
Лишь через год, хватив невзгод,
Вернулся одичалый Кот.
А калориметр волей высшей
Так недоделанный и вышел.
Петрухин, баловень небес,
Удар судьбы принял, голуба,
И только высказался грубо,
Как пьяный варвар иль плербес.
Но с той поры, хоть режь его,
Уж не упустит своего.

В том поэтическом подвале
Во славу квантовых богов
Священы гимны распевали
Самойлов, Грашин, Ушаков,
Зовя народ к великой цели.
Там молодой упрямый Феликс,
Все той же целию влеком,
Стучал железным кулаком.
Варламов, мот и бузотер,
Над их богами ржал как мерин,
Потом один эффект измерил
И олимпийцам нос утер.
Был этим сам он поражен
И тихо съехал за кордон.

Богини наши Элла, Алла,
Вы были первыми из всех,
И звуки звездного хоралла
Сопровождали ваш успех.
С лентяями непримиримо
Вела борьбу Петровна Римма
И Раечка на бетатроне
Царила властно, как на троне.
А ныне что-то все не в лад,
Мельчают жрицы и хариты.
Узрю ли русской Афродиты
Душой исполненный доклад?
Однако прочь сомненья ложь —
Прекрасна наша молодежь!

Там всходы шумно созревали,
Рождая пламенных борцов.
С заветной думой о привале
Крутил баранку Добрецов —
Между Протвою и Дубной,
Всегда, как штык, готовый в бой,
К бессонным схваткам на пучке,
В тулупе, в красном кушачке.
Там, пробивая тьму веков
Среди столицы удивленной,
Мужал Протасов вдохновенный
И просвещенный Шестаков.
А Родионов молодой
Еще не скрыт был бородой.

Итак, она звалась Седьмою
И эти годы все сполна
Была нам близкой и родною,
Незаменимою была.
Строга, как водится, сначала,
Корила нас и поучала,
Но скоро щедрою рукой
Раскрыла сердца кладезь свой.
Великих тайн круговорот

Нам, изумленным, подарила.
Ввела нас, светлая Сивилла,
В чудесный мир своих забот,
Ниспосылая вновь и вновь
И жизнь, и слезы, и любовь.

Что наша жизнь? Порой игра,
Порой страда – и все без меры.
У беспризорного ядра
Неуловимые манеры.
И мы спеша к нему идем
С надеждой, что вот-вот пойдем,
Не замечая средь забот,
Который день пошел и год.
Как знамя выставив мечту
В своем парении высоком,
Вдруг открываем ненароком
Кругом тупоту и пустоту.
Идеи сожжены дотла,
А там, глядишь, и жизнь прошла.

Что наша жизнь? Одни мечты.
Мечты прекрасны и высоки.
Обзоров мудрые листы,
Статей пленительные строки.
Восторг, доступный лишь в раю –
Сougier'ы, ЖЭТФы и Review,
Букет кривых алее роз
И формул ласковый гипноз.
Под равнодушною луной,
Где царствует раздор и рэкет,
Надеждой нам – созвездье треков,
Пришельцев малых в мир большой.
От первой вспышки до конца
Они – посланники Творца.

Б. Лучков

ПОРТРЕТЫ

Элеоноре Петровне Топорковой

Вот как будто бы сначала
Начинается наш путь.
Мы проходим Синим залом
И волнуемся чуть-чуть.
Осмотрелись, пообвыкли –
Курсов пройдена гора,
И в конце концов проникли
Мы до самого Ядра.

И забудутся едва ли
Эти лабы на Седьмой.
Как нас счетчики пугали
С парафином и водой.
Как учились мы основам
По магическим словам
Нашей мамы Топорковой,
Нашей мамы Топорковой –
Самой щедрой из всех мам.

Но окончен, слава богу,
Курс по кафедре седьмой.
Обрастаем понемногу
Аспирантской бородой.
В темных недрах института
Зреет мысль, как в парнике,
И в науку лезем круто
Мы с паяльником в руке.

Ночи сделались короче.
Срок – нести дела в совет.
Не считает что-то счетчик
Кандидатский мой эффект.
И к кому бегим мы снова,
Все в слезах до бороды, –

К нашей маме Топорковой,
К нашей маме Топорковой,
Чтоб спасла нас от беды.

Все освоены науки,
Страх в душе давно утих,
И дошли до главной «штуки» –
Как теперь учить других.
Есть желанье и умение,
Опыт – жизненный «навар»,
Но откуда взять горенье,
Ее сердца чуткий дар?

Дорогая наша мама,
Вы как воздух нам нужны.
Мы без Вас – сплошная «драма»,
Мы без Вас – приют без храма,
Беспризорные сыны.

Дорогая наша мама,
Вам желаем всей душой
Жизни радостной и самой,
Жизни радостной и самой,
Самой яркой и большой!

Гальперу А.М.

В бегах гамма-кванты. Разбита пехота.
Донцы-электроны сыграли отбой.
А солнечных пятен отборная рота
Давно митингует за передовой.

Раскол на Земле, в небесах разложение.
Кровавая смута сменила закон.
Нам биться приходится, как в окруженье —
Последней гранатой и ржавым штыком.

Когда-нибудь все до конца прояснится,
Туман разойдется, развеется дым.
Корнет Оболенский, поручик Голицын,
Полковник А. Гальпер, сомкните ряды.

Свой воинский долг позабыли мы что ли?
На этом нелегком солдатском пути
Желаем полковнику силы и воли,
Чтоб вверенный полк до победы вести.

Дмитренко В.В.

Вольск и Ключи,
Байконур и туман Белозерки.
Старты и поиски,
ветер надежд и тревог.
В стужу и зной,
сквозь туманы, дожди и поземки
ты совершил
Одиссею научных дорог.

Жаль, что подробности
вряд ли теперь мы узнаем.
Смыли дожди
и развеяли ветры в полях.
Как уж ты там
и о чем толковал с Менелаем,
только «Елену» однажды привез в «Жигулях».

Очень мила,
но робка и капризна до вздора.
То ли испанки –
те в страсти не ведают страх.
Как удалось
усыпить самого Командора,
но ведь и «Анна»
в твоих побывала руках.

Добрецову Ю.П.

Хоть слез пролей на сто рублей,
А время точный срок отрежет.
И все ж наступит юбилей,
Неотвратим и неизбежен.

И его подготовленного,
До конца все ж не сломленного
И как зернышко честного
Будем долго мы чествовать.

А что такое юбилей?
Да это в сущности анкета:
Когда и как? На сколько дней?
А с кем еще? И что за это?

Не берем на поруки, но
Он ведь родом из Щукино.
А характер нордический
И какой-то мифический.

Внутри не приемлет ни вина,
Ни даже пива – не хотите ль?
Но есть, однако, слабина –
Он обожает ускоритель.

Там потоки мезонные,
Там сеансы бессонные,
Там дежурства бессменные,
Там рыбалки отменные.

Еще отметить нас велят
Судьбы надбавки и привесы.
Да у него же цепкий взгляд!
Да он, как видно, из Одессы.

Не берем на поруки, но
Он, ей богу, из Щукино,
С Красной Горки – нордический
И немного мифической.

Тут поручиться каждый рад,
Хоть и всегда был без изъяну,
Что стал он лучше во сто крат,
Когда увидел Фудзияму.

И совсем не уклончиво,
А вполне мю-нуклончиво,
Делово и ответственно
Всем буржуям отвечивал.

Не олимпийский, скажут, вид.
Но силы есть и есть запалы.
Он наш московский одессит,
Наш сокол ясный Юрий Палыч.

Лишь от духа нейтринного
Да от бака бензинного,
Под завязку, где сужено,
Он хмелеет до ужаса.

Не берем на поруки, но
Пусть он родом из Щукино,
Пусть характер нордический,
Но ведь наш он, Мифический!

Долгошенну Б.А.

Как мчатся годы, боже мой!
Еще вчера ходил младой,
А нынче, смотришь, уж сединами усеян.
И вот встречает юбилей
Вдали от кафедры своей¹
Известный физик дядя Боря Долгошеин.

У дяди Бори (сам пойдя сумей-ка)
Учеников огромная семейка.
И у него для этой для семейки
Всегда навалом свежие идейки.

Монолог Б.А.

Ну, что же, братцы, стыд и срам,
Не можем мы осилить чарм
Иль завести с нейтришкою интрижку.
А недобитый тот бозон²
Гуляет вольно, как Кобзон, –
Стреляем и заносим в Красну Книжку.

Еще пора, замечу вам резонно,
Разоблачить шпиона Мю Мезона
И выяснить по оттискам сандалий,
С какую целью к нам его заслали.

Забот по горло впереди –
Мезонов стало пруд пруди.
Вот бы на них на всех закинуть невод.
И всю их шайку заодно
Взять на пучке под Протвино
Транзитом по пути МИФИ – Женева.

¹ В ЦЕРНе, зарывшись в эксперимент R-18.

² W-бозон, переносчик заразы слабого взаимодействия.

Давайте отрастим такие Уши³,
Чтоб их секреты тайные подслушать,
О чем они болтают вечерами
С иными удаленными мирами.

Уже который год подряд
Везет нас газовый разряд,
Как верный конь в положенную силу,
Но не пора ль к нему подпрячь
Для тяги пару добрых кляч
Или хотя бы переходную кобылу⁴?

А в общем-то давайте-ка, ребята,
Точнее измерять координаты.
Давайте все ловить без промедленья
Короткие, но ценные мгновенья⁵.

Ответ члена группы
Мы тут подумали, присев,
И усекли задачи, шеф,
И будем действовать в указанном разрезе.
А наш КВАНТованный завод
Не зря, конечно, дым дает,
Он воплотит все наши замыслы в железе.

И будем мы бороться неустанно
За точность, прочность, эффективность, странность,
За токи, сроки, должности и званья
И уж, конечно, за очарованье.

Все будет в норме, шеф, не дрейфь,
Пока для нас открыт твой сейф.
Мы дрейфных камер начеканим мелочишку.
Будь энтот Мю хитер как змей,

³ Акустический метод регистрации.

⁴ Переходное излучение (transition radiation).

⁵ Порядка 1 нс.

Не устоит и он, злодей,
И мы его расколем как мальчишку.

Мы можем отрастить не только уши
И распугать в округе всех старушек.
Мы отрастим и зубы для придачи,
Чтоб по зубам нам были все задачи.

Твори себе, отец родной,
Как за бетонною стеной,
Высокими порывами оваян.
Не для какой-нибудь муры,
Во славу нашей кафедры
Старайся дядя-физик Долгошеин.

И истина откроется и славу
Приобретешь заслуженно по праву.
А вот когда ты станешь академик,
ты нам тогда подкинь поболее денег...

Котову Ю.Д.

Взять комету или Солнце,
Иль какой другой пустяк –
Все стремительно несется
На предельных скоростях.

Все меняется на свете.
Где ни плюнь – релятивизм.
И на маленькой планете,
Как шальная, мчится жизнь.

Как на скачках, на пожарах,
На угарном на пиру.
Хоть бы что-то задержалось
В этом бешеном миру.

Хоть бы что-нибудь сломалось,
Зацепившись за пенек,
И отстало хоть на малость,
На недельку, на денек.

Только снова ногу в стремя,
Только по боку любовь –
И безжалостное время
Нас пришпоривает вновь.

Скоро, значит, Юрий Дмитрич,
Вексея платить сполна.
Эко дело! Слезы вытри,
Не печалься, старина.

Что для счастья подбросить?
Правды, ясности лучей?
На висках убавить проседь
И добавить блеск очей?

Выдать пропуск в корифеи?
Тьму идей наизлучать?
Мы сегодня вместо феи
Горы можем обещать.

Напророчить. Но без сбоев
Нет пророка на Земле.
Оставайся сам собою
С ясным взглядом и судьбою,
Заводилой, тамадою
На мифическом селе.

Слава – женщина капризная.
Будь настойчив и горласт,
Отдавая жизни жизнево.
Ну а бог – и сам подаст.

Петрухину А.А.

На Зимней Школе после сессии,
Судьбой своею не обижены,
Мы жили дружно в поднебесии
В бакурианском январе.
Друзья и солнце в изобилии –
Наградой щедрой за труды.
На снежных склонах выводили мы
Лихие четкие следы.

Известные своей смекалкою,
Кружили мы по всем республикам.
И потому, конечно, жалко нам,
Что это времечко прошло.
Года отщелканы, как семечки,
И кудри снегом занесло.
Ах, время, время, время, времечко,
Куда несет твое крыло?

Какой оракул наговаривал,
Что наша жизнь скучна, как лекция?
Не надо ехать на Гавай нам –
В своем бассейне веселись.
В любом «комке» крутые личности –
Зачем ловить и сторожить? –
Отвалят μ и ν в количестве
На всю оставшуюся жисть.

Мы стали чуточку свободные,
Неординарны и раскованны –
И песни старые походные
Не забываем никогда.
Пусть наше время чем-то колется,
Но и ласкает иногда.
Ах, Толя, Толя, Толя, Толечка,
Прекрасны все ж твои года!

Нор Амберд, Арагац, Сухуми, Бакуриани

Сергееву Ф.М.

У п-мезона век недолог,
Хоть он не бледен и не худ.
И ни биолог, ни эколог,
В чем суть, никак не усекут.
Все любознательные россы
И из республик бывших все
Нам шлите жгучие вопросы –
Москва, Каширское шоссе.

И К-мезона век недолог –
Он чем-то странно удручен.
Не докопается астролог.
А нам и странность нипочем!
Берем паяльник, ускоритель,
Врубаем сеть, вопросы сняв.
Вы только адрес напишите:
МИФИ, на кафедру ЭЯФ.

И гиперона век недолог –
Такой печальный вот итог.
Не скажет правду социолог,
Чего ж он вынести не мог.
Должна быть истина логична,
Конкретна и понятна всем.
Критерий – опыт. Ставьте: лично
На стол Сергееву Ф.М.

А вот у опыта век долгод
И бесконечен лес преград.
Предскажет разве футуролог
Его конечный результат?
Но командир наш – ясный сокол.

Вот он уже поймал момент.
Мы под его недремным оком
В ядре ведем эксперимент.

Не счесть алмазов и адронов,
Проблем горячих тьма вокруг.
Не пожалеет шеф патронов,
Он π - и K -мезонов друг.
На ваш вопрос сакраментальный
Даем ответ фундаментальный:
Что раньше было страшной тайной,
То не имеет больше тайн.

Шестакову В.В.

С тех пор, как диссидент Адам
Отвергнут был спесивым раем,
Стал человек неуправляем
И непочтителен к властям.

В душе кипит извечный бунт:
Я тоже, может, шит не лыком!
И фунт презрения владыкам,
Увесистый здоровый фунт.

Ну, нет уж, дудки! Как хитро –
Всю жизнь торчи себе у древа,-
Его подначивала Ева,
Его послушное ребро.

Страстей несметное число
Терзает род людской доныне.
И в нас поэзии гордыней
Адама семя проросло.

Нам тяжкий жребий был сужден
Познать непостоянства муки –
От музы тянемся к науке,
В плену науки музу ждем.

Злодейку сколько ни зови,
В полночных бденьях злясь и прея,
Рожденный первого апреля,
Рожден, конечно, для любви.

Иные страсти полнят грудь,
Земные он восторги ловит,
И застывает в полуслове
Его возвышенная грусть.

Творенья мудрый алгоритм –
За разрушительной строкою
Приходит исповедь покоя
И сердце свой смиряет ритм.

Неповторима жизни нить,
Тонка, увы, и быстротечна.
Тянуться нам за ней беспечно,
Смеяться, верить и любить.

Идти по жизни налегке.
Стихами легкими трезвонить.
В глубинах моря гидрофонить
На непонятном языке.

С капризным нянчиться ядром,
То хрупким, то упорно стойким.
Беспечной нашей перестройки
Вопросы подавать ребром.

По оптимизму своему
Быть вне забот совсем не свойственно.
И допинг тихого спокойствия
Еще, пожалуй, ни к чему.

Пока так хрупок неба щит,
Пока в сердцах живет тревога,
Поэзия, как вера в бога,
Нас от безумия хранит.

Как славно раннею весной
Бродить по залитым аллеям.
Мы по весенним юбилеям
Проходим с ранней сединой.

ЭТАПЫ БОЛЬШОГО ПУТИ

22 декабря 1945 г. Приказ по ММИ за № 504 об организации нового подразделения – Факультета экспериментальной и теоретической физики (декан, академик А.И. Лейпунский) в составе следующих кафедр: «Атомная физика», «Теоретическая физика», «Ядерная физика», «Прикладная ядерная физика» и кафедры физкультуры. Появилась на свет одна из основных кафедр института – кафедра «Экспериментальная ядерная физика» (ЭЯФ), заведующий кафедрой – академик А.И. Алиханян.

1948 г. Создана учебная лаборатория (руководитель – профессор С.Я. Никитин). Поставлены первые шесть лабораторных работ (С.В. Скачков).

1949 г. На кафедре появились первые аспиранты: Р.П. Строганова, В.Г. Кириллов-Угрюмов, Э.П. Топоркова.

1950 г. Начало научной работы на кафедре. Под руководством А.И. Алиханяна и В.Г. Кириллова-Угрюмова создана «Лаборатория физики космических лучей», включившаяся в исследования на высокогорной станции на горе Арагац (Армения). Под руководством И.И. Гуревича и Э.П. Топорковой создана «Лаборатория фотометода», в которой изучалось рождение пионов на ядрах фотоэмульсии. Началась работа на бета-спектрометре (С.Я. Никитин, Р.П. Строганова).

1954 – 56 гг. Профессорами кафедры стали член-корреспондент В.И. Гольданский, доктора физико-математических наук К.Н. Мухин и И.Л. Розенталь.

1955 г. Аспирантом кафедры стал Б.А. Долгошеин, возглавивший работу по исследованию мюонов космических лучей.

1956 г. Кафедра ЭЯФ стала профилирующей, что было вызвано потребностью в специалистах по ядерной физике. Кафедра стала выпускать инженеров-физиков как в области низких (как требовалось прежде), так и высоких энергий. Один из первых выпускников, оставшийся на кафедре, – Ю.П. Добрецов.

1960 г. Создана Проблемная лаборатория «Физика частиц высоких энергий» (руководитель – профессор В.Г. Кириллов-Угрюмов, заместитель – А.М. Гальпер). Начало работ по созданию уникальных установок: больших пузырьковых камер, большого ионизационного калориметра.

Проведение первых экспериментов с пузырьковыми камерами на ускорителях ОИЯИ (Дубна), ИФВЭ (Протвино) по исследованию пионов (А.И. Алиханян, В.Г. Кириллов-Угрюмов, Ф.М. Сергеев, А.К. Поносов, В.П. Протасов, В.С. Демидов), странных частиц (А.М. Гальпер, В.Г. Кириллов-Угрюмов), мюонов низких энергий (В.Г. Кириллов-Угрюмов, Б.А. Долгошеин, Ю.П. Добрецов, Ю.М. Грашин).

Заведующим кафедрой стал профессор И.Л. Розенталь.

1962 г. Создана «Мюонная лаборатория» (И.Л. Розенталь, А.А. Петрухин), в которой на базе ионизационного калориметра исследовались каскадные ливни, образуемые высокоэнергичными мюонами космических лучей (> 100 ГэВ).

Малый ионизационный калориметр отправлен в Тбилиси, где в течение трех лет на нем проводилась совместная работа по исследованию мюонов в подземной лаборатории Института физики АН Грузии (Ю.Д. Котов, Д. Котляревский).

1963 г. Переезд кафедры в новое здание МИФИ на Каширском шоссе. В старом здании (Кировская 21) остался «Большой ионизационный калориметр», на котором продолжались исследования до 1980 г.

Образована космофизическая группа по космическим исследованиям и гамма-астрономии с целью проведения экспериментов на высотных аэростатах и космических аппаратах (руководитель А.М. Гальпер).

1966 г. Начало работ на базе высотных аэростатов в г. Вольске, в которых были получены верхние пределы потоков космического гамма-излучения (> 100 МэВ) и открыто явление высыпания электронов из радиационного пояса во время магнитных бурь (А.М. Гальпер, Б.И. Лучков, В.В. Дмитренко, В.А. Безус).

1968 г. На ИСЗ «Космос-250» проведен эксперимент с гамма-телескопом с искровыми камерами, созданным на кафедре (В.Г. Кириллов-Угрюмов, А.М. Гальпер, Б.И. Лучков, Ю.В. Озеров). Исследования продолжались на спутниках «Космос», «Метеор», орбитальных станциях МИР и МКС.

1969 г. Начало запусков наших приборов на высотных аэростатах с базы в пос. Ключи (Камчатка) и проведение длительных полетов через всю территорию страны.

Заведующим кафедрой стал профессор В.Г. Кириллов-Угрюмов.

1970 г. Присуждение Ленинской премии по физике А.И. Алиханяну, Б.А. Долгошеину, Б.И. Лучкову (совместно с Т.Л. Асатиани, Г.Е. Чиковани и В.Н. Ройнишвили) за цикл работ по созданию новых трековых детекторов – широкоазорной искровой камеры и стримерной камеры.

1977 г. Завершение цикла работ по обнаружению свободного мю-нуклонного атома, зарегистрированного как открытие (В.Г. Кириллов-Угрюмов, Б.А. Долгошеин, Ю.Л. Добрецов, В.Г. Варламов).

1978 г. Начало работ группы МИФИ – ФИАН в Европейском Центре ядерных исследований (Женева) в эксперименте «Гелиос» по физике высоких энергий (Б.А. Долгошеин, Ю.П. Никитин).

1975 – 1990 гг. Разработка, изготовление и калибровка на ускорителе ПАХРА (Троицк) большого гамма-телескопа «Гамма-1» совместно с ИКИ, ФИАН, ЛФТИ, КБ ИКИ (Фрунзе), Институтом ядерных исследований (Сакле), Центром исследования космических излучений (Тулуза) (А.М. Гальпер, Ю.В. Озеров, Ю.Т. Юркин, Б.И. Лучков, А.В. Попов, С.А. Воронов, В.Г. Зверев).

1980 г. Образование «Радиационной лаборатории космофизического отдела» для разработки и внедрения спектрометров на основе ксенона высокого давления (Романюк, В.В. Дмитренко, С.Е. Улин, В.М. Грачев). Эксперименты на высотных аэростатах и на орбитальной станции МИР по исследованию космического линейчатого гамма-излучения. Гамма-телескоп «Ксения» проработал на станции МИР почти 10 лет.

1985 г. (?) От кафедры отделилась группа сотрудников, образовавшая новое подразделение – «Кафедру элементарных частиц» (заведующий – академик Скринский, заместитель заведующего кафедрой Б.А. Долгошеин).

Заведующим кафедрой стал профессор Ф.М. Сергеев.

1990 г. Запуск орбитальной станции ГАММА с телескопом «Гамма-1» и другими приборами на борту для исследования космического гамма-излучения. За два года работы были получены уникальные данные по гамма-излучению солнечных вспышек в интервале высоких энергий (100 МэВ – 10 ГэВ) и дискретным источникам гамма-квантов «Краб», «Вела», «Геркулес X-1».

1992 г. Выпускник кафедры космонавт-исследователь С.В. Авдеев участвовал в своей первой экспедиции на станции МИР. Всего принял участие в трех экспедициях и долгое время (до 2005 г.) был рекордсменом по пребыванию в космосе (747 дней).

1992 г. Кафедра сменила название и стала кафедрой «Микро- и космофизики», что более соответствует направлению работ и специализации выпускников кафедры.

1997 г. На кафедре образованы новые общеинститутские подразделения, включающие сотрудников других кафедр, – Институт астрофизики (директор Ю.Д. Котов) и Институт космофизики (директор А.М. Гальпер). ИНАСТ и ИНКОС участвуют в совместных проектах с учеными США, Японии, Франции, Италии, Индии, Швеции.

1998 г. Учебно-исследовательский центр НЕВОД награжден премией Президента России за создание нейтринного водного детектора (В.В. Борог, Р.П. Какоулин, А.А. Петрухин, В.В. Шестаков, И.М. Яшин).

2001 г. Завершение экспериментов НИНА, НИНА-2 на КА «Ресурс-01» и «Nita» (А.В. Бакалдин, С.А. Воронов, А.М. Гальпер, С.В. Колдашов, А.А. Леонов, В.В. Михайлов). Определен изотопный состав легких ядер в радиационном поясе Земли. Впервые получен энергетический спектр трития. Сотрудники ЭК НЕВОД К.Г. Компаниец и Д.В. Чернов получили медаль РАН для молодых ученых за создание координатного детектора вокруг черенковского водного детектора НЕВОД. Студентка 5 курса О.С. Золина получила медаль РАН для студентов за работу «Образование мюонных пар мюонами высоких энергий».

2002 г. Завершен цикл экспериментов на орбитальных космических станциях МИР и РС МКС по исследованию явления световых вспышек в глазах космонавтов (С.В. Авдеев, А.М. Гальпер, М.Г. Коротков, А.В. Попов). Показано, что основной механизм, вызывающий вспышки, – прямое воздействие ядер космических лучей на сетчатку глаза. Завершено создание верхнего координатного детектора над детектором НЕВОД.

2005 г. Сотрудник ЭК НЕВОД Д.А. Тимашков получил медаль РАН для молодых ученых за работу «Сечение неупругого взаимодействия мюонов».

СОДЕРЖАНИЕ

I. ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ	5
О первых годах кафедры	5
Отцы-основатели	9
Алиханян Артем Исаакович.....	9
Гуревич Исай Исидорович.....	11
Никитин Сергей Яковлевич.....	13
Арцимович Лев Андреевич.....	18
Лейпунский Александр Ильич.....	21
Профессора	22
Гольданский Виталий Иосифович.....	22
Мухин Константин Никифорович.....	27
Прошлое и настоящее кафедры	28
Заведующие кафедрой	33
Первый заведующий кафедрой А.И. Алиханян.....	33
Розенталь Иосиф Леонидович.....	36
Кириллов-Угрюмов Виктор Григорьевич.....	41
Сергеев Феликс Михайлович.....	43
Ветераны войны	45
II. УЧЕБА	48
Учебная лаборатория	48
Преподаватели и ученые	51
Наши выпускники	54
Ядерный клуб	55
Факультет переподготовки	57
Учебные и методические пособия	60
III. НАУКА	62
Проблемная лаборатория	62
Лаборатория фундаментальных взаимодействий	66

Физика элементарных частиц	71
Эксперименты на ускорителях	71
Методические исследования и разработки	74
Институт космофизики (ИНКОС) Московского инженерно-физического института (государственного университета)	76
Лаборатория солнечно-магнитосферных частиц и геофизики	90
Радиационная лаборатория ИНКОС МИФИ	91
Институт астрофизики Московского инженерно-физического института	94
Экспериментальный комплекс НЕВОД	106
Школы по физике ядра и частиц	123
МИФИ в космосе	125
Отдел прикладной ядерной физики	129
Стримерная камера	131
IV. СПОРТ, ОТДЫХ	134
Байдарочные походы	134
Семерка	140
Портреты	146
Элеоноре Петровне Топорковой	146
Гальперу А.М.	148
Дмитренко В.В.	149
Добрецову Ю.П.	150
Долгошеину Б.А.	152
Котову Ю.Д.	155
Петрухину А.А.	157
Сергееву Ф.М.	158
Шестакову В.В.	160
V. ХРОНОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ	162