



Серия
«Выдающиеся учёные
физического факультета МГУ»

Выпуск XVIII

Воспоминания сотрудников, друзей, родных

Борис Саркисович **ИШХАНОВ**



Москва
Физический факультет МГУ
2021

Сборник статей. БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ. Серия «Выдающиеся учёные физического факультета МГУ». Вып. XVIII. Под общей ред. **В.И. Шведунова, И.М. Капитонова, В.В. Варламова, О.В. Чумановой** — М: Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2021. 156 с., **вкл.**

ISBN 978-5-8279-0205-8

Данная книга — это творческий портрет Бориса Саркисовича Ишханова, созданный воспоминаниями его ближайших сотрудников, друзей, родных и знавших его по работе и в жизни.

Книга содержит описание научных проблем, над которыми он работал в течение 60-ти лет, и основных результатов этих исследований, а также роли, которую он сыграл на физическом факультете в создании современной системы преподавания общего курса физики атомного ядра и частиц. Описание дополняется личными воспоминаниями о стиле его работы и особенностях его общения с людьми и методах руководства коллективом сотрудников.

Знакомство с этой книгой позволит читателю в полной мере осознать ту роль, которую МГУ сыграл в нашей стране в научных исследованиях по физике атомного ядра и частиц и создании современной системы преподавания субатомной физики в высших учебных заведениях.

Для широкого круга читателей, интересующихся развитием физики и историей Московского университета.

Рецензенты: профессор *А.С. Илюшин*
профессор *А.П. Черняев*

ISBN 978-5-8279-0205-8

© Физический факультет МГУ
имени М.В. Ломоносова, 2021 г.

Предисловие:

**БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ —
ВЫДАЮЩИЙСЯ УЧЁНЫЙ И ПЕДАГОГ**

Борис Саркисович Ишханов родился 22 октября 1938 года в г. Баку. Первые годы его школьного обучения также проходили в Баку, где он посещал русскую школу. Заканчивал он школу уже в Москве, куда его отец в 1952 г. был приглашен на работу. В 1955 г. после окончания школы он поступил на физический факультет МГУ. Вся его жизнь с этого момента была связана с этим факультетом. В 1961 г. после завершения обучения на Отделении ядерной физики он поступил в аспирантуру и под руководством талантливого и энергичного научного руководителя доцента Валериана Григорьевича Шевченко стал заниматься экспериментальным изучением ядерных реакций под действием фотонов (фотоядерных реакций). К этому времени в Научно-исследовательском институте ядерной физики (НИИЯФ) МГУ стал работать ускоритель электронов бетатрон с максимальной энергией электронов 35 МэВ. Этот экземпляр ускорителя, созданный советскими инженерами, оказался исключительно удачным по своим эксплуатационным качествам и в течение четверти века позволял физикам МГУ проводить интенсивные экспериментальные исследования фотоядерных реакций на самом переднем крае мировой науки в этой области ядерной физики.

Борис Саркисович после защиты 1964 г. кандидатской диссертации на тему «Исследование реакций (γ , p) на средних ядрах» возглавил группу молодых физиков, выпускников физического факультета, занимавшихся изучением гигантского дипольного резонанса, наблюдавшегося в эффективных сечениях поглощения высокоэнергичных фотонов атомными ядрами. Это уникальное ядерное явление — самое яркое коллективное возбуждение в системе нуклонов, несущее беспрецедентную информацию о внутриядерной динамике. Его изучением во второй половине XX века занимались самые передовые ядерные центры мира. Под руководством Бориса Саркисовича в НИИЯФ МГУ были созданы новые высокоэффективные экспериментальные методики и выполнены измерения характеристик гигантского резонанса. Впервые была обнаружена структура гигантского резонанса у средних и тяжелых ядер, что потребовало пересмотра теоретических концепций этого явления. Был изучен механизм распада гигантского



резонанса, установлена важная роль ядерных оболочек и квантового числа изоспина в возбуждении и распаде гигантского резонанса. Был вскрыт механизм формирования ширины гигантского резонанса большой группы ядер. Важным фундаментальным результатом этих интенсивных многолетних исследований явилось открытие конфигурационного расщепления гигантского дипольного резонанса (авторы: Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.Г. Неудачин, В.Г. Шевченко, Н.П. Юдин).

В 1976 г Борис Саркисович стал доктором физ.-мат. наук (тема диссертации «Исследование фоторасщепления атомных ядер в области гигантского резонанса»). Выполненные в МГУ под руководством Бориса Саркисовича исследования фотоядерных реакций получили международное признание. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) предложило группе Бориса Саркисовича организовать международный центр по сбору, анализу и оценке данных фотоядерных экспериментов. И такой центр (ЦДФЭ) был организован и успешно функционирует в сети международных центров ядерных данных (руководитель центра — ученик Бориса Саркисовича профессор В.В. Варламов).

В конце 1980-х годов в Отделе электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер (ОЭПВАЯ) НИИЯФ МГУ, который к тому времени уже много лет возглавлял Борис Саркисович, было принято решение кардинально модернизировать ускорительную базу отдела. И эта сложнейшая технологическая задача была практически целиком осуществлена силами сотрудников, аспирантов и студентов — выпускников физического факультета, работавших под руководством Бориса Саркисовича. В настоящее время это направление деятельности ОЭПВАЯ сосредоточено в Лаборатории Электронных Ускорителей, возглавляемой учеником Бориса Саркисовича профессором В.И. Шведунным. В лаборатории разрабатываются новейшие методы ускорения электронов и создаются уникальные ускорительные системы. Эта группа занимает лидирующее положение в мире в этой области и интенсивно сотрудничает со многими зарубежными научными центрами и фирмами. Основным направлением деятельности является создание электронных ускорителей с большой яркостью пучка, которые позволяют обеспечить ускорение в плазме и получить небывалый темп набора энергии > 10 ГэВ/м, осуществить генерацию излучения в миллиметровом диапазоне длин волн за счет когерентных эффектов, создать интенсивные источники излучений в рентгеновском диапазоне длин волн.



В ОЭПВАЯ были созданы три ускорителя — ускоритель электронов непрерывного действия на энергию 6,7 МэВ и импульсные разрезные микротроны на энергии 55 и 70 МэВ. Все они использовались для фундаментальных исследований. На первом из них впервые в нашей стране выполнены успешные эксперименты по флуоресценции атомных ядер (когда ядро поглощает и затем испускает гамма-квант). Второй и третий явились основой для создания не имеющей мировых аналогов установки по исследованию ядерных реакций, в которых высокоэнергичный фотон выбивает из ядра различные частицы (до 10 нейтронов).

В настоящее время в Лаборатории Электронных Ускорителей разрабатываются и выпускаются компактные линейные ускорители на энергию до 10 МэВ для прикладных целей. Разработаны и производятся ускорители шести типов: импульсные ускорители для мобильных, стационарных и железнодорожных инспекционно-досмотровых комплексов (ИДК), для радиологии, для радиационных технологий, в том числе стерилизации, а также ускоритель непрерывного действия для широкого круга технологий. Все перечисленные ускорители имеют уникальные особенности, отличающие их от ускорителей, выпускаемых конкурентами. Так ускоритель для железнодорожного ИДК позволяет досматривать грузовые поезда на скорости 70 км/час. Созданные ускорители работают на предприятиях атомной промышленности для контроля сварных швов реакторов, на ИДК (в частности на Крымском мосту), используются для обработки продукции пищевой промышленности с целью увеличения сроков хранения. Они обеспечили даже безопасное проведение последнего чемпионата мира по футболу.

Исключительна по масштабам и эффективности была педагогическая деятельность Бориса Саркисовича. Она целиком связана с кафедрой Общей ядерной физики, которую он возглавлял, начиная с 1987 г. Кафедра обеспечивает преподавание всем студентам факультета заключительного раздела общего курса физики — физики атомного ядра и частиц (лекции, семинары, практикум) и играет ведущую роль в разработке методики преподавания этого курса в нашей стране. Борисом Саркисовичем совместно с другими преподавателями написаны основные учебники и учебные пособия по этому курсу, в том числе (вместе с профессором кафедры И.М. Капитоновым и доцентом кафедры физики элементарных частиц Н.П. Юдиным) — классический университетский учебник «Частицы и атомные ядра». Кафедрой



совместно с НИИЯФ МГУ создан сайт «Ядерная физика в Интернете», на котором в режиме открытого доступа публикуются учебные и справочные материалы по физике ядра и частиц и смежным дисциплинам. Этот сайт (его функционирование обеспечивается доцентом кафедры Э.И. Кэбиным) является самым полным источником сведений учебного характера об атомных ядрах и элементарных частицах в нашей стране и очень активно посещается большим числом пользователей многих стран. Количество посещений сайта приближается к 15 млн. Борис Саркисович автор десятков учебников и учебных пособий самой разной методологической направленности.

Борис Саркисович Ишханов был человеком кипучей энергии, долга и исключительных организаторских способностей. Сочетание глубокой научной эрудиции, энциклопедических знаний и особой физической интуиции позволило ему на протяжении многих лет успешно возглавлять научную и педагогическую деятельность большой группы своих учеников. Борисом Саркисовичем создана полноценная научная школа. Под его руководством защищены 35 кандидатских диссертаций. В возглавлявшемся им отделе и на кафедре подготовлено более 50-ти кандидатов и 10 докторов наук. Он являлся членом ряда комиссий и советов, определяющих направление развития ядерной физики в нашей стране. Он входил в редколлегии ведущих научных журналов. Исследования, возглавлявшиеся Борисом Саркисовичем, поддерживались грантами РФФИ, президентскими грантами. Эти исследования широко внедрены и в международную сеть научных исследований, включая исследования на Большом Адронном Коллайдере (ЦЕРН). Остановимся лишь на трёх направлениях. Во-первых, это совместные научные исследования с ведущим научным центром США — Национальной ускорительной лабораторией им. Томаса Джефферсона (JLAB, Вашингтон), где работает ускоритель электронов CEBAF с энергией до 12 ГэВ. CEBAF — лучший в мире электронный микроскоп для изучения ядер и нуклонов. Это единственный в мире ускоритель, способный дать ответ на нерешенные вопросы о структуре нуклона и характере взаимодействия в нём кварков. Во-вторых, это совместные с Национальным институтом ядерной физики Италии (INFN) исследования космологических нейтрино. В-третьих, это сотрудничество с научными центрами и фирмами США, Германии, Испании, Китая и других стран в создании и модернизации электронных ускорителей нового поколения.



Борис Саркисович Ишханов является автором более 900 статей и 100 книг, автором 48-ми учебных курсов, соавтором фундаментального научного открытия, Лауреатом премий Совета министров СССР и правительства России, двух Ломоносовских премий, заслуженным работником высшей школы Российской Федерации. Стиль его жизни, безграничная приверженность делу являются хорошим примером для молодежи. Бориса Саркисовича невозможно было представить вдали от кафедры и возглавляемого им научного коллектива. Каждый день с утра и до вечера он был в работе, решая бесчисленные и часто неожиданные проблемы, в том числе и личные проблемы сотрудников и студентов. Он хорошо знал каждого, умел, как никто, оптимизировать деятельность любого своего подопечного. И после долгого рабочего дня, дома, Борис Саркисович не прекращал своей деятельности, готовясь к лекциям, работая над рукописями новых учебных пособий, анализируя научные материалы, представленные его многочисленными учениками, продумывал стратегию будущих исследований.

Борис Саркисович Ишханов — пример самоотверженного служения науке и высшему образованию.

Научные направления кафедры Общей ядерной физики физического факультета МГУ, возглавлявшейся на протяжении 33-х лет Борисом Саркисовичем:

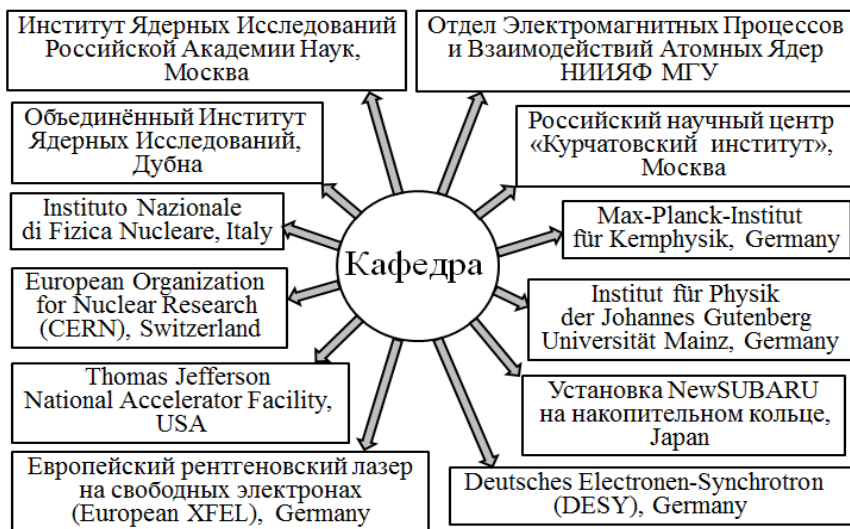
- Фундаментальная ядерная физика.
- Физика высоких энергий и структура элементарных частиц.
- Физика нейтрино.
- Физика пучков заряженных частиц и ускорители.
- Взаимодействие экстремального ультрафиолетового и рентгеновского излучения источников нового поколения с материей.
- Базы ядерных данных.

Борис Саркисович является:

- Лауреатом премии Совета Министров СССР (1982).
- Автором научного открытия (1987).
- Лауреатом 2-х Ломоносовских премий (1994, 2003).
- Лауреатом премии Правительства РФ в области образования (2008).
- Заслуженным работником высшей школы (2005).



Научные базы кафедры общей ядерной физики, возглавлявшейся
Борисом Саркисовичем:



Борис Саркисович — был членом:

- Ученых Советов МГУ и физического факультета.
- Ядерного общества СССР и России.
- Физического общества СССР.
- Комиссии по ядерным данным Министерства атомной энергетики и промышленности.
- Научно-технического совета по ускорителям комитета по атомной энергии.
- Редколлегий журналов «Ядерная физика», «Вопросы атомной науки и техники», «Вестник Московского университета».
- Зам. Председателя экспертного совета «Ядерная физика, физика космических излучений и астрономии» Государственной научно-технической программы Университеты России».
- Одним из руководителей ряда международных научных коллабораций.



***Научная, педагогическая и организационная деятельность
Бориса Саркисовича Ишханова
в воспоминаниях родных, коллег и учеников:***

Н. С. Зеленская

БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ

Писать воспоминания о своем ровеснике, с которым вместе пройдены даже не годы, а десятилетия, начиная от студенческих лет — очень сложно. Для меня Борис Саркисович навсегда останется примером стремления к новым свершениям в науке, умением преодолевать многочисленные препоны и тяжелые жизненные ситуации и оказывать поддержку всем, кто ее заслуживает, и кто в ней нуждается.

В жизни Б.С. Ишханова можно выделить несколько этапов, которые представляются теперь основополагающими в его научном развитии. Первый из них — выбор кафедры ядерной спектроскопии и научного руководителя, профессора В.Г. Шевченко. Валериан Георгиевич Шевченко был ярким представителем молодого поколения сотрудников МГУ. Закончив в 1941 г. среднюю школу с золотой медалью, он добровольцем ушел на фронт, прошел всю войну и был награжден пятью боевыми медалями. В 1953 г. он закончил с отличием физфак МГУ. При распределении Б.С. Ишханова на кафедру ядерной спектроскопии в 1958 г. профессор В.Г. Шевченко был старшим преподавателем этой кафедры, а с 1960 по 1967 гг. — доцентом. В.Г. Шевченко высоко оценил как научные, так и организаторские способности Б.С. Ишханова и в немалой степени способствовал тому, что его ученика оставили в аспирантуре МГУ.

Именно в аспирантуре Борис Саркисович начал исследования на бетатроне НИИЯФ МГУ — одни из главных в его жизни — экспериментальное изучение взаимодействия пучков гамма-квантов с энергией ~ 25 МэВ с ядрами различного атомного веса и измерению функций возбуждения ядер в области гигантского дипольного резонанса (ГДР). Уже первые эксперименты на бетатроне НИИЯФ МГУ с его участием, для проведения которых он разрабатывал новые, нестандартные методики, показали, что единый пик ГДР при поглощении гамма-квантов на легких ядрах не формируется. Вместо него возникает широкая полоса энергий (шириной 10–30 МэВ), в которой происходит интенсивное дипольное поглощение фотонов. В.Г. Неудачин и В.Г. Шевченко и Н.П. Юдин предложили для объяснения такого уширения пика ГДР гипотезу конфигурационного расщепления ГДР атомных ядер,



т.е. возбуждение ГДР в реакциях (γ , p) путем испускания протона из разных оболочек возбужденного ядра. Это расщепление было предсказано в 1960 г. сначала для ядер 1p-оболочки, а в 1964 г. — и для ядер 1d–2s-оболочки.

Проведенные в НИИЯФ МГУ до 1968 г. экспериментальные исследования указывали на существование расщепления ГДР, однако не являлись его прямыми доказательствами. Такие доказательства были получены в НИИЯФ МГУ в период с 1975–1980 гг. Б.С. Ишхановым и И.М. Капитоновым (Б.С. Ишханов в 1976 г. уже стал доктором физ.-мат. наук, а в 1977 г. — профессором и сменил в 1969 г. Б.С. Шевченко на посту заведующего лабораторией, в дальнейшем преобразованной в отдел). Для этого ими были реализованы эксперименты нового типа, в которых с большой точностью фиксировалась энергия возбуждения конечного ядра после вылета из него нуклона, что позволяло на основе независимых данных реакций однонуклонной передачи однозначно указать ядерную оболочку, из которой этот нуклон был выбит фотоном.

Конфигурационное расщепление гигантского дипольного резонанса (ГДР) атомных ядер было подтверждено аналогичными экспериментами в различных зарубежных лабораториях и получило общемировое признание. В этих экспериментах ядра возбуждались различными частицами. Было установлено, что открытое в НИИЯФ МГУ конфигурационное расщепление ГДР имеет универсальный характер — оно не зависит от типа частиц, возбуждающих ядро, т.е. проявляется не только в электромагнитных, но также в сильных и слабых взаимодействиях.

Для регистрации открытия решающим стало заседание Бюро отделения ядерной физики АН СССР 8 сентября 1987 г. Я присутствовала на этом заседании, сидела рядом с академиком И.М. Франком и видела его горячее одобрение экспериментальным работам по исследованию конфигурационного расщепления ГДР. Бюро единогласно приняло постановление, рекомендующее зарегистрировать открытие. В 1987 г. оно было зарегистрировано под №342 Государственным комитетом СССР по делам изобретений и открытий. Авторы его — Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.Г. Неудачин, В.Г. Шевченко и Н.П. Юдин. За эти научные работы Б.С. Ишханов в 1980 г. был награжден орденом Трудового Красного Знамени. В 1994 г. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.И. Шведун за цикл работ «Новые представления о механизме взаимодействия гамма-квантов с атомными ядрами» стали Лауреатами Ломоносовской премии МГУ.



Исследования ГДР Б. С. Ишханов продолжал и в дальнейшем. В экспериментах, осуществленных под его руководством, изучена тонкая структура ГДР, впервые определены параметры его изоспинового расщепления и изучены каналы распада с множественным вылетом нейтронов (вплоть до семи).

Следующий этап в жизни и научных исследований Б.С. Ишханова — создание Центра данных фотоядерных экспериментов (ЦДФЭ) НИИЯФ МГУ. Борис Саркисович еще четыре десятилетия назад прекрасно понимал, что современный этап развития науки и техники характеризуется стремительным ростом объемов получаемых, анализируемых и применяемых данных и существенным повышением требований к их точности и надежности. Более 20 лет назад под его руководством был создан ЦДФЭ НИИЯФ. В настоящее время ЦДФЭ НИИЯФ функционирует в рамках международной Сети центров ядерных данных МАГАТЭ, специализирующейся на обработке данных по ядерным реакциям. Базы данных позволяют на основе совместного анализа результатов различных экспериментов выявлять различные систематические закономерности, не только повышающие точность и надежность данных на основе объединенной оценки результатов различных экспериментов, но и оценивающие результаты экспериментов, которые по тем или иным причинам не были (и/или не могут быть) проведены.

Одно из самых больших достижений Б.С. Ишханова — создание в НИИЯФ МГУ ускорителей электронов нового поколения. Эти работы потребовали не только разработки моделей разрезных ускорителей, но и многих монтажных работ, начиная с демонтажа старого бетатрона, до сноса некоторых конструкций и перестройки помещений. На все эти работы требовалось значительное финансирование, и Борис Саркисович добился его из самых разных источников, в том числе и зарубежных грантов. Наконец, надо было собрать и организовать группу молодых сотрудников, которые непосредственно занимались этими работами. Б.С. Ишханов преодолел все эти трудности, несмотря на то, что значительная часть работ по созданию новой ускорительной базы пришлось на трудные 90-е годы. Именно тогда были разработаны программные комплексы, выполнены расчеты, сконструированы, изготовлены и настроены все основные элементы разрезного микротрона непрерывного действия и был создан сверхкомпактный электронный ускоритель нового поколения — импульсный разрезной



микротрон на энергию пучка 70 МэВ. В конце 90-х годов скорителе электронов нового поколения — разрезном микротроне, обладающем уникальными параметрами электронного пучка (лучшими в мире среди ускорителей подобного класса), выполнены эксперименты по взаимодействию электронного пучка с кристаллами, неупругому рассеянию фотонов на ядрах. В настоящее время в отделе электромагнитных процессов и атомных взаимодействий, возглавляемым Б.С. Ишхановым, работают несколько электронных ускорителей: линейный ускоритель непрерывного действия на энергию 1.2 МэВ; импульсный линейный ускоритель на энергию 10 МэВ; импульсный разрезной микротрон с большой яркостью пучка на энергию 35 МэВ; импульсные разрезные микротроны на энергию 55 МэВ и 70 МэВ. Мощный промышленный ускоритель (с высотой ≈ 2 м) с энергией электронов 1.2 МэВ и максимальной мощностью пучка 60 кВт может использоваться в материаловедении, радиационная химии, радиационных процессах в промышленности, таких как стерилизация и дезинсекция.

Все выше изложеное — лишь краткая характеристика плодотворной научной деятельности Бориса Саркисовича и достигнутых в ней результатов. Можно только добавить, что на протяжении многих лет он руководил рядом международных экспериментов в коллаборации с Национальным Институтом ядерной физики Италии, Национальной лабораторией Jefferson Lab в США и Университетом в Майнце (Германия).

Выполненные на переднем крае науки экспериментальные исследования ГДР, создание Центра данных фотоядерных экспериментов и замена устаревшего бетатрона НИИЯФ на уникальную линейку ускорителей электронов не могли не сплотить вокруг Б.С. Ишханова плеяду его единомышленников. В их числе профессора И.М. Капитонов, В.В. Варламов, В.И. Шведунов, доктора физ.-мат. наук Н.Г. Гончарова, И.Н. Бобошин, В.Н. Орлин. Около 50 сотрудников защитили под его руководством диссертации на соискание степени кандидата физ.-мат. наук. А.С. Алимов, А.В. Тиунов за цикл работ «Новые физические явления при взаимодействии высокоинтенсивных непрерывных пучков с электромагнитными полями» в 1995 г. были удостоены Шуваловской премии МГУ. Я горжусь тем, что была оппонентом на защите докторских диссертаций И.Н. Бобошина и В.Н. Орлина и многих кандидатских диссертаций, защищенных его учениками.



Несомненный научный авторитет и организационный талант Б.С. Ишханова позволили ему вместе с Л.Д. Блохинцевым выиграть гранты на создание и государственную поддержку ведущих научных школ Российской Федерации (2003–2005, 2006–2008, 2008–2009 гг.) и в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» получить финансирование по Государственному контракту на 2009–2013 гг. Научные школы объединили все отделы НИИЯФ МГУ, связанные ядерно-физическими исследованиями в области умеренных энергий, что способствовало развитию и взаимному обогащению как экспериментальных, так и теоретических работ, выполняемых на протяжении многих лет.

Огромная научно-исследовательская деятельность Б.С. Ишханова тесно связана с не менее значимой его преподавательской деятельностью. На протяжении многих лет он возглавлял кафедру общей физики физического факультета МГУ. На физическом факультете разработал и читал факультетский курс «Ядерная физика» и многочисленные спецкурсы. Б.С. Ишханов автор многих учебников и учебных пособий. За подготовку научных кадров высшей квалификации и внедрение ЭВМ (на современном языке — IT-технологий) в учебный процесс в 1982 г. он был удостоен премии Совета министров СССР. Мне хочется отметить переиздание в 1980 г. учебника «Ядерная физика», написанного ранее Ю.М. Широковым и Н.П. Юдиным, и создание в 2007 г. нового современного учебника «Частицы и ядра» (авторы Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов и Н.П. Юдин). Эти учебники являются основой для подготовки будущих поколений ядерщиков, начиная с младших курсов. В 2003 г. Б.С. Ишханов стал Лауреатом Ломоносовской премии МГУ за педагогическую деятельность.

Несмотря на огромную занятость, Борис Саркисович был доступен всем, и не только сотрудникам своего отдела, включая студентов и аспирантов. К нему всегда можно было обратиться с любым вопросом и любой проблемой, иногда далекой от науки. Очень часто он помогал и без всяких просьб, поскольку всегда вникал в жизненные интересы и проблемы огромного круга людей. Не случайно в его отдел и на его кафедру приходило много талантливой молодежи, для которой были созданы все условия научного роста. Слова Н.Г. Чернышевского «таких людей мало, но они движители двигателей, соль соли Земли» в полной мере относятся к Б.С. Ишханову.



И.М. Капитонов

ОТ ФОТОПЛАСТИНОК ДО КОНФИГУРАЦИОННОГО РАСЩЕПЛЕНИЯ ГИГАНТСКОГО РЕЗОНАНСА

Мое знакомство с Борисом Саркисовичем произошло в 1960 году. Тогда, после завершения трех лет обучения на физическом факультете, я вместе со своим другом Юрием Сорокиным, с которым мы учились в одной студенческой группе, продолжили образование на кафедре Ядерной спектроскопии (ныне кафедре Физики атомного ядра и квантовой теории столкновений), возглавлявшейся профессором Леонидом Васильевичем Грошевым из Курчатовского института. Вместе с Ю. Сорокиным мы решили заниматься экспериментами, которые начали разворачиваться на только что введенном в строй 35-МэВ бетатроне НИИЯФ МГУ. Научную группу бетатрона возглавлял доцент Валериан Григорьевич Шевченко, ученик академика В.И. Векслера. Это был период формирования научной группы. Помощниками В.Г. Шевченко были три Бориса — выпускник физфака Борис Алексеевич Юрьев, Борис Иванович Горячев (пришедший из фотоядерной лаборатории Л.Е. Лазаревой в ФИАНе) и Борис Саркисович Ишханов, который только что закончил физфак, выполнив дипломную работу на циклотроне НИИЯФ МГУ под руководством будущего директора НИИЯФ МГУ Игоря Борисовича Теплова. Сорокин попал к Юрьеву, а я — к Ишханову, который стал аспирантом Шевченко.

У Бориса Саркисовича был дипломник — Юра Куликов, под крыло которого Борис Саркисович меня и определил. Куликов и я выполняли всю черновую работу по подготовке экспериментов, а Борис Саркисович контролировал и направлял нашу деятельность. Борис Саркисович был прирожденным руководителем, воспитанным на комсомольской и партийной работе. Мне приходит в голову некоторая историческая аналогия — Резерфорд, открывший атомное ядро, и его молодые сотрудники — Гейгер и Марсден. Резерфорд планировал опыты и анализировал результаты, а Гейгер и Марсден готовили и проводили эти опыты и приносили их результаты Резерфорду.

Группы «трёх Борисов» работали независимо и независимо отчитывались Валериану Григорьевичу Шевченко. Эта независимость проявлялась в особенностях экспериментальных методик, выборе задач и исследуемых ядер. Но в целом эти три группы двигались в одном направлении.



Самые первые эксперименты проводились с использованием ядерных эмульсий. Они были предельно просты. Не было никакой электроники. Фотопластинки располагались против ядерных мишеней, помещавшихся в тормозном гамма-пучке бетатрона и после обсветки (до нескольких суток) проявлялись. Фотопластинки (специальные, предназначенные для регистрации заряженных частиц эмульсии, нанесенные на тонкие стеклянные подложки) изготавливал для нас Научно-исследовательский кино-фото-институт (НИКФИ). После облучения мы для проявки отправляли их в НИКФИ и затем просматривали под микроскопами и, находя треки от фотопротонов, измеряли их длину в микронах и определяли по этой длине энергию протона. В итоге мы получали спектры фотопротонов и их угловые распределения при различных верхних границах E^{max} спектра тормозного гамма-излучения. Первые наши публикации, в том числе и зарубежные в *Physics Letters*, посвящены этим результатам.

Вспоминается один эпизод. Борис Саркисович нёс в руках коробочку с облученными фотопластинками для НИКФИ. Я шел рядом, и мы проходили мимо вахтера. А в то время (50–60-е годы) все ядерные институты охранялись вооруженными пистолетами людьми в темных подпоясанных ремнями шинелях. На выходе из корпуса стоял такой охранник, представлявший фразой «стрелок Ромахин». Этот Ромахин увидел в руках Бориса Саркисовича коробочку и потребовал документ, позволявший её вынести. Конечно, ничего такого у Бориса Саркисовича не было (обычно мы выносили фотопластинки в карманах, и проблем не было). Борис Саркисович в свойственной ему решительной манере проигнорировал требование охранника и направился к выходной двери. Тогда Ромахин, воодушевленный своей бдительностью, громко крикнул: «Стой, стрелять буду!» и потянулся к кобуре. Фотопластинки пришлось ему отдать, и он почему-то положил коробочку с ними на горячую батарею водяного отопления (дело было зимой). Для фотопластинок этого делать было нельзя, так как быстро приводило к их порче. Ромахин отказывался убрать фотопластинки с батареи, и пришлось прибегнуть к срочной помощи дирекции.

Теперь немного о том, что происходило на проходной корпуса в момент начала работы. Начало работы для всех сотрудников НИИЯФ было в 9 часов утра и опоздания не приветствовались. Сотрудники на проходной брали из специального шкафчика свою карточку (перфокарту) и вставляли в устройство, напоминавшее шахмат-



ные часы. Ударом по клавише на карточке фиксировалось время прихода сотрудника. Также фиксировалось и время ухода. Типичная картина утреннего прихода работников выглядела так: все приходили к 9-ти, и у часов собиралась толпа, наблюдающая, как стрелка часов подползает к цифре 9. Стремясь опередить ход стрелки, сотрудники с размаху быстро шлепали по клавише, напирая друг на друга. Часы периодически ломались, и наступали спокойные дни. Время от времени специальная комиссия на проходной записывала всех опоздавших, и принимались соответствующие меры (выговоры в приказе дирекции института). Но вернемся к основной теме данных воспоминаний.

Бетатрон НИИЯФ был очень хорошим экземпляром среди изделий подобного рода. Во-первых, максимальная энергия его электронов достигала 35 МэВ. В отличие от большинства бетатронов, имевших энергии не больше 20–25 МэВ, это давало возможность исследовать гигантский дипольный резонанс (ГДР) во всей энергетической области (10–30 МэВ), что, в конечном счёте, позволило фотоядерной группе НИИЯФ МГУ обнаружить и исследовать явление конфигурационного расщепления ГДР. Во-вторых, он оказался очень надёжным в эксплуатации. Им в течение длительного и непрерывного времени эксперимента (многие сутки) мог управлять всего один человек, не являющийся специалистом, например, студент. Конечно, случались аварии, замена ускорительной камеры и даже один раз небольшой пожар, но это были редкие эпизоды.

За техническое состояние бетатрона и его ремонт отвечали два человека — старший инженер фронтвик Виктор Валентинович Экивин и его помощник Олег Нестеренко. Ещё был механик Александр Березин, который выполнял несложные слесарные работы, связанные с обслуживанием бетатрона и постановкой на нем экспериментов. Березин со своими станками и инструментами располагался прямо под пультовой. Экивин и Нестеренко занимали комнату соседнюю с пультовой, вход в которую был из коридора (в этой комнате сейчас находится рабочее место Димы Ланского). Физики-экспериментаторы занимали комнату, где теперь ЦДФЭ и работает В.В. Варламов. Монтаж и настройка аппаратура для экспериментов происходила в помещении за пультовой, где сейчас происходят заседания сотрудников отдела и кафедры, лекции и семинары. В коридоре были шкафы с различным инвентарем и столы для мелких монтажных и графических работ. Крупные механические заказы выполнялись в механических мастерских 19-го корпуса. В состав коллектива



сотрудников, осуществлявших подготовку и проведение экспериментов на бетатроне, входило до трёх лаборантов. Они часто менялись и «через бетатрон» их прошло довольно много. Вспоминаются Бендерский, Панафидин, Рудченко, Марченко, Горбатов, Шотт.

Наверное, современному физика будет интересно узнать, как начинался любой эксперимент на бетатроне. А начинался он с того, что в экспериментальном зале (он был отделен от помещения, где находился бетатрон, защитной стеной из свинца и бетона толщиной около 1 м; этой стены давно нет) искалась точка максимальной интенсивности гамма-пучка, куда и нужно было помещать исследуемую мишень. Точка выхода пучка из бетатрона была хорошо известна, и это место было началом сквозного канала свинцового коллиматора длиной 0,7 м. Но вот положение выхода этого свинцового канала на оси пучка, нужно было определить и соответствующим образом сориентировать коллиматор. Делалось это следующим образом. Лист рентгеновской пленки размещался в экспериментальном зале против выхода пучка из камеры ускорителя в предполагаемом месте расположения исследуемой мишени (несколько метров от бетатрона). Начальная ориентация коллиматора оставалась от прошлого опыта. Проводилось короткое облучение пленки и далее её проявка в комнате ниже этажом непосредственно под бетатроном. Если ориентация коллиматора совпадала с ориентацией пучка, то его изображение на рентгеновской пленке было четким, без полутени. В противном случае возникала полутень, и по её положению и конфигурации опытный экспериментатор мог определить, куда и насколько нужно повернуть выходную часть коллиматора, чтобы сквозной его канал оказался на оси пучка. За 2–3 облучения обычно удавалось правильно выставить коллиматор. В этой процедуре принимал участие и Борис Саркисович. Мы с ним спускались в провочное помещение, находившееся прямо под бетатроном. Самым заметным элементом этой комнаты была массивная цилиндрическая бетонная «тумба», на которой стоял бетатрон. Эта тумба свободно проходила сквозь потолок над нами и уходила вниз, сливаясь там с фундаментом здания.

Немного о том, как работал бетатрон во время экспериментального сеанса. Он работал непрерывно и круглосуточно. За его работой, сидя за пультом, следил один оператор, поддерживая интенсивность пучка на максимальном уровне поворотом ручки. Роль оператора мог исполнять любой человек, даже студент-старшекурсник. Составлялся график дежурств за пультом. Смена длилась 8 часов. В ночных дежур-



ствах периодически приходилось участвовать мне, и несколько раз в них принимал участие Борис Саркисович. Особенно трудными были предутренние часы, когда глаза буквально слипались, и подступала дремота.

После завершения нескольких опытов с фотопластинками Шевченко поставил перед группой Ишханова задачу измерения кривых выхода фотопротонных реакций в режиме on-line. На бетатроне наступала эра экспериментов с использованием электроники. Для регистрации фотопротонов использовались сцинтилляционные спектрометры с тонкими (≈ 1 мм) кристаллами CsI, позволявшие в условиях сильного электронного и позитронного фона уверенно регистрировать протоны с энергиями до 15 МэВ. Их диаметр был равен 3 см. Поставляемые нам кристаллы были существенно толще 1 мм и приходилось их вручную стачивать до нужной толщины и шлифовать. С помощью этой установки впервые были измерены фотопротонные сечения в области ГДР для ядер 1d2s-оболочки Mg, Si, P, S, Ca, а также среднего ядра Zr. Полученные данные для Zr продемонстрировали сдвиг (примерно на 5 МэВ) фотопротонного сечения к более высоким энергиям по сравнению с фотонейтронным, что явилось первым серьёзным аргументом в пользу важной роли изотопического спина в электромагнитных возбуждениях ядер высокой энергии, проявляющегося в форме изоспинового расщепления ГДР. В дальнейшем этот эффект детально изучался в НИИЯФ МГУ с помощью методики полупроводниковых детекторов и получил надёжное подтверждение.

В связи с опытами по измерению кривых выхода фотопротонов с помощью кристаллов CsI вспоминается следующий эпизод. Шевченко поставил перед нами задачу начать измерения с дважды магического ядра ^{40}Ca . Мы с Борисом Саркисовичем разместили мишень из кальция и сцинтилляционные счетчики в специальной вакуумной камере, сориентировали коллиматор и выставили камеру в пучок. Начали измерения и получили данные о скорости образования фотопротонов в мишени при каком-то (не могу вспомнить) значении E^{max} . Показали эти цифры Шевченко. На следующий день он появился со словами о том, что по его оценкам скорость счета фотопротонов должна быть в несколько раз выше и мы, по-видимому, плохо выставили установку в пучок и облучаем мишень не центром пучка, а его крылом. Мы повторили установку. Результат тот же. Так повторялось несколько раз. Шевченко все больше раздражался. Тогда мы попросили его показать нам его оценки. Он принес свои выкладки.



Они представляли собой произведение из нескольких множителей, которыми были: оценка интегрального выхода фотопротонов из какой-то работы; число фотонов в нашем пучке выше порога реакции, попадавших на мишень; число ядер в облучаемой части мишени, телесный угол, вырезаемый кристаллом CsI; множитель, учитывающий угол, под которым относительно линии гамма-пучка вылетали протоны; и так далее. Всего около 10-ти множителей. Мы стали проверять все цифры и оказалось, что Шевченко в каждой цифре (а её значение не абсолютно, а лежит в каком-то коридоре, например, 0,9–1,0) брал наибольшее (а не среднее) значение, и в результате получил заведомо завышенную (в несколько раз) оценку выхода фотопротонов. Все встало на свои места, и Шевченко полетел в 1964 г. в Париж на ядерную конференцию с докладом по нашим данным о сечении фотопротонной реакции на кальции-40. Результаты этих исследований были опубликованы в трудах этой конференции и в журнале *Physics Letters*.

В дальнейшем для измерения выходов фотопротонов мы использовали полупроводниковые спектрометры и многонитяные пропорциональные камеры. Полупроводниковые счетчики начали изготавливаться в нашей стране в 60-х годах в ограниченном количестве, и их нелегко было достать. В частности, в Лаборатории ядерных реакций (ОИЯИ, Дубна), руководимой академиком Георгием Николаевичем Флёровым, их стали изготавливать для нужд собственных экспериментов по синтезу новых сверхтяжелых элементов. Эта лаборатория организовала Всесоюзное совещание по полупроводниковым детекторам, их свойствам и методам изготовления. Борис Саркисович и я принимали участие в работе этого совещания и познакомился там с Флеровым и его молодым и энергичным помощником Юрием Цалаковичем Оганесяном, будущим преемником Флерова и единственным живущим человеком, именем которого назван химический элемент. Узнав, что в лаборатории Флерова изготавливаются кремниевые поверхностно-барьерные полупроводниковые детекторы, Борис Саркисович попросил Георгия Николаевича один-два экземпляра выделить нам. Для обсуждения наших потребностей в этих счетчиках Флеров пригласил нас приехать к нему в Дубну. И, по крайней мере, мы дважды были у него. На меня произвело большое впечатление отношение Флерова к Борису Саркисовичу. Чтобы попасть на закрытую и охраняемую территорию ОИЯИ, нужно было заранее получить пропуск, что было довольно длительной процедурой. Флеров, экономя наше



время, делал для нас процедуру проникновения на территорию ОИЯИ предельно простой. Он был наделен правом давать указание охранникам о пропуске любого человека к нему без всяких документов. И каждый раз, когда мы приезжали в Дубну, он из своей, довольно далеко отстоящей от проходной лаборатории, приходил в неё, приказывал пропустить нас и приводил к себе в кабинет. Первые полупроводниковые счетчики для фотоядерных экспериментов мы получили от Флерова.

В измерениях сечений фотопротонных реакций мы использовали 8 одинаковых тонких поверхностно-барьерных кремниевых полупроводниковых счетчиков общей площадью $18,4 \text{ см}^2$. Толщина чувствительного слоя каждого детектора была 300 мк , что позволило резко снизить воздействие на счётчики высокоэнергичной компоненты электронного фона, образующегося в мишени. Для каждого счётчика был создан отдельный тракт усиления и дискриминации. Общее разрешающее время детектора, предусилителя и усилителя было $\approx 3 \cdot 10^{-8}$ сек. Система регистрировала протоны с энергиями от 1 до 25 МэВ.

В этот же период (1968–69 гг.) под руководством Бориса Саркисовича был создан высокоэффективный детектор фотонейтронов. Он представлял собой бак цилиндрической формы длиной 110 см и диаметром 70 см, вдоль центральной оси которого проходил сквозной канал для гамма-пучка и в центре его располагалась исследуемая мишень. Бак был заполнен парафином для замедления быстрых фотонейтронов, которые после замедления регистрировались восьмьюдесятью пропорциональными счётчиками, заполненными газом 10BF_3 (использовалась идущая с большим сечением реакция $n + {}^{10}\text{B} \rightarrow {}^7\text{Li} + \alpha$). Эффективность этого детектора (около 45%) была рекордной для нашей страны. Детектор регистрировал до 30 нейтронов за один цикл работы ускорителя. Уместно отметить, что детектор такого же типа был создан и в лаборатории Флерова много лет спустя. Он имел эффективность около 30%.

Кривые выхода фотопротонов и фотонейтронов измерялись так называемым многоканальным методом, т.е. в режиме переключения энергии электронов бетатрона в каждом цикле ускорения, т.е. 50 раз в секунду. Это позволило существенно повысить относительную точность результатов, получаемых с помощью тормозного спектра. Процесс накопления экспериментальной информации был полностью автоматизирован. В конце всего цикла измерений экспериментальные



данные содержали информацию о 256 энергетических точках (позже число точек было доведено до 512), причем соседние точки отстояли друг от друга на 100 кэВ. Постоянство верхней границы тормозного спектра поддерживалось с точностью 10–15 кэВ.

В первых экспериментах с помощью вышеописанной методики были получены сечения фотопротонной реакции для ядер ^{52}Cr , ^{58}Ni , ^{60}Ni , и сечения фотонейтронной реакции для ядер ^{51}V , ^{52}Cr , ^{59}Co , ^{58}Ni , ^{60}Ni и ^{208}Pb . Были обнаружены отдельные структурные особенности этих сечений. В дальнейшем были выполнены аналогичные эксперименты и на других ядрах.

Для проведения экспериментов на отдельных изотопах нужны были обогащенные этими изотопами мишени. Мы их получали в Госфонде стабильных изотопов, который базировался на территории Курчатовского института. В этом фонде была богатейшая коллекция изотопически обогащенных образцов, как в виде тонких фольг, пригодных для экспериментов с вылетом заряженных частиц, так и более массивных образцов, например, в порошкообразном виде, пригодных для экспериментов с вылетом нейтронов. Обогащенные образцы поступали в Госфонд от различных обогатительных установок научных центров нашей страны. Покупать нужные нам образцы мы не могли из-за их очень высокой стоимости. Поэтому мы брали их в аренду по приемлемой цене. Для наших нейтронных экспериментов лучше всего подходили массивные мишени весом сотни граммов, использование которых обеспечивало большие выходы фотонейтронов. При этом фотонейтроны, имея МэВ-ные энергии, свободно (без поглощения) выходили из таких мишеней. Занимался отбором и организацией аренды мишеней я. Когда я приходил к начальнику 19-го корпуса НИИЯФ МГУ Сергею Сергеевичу Васильеву за визой под заявочным письмом в Курчатовский институт на какую-либо фотонейтронную мишень весом в 300–400 граммов, он, воспитанный на тонких мишенях, используемых на циклотроне, с удивлением смотрел на весовые параметры запрашиваемых нейтронных мишеней и говорил: «Такое впечатление, что вы масло покупаете».

К началу 70-х годов в ОЭПВАЯ НИИЯФ МГУ были измерены десятки сечений фотопротонных и фотонейтронных реакций в области гигантского дипольного резонанса. В этих сечениях наблюдалась структура, природа которой была неясна. Сравнение результатов расчетов с большинством накопленных экспериментальных данных по сечениям фотоядерных реакций, энергетическим и угловым



распределениям продуктов распада гигантского резонанса уже не могло быть эффективным средством проверки теоретических моделей, поскольку эти данные содержали в неразделенном виде вклады от распада многих состояний гигантского резонанса на большое число уровней конечных ядер. Требовалась постановка экспериментов нового типа, данные которых были бы чувствительны к механизму реакции.

Дальнейший прогресс в экспериментальных исследованиях гигантского резонанса был связан с изучением различных каналов его распада и, прежде всего, таких, в результате которых происходит заселение отдельных состояний ядер-продуктов (такие каналы ниже будут называться парциальными). В первую очередь это относится к парциальным нуклонным каналам распада, поскольку вылет нуклонов является основной формой распада гигантского резонанса. Высокая информативность фотоядерных экспериментов, в которых фиксируются отдельные состояния конечных ядер, обусловлена тем, что эти состояния по энергии расположены значительно ниже формирующих гигантский резонанс состояний ядра-мишени и они изучены достаточно хорошо. Знание природы низколежащих заселяемых состояний конечного ядра позволяло получить новые сведения о высокорасположенных состояниях гигантского резонанса.

Экспериментальные исследования парциальных каналов распада гигантского резонанса были выполнены в НИИЯФ МГУ методом спектрометрирования фотопротонов и гамма-квантов, снимающих возбуждение конечных ядер после вылета из ядра фотонуклона. Это позволило разобраться в конфигурационной структуре гигантского резонанса ядер с числом нуклонов до 60 и определить роль полупрямого (т.е. самого быстрого) способа его распада, несущего непосредственную информацию об оболочечной структуре гигантского резонанса. Для этого была использована спектроскопическая информация о дырочных по отношению к ядру-мишени уровнях конечных ядер, полученная в независимых реакциях однонуклонного подхвата.

Протоны регистрировались спектрометром, представлявшим собой телескоп из двух кремниевых полупроводниковых детекторов толщиной 40 микрон (ΔE -счётчик) и 3 мм (E -счётчик) площадью 100 мм². Энергетическое разрешение спектрометра составляло 100–150 кэВ в области энергий 5–8 МэВ. Использование телескопа счётчиков позволило решить задачу выделения сигналов протонов из интенсивного фона электронов и позитронов от неядерных процессов



и обеспечить регистрацию протонов с энергиями от 1,5 до 20 МэВ. Принцип отделения протонов от лёгких заряженных частиц был основан на том, что при одинаковой энергии, оставленной заряженными частицами в E -счётчике, электроны и позитроны оставляли в ΔE -счётчике энергию во много раз меньшую, чем протоны. Поэтому на плоскости с осями ΔE и E события от протонов и легких заряженных частиц концентрировались в различных местах.

Для получения из фотопротонных спектров сечений фотопротонных реакции с образованием конечных ядер в отдельных состояниях необходимо было эти спектры измерять, меняя E^{max} с достаточно малым шагом. Проблема достижения необходимой точности в относительной нормировке спектров решалась применением многоканального метода измерения энергетических спектров фотонуклонов. Этот метод, ранее использовавшийся для измерения кривых выхода фотоядерных реакций, в описываемых экспериментах впервые был применен для измерения спектров фотопротонов. E^{max} менялась (с шагом около 1 МэВ) в каждом цикле работы ускорителя, т. е. с частотой 50 Гц, последовательно и многократно проходя весь набор значений. Синхронно с дискретным изменением E^{max} происходило переключение участков памяти 4096-канального амплитудного анализатора с записью в них информации об энергетическом распределении фотопротонов. Этот режим работы с одной стороны обеспечивал одновременное измерение спектров фотопротонов, отвечающих разным E^{max} , подавляя тем самым влияние временной нестабильности параметров спектрометрического тракта на точность результатов, а с другой — не требовал длительного прецизионного контроля дозы гамма-излучения, поскольку все протонные спектры в конце эксперимента оказывались автоматически привязанными к одному и тому же числу актов ускорения электронов.

Данные экспериментов по спектрометрированию фотопротонов дополнялись данными экспериментов по спектрометрированию гамма-квантов, снимающих возбуждение конечных ядер. Использование этих данных с одной стороны позволяло понять, заселение каких уровней конечных ядер и с какой вероятностью формируют полученные из спектрометрирования фотопротонов парциальные фотопротонные сечения для групп неразрешенных конечных уровней, а с другой — получить сведения о фотонейтронном канале распада гигантского резонанса. Фотонейтронный канал в экспериментах по девозбуждению легко отделяется от фотопротонного по энергиям уровней,



принадлежащим различным конечным ядрам — соответственно $(A - 1, Z)$ и $(A - 1, Z - 1)$. Для регистрации гамма-квантов девозбуждения в экспериментах, выполненных в НИИЯФ МГУ, использовался Ge(Li)-детектор с чувствительным объёмом 100 см^3 , имевший энергетическое разрешение несколько кэВ для фотонов с энергиями до 10 МэВ.

В описываемых исследованиях вместе с нашими данными была использована и проанализирована вся совокупность мировых ядерных данных по парциальным каналам распада гигантского резонанса легких ядер. Так для ядер $1d2s$ -оболочки ($A=16-40$) было использовано более 300 парциальных сечений, а для ядер $1/2p$ -оболочки — около 100. Информативность полученных нами данных о гигантском резонансе намного превышала информативность всех тех исследований, которые были выполнены мировым ядерным сообществом. В результате этих исследований была расшифрована оболочечная структура гигантского резонанса и определена роль полупрямого механизма распада ядер с числом нуклонов до 60. Главным результатом этих исследований явилось открытие явления конфигурационного расщепления гигантского дипольного резонанса легких ядер.

Было установлено, что обширная группа всех легких атомных ядер (по крайней мере, вплоть до кальция), у которых также как и у средних и тяжелых ядер имеется выделенная по энергии область интенсивного поглощения фотонов (гигантский резонанс), характеризуется отличным от последних механизмом взаимодействия с электромагнитным излучением. Именно, дипольные колебания у легких атомных ядер утрачивают коллективную природу, присущую средним и тяжелым ядрам. Вместо этого они характеризуются, в основном, возбуждением отдельных нуклонов, которое переходит с нуклонов одних ядерных оболочек на нуклоны других оболочек при изменении энергии фотона. Иначе говоря, единый пик гигантского резонанса не формируется, а вместо этого возникает широкая полоса энергий (её ширина 10–30 МэВ), где происходит интенсивное дипольное поглощение фотонов, причём фотоны разных энергий возбуждают протоны и нейтроны разных ядерных оболочек. В результате образуется широкая полоса частот поглощения фотонов легкими ядрами вместо узкого пика, характерного для средних и тяжелых ядер, которые колеблются подобно капле жидкости. Такое расщепление одного узкого пика дипольного поглощения фотонов на ряд пиков, разбросанных в широкой области частот, наблюдающееся при переходе от тяжелых и средних ядер к более легким, было предсказано



теоретиками НИИЯФ МГУ и получило название «конфигурационного расщепления» (configure-tional splitting) гигантского резонанса» (термин, впервые введённый в научную литературу в 1967 г. на международной конференции по ядерной физике в Токио и с тех пор утвердившийся в ней).

Предсказание и экспериментальное обнаружение этого явление было в 1987 г. признано в нашей стране в качестве научного открытия. Авторы открытия Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.Г. Неудачин, В.Г. Шевченко, Н.П. Юдин. Приоритет открытия: июль 1960 г. в части теоретического предсказания и 30 января 1978 г. в части экспериментального обнаружения. Формула открытия: *«Установлена неизвестная ранее закономерность конфигурационного расщепления гигантского дипольного резонанса у легких атомных ядер, заключающаяся в том, что сечение взаимодействия этих ядер с гамма-квантами в области электрического дипольного поглощения расщеплено по энергии на группы переходов, связанные с формированием различных ядерных конфигураций, причем низкоэнергетическая группа, обусловленная переходами нуклонов из внешней ядерной оболочки, распадается с испусканием нуклонов больших энергий, а высокоэнергетическая, обусловленная переходами из внутренней оболочки, — с испусканием нуклонов малых энергий».*

Решающей инстанцией в признании этого открытия в нашей стране явилось заседание Бюро отделения ядерной физики Академии наук СССР, состоявшееся 8 сентября 1987 г. под председательством академика-секретаря Бюро М.А. Маркова. Было заслушано сообщение назначенного отделением эксперта по данному открытию академика Г.Н. Зацепина. Присутствовало много известных физиков (2 лауреата Нобелевской премии — И.М. Франк и П.А. Черенков, а также А.М. Балдин, Г.Н. Флёрв, Ю.Д. Прокошкин, А.Н. Тавхелидзе, Д.В. Ширков и др). Единогласно было принято постановление, рекомендуемое Госкомизобретений СССР зарегистрировать открытие. Состоявшееся 5 ноября 1987 г. в Госкомизобретений процедура регистрации открытия была уже формальным актом.

Явление конфигурационного расщепления было предсказано в 1960 г. В.Г. Неудачиным, В.Г. Шевченко и Н.П. Юдиным сначала для ядер 1p-оболочки (между ^4He и ^{16}O), а затем в 1964 г. ими же и для ядер 1d2s-оболочки (между ^{16}O и ^{40}Ca). Проявлением конфигурационного расщепления в ядрах 1p-оболочки является их так называемый «звездный» (кластерный) распад при поглощении гамма-кванта. Это



следствие супермультиплетной структуры легчайших ядер, вызванной пространственно-обменными силами Майорана. Любопытно, что эти силы молодой и загадочный итальянский гений ввел в 1933 г., стажирясь в Германии у Гейзенберга, в тот момент, когда последний пытался построить теорию нуклон-нуклонного взаимодействия. И поистине удивительно то, что эти силы через 30 лет сыграли одну из ключевых ролей в явлении конфигурационного расщепления гигантского резонанса.

Результаты пионерских работ, выполненных в НИИЯФ МГУ, были позже подтверждены в аналогичных экспериментах японских, австралийских и бельгийских исследователей и получили международное признание. Авторство учёных МГУ в теоретическом предсказании и первом экспериментальном наблюдении конфигурационного расщепления ГДР широко признано, а словосочетание «*configurational splitting*» прочно вошло в лексикон физиков-ядерщиков. Более того, опыты, выполненные в США, Швейцарии (ЦЕРН), Японии и нашей стране, в которых ядра возбуждались различными элементарными частицами, показали, что открытое в МГУ явление имеет универсальный характер, т. е. проявляется не только в электромагнитном взаимодействии, но также в сильном и слабом взаимодействиях. Открытие внесло коренные изменения в сложившиеся представления о структуре легких атомных ядер и механизме возникновения у них возбуждений большой энергии.

Основные экспериментальные исследования, приведшие к открытию явления конфигурационного расщепления гигантского дипольного резонанса, проводились на бетатроне НИИЯФ МГУ под руководством Бориса Саркисовича в период 1970–85 гг. В них принимали участие В.И. Шведунов, А.В. Шумаков, А.С. Габелко и «интернациональный корпус» в составе армянки Ж.Л. Кочаровой, украинца Ю.И. Прокопчука, венгра А.И. Гутя, узбеков У.Р. Арзибекова, К.М. Иргашева, М.Х. Жалилова, а позже — латышки И.А. Тутынь. Все они по итогам этих исследований защитили кандидатские диссертации.

Результаты этих исследований суммированы в многостраничном обзоре «*The Giant Dipole Resonance in Light Nuclei and Related Phenomena*», опубликованном в 1986 г. в журнале *Physics Reports (A Review Section of Physics Letters)*. Редактором этого журнала и журнала *Nuclear Physics* в то время был известный физик-теоретик американец Джерри Браун (G.E. Brown) — автор схематической модели



коллективизации одночастичных частично-дырочных переходов остаточными силами. Эта модель позволила понять, как формируется сдвинутое вверх по энергии (в область экспериментального положения гигантского резонанса) выделенное дипольное состояние, вбирающее в себя основную часть сечения. Концепция конфигурационного расщепления свидетельствовала о том, что схема Брауна не работает в легких ядрах. Поэтому нетрудно было предугадать, с каким интересом Браун знакомился с присланным емуopusом. Мы, поэтому, с некоторым волнением ожидали его реакции. Я был в кабинете В.Г. Неудачина, когда он получил письмо от Брауна. В нём Браун наградил наш труд эпитетом «excellent» и сообщал, что он будет опубликован в ближайшем номере. А труд был весьма объёмным (около двухсот страниц) и для его опубликования пришлось объединить сразу три выпуска (issues) журнала. Воспроизвожу самое начало этого обзора, который зарубежные физики называли «библией» фотоядерной науки:

Обзор, естественно, был написан по-русски, и нужно было качественно перевести его на английский. Такой перевод выполнил Олег Зильберт, которого мы знали по его прошлой работе в качестве переводчика НИИЯФ МГУ.

«The Giant Dipole Resonance in Light Nuclei and Related Phenomena». R.A. Eramzhyan, B.S. Ishkhanov, I.M. Kapitonov, V.G. Neudatchin. Physics Reports, V. **136**, I. 4–6, P. 229–400 (April 1986)

Abstract

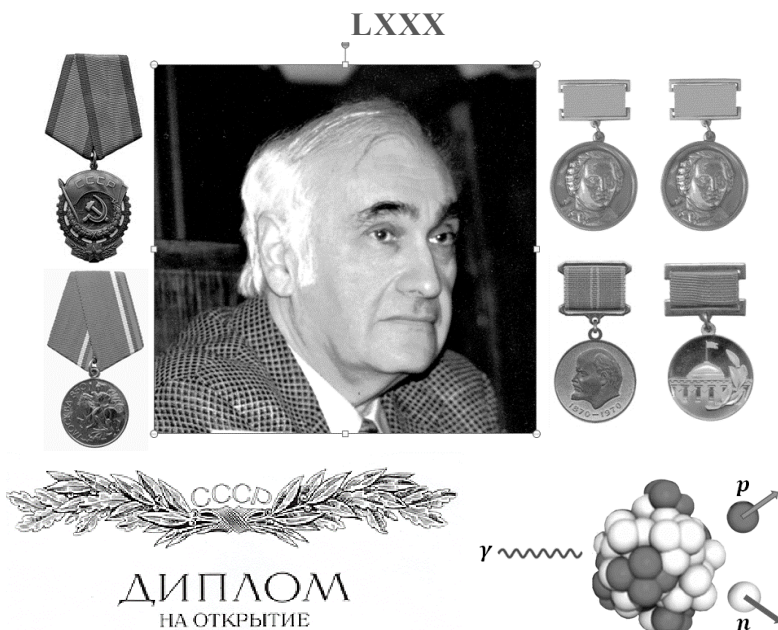
The present-day status of the giant dipole resonance (GDR) in light nuclei is discussed with main emphasis on the supermultiplet and configurational splitting of GDR, which are its most important features. A great wealth of experimental data, which confirm the existence of the above phenomenon are presented. Consideration is also given to the related problems, such as radiative pion capture and muon capture, spin-isospin dipole excitations, the role of the supermultiplet structure of nuclear levels in the formation of hypernuclear states in processes of the coherent substitution of hyperons for nucleons.

Другим непростым моментом были рисунки. В то время не было компьютерных способов изготовления рисунков, графиков и схем. Журналы Physics Reports и Nuclear Physics требовали представлять рисунки, выполненные тушью на кальке. А в нашем обзоре было 75 рисунков, некоторые из которых были весьма сложными. Пришлось эту работу выполнить мне. И в течение месяца, непрерывно, не отвлекаясь на другие дела, я, вооружившись рейсфедером, циркулем и пером изготавливал эти рисунки и делал к ним надписи. Все



рисунок редакция приняла без замечаний. Помню, как под самый новый 1986-й год я с папкой толщиной 10 см отправился на Главпочтамт и отправил наш труд в редакцию Physics Reports.

С тех пор прошло 35 лет и, знакомясь с фотоядерными исследованиями гигантского резонанса этих «послеконфигурационных» лет, я утверждаю, что ничего более информативного и фундаментального в этой области ядерной физики не появилось. Эффективности и успешности наших исследований способствовало несколько обстоятельств, главным из которых была концентрация в одном месте (19-м корпусе НИИЯФ МГУ) группы первоклассных теоретиков-ядерщиков, интересовавшихся гигантским резонансом, и экспериментаторов фотоядерщиков, начинавших исследования на первоклассном 35-МэВ бетатроне. Нас разделял один коридор и два лестничных пролета. Мы хорошо знали друг друга и часто общались, обсуждая одну волновавшую нас проблему — какова глубинная физика гигантского дипольного резонанса. И, конечно, ещё одним важным фактором успешности нашей деятельности была кипучая энергия, воля и организационный талант Бориса Саркисовича Ишханова.



Пискарев И.М.

СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСА НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ И ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ФОТОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ НА 35-МЭВ БЕТАТРОНЕ НИИЯФ МГУ

Я начал работать с Борисом Саркисовичем Ишхановым, будучи студентом 2-го курса физического факультета МГУ. Борис Саркисович в это время был аспирантом физического факультета МГУ. После окончания аспирантуры он остался работать в секторе фотоядерных реакций на 35-МэВ бетатроне НИИЯФ МГУ. Бетатрон был смонтирован и сдан в эксплуатацию, но никаких методик, позволяющих проводить физические эксперименты, не было. Не было и никакого опыта проведения работ на бетатроне.

В первую очередь нужно было создавать детекторы продуктов фотоядерных реакций. Сейчас все сотрудники сидят за компьютерами. А тогда все сотрудники сидели за осциллографами и искали сигнал от детектора. Аппаратура была простейшая самодельная. Основной проблемой было отделить полезный сигнал от помех, которые возникали из-за работы бетатрона. Были идентифицированы разные виды помех, которые шуточно называли "швычка", "пиндюлина" и "борода". Инициатором и лидером всех проводимых работ был Борис Саркисович. Материально-техническое снабжение группы бетатрона полностью отсутствовало, но Борису Саркисовичу удалось выпросить у богатых космиков коробку транзисторов. Это позволило начать под руководством Бориса Саркисовича разработку регистрирующей аппаратуры.

Постановка эксперимента для исследования реакций под действием тормозного излучения заключалась в следующем. Источником тормозного излучения служил 35-МэВ бетатрон НИИЯФ МГУ. На пучке излучения устанавливалась мишень из исследуемого вещества. Продукты реакции, образующиеся в мишени, регистрировались детектором. Измерялась величина, называемая выходом реакции. Для расчета зависимости сечения реакции от энергии ускорителя необходимо иметь зависимость от этой энергии выхода реакции, называемую кривой выхода. Особенностью фотоядерных реакций является их малая вероятность и, как следствие, малый выход реакции. Для набора статистики, которая позволила бы с требуемой точностью определить сечение реакции, требуется значительное время, которое для одного значения кривой выхода реакции может доходить до десятков часов.



При практическом осуществлении программы измерений мы столкнулись с проблемой стабильности регистрирующей аппаратуры. В результате оказалось, что нестабильность аппаратуры вносит в искомое сечение реакции ошибку большую, чем статистическая точность. Эта ошибка растет со временем измерений, в то время как статистическая ошибка уменьшается. Поэтому простое увеличение времени измерений и набираемой статистики только ухудшают точность получаемых результатов.

Для борьбы с нестабильностью регистрирующей аппаратуры Борис Саркисович предложил использовать метод прыгающей привязки. Бетатрон является циклическим ускорителем, работающим от сети переменного тока. Ускорение электронов происходит в каждый период переменного магнитного поля. Бетатрон дает импульсы γ -излучения длительностью в десятки микросекунд с частотой 50 Гц. Верхняя граница энергии пучка тормозного излучения определяется величиной магнитного поля в момент сброса электронов на тормозную мишень. Для управления энергией ускорителя существует система сброса пучка, которая подает импульс сброса в момент времени, соответствующий заданной энергии. В системе сброса величина магнитного поля на орбите бетатрона сравнивается с величиной опорного напряжения, задающего энергию ускорителя. Такая система позволяла менять энергию бетатрона в каждом цикле ускорения.

Метод прыгающей привязки заключался в следующем. Было предложено в каждом цикле ускорения переключать энергию бетатрона от минимального значения до максимального. После достижения максимальной энергии процесс повторялся. Было выбрано 512 значений энергии. Вся кривая выхода измерялась за ~ 10 секунд. При этом нестабильность регистрирующей аппаратуры мало влияла на результат, так как порог чувствительности аппаратуры за 10 секунд практически не менялся. Набор статистики мог продолжаться много дней. С течением времени порог чувствительности менялся, однако одинаково для всех энергий ускорителя. Это влияло на абсолютную величину выхода, но точность измерения зависимости от энергии была высокой. Применение прыгающей привязки обеспечивало получение высокой точности измерения каждой точки кривой выхода относительно соседних точек. Это позволило исследовать тонкую структуру сечения реакции, что было весьма затруднительно при независимом измерении выхода реакции в каждой точке.



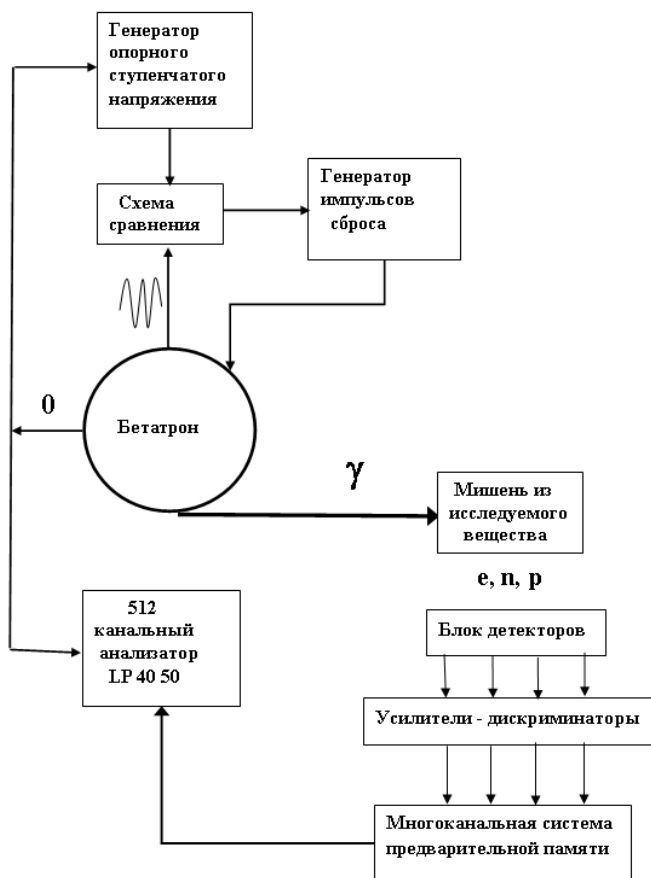


Рис. Блок-схема эксперимента по измерению кривой выхода фотоядерной реакции

Для реализации метода был необходим многоканальный накопитель информации и система переключения энергии ускорителя в каждом цикле. В качестве накопителя был использован 512 канальный анализатор фирмы Nokia. В анализаторе не было предусмотрено использование режима многоканального накопителя. Модернизация анализатора и создание многоканальной системы накопления данных было осуществлено сотрудниками ОЭПВАЯ под руководством Бориса Саркисовича. Для управления энергией электронов была создана 512-канальная система переключения и стабилизации энергии



бетатрона. Она обеспечивала стабильность энергии лучше 0.01%. Для ускорения набора статистики была создана многоканальная система регистрации продуктов фотоядерных реакций. Имеющаяся в то время техника не позволяла сделать быструю регистрирующую аппаратуру, поэтому для увеличения быстродействия сигналы с детекторов поступали по разным независимым каналам. После дискриминации полезных сигналов с детекторов от фона они суммировались в канале анализатора, который соответствовал определенной энергии верхней границы пучка тормозного излучения.

Блок-схема эксперимента по измерению кривой выхода фотоядерной реакции представлена на рисунке. Со следящей обмотки бетатрона снимался синусоидальный сигнал, пропорциональный напряженности магнитного поля на орбите бетатрона. Этот сигнал поступал на один вход схемы сравнения. На другой вход схемы сравнения подавалось опорное напряжение, пропорциональное энергии ускорителя. В момент сравнения вырабатывался импульс сброса, который запускал генератор импульсов сброса электронов с орбиты на тормозную мишень. Энергия ускорителя и номер канала анализатора, в который записывается информация о количестве импульсов, поступивших с детекторов, переключались импульсом, вырабатываемым в момент перехода магнитного поля через нуль.

Продукты, образующиеся в мишени под действием тормозного излучения (электроны, нейтроны или протоны), регистрируются блоком детекторов. В блоках усилителей-дискриминаторов фоновые сигналы от электронов отделяются от импульсов, образующихся в детекторах под действием протонов или нейтронов. В связи с тем, что фоновая загрузка электронного тракта высока, использовались 8 независимых каналов усиления и дискриминации импульсов, а также 8-канальная система предварительной памяти. В паузе ускорителя, когда импульсы от детекторов не поступают, система предварительной памяти опрашивается. Накопленная информация записывается в канал анализатора, соответствующий определенной энергии верхней границы тормозного излучения.

Многоканальная система стабилизации и переключения энергии создавалась в 1967–1970 годы. Уровень техники в это время не позволял использовать готовые решения, поэтому все приборы были разработаны и изготовлены сотрудниками ОЭПВАЯ. Руководил работой Борис Саркисович. Основными разработчиками и изготовителями системы были ст. инженер Баламатов Н.Н., лаборант Горбатов Ю.И., студент Пожидаев В., аспирант Пискарев И.М.



Основной физической проблемой, которую предстояло решать на бетатроне НИИЯФ МГУ являлось исследование гигантского дипольного резонанса в сечениях фотоядерных реакций. В работах академика А.Б. Мигдала было предсказано, что при энергиях выше порогов образования протонов или нейтронов поглощение должно быть дипольным. Это означает, что при энергии выше порога фотонуклонных реакций вероятность поглощения фотона возрастает, так как вероятность дипольных переходов больше вероятности мультипольных переходов. Мощный резонанс в сечении фотоядерной реакции был назван гигантским дипольным резонансом.

Именно для исследования гигантского дипольного резонанса в НИИЯФ МГУ был построен 35-МэВ бетатрон. В те годы высококвалифицированных специалистов в области фотоядерных реакций не было. Исследования в этой области начинали аспиранты, студенты и молодые сотрудники НИИЯФ. Борис Саркисович возглавил коллектив молодых сотрудников. Под руководством Бориса Саркисовича были созданы методики регистрации продуктов фотоядерных реакций. Большую поддержку в организации научно-исследовательской работы ему оказал профессор Валериан Григорьевич Шевченко.

Основными продуктами, образующимися в фотоядерных реакциях на легких и средних ядрах, являются вторичные фотоны, протоны, нейтроны. В реакциях на тяжелых ядрах к ним добавляются осколки деления. Акт реакции может быть идентифицирован либо путем прямой регистрации образующейся вторичной частицы, либо путем определения конечного ядра — продукта реакции. На первом этапе стояла задача исследования фотоядерных реакций методом прямой регистрации продуктов.

Простейшим методом исследования в отсутствие какой-либо электроники является метод фотопластинок. Продукт фотоядерной реакции оставлял в фотоэмульсии след, на основании которого можно было определить вид частицы, ее энергию и направление вылета из мишени. Но таким методом трудно получать хорошую статистическую точность. Поэтому было решено разрабатывать электронные методы регистрации продуктов фотоядерных реакций.

Исследование сечений фотопротонных реакций

Энергетический спектр фотопротонов достигает энергии ~ 10 МэВ и более, однако значительная их доля может иметь энергию в несколько МэВ. Для регистрации фотопротонов решено было использовать кремниевые поверхностно-барьерные детекторы с толщиной активного слоя порядка сотни микрон. Фоновыми частицами были



вторичные электроны, образование которых связано с электромагнитными процессами, не затрагивающими ядро. Поэтому электроны были фоном, от которого нужно было отделить протоны. Амплитуды импульсов от фотопротонов были больше амплитуды импульсов от электронов, электронов было намного больше. Из-за недостаточного быстродействия электронной аппаратуры импульсы от электронов накладывались друг на друга, создавая импульсы такой же амплитуды, что и импульсы от протонов. Для борьбы с наложениями импульсов от электронов приходилось уменьшать загрузку электронного тракта. Уменьшение загрузки осуществлялось применением большого числа детекторов протонов с отдельными электронными трактами. Суммирование сигналов от разных детекторов осуществлялось после дискриминации протонов от электронов в каждом канале. Другим методом уменьшения загрузки электронного тракта была растяжка длительности вспышки пучка тормозного излучения во времени. Растяжка создавала дополнительную погрешность в энергии фотонов, но при измерении кривых выхода реакций эта ошибка оказывалась меньше шага изменения энергии бетатрона.

Исследование сечений фотонейтронных реакций

Нейтроны, образующиеся в фотоядерной реакции, имеют энергию такого же порядка, что и протоны, т.е. они являются быстрыми. Нейтроны — незаряженные частицы, поэтому зарегистрирован может быть не сам нейтрон, а продукт его взаимодействия с веществом. Вероятность регистрации быстрых нейтронов имевшимися детекторами была мала, с большой вероятностью регистрировались медленные нейтроны. Поэтому сначала стояла задача замедлить нейтроны. Для этого был применен парафин. Длина замедления быстрых нейтронов в парафине составляет 12–15 см. Это накладывало условие на размеры детектора. Для регистрации медленных (тепловых) нейтронов применялись пропорциональные счетчики, заполненные гелием (He^3). Блок пропорциональных счетчиков заливался парафином. В ОЭПВАЯ был создан детектор нейтронов с эффективностью регистрации 40%. Для борьбы с перегрузками электронного тракта использовался многоканальный усилительный тракт.

Исследование сечений реакций фотоделения

При делении тяжелых ядер образуются средние ядра. Осколки деления, как правило, оказываются заряженными, поэтому их можно зарегистрировать пропорциональным счетчиком. Однако пробег в веществе таких ядер очень мал, и они не могут пройти через входное



окно такого детектора. Для регистрации продуктов фотоделения были созданы многопроволочные искровые счетчики, работающие на воздухе. Счетчик представлял собой ровную заземленную поверхность, над которой были натянуты нити толщиной порядка 0.1 мм. На каждую нить через балластное сопротивление подавалось высокое напряжение около 10 кВ отрицательной полярности. Для формирования искрового, а не тлеющего разряда каждая нить была соединена с землей разрядным конденсатором 10–20 пФ. Напряжение на нити подбирается таким образом, чтобы при попадании в зазор «нить — плоскость» осколка деления происходил искровой разряд. В процессе искрового разряда напряжение на нити падает до нуля, поэтому разряд прекращается. Напряжение на нити восстанавливается к следующему циклу работы ускорителя. Достоинством такого счетчика является 100% эффективность и практически полное отсутствие фона, так как никакая другая заряженная частица, кроме осколка деления, не может создать искровой разряд.

Исследование упругого рассеяния фотонов

Снятие возбуждения с уровня гигантского дипольного резонанса путем испускания фотона с той же энергией, с которой этот уровень был возбужден, с учетом энергии отдачи ядра (упругое рассеяние фотонов) является одним из возможных каналов его распада. Для регистрации упруго рассеянных фотонов с энергиями в области гигантского дипольного резонанса необходимы Ge(Li) детекторы объема не менее десятков кубических сантиметров. Для уменьшения фона комптоновских фотонов детектор устанавливался под углом 135° относительно мишени. Для подавления фона рассеянных фотонов, попадающих в детектор не от мишени, применялась сплошная свинцовая защита с отверстием, нацеленным на мишень. Другим источником фона была реакция (n, γ) под действием нейтронов, образующихся в фотоядерных реакциях. Для борьбы с фоном из реакции (n, γ) Ge(Li) детектор фотонов дополнительно окружался слоем парафина толщиной не менее 15 см.

Модернизация 35-МэВ бетатрона НИИЯФ МГУ

При измерении кривых выхода фотоядерных реакций методом прыгающей привязки требовалась высокая стабильность энергии ускорителя. Стабильность была достигнута за счет подбора условий инжекции электронов в камеру ускорителя, при которых поток электронов на орбите был ограничен. Когда был выполнен большой объем



исследований сечений фотоядерных реакций, обнаружена тонкая структура сечений, встал вопрос об увеличении точности измерения энергетических спектров фотопротонов. Выход фотопротонов мал, поэтому необходимо было значительно увеличить интенсивность излучения ускорителя. Выполненные под руководством Бориса Саркисовича исследования условий инжекции в бетатроне позволили значительно увеличить ток электронов на орбите и в десятки раз повысить интенсивность пучка тормозного излучения. Стабильность энергии ускорителя при этом оказалась несколько хуже, но для исследования спектров фотопротонов высокая стабильность была не нужна.

Исследование фотоядерных реакций потребовало большого напряжения всех участников работы. Измерения проводились круглосуточно, останавливались только на новогодние праздники. Научным руководителем и организатором всех работ был Борис Саркисович Ишханов.

На основе выполненных исследований было сделано открытие: "Конфигурационное расщепление дипольного гигантского резонанса в атомных ядрах", зарегистрированное в СССР. Авторы: Ишханов Б.С., Капитонов И.М., Неудачин В.Г., Шевченко В.Г., Эрамбян Р.А., Юдин Н.П.

В.И. Шведун

**СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ
УСКОРИТЕЛЬНОЙ ТЕМАТИКИ В ОЭПВАЯ**

Я познакомился с Борисом Саркисовичем осенью 1972 г. в 19 корпусе НИИЯФ МГУ, куда меня и еще двух студентов третьего курса во время кампании по распределению на кафедры привел для собеседования аспирант кафедры ускорителей Владимир Варламов. В начале 70-х годов в ядерной физике еще была сильна инерция развития, заложенная во многие направления науки реализацией атомного проекта. В отличие от сегодняшнего дня, когда подавляющая часть экспериментальных работ в области ядерной физики и физики высоких энергий выполняется в рамках коллабораций на зарубежных ускорителях, в СССР действовало большое число экспериментальных установок мирового уровня. Активные исследования в области фотоядерных реакций на пучке тормозного излучения 35 МэВного бетатрона НИИЯФ МГУ велись и в руководимом Ишхановым секторе фотоядерных реакций, позднее преобразованном в отдел электромагнитных процессов и взаимодействия атомных ядер.

Борис Саркисович подключил меня к работам по измерению и обработке фотопротонных спектров, которые проводили В.В. Варламов и И.М. Капитонов. Исследованиями в области фотоядерных реакций я занимался около 10 лет. В ходе работ Борис Саркисович формулировал общие цели исследований, максимально поддерживал инициативу и помогал в реализации идей. Главным было получение надежного и значимого результата.

Будучи секретарем парткома физического факультета, Борис Саркисович никогда не предлагал мне вступать в партию, оградил от претензий со стороны комсомола, касающихся моего недостаточного участия в «общественной» работе. При поступлении в аспирантуру я был «третьим лишним». Кафедра имела квоту на двух аспирантов, и на эти места были достойные кандидаты. Борис Саркисович рассказывал мне о своем разговоре с деканом факультета В.С. Фурсовым по поводу моей кандидатуры. Василий Степанович, пришедший в 1954 г. на физфак из атомного проекта, выслушал просьбу Ишханова и сказал: «Служу Советскому Союзу!», после чего я был допущен к экзаменам.



Борис Саркисович приложил значительные усилия для того, чтобы после окончания аспирантуры и защиты кандидатской я мог продолжить работу в НИИЯФ МГУ. Для этого необходимо было получить московскую прописку. В 70-х московскую прописку могли получить только 2–3 иногородних представителя МГУ в год, причем имеющие помимо научных заслуг высокие показатели по комсомольской или партийной линии. Тем не менее, Борис Саркисович решил и эту проблему, у меня до сих пор хранится копия постановления Мосгорисполкома о предоставлении мне права на московскую прописку.

К началу 80-х годов нам стало ясно, что возможности бетатрона для расширения фронта исследований фотоядерных реакций практически исчерпаны. Например, процесс получения достаточной статистики при измерении фотопротонных спектров для одного ядра занимал несколько месяцев круглосуточной работы ускорителя. Для меня наиболее яркой иллюстрацией проблемы был тот факт, что при круглосуточной работе ускорителя в течение всего года полное время, в течение которого генерировалось тормозное излучение и шел набор статистики, не превышало 1.5 часов. Во многих научных центрах еще с 60-х годов бетатроны были заменены на импульсные линейные ускорители и микротроны, имеющие на порядки большую величину ускоренного тока. Однако, увеличение тока, в применении к фотоядерным реакциям, только усугубляло проблему, поскольку мертвое время детекторов было сопоставимо с длительностью импульса излучения. Очевидным решением проблемы являлось создание ускорителя электронов непрерывного действия. Работы в этом направлении активно велись в США, Канаде и ФРГ, как по созданию сверхпроводящих, так и нормально проводящих ускорителей.

В СССР не было ни одной организации, которая имела бы реальный опыт в области разработки СВЧ ускорителей электронов непрерывного действия, тем более такого опыта не было в НИИЯФ МГУ, поэтому Борис Саркисович инициировал обсуждение направлений дальнейшего развития отдела. Помимо создания ускорителя электронов непрерывного действия, на котором могли бы быть продолжены на новом уровне исследования электромагнитных взаимодействий ядер, рассматривались и другие варианты. Пользуясь научными связями на физическом факультете МГУ и в НИИЯФ МГУ, Борис Саркисович организовал обсуждение с различными научными группами и специалистами возможности присоединения к исследованиям гравитационных волн, к работам по экспериментальной проверке



некоторых аспектов общей теории относительности. Однако, в конце концов, было решено заняться созданием принципиально нового ускорителя, это решение было принято в конце 1982 г.



*На XXIX Совецании по ядерной спектроскопии. Рига,
у здания Академии наук Латвийской ССР, 1979 г.*

В развертывании и проведении работ по созданию нового ускорителя решающую роль сыграли выдающиеся организаторские способности Бориса Саркисовича. Я помню, как он привел меня к заведующему кафедрой ускорителей А.А. Коломенскому — специалисту в области ускорителей заряженных частиц с мировым именем, который вначале очень скептически отнесся к нашей затее, тем не менее помог в привлечении к обсуждению возможных вариантов проекта специалистов из различных научных центров СССР. После предварительных оценок и обсуждений за основу проекта была взята схема разрезного микротрона непрерывного действия с нормально проводящей уско-



ряющей структурой. Энергия ускоренного пучка должна была составить 175 МэВ, средний ток 100 мкА. Сооружение разрезного микротрона с близкими параметра в то время завершалось в Институте ядерной физики университета г. Майнц (ФРГ), подобный проект разрабатывался в Лос-Аламосе (США).

Работы по ускорительной тематике были начаты в отделе «с нуля». Для реализации проекта Борис Саркисович создал в отделе две группы: собственно ускорительную группу — динамика пучка, расчеты, проектирование, измерение и настройка магнитов, элементов магнитной оптики, ускоряющих структур, электронной пушки, датчиков параметров пучка и т.д. и группу контроля и управления — с самого начала ускоритель проектировался с самым современным компьютерным управлением. Были установлены контакты с различными кафедрами физического факультета МГУ, со специалистами ФИАН, ИФВЭ, ИЯИ, МРТИ, МИФИ, ЕРФИ, НИИФА, Саратовским университетом, НИИ «Титан» (сейчас АО «НПП «Торий»), НПО «Исток». К реализации проекта Борис Саркисович привлек аспиранта физического факультета Максима Сотникова — талантливого физика и уникального организатора, ставшего одной из ключевых фигур в создании ускорителя.

Нами был разработан ряд экспериментальных стендов, написаны программы расчета динамики пучка, специалисты ИФВЭ передали только что созданные ими программы для расчета магнитных систем и ускоряющих структур. Проведение детального численного моделирования систем ускорителя стало возможным также благодаря установленной ранее в отделе ЭВМ ЕС-1022. Наконец, Борис Саркисович помог получить доступ к поисковым системам США, прообразу Интернета, что позволяло следить за самой свежей информацией по ускорительной тематике. Несмотря на «холодную войну», США предоставляли СССР доступ к их сетям. В результате проведенных работ вырисовался облик ускорителя, стала понятна принципиальная реализуемость проекта и в начале 1985 г. Ученый совет НИИЯФ МГУ утвердил данный проект. Моментом, когда отступление стало невозможно, был демонтаж бетатрона с подрывом его фундамента.

Борис Саркисович создал все условия для реализации проекта: было обеспечено адекватное финансирование; установлены контакты с предприятиями, обладающими специальными технологиями, необходимыми для изготовления элементов ускорителя. НИИ «Титан» разработал для нашего проекта и выпустил партию мощных



клистронов непрерывного действия, обеспечил пайку ускоряющих структур. Мастерские ОИЯИ изготовили уникальные поворотные магниты. Максимально использовались механические мастерские НИИЯФ и физического факультета МГУ, в отделе работало несколько механиков.

Поскольку имевшегося ускорительного зала было недостаточно для размещения всего оборудования ускорителя, Борис Саркисович организовал сооружение двух дополнительных залов, при этом он лично руководил укладкой бетонных блоков в стены. Залы были построены в рекордные сроки — не более одного месяца. Помощь в строительстве, в создании необходимой инфраструктуры, приобретении материалов и стандартного оборудования, что в условиях плановой экономики было непростым делом, оказывали все службы института — таков был авторитет Ишханова. Параллельно обсуждались различные варианты строительства подземного ускорительного и экспериментального залов на территории 19 корпуса НИИЯФ МГУ.

К началу 1991 г. практически все оборудование ускорителя было готово, шла сборка и пусковые работы на инжекторе — многосекционном линейном ускорителе электронов непрерывного действия на максимальную энергию 6.7 МэВ и средний ток до 1 мА. Отметим, что по величине энергии инжектор почти вдвое превосходил инжектор каскада разрезных микротронов Института ядерной физики университета г. Майнц и в 1.3 раза инжектор разрезного микротрона, соорудившегося в Лос-Аламосе.

Задумывая создание ускорителя в 1982 г., мы не могли предположить, что произойдет к концу десятилетия. Более того, работы по ускорителю, официально начавшиеся в 1985 г., вполне соответствовали лозунгам перестройки и ускорения. Серьезные проблемы с реализацией нашего проекта начали ощущаться в 1990 г. В 1991 г., когда инфляция в стране составила 2500%, а зарплаты не хватало на проездной билет, из более чем двух десятков сотрудников, участвовавших в реализации проекта, остались единицы, остальные ушли на «стройки капитализма». Тем не менее, работы по запуску инжектора, продолжались. Работа шла без выходных. Борис Саркисович также приходил в институт по субботам и воскресеньям, садился рядом в пультевой и внимательно наблюдал за процессом настройки и измерения параметров пучка инжектора. Твердо удостоверившись, что проектные параметры инжектора достигнуты, Борис Саркисович настоял на том, чтобы я подготовил и защитил докторскую диссертацию, что и было сделано в мае 1992 г.



Запуск инжектора позволил начать уникальные эксперименты по ядерной резонансной флуоресценции на пучке тормозного излучения. Я помню самые первые измерения с использованием германий-литиевого детектора после сборки и отладки линии транспортировки пучка и детектирующей системы. Происходило это, как обычно, в воскресенье. Получив информацию о готовности к измерениям, Борис Саркисович пришел в институт и попросил одну из сотрудниц, живших неподалеку, срочно принести пачку соли. Соль в качестве мишени была установлена в пучок и на наших глазах на экране многоканального анализатора стали расти пики упругого рассеяния на ядрах натрия. Таким образом, год работы импульсного ускорителя реально сжался до полутора часов работы ускорителя непрерывного действия — то, о чем мы мечтали, начиная проект.

Последние тридцать лет, с 1990 г. и по настоящее время, были и остаются борьбой за выживание и развитие ускорительной тематики в нашем отделе. Отсутствие финансирования, остановило дальнейшую реализацию проекта разрезного микротрона в НИИЯФ МГУ. Борис Саркисович договорился с заведующим лабораторией фотоядерных реакций ИЯИ РАН Р.А. Эрамжяном о переносе оборудования, сборке и запуске ускорителя на «питомнике» ИЯИ, поскольку Академия наук располагала большими финансовыми ресурсами. Ускорительный зал был подготовлен, в нем были установлены поворотные магниты, однако со смертью Рудольфа Амаяковича в 1998 г. работы были прекращены.

В 1990–1994 гг., параллельно с запуском и эксплуатацией инжектора, делались попытки найти практическое применение нашим разработкам в области СВЧ техники и ускорителей заряженных частиц. Был разработан и поставлен заказчику ускоритель электронов непрерывного действия для обработки какао-порошка, была разработана и испытана СВЧ печь мощностью 20 кВт. Однако из-за отсутствия опыта и финансовой поддержки на доведение разрабатываемых образцов до уровня, соответствующего промышленному исполнению, из-за отсутствия спроса на такую продукцию, в указанный период наши усилия в этом направлении успехом не увенчались.

Сохранить и развить ускорительное направление в отделе в 1994–2004 гг. удалось благодаря международному сотрудничеству, главным образом, с учеными из США и Германии. Борис Саркисович поддерживал развитие такого сотрудничества, но всегда подчеркивал, что в результате мы должны обеспечивать появление заказов на обо-



рудование или проведение работ в России. В эти годы в рамках сотрудничества с Институтом ядерной физики университета г. Майнца нам удалось получить заказ на изготовление ускоряющих структур для двухстороннего разрезного микротрона непрерывного действия на энергию 1.5 ГэВ. Совместная работа с компанией World Physics Technologies (США) позволила построить импульсные разрезные микротроны на энергию 35 МэВ с инжекцией сгустков от СВЧ пушки с фотокатодом и на 70 МэВ с магнитами на основе редкоземельного магнитного материала, а также создать прототип промышленного линейного ускорителя электронов непрерывного действия на энергию 1.2 МэВ и мощность пучка 60 кВт.

Во второй половине нулевых стали появляться запросы на прикладные ускорители электронов различного назначения от российских организаций. Сотрудничество НИИЯФ МГУ и ФГУП «НПП «Торий» (ранее НИИ «Титан», сейчас АО «НПП «Торий»), заложенное Борисом Саркисовичем в начале 80-х, перешло в новую фазу — совместную разработку ускорителей электронов прикладного назначения. Наконец, в 2013 г. на базе отдела по указанию руководства института и при полной поддержке Бориса Саркисовича, на основании Федерального закона № 217 была создана «Лаборатория электронных ускорителей МГУ», которая к 2020 г., совместно с АО «НПП «Торий» разработала, поставила заказчикам и обеспечивает функционирование сорока импульсных линейных ускорителей различного типа: для мобильных, стационарных и железнодорожных инспекционно-досмотровых комплексов, для радиографии, для стерилизации и для лучевой терапии.

Нужно отметить, что создание, сохранение и развитие ускорительного направления в отделе стало возможным также благодаря тесным связям с кафедрой общей ядерной физики (ранее кафедра ускорителей, созданная академиком В.И. Векслером) физического факультета МГУ, которой заведовал Борис Саркисович. Постоянный приток студентов и аспирантов позволял, несмотря на трудные времена, сохранять и развивать наши наработки в области ускорителей заряженных частиц, передавая знания и опыт новым поколениям сотрудников. В ходе разработки ускорителей электронов и проведения на них ядернофизических исследований были защищены десятки дипломных работ и кандидатских диссертаций. Таким образом, усилия, затраченные Борисом Саркисовичем на создание и развитие ускорительного направления в отделе и на кафедре, не пропали даром.



В.В. Варламов

**БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ
И ИССЛЕДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Я познакомился с Борисом Саркисовичем в 1968 году, когда студентом 3-го курса Физического факультета МГУ распределился на кафедру «Ускорители», заведующим которой был Андрей Александрович Коломенский и на которой Борис Саркисович занимал должность доцента. С тех пор в течение 52 лет мы с ним работали вместе. Он руководил моей дипломной работой и являлся соруководителем (вместе с Валерианом Григорьевичем Шевченко) моей кандидатской диссертации, оказывал мне большую помощь при подготовке докторской диссертации.

Под руководством Бориса Саркисовича и при активном участии Игоря Михайловича Пискарева я специализировался в области главного направления сначала Сектора фотоядерных реакций (СФЯР), а потом Отдела электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер (ОЭПВАЯ) НИИЯФ, заведующим которого вскоре стал Борис Саркисович — фотоядерных реакций. На пучке тормозного излучения знаменитого бетатрона с максимальной энергией 35-МэВ были выполнены разнообразные исследования фотопротонных реакций, впервые измерены спектры фотопротонов из реакций на большом числе ядер, определены сечения фотопротонных реакций, получены прямые количественные подтверждения эффектов изоспинового расщепления гигантского дипольного резонанса (ГДР) и его конфигурационного расщепления. Эффект конфигурационного расщепления ГДР был впоследствии отмечен открытием, среди авторов которого был и Борис Саркисович.

Как отмечалось в Преамбуле, хотя фотоядерные реакции до последних дней оставались главной любовью Бориса Саркисовича, огромное количество важных научных результатов были получены под его руководством и при его активном участии в таких областях, как астрофизика, физика высоких энергий, физика нейтрино, космофизика, атомная физика и многие другие. Прежде всего, его интересовали различные аспекты экспериментальных и теоретических исследований, ориентированные на традиционные методы получения новой научной информации. При этом значительное место среди его



научных интересов занимали новые информационные технологии, во многих случаях позволяющие получать новые данные, новую информацию и новое научное знание, которые затруднительно получить традиционными методами. Основным инструментом таких исследований нового типа стали электронные базы данных. Под руководством Бориса Саркисовича и при его непосредственном и активном участии было показано, что современные электронные базы данных не только и не столько просто включают в себя полученные ранее данные, то есть являются своеобразными «складами готовой продукции», сколько представляют собой новые, часто не имеющие аналогов инструменты оригинальных научных исследований. Многие исследования, выполненные под руководством и при активном участии Бориса Саркисовича, основаны на использовании новых оригинальных информационных технологий.

Хорошо известно, что эффективность научных исследований и качество учебного процесса в большой степени зависят от обеспечения их точной, надежной и достоверной информацией. Количество такой информации непрерывно возрастает, а требования к ее качеству постоянно повышаются. В этой связи в течение уже длительного времени наблюдается стремительное развитие самых разнообразных информационных технологий, которые должны помогать ученым, преподавателям и студентам ориентироваться в интенсивных информационных потоках. Современные электронные коллекции, базы данных, снабженные гибкими и мощными поисковыми системами являются ярким примером таких передовых технологий.

Особую роль современные информационные технологии играют в тех областях науки и техники, в которых отсутствие точных и надежных данных на стадиях разработки, создания и использования сложных и дорогостоящих установок чревато не только большими экономическими потерями, но и определенными угрозами здоровью людей и экологии окружающей среды. Таковыми, прежде всего, являются ядерная физика и многие смежные области науки и техники, использующие ядерные данные, то есть числовую информацию об атомных ядрах и ядерных реакциях, главная из которых — ядерная энергетика. Именно в области ядерной физики более 50 лет назад начались работы по сбору и систематизации данных об атомных ядрах и процессах их превращений друг в друга в реакциях и радиоактивных распадах. Пионером таких работ явился Национальный центр ядерных данных США, активно функционирующий в Брукхэвенской национальной лаборатории. Первоначально наивысший приоритет



был отдан ядерным реакциям под действием нейтронов, что в первую очередь определялось потребностями ядерной энергетики. Впоследствии при подключении к этой деятельности Секции ядерных данных Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) работы по сбору и систематизации данных были расширены на реакции под действием заряженных частиц.

В ОЭПВАЯ НИИЯФ такая деятельность началась в конце 70-х годов прошлого столетия. В МГУ поступило предложение Госкомитета по атомной энергии СССР организовать в соответствии с инициативой МАГАТЭ соответствующий центр данных по сбору и обработке фотоядерных данных. Важную роль в этом сыграл руководитель Центра атомных и ядерных данных (ЦАЯД) ИАЭ им. Курчатова Феликс Евгеньевич Чукреев. В серии обсуждений этого предложения с участием ректора МГУ Рэма Викторовича Хохлова, декана ВМК МГУ Андрея Николаевича Тихонова, директора НИИЯФ Игоря Борисовича Теплова и заведующего Сектором фотоядерных реакций (СФЯР) НИИЯФ Валериана Григорьевича Шевченко было принято решение создать на базе СФЯР Группу анализа фотоядерных данных под руководством Бориса Саркисовича. Поскольку основным условием МАГАТЭ для такого рода деятельности являлась компьютерная обработка экспериментальных данных, при содействии нового ректора МГУ (Анатолия Алексеевича Логунова) и Министерства высшего и среднего специально образования СССР НИИЯФ была выделена ЭВМ ЕС-1022, оперативно доставленная в институт прямо с завода в Минске. При активном участии директора НИИЯФ Игоря Борисовича Теплова было переоборудовано помещение 19-го корпуса института (экспериментальный зал бетатрона, ныне — конференц-зал ОЭПВАЯ, 1–19, и работа началась. Основные обязанности по обеспечению функционирования ЭВМ выполняли Юрий Васильевич Кузнецов и Людмила Федоровна Сопова.

Огромное значение для быстрого включения Группы анализа ядерных данных в деятельность по компьютерной обработке фотоядерных данных имел перевод из Центра ядерных данных ФЭИ (г. Обнинск) с помощью его руководителя Василия Николаевича Манохина в ОЭПВАЯ Валерия Викторовича Сургутанова (на фото — за монитором), который был уникальным специалистом именно в области компьютерной обработки ядерных данных с использованием согласованных с МАГАТЭ форматов. Впоследствии Группа анализа фотоядерных данных была преобразована (приказ по НИИЯФ № 550 от 2 ноября 1979 г.) в Центр данных фотоядерных экспериментов



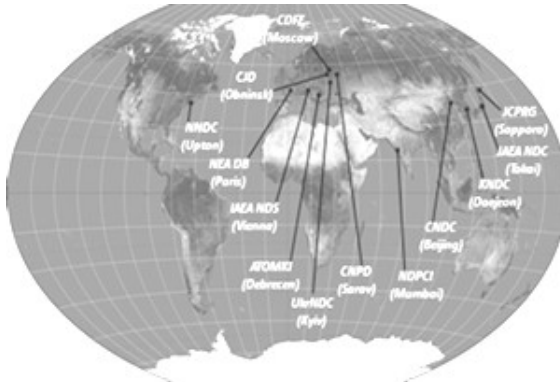
(ЦДФЭ, CDFE). Первым руководителем ЦДФЭ был назначен Борис Саркисович, а его заместителями стали к.ф.-м.н. В.В. Варламов и к.ф.-м.н. И.М. Капитонов.



Группа анализа фотоядерных данных. Валерий Сургутанов (у монитора), Максим Сотников (у магнитофона), Александр Габелко (у телетайпа) в зале ЭВМ ЕС-1022 (ныне — помещение 1-18 ОЭПВАЯ)

ЦДФЭ стал участником широкой (14 организаций из 10 стран — Австрия, Венгрия, Индия, Китай, Корея, Россия (ЦДФЭ, Центры ядерных данных из РФЯЦ ВНИИЭФ (Саров), ФЭИ (Обнинск), Курчатовский институт (Москва)), США, Украина, Франция, Япония) сети Центров данных по ядерным реакциям (NRDC Network).





Международная сеть МАГАТЭ Центров данных по ядерным реакциям (IAEA NRDC Network) (NRDC Network).



Участники одного из ежегодных совещаний участников Сети Центров данных по ядерным реакциям (1983 г., ФЭИ, Обнинск)

Распределяя между собой обязанности по «территориально-производственному» принципу — охватываемые типы данных и географические регионы — сотрудники Сети на ежегодных совещаниях детально согласовывали способы создания разделов



международной базы данных по ядерным реакциям, форматы их экспертной компьютерной обработки, соответствующие словари. На фото — Борис Саркисович и Владимир Варламов среди участников ежегодного совещания Сети Центров данных по ядерным реакциям (NRDC) 1983 года, проходившего в г. Обнинск на базе ФЭИ. Кроме таких совещаний участники Сети широко приветствовали и рабочие контакты руководителей Центров. Кроме таких совещаний участники Сети широко приветствовали и рабочие контакты руководителей Центров.

На следующем фото — визит в ЦДФЭ руководителя Центра ядерных данных Японии Я. Кикучи.



Руководитель Центра ядерных данных Японии профессор Я.Кикучи при посещении ЦДФЭ НИИЯФ МГУ в 1992 г.

Основными задачами Сети Центров были сбор, систематизация и анализ экспериментальных данных по ядерным реакциям под действием фотонов, нейтронов, заряженных частиц и тяжелых ионов и их использование для создания различных коллекций и атласов, а также электронных баз данных (БД). В ЦДФЭ под руководством Бориса Саркисовича в эту деятельность были включены данные по фотоядерным реакциям, получаемые в разных странах. Подробные ежегодные справочно-библиографические Информационные бюллетени и регулярные тематические Информационные обзоры



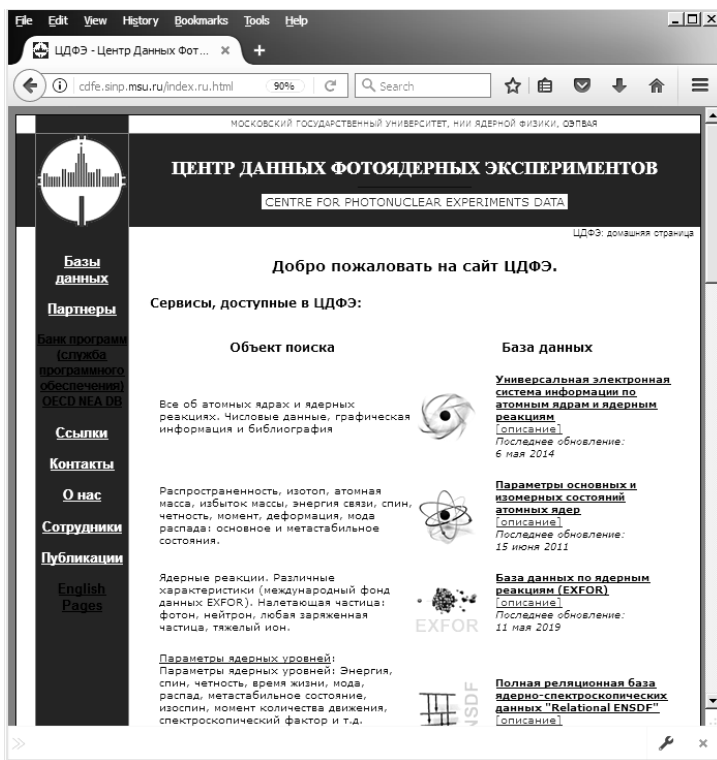
«Фотоядерные данные» публиковались в Издательстве МГУ. В течение длительного времени ЦДФЭ являлся единственной организацией Сети, ответственной за фотоядерные данные, которые составляли ~90% международного информационного фонда числовых данных этого типа. В 1999 году в издательстве МАГАТЭ был опубликован (А.В. Варламов, В.В. Варламов, Д.С. Руденко, М.Е. Степанов,) Атлас гигантских дипольных резонансов, включавший в себя основные параметры ГДР и графики сечений фотоядерных реакций по всем данным, опубликованным к тому времени.



Примеры информационных бюллетеней, обзоров и атласов фотоядерных данных, опубликованных в издательствах МГУ и МАГАТЭ.

Под руководством Бориса Саркисовича и при его активном участии в ЦДФЭ на основе ЕС-1022 были созданы эффективные информационно-поисковые системы (ИПС), использовавшие разнообразную международную ядерно-физическую информацию, подготовка которой осуществляется участниками NRDC. Эти ИПС, эксплуатировавшиеся в рамках Системы ЭВМ коллективного пользования МГУ, активно использовались для удовлетворения запросов широкого круга пользователей из самых разных организаций страны и способствовали внедрению современной ядерно-физической информации в самые разные области научных исследований и

учебного процесса. Активное участие в этой работе принимали Михаил Евгеньевич Степанов, Александр Петрович Черняев, Александр Николаевич Панов, Виталий Владимирович Чесноков.



Главная страница Web-сайта Центра данных фотоядерных экспериментов НИИЯФ МГУ.

В 1983 году Приказом министра высшего и среднего специального образования СССР Вячеслава Петровича Елютина была создана система Центров ядерных данных Минвуза, в которую под руководством ЦДФЭ вошли специализированные центры ядерных данных из Ростовского-на-Дону университета (Михаил Гаврилович Давыдов) и Института физики и механики Саратовского университета (Валентин Андреевич Семенов) и специализированные группы Ужгородского университета (Александр Михайлович Парлаг) и Киевского университета (Юрий Иосифович Прокопчук). Работа



сотрудников этой системы специализированных центров и групп, просуществовавшей вплоть до развала СССР в 1991 году, позволила намного увеличить долю советских фотоядерных данных в международном фонде данных по ядерным реакциям.

В 1986 году обязанности руководителя ЦДФЭ были возложены на В.В. Варламова. Появление в начале 90-х годов прошлого века “всемирной паутины” многократно повысило эффективность использования огромных возможностей разнообразных коллекций и электронных баз данных. В ЦДФЭ, как и в некоторых других Центрах ядерных данных, партнерах ЦДФЭ по NRDC, на основе системы персональных компьютеров и рабочих станций была создана целая система реляционных электронных баз ядерных данных, функционирующих в сети Интренет. Основную работу по переводу всех фондов данных и программ по их обработке с ЕС-1022 на новую компьютерную технику выполнил Владимир Викторович Сапуненко. В работе по созданию Интернет-сайта ЦДФЭ приняли активное участие Алексей Владимирович Варламов, Михаил Евгеньевич Степанов, Игорь Николаевич Бобошин, Николай Николаевич Песков, Сергей Юрьевич Комаров, Виталий Владимирович Чесноков.

Базы данных (БД) ЦДФЭ, функционирующие в среде Интернет (<http://cdfc.sinp.msu.ru>), содержат огромное количество разнообразных сведений об атомных ядрах и о процессах (реакциях и радиоактивных распадах), в которых ядра превращаются друг в друга, и снабжены гибкими и мощными поисковыми системами (в отдельных случаях — оригинальными, не имеющими аналогов), позволяющими осуществлять быстрый и эффективный поиск необходимой информации. Эти БД обеспечивают постоянный, оперативный и неограниченный доступ к самой современной ядерно-физической информации, облегчают решение задач по ее обобщению и анализу, предоставляют ученым, преподавателям и студентам практически неограниченные возможности представления своих результатов и обмена информацией, делают легко доступными огромные объемы ядерных данных, накапливаемых мировым сообществом.

Основной БД ЦДФЭ является международная база данных по ядерным реакциям системы EXFOR, включающая в себя экспериментальные и оцененные данные по ядерным реакциям под действием фотонов, нейтронов, заряженных частиц и тяжелых ионов. Числовые данные по выходам и сечениям многочисленных реакций, энергетическим и угловым распределениям различных продуктов



реакций и другим характеристикам ядерных, в том числе и фотоядерных, реакций позволяют эффективно проводить системные исследования на всей совокупности данных определенного типа.

Исследования, выполненные при активном участии Бориса Саркисовича, с использованием возможностей созданных в ЦДФЭ БД, показали, что они представляют собой средства не только информационного обеспечения, но и собственно новых и оригинальных исследований, многие из которых традиционными методами выполнены быть не могут. Одновременный доступ к огромному количеству разнообразных данных и гибкие возможности поиска позволяют на всю совокупность информации посмотреть под единым определенным углом зрения и задать этой совокупности данных вопросы, которые без этих возможностей никому «не приходили в голову». Ответы на такие вопросы, которые естественно также никому в голову не приходили, представляют собой, по существу, новые данные, новую информацию, а в конечном счете — новое знание. Зачастую даже относительно простая системная обработка известных результатов порождает (более правильно — «выявляет») принципиально новую физическую информацию, которая до выполнения обработки таких (часто — достаточно тривиальных) запросов в используемых базах данных отсутствовала (по крайней мере, в явном виде), а следовательно представляет собой неизвестные ранее результаты. Новые огромные и гибкие возможности созданных в ЦДФЭ БД эффективно использовались в разнообразных ядерно-физических исследованиях, которые проводились в ОЭПВАЯ НИИЯФ МГУ. Прежде всего, это относится к таким областям, как особенности одночастичной структуры атомных ядер, свойства классических и новых магических ядер, существенные расхождения результатов разных фотоядерных экспериментов. Активное участие Бориса Саркисовича в исследованиях по этим направлениям способствовало получению важных и оригинальных данных о строении атомного ядра и механизмах различных ядерных реакций под действием фотонов.

Среди таких исследований, базирующихся на новых информационных технологиях, следует прежде всего отметить те, которые связаны со свойствами новых неклассических магических ядер. Сочетание огромного количества данных по атомным ядрам и развитого программного обеспечения для работы с ними позволило обнаружить такие неклассические магические ядра и изучить их структуру. По результатам исследований Игорем Николаевичем Бобошиным была



защищена докторская диссертация «Магические числа и эволюция оболочечной структуры атомных ядер».

Процессы, вызванные электромагнитными взаимодействиями — реакции под действием фотонов средних энергий, называемые также фотоядерными, занимают важное место среди огромного разнообразия ядерных реакций. Эти реакции протекают за счёт электромагнитного поля, свойства которого хорошо изучены, и механизм передачи энергии от γ -кванта ядру известен точно. В таких реакциях отделить эффекты структуры ядра от механизмов его возбуждения проще, чем в реакциях под действием нейтронов и заряженных частиц. Изучение таких реакций было организовано под руководством Бориса Саркисовича в ОЭПВАЯ на пучке индукционного ускорителя — бетатрона с максимальной энергией фотонов 30 МэВ. Одним из важных преимуществ таких экспериментов являлась высокая интенсивность пучка налетающих фотонов, позволяющая достигать в определяемых сечениях реакций высокой статистической точности. Вместе с тем, таким экспериментам присущ и определенный недостаток. Так как энергетический спектр тормозных γ -квантов является сплошным, непосредственно в эксперименте возможно измерять не сечение реакции, а ее выход — интеграл от произведения сечения с этим спектром. Как следствие, сечение реакции возможно получить лишь в результате решения неустойчивой обратной задачи восстановления сечения из выхода. Наиболее точные и достоверные результаты были получены в НИИЯФ МГУ в исследованиях под руководством Бориса Саркисовича при использовании для создания условий квазимоноэнергетического представления сечения реакции метода «регуляризации», разработанного на факультете ВМК МГУ под руководством академика Андрея Николаевича Тихонова.

С целью преодоления основного недостатка результатов фотоядерных экспериментов на пучках тормозных γ -квантов (необходимость решения неустойчивой обратной задачи) как альтернатива был разработан метод получения пучков квазимоноэнергетических фотонов, образующихся при аннигиляции на лету релятивистских позитронов. Идея этого метода была реализована к началу 60-х годов XX столетия на нескольких установках, созданных в лабораториях США, Франции и Германии. Наибольшее количество данных было получено на пучках электронных линейных ускорителей в Лоуренсовской Ливерморской национальной лаборатории (National Lawrence Livermore Laboratory) США в Ливерморе и Центре ядерных



исследований Франции (France Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay) в Сакле. Преимущество метода аннигиляции позитронов заключалось в том, что в энергетическом спектре фотонов, налетающих на исследуемое ядро, кроме сплошного спектра от тормозящихся позитронов, аналогичного спектру от тормозящихся электронов, присутствует и достаточно узкая (шириной $\sim 200\text{--}400$ кэВ) линия от аннигиляции позитронов. Однако, процесс получения аннигиляционных фотонов является многоступенчатым: 1) образование тормозного γ -излучения в процессах столкновений релятивистских электронов с толстой тяжелой мишенью; 2) рождение электрон-позитронных пар тормозными фотонами; 3) аннигиляция позитронов. В связи с этим интенсивность «пучка» квазимоноэнергетических фотонов весьма невысока. Более того, учет вклада тормозных фотонов требовал проведение эксперимента в 3 этапа: 1) измерение со спектром фотонов от позитронов; 2) измерение со спектром от электронов; 3) получение соответствующей разности. Это в дополнение к достаточно малому сечению аннигиляции позитронов в специальной тонкой мишени приводило к невысокой статистической точности в определяемом сечении реакции.

Исследования, выполненные для большого числа ядер в разных лабораториях на разных фотонных пучках, дополняли друг друга и позволили обнаружить в сечениях различных реакциях ГДР, который в 1945 году был теоретически предсказан академиком А.Б. Мигдалом: смещение под действием электромагнитной волны налетающих фотонов всех заряженных протонов ядра относительно всех его нейтронов приводит к появлению в сечениях реакций в области энергий $\sim 10\text{--}20$ МэВ мощного и широкого максимума, который распадается преимущественно с испусканием нейтронов и протонов. На основе информации о сечениях различных фотонейтронных и фотопротонных реакций были определены основные характеристики ГДР (энергетическое положение, амплитуда, ширина), проявляющихся в этих сечениях в реакциях практически на всех стабильных ядрах. Было обнаружено, что в зависимости от свойств атомного ядра (деформация, особенности оболочечной структуры) единый мощный максимум ГДР может расщепляться на несколько менее выраженных резонансов (проявление так называемой структуры ГДР).

Способы определения сечений парциальных реакций в экспериментах на пучках тормозных γ -квантов и квазимоноэнергетических фотонов существенно различаются. В экспериментах первого типа сначала определяется сечение так называемой реакции выхода,



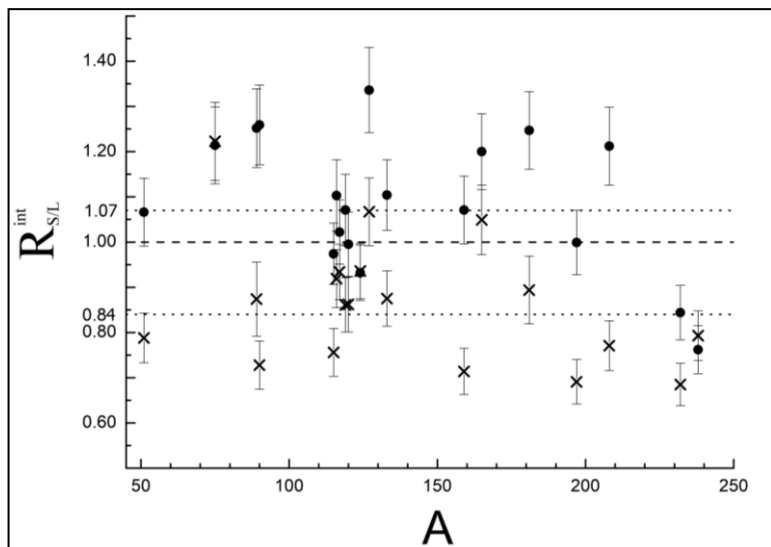
например, нейтронов, $\sigma(\gamma, Xn) = \sigma(\gamma, 1n) + 2\sigma(\gamma, 2n) + 3\sigma(\gamma, 3n) + \dots$, вклад в которую дают частицы, образующиеся во всех доступных по энергии процессах. В это сечение затем вносится поправка, рассчитываемая по статистической теории ядерных реакций, позволяющая определять сечения парциальных реакций. В экспериментах на пучках позитронов с использованием специально разработанного метода разделения нейтронов по множественности сначала определяются сечения парциальных реакций $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$, из которых затем комбинируются сечения полных реакций $\sigma(\gamma, Xn)$ и $\sigma(\gamma, \text{abs}) = \sigma(\gamma, 1n) + \sigma(\gamma, 1n1p) + \sigma(\gamma, 2n) + \sigma(\gamma, 3n) + \sigma(\gamma, 1p) + \sigma(\gamma, 2p) + \sigma(\gamma, 1t) + \sigma(\gamma, 1d) + \sigma(\gamma, 1\alpha) + \dots + (\gamma, f)$. Сечения таких реакций широко востребованы в фундаментальных исследованиях в таких областях, как собственно ядерная физика и астрофизика, а также во многих прикладных областях от неразрушающего контроля до мониторингирования встречных пучков современных коллайдеров.

По мере накопления экспериментальных данных в достаточно полных коллекциях, атласах и электронных БД, было обнаружено, что точность определения основных характеристик ГДР относительно невелика. Это обусловлено тем обстоятельством, что сечения реакций, полученные в разных экспериментах, существенно различаются между собой. Прежде всего, это относится к сечениям так называемых парциальных реакций, то есть таких, в которых образуется разное количество продуктов. В области энергий до ~ 50 МэВ оказывается возможным испускание облучаемым γ -квантами ядром нескольких нуклонов и их комбинаций. С наибольшей вероятностью ядро испускает 1 нуклон, с меньшей вероятностью — 2 нуклона, с еще меньшей вероятностью 3 нуклона и т.д. Это обстоятельство вместе с соотношением энергетических порогов соответствующих реакций определяет основные каналы распада ГДР — парциальные реакции, которые дают вклад в сечение полной реакции фотопоглощения $\sigma(\gamma, \text{abs})$. При этом сечения парциальных реакций, прежде всего, $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $\sigma(\gamma, 3n)$, имеют форму резонансов, которые располагаются в различных энергетических областях, поскольку их пороги сдвинуты относительно максимума в сечении реакции полного фотопоглощения, определяемого максимумом сечения основной парциальной реакции $(\gamma, 1n)$.

Из сказанного ясно, что экспериментальные данные, полученные в разных экспериментах, могут существенно различаться, поскольку существенно различаются и способы получения пучков налетающих фотонов и методы определения информации о сечениях парциальных реакций. При этом и между результатами, полученными приблизи-



тельно одинаковыми способами в Ливерморе и Сакле, где было получено абсолютное большинство таких данных, наблюдаются существенные (до 100% величины) расхождения. Причем эти расхождения являются определенно систематическими. Так, для 19 ядер исследованных в обеих лабораториях, сечения реакции $(\gamma, 1n)$ имеют существенно большие величины в Сакле (среднее значение соответствующих отношений интегральных сечений $R_{int}^{S/L}$ равно 1.07), а реакции $(\gamma, 2n)$ — в Ливерморе (среднее значение $R_{int}^{S/L}$ равно 0.84). При этом расхождения данных по сечению реакции выхода $\sigma(\gamma, Xn)$, полученных в разных экспериментах, оказываются существенно меньшими — в среднем на ~10%. Это означает, что данные, полученные в одной (или в обеих) из упомянутых лабораторий, содержат систематические погрешности, обусловленные недостатками использованного метода разделения нейтронов по множественности, основанного на определении этой множественности по измеряемой энергии нейтронов.



Систематика отношений интегральных сечений реакций с образованием одного (кружки) и двух (кресты) нейтронов, полученная по данным о сечениях соответствующих реакций для 19 ядер, исследованных в двух лабораториях



Существенное расхождение сечений реакций, полученных в разных экспериментах, приводит к определению основных характеристик ГДР со значительными систематическими погрешностями. Обнаруженные расхождения между данными из разных экспериментов анализировались специалистами, которые пытались определить их причины и найти способы устранения их влияния на качество результатов. Довольно долго такие попытки не носили системного характера, а рекомендации отдельных специалистов противоречили друг другу, поскольку при разнонаправленных расхождениях простые методы нормировки, позволяющие сблизить результаты по одной парциальной реакции, приводили к ещё большему расхождению результатов для другой парциальной реакции.

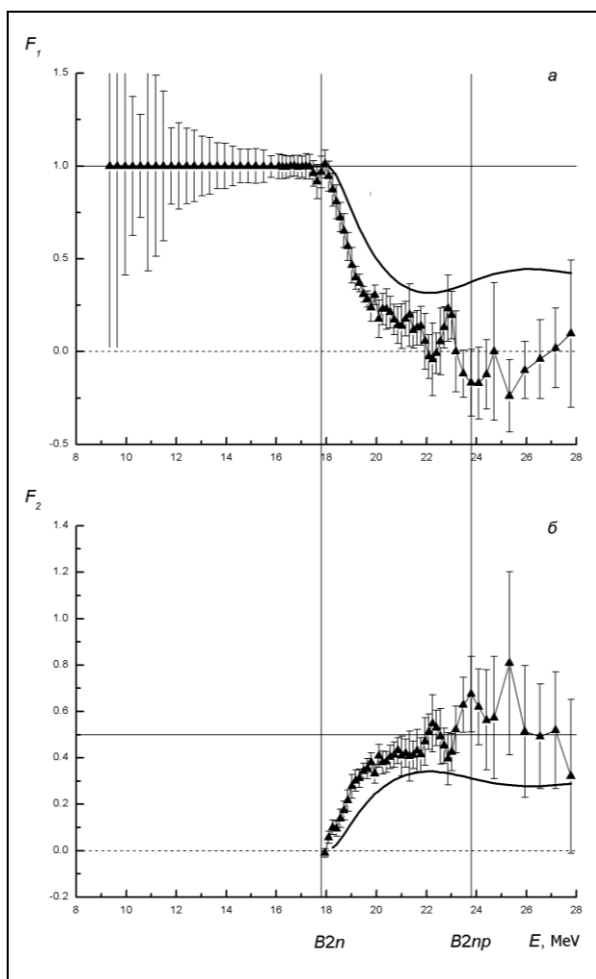
Поскольку выполненные исследования базировались только на сравнительном анализе результатов экспериментов, условия которых существенно различались, на повестку дня была поставлена задача нахождения объективных критериев достоверности данных по сечениям парциальных реакций, не зависящих от способа их определения. При активном участии Бориса Саркисовича она была решена в ЦДФЭ. С использованием полного массива числовой информации и эффективных поисковых возможностей международной электронной базы данных по ядерным реакциям системы EXFOR были проведены системные исследования наблюдающихся расхождений между результатами разных фотоядерных экспериментов и поиск объективных физических критериев достоверности данных, позволяющих делать заключения о наличии или отсутствии систематических погрешностей в экспериментальных сечениях парциальных реакций. В качестве основных таких критериев достоверности данных были предложены отношения сечений конкретных парциальных реакций к сечению реакции выхода

$$F_1 = \sigma(\gamma, in) / \sigma(\gamma, Xn) = \sigma(\gamma, in) / [\sigma(\gamma, 1n) + 2\sigma(\gamma, 2n) + 3\sigma(\gamma, 3n) + \dots].$$

По физическому смыслу определения положительные отношения F_1 не могут превышать значения 1.00, F_2 — значения 0.50, F_3 — 0.33 и т.д. Превышение отношениями $F_1^{\text{эксп}}$ этих предельных значений означает, что в конкретном эксперименте разделение нейтронов между каналами с различной множественностью было выполнено физически недостоверно. Было установлено, что во многих случаях экспериментальные данные, полученные в Ливерморе и Сакле, предложенным критериям достоверности данных не соответствуют, что



наглядно иллюстрируют отрицательные отношения $F_1^{\text{эксп}}$ и отношения $F_2^{\text{эксп}} > 0.50$ в области энергий $\sim 23\text{--}27$ МэВ для ядра ^{63}Cu .



Отношения F_1 и F_2 , полученные по экспериментальным данным для ядра ^{63}Cu .

Для оценки сечений реакций, свободных от систематических погрешностей и удовлетворяющих физическим критериям достоверности, был предложен экспериментально-теоретический метод. В этом методе экспериментальное сечение реакции выхода $\sigma(\gamma, Xn)$ данные по которому отличаются не слишком сильно ($\sim 10\%$), разделяются на

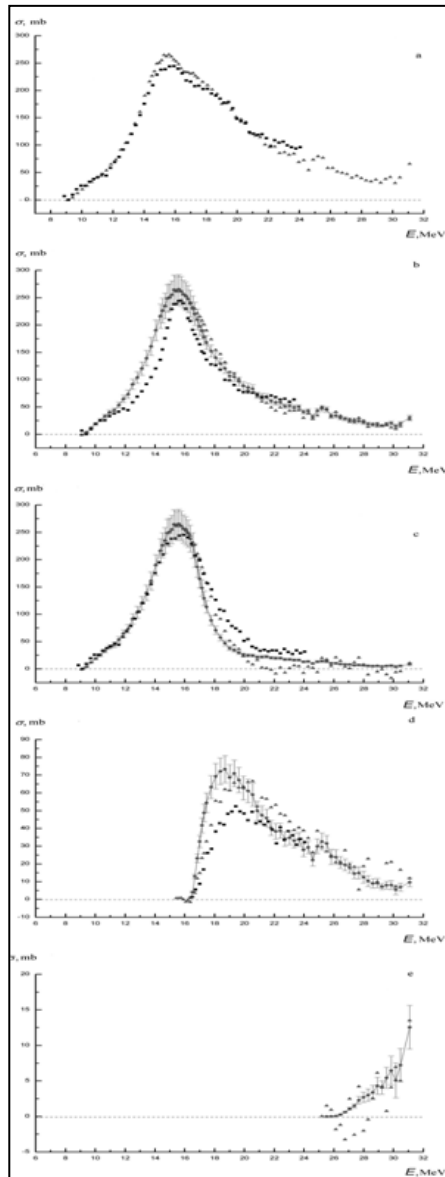


вклады парциальных реакций с использованием отношений $F_1^{\text{теор}}$, рассчитываемых в рамках комбинированной модели фотоядерных реакций. Эта модель разработана в НИИЯФ МГУ под руководством Бориса Саркисовича Вадимом Николаевичем Орлиным. Она хорошо описывает полные сечения реакций — $\sigma^{\text{оцен}}(\gamma, \text{in}) = F_1^{\text{теор}} \times \sigma^{\text{экс}}(\gamma, \text{Xn})$. Такой метод оценки означает, что соотношения между оцененными сечениями парциальных реакций $\sigma^{\text{оцен}}(\gamma, \text{in})$ устанавливаются соответствующими физическим критериям достоверности данных на основании положений модели ($F_1^{\text{теор}}$), а их соответствующая сумма $\sigma^{\text{оцен}}(\gamma, \text{Xn})$ совпадает с $\sigma^{\text{экс}}(\gamma, \text{Xn})$.

Исследования, выполненные с помощью экспериментально-теоретического метода для около 50 ядер, показали, что между оцененными сечениями реакций и экспериментальными данными, полученными с помощью метода разделения фотонейтронов по множественности, имеются существенные расхождения, что хорошо видно на примере данных для ядра ^{159}Tb .

Сравнение экспериментальных и оцененных сечений полных и парциальных фотонейтронных реакций на ядре ^{139}Tb

На основании детального анализа таких расхождений



было установлено, что основными их причинами являются определенные недостатки использованного в Ливерморе и Сакле метода определения множественности нейтронов по их измеряемой энергии. Энергетические спектры нейтронов, образующихся в реакциях $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$, близки. Так, например, нейтроны из реакции $(\gamma, 1n)$ имеют большую энергию, если конечное ядро реакции образуется в основном состоянии, однако заметно меньшую энергию, сравнимую с энергией нейтронов из реакции $(\gamma, 2n)$, если происходит образование конечного ядра в возбужденных состояниях. Как показывают эксперименты по измерению энергетических спектров нейтронов, при увеличении энергии налетающих фотонов и появлении в спектре нейтронов сначала из реакции $(\gamma, 2n)$, а затем и $(\gamma, 3n)$ естественно происходит ужесточение спектра, однако основной его максимум смещается весьма слабо. Вследствие этого распределение нейтронов между каналами с различной множественностью в зависимости от их энергии оказывается недостоверным.

Более того, использованные методы определения сечений парциальных фотонейтронных реакций не учитывали влияния на эти сечения и протонных реакций. Так, например, соотношения между энергией, которая уносится единственным нейтроном из реакции $(\gamma, 1n)$ или распределяется между двумя нуклонами из реакций $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 1n1p)$ оказываются очень сложными и далеко не прямо связанными с множественностью нуклонов. Это обусловлено тем, что энергия возбужденного ядра делится приблизительно одинаково между нейтроном и протоном из реакции $(\gamma, 1n1p)$ или между двумя нейтронами из реакции $(\gamma, 2n)$, но при этом множественность нейтрона из первой из них равна 1, а из второй — 2. Кроме того, было установлено, что в некоторых случаях в экспериментах, выполненных в Ливерморе, значительное количество нейтронов из реакции $(\gamma, 1n)$ было по причинам технического характера потеряно. Таким образом, новые информационные технологии, основанные на использовании возможностей современных электронных БД, позволили установить, что имеющиеся существенные расхождения экспериментальных сечений парциальных реакций, полученных в Ливерморе и Сакле, а также экспериментальных и оцененных сечений реакций обусловлены присутствием в результатах экспериментов систематических погрешностей трех типов.

В результате системных исследований, выполненных при активном участии Бориса Саркисовича, для ядер ^{51}V , ^{59}Co , $^{63,65}\text{Cu}$, ^{75}As , $^{76,78,80,82}\text{Se}$, ^{89}Y , $^{90,91,92,94}\text{Zr}$, ^{103}Rh , $^{116,117,118,119,120,124}\text{Sn}$, ^{115}In , ^{127}I , ^{129}Xe ,



^{133}Cs , ^{138}Ba , ^{139}La , $^{140,142}\text{Ce}$, ^{141}Pr , $^{145,148}\text{Nd}$, ^{153}Eu , ^{159}Tb , ^{160}Gd , ^{165}Ho , ^{181}Ta , ^{186}W , $^{186,188,189,190,192}\text{Os}$, ^{197}Au , ^{208}Pb , ^{209}Bi , в число которых входит и большинство из упомянутых выше 19 ядер, исследованных и в Ливерморе и в Сакле, были получены новые данные по сечениям парциальных и полных фотонейтронных реакций, соответствующих объективным физическим критериям достоверности.

Эти новые данные в значительной степени обновляют и дополняют многочисленные оценки сечений фотоядерных реакций, выполненные в ЦДФЭ ранее. Активное участие в этой работе принимали как сотрудники ЦДФЭ (Николай Николаевич Песков, Михаил Евгеньевич Степанов, Николай Геннадьевич Ефимкин, Дмитрий Сергеевич Руденко, Сергей Юрьевич Комаров), так и большое количество студентов и аспирантов кафедры общей ядерной физики (КОЯФ), заведующим которой являлся Борис Саркисович.



*Борис Саркисович в экспериментальном зале ОЭПВАЯ
среди участников рабочего совещания, посвященного обсуждению
возможностей электронных ускорителей нового поколения*

Отмеченные выше существенные расхождения большого количества оцененных данных и результатов экспериментов, выполненных с помощью метода разделения фотонейтронов по множественности,

свидетельствуют о том, что определенные ранее основные параметры ГДР, наблюдающихся в сечениях разных фотоядерных реакций, должны быть пересмотрены на основе альтернативных методов идентификации нейтронов различной множественности. Наличие таких значительно расходящихся данных делает весьма актуальной задачей сравнение новых оцененных данных с результатами экспериментов, выполненных с помощью методов идентификации продуктов реакций, альтернативных использованному ранее в Ливерморе и Сакле методу разделения фотонейтронов по множественности. С этой целью в НИИЯФ МГУ под руководством Бориса Саркисовича был разработан активационный метод определения выходов многоуклонных фотоядерных реакций на пучке тормозного γ -излучения электронного ускорителя нового поколения — разрезного микротрона с максимальной энергией фотонов 55 МэВ, разработанного под руководством Василия Ивановича Шведунова.

Активационный метод изучения фотоядерных реакций сочетает преимущество высокой интенсивности пучка фотонов с однозначностью процедуры идентификации парциальных реакций не по характеристикам вылетающих нейтронов (которые, как отмечалось выше, для реакций $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$, а также и разнообразных реакций с участием фотопротонов могут определяться со значительными систематическими погрешностями), а по характеристикам разных ядер, образующихся в реакциях с образованием различного числа нуклонов. Было установлено, что результаты экспериментов для нескольких ядер на пучке разрезного микротрона НИИЯФ, выполненных с участием Сергея Бельшева, Александра Кузнецова и Константина Стопани, а также экспериментов, выполненных учеными других стран, существенно расходятся с результатами экспериментов, выполненных с помощью метода разделения фотонейтронов по множественности, но оказываются близки к результатам выполненных оценок. На этом основании был сделан вывод о том, что новые данные, полученные с помощью экспериментально-теоретического метода оценки, являются достоверными, которые могут быть использованы для уточнения основных параметров ГДР атомных ядер.

Работы по получению новых данных по сечениям парциальных и полных реакций для ~ 50 ядер, исследованных в Ливерморе Сакле, были поддержаны грантом РФФИ № 13–02–00124 и Исследовательским контрактом (№ 20501) МАГАТЭ в рамках Координационного Исследовательского Проекта (№ F41032) МАГАТЭ, активным



участником которых был Борис Саркисович. В результате выполнения Проекта МАГАТЭ, в котором приняли участие специалисты из Австрии, Китая, Кореи, России, Румынии, США, Франции и Японии, была существенно обновлена и дополнена электронная библиотека оцененных фотоядерных данных МАГАТЭ, широко используемая во всем мире. В настоящее время она включает в себя сечения фотонейтронных реакций для ~ 250 ядер.

Поскольку одной из причин значительных систематических погрешностей результатов экспериментов, выполненных ранее, является существенная зависимость от энергии эффективности регистрации одного, двух и трех нейтронов из реакций $(\gamma, 1n)$, $(\gamma, 2n)$ и $(\gamma, 3n)$, в рамках Договора о научном сотрудничестве между НИИЯФ МГУ и Университетом Конан (Япония) на пучке квазимоноэнергетических фотонов, полученных при обратном комптоновском рассеянии релятивистских электронов на установке NewSUBARU, при активном участии Бориса Саркисовича был реализован метод детектирования нейтронов с эффективностью, слабо зависящей от их энергии. Результаты, полученные для нескольких ядер с помощью такого метода, также существенно расходятся с результатами ранних экспериментов Ливермора и Сакле, но согласуются с результатами оценок, выполненных с использованием физических критериев достоверности данных в рамках экспериментально-теоретического метода, а, следовательно, подтверждают достоверность оцененных данных.

Созданные в ЦДФЭ при активном участии Бориса Саркисовича электронные базы ядерных данных и полученные с использованием их возможностей новые оцененные сечения фотонейтронных реакций широко используются студентами физического факультета МГУ, изучающими атомные ядра и ядерные реакции в рамках курса общей ядерной физики, который Борис Саркисович читал на кафедре общей ядерной физики. С использованием электронных баз ядерных данных, созданных в ЦДФЭ НИИЯФ МГУ, сотрудниками КОЯФ и ОЭПВАЯ под руководством Бориса Саркисовича изданы многочисленные и разнообразные учебные пособия. Поскольку они предоставляют всем пользователям удобный и эффективный доступ к современным массивам основных характеристик ядер и ядерных реакций, полученных мировым сообществом, описывают разработанные в ЦДФЭ и ОЭПВАЯ методы интерпретации, анализа и оценки этих данных, они широко используются студентами МГУ и других вузов при работе над курсовыми, бакалаврскими, магистерскими и дипломными работами,



а также аспирантами в работах над своими диссертациями. Таким образом, новые информационные технологии, разработанные и реализованные под руководством и при участии Бориса Саркисовича, позволяют на качественно новом уровне организовать не только научные исследования, но и учебный процесс. Очень большую помощь всем, кто специализируется в области ядерной физики, оказывает созданный Эдуардом Иоханесовичем Кэбиным под руководством и активном участии Бориса Саркисовича сайт «Ядерная физика в Интернете» (<http://nuclphys.sinp.msu.ru/>). На сайте кроме ссылок на описанные электронные БД ЦДФЭ и сотрудничающих с ним Центров ядерных данных из других стран представлены и все публикации по анализу и оценке фотоядерных данных, все материалы лекций и семинаров по курсу общей ядерной физики, который на Физическом факультете МГУ читал Борис Саркисович, все материалы общемосковского Семинара по ядерной физике, проводившегося в НИИЯФ под председательством Бориса Саркисовича и огромное количество другой полезной справочной информации по ядерной физике и смежным областям, таким как физика высоких энергий, астрофизика, атомная физика и многие другие.



В.И. Мокеев, Е.Л. Исупов

**НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ФИЗИКЕ АДРОНОВ:
ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРА И СТРУКТУРЫ
ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ НУКЛОНА (N^*)
В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССАХ**

Под руководством профессора Б.С. Ишханова в НИИЯФ МГУ возникло новое направление в физике адронов — исследования спектра и структуры возбужденных состояний нуклона (N^*) в реакциях фото- и электророжения мезонов на нуклонах. Эти исследования активно развивались на протяжении двух последних десятилетий в коллаборации с Hall B at Jefferson Lab (USA) под руководством the Outstanding Scientist of Virginia, Dr. V.D. Burkert. Сочетание непрерывного пучка электронов ускорителя CEBAF с рекордными в мире величинами тока, поляризации пучка электронов и детектора CLAS с величиной телесного угла регистрации продуктов реакций $\sim 4\pi$ делали Hall B лабораторией с наилучшими в мире возможностями для изучения спектра и структуры возбужденных состояний нуклона. В настоящее время энергия непрерывного пучка электронов CEBAF увеличена в 2 раза до 12 ГэВ. Начаты эксперименты на новом детекторе CLAS12 со светимостью $\sim 10^{35} \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1}$, что на порядок величины превосходит светимость установки CLAS. Таким образом, возможности исследований спектра и структуры N^* на детекторе CLAS12 значительно возросли. Эти исследования являются важной необходимой частью в изучении динамики сильных взаимодействий в режиме большой ~ 1 величины параметра связи квантовой хромодинамике (КХД) α_s , или в т.н. режиме непертурбативной КХД. Исследования N^* в электромагнитных процессах обеспечивают уникальные экспериментальные данные о многообразии проявлений динамики непертурбативной КХД в формировании возбужденных состояний нуклона с различными квантовыми числами и с различной структурой. Изучение амплитуд электровозбуждения N^* имеет ключевое значение в исследованиях механизмов формирования $> 98\%$ массы адронов во Вселенной и природы кварк-глюонного конфайнмента.

Физиками ОЭПВАЯ НИИЯФ МГУ под руководством профессора Б.С. Ишханова внесен лидирующий вклад в исследования процессов фото- электророжения пар заряженных пионов на протонах в коллаборации с Hall B at Jefferson Lab и University of South Carolina, University of Ohio. Из данных детектора CLAS физиками ОЭПВАЯ



были впервые в мире получены данные по девяти независимым дифференциальным сечениям фото- и электророжения $\pi^+\pi^-p$ конечного состояния. Эти сечения были получены в широкой области инвариантных масс конечной системы адронов $W < 2.0$ ГэВ и квадратов 4-импульсов виртуальных фотонов (виртуальностей) $Q^2 < 5.0$ ГэВ². Данные по реакциям фото-/электророжения конечного состояния $\pi^+\pi^-p$ на протонах открыли новые возможности в изучении спектра и структуры нуклонных резонансов. В коллаборации между ОЭПВАЯ (проф. Б.С. Ишханов) и Jefferson Lab (Dr. V.I. Mokeev) была разработана Jefferson Lab-MSU (JM) модель для извлечения амплитуд фото-/электровозбуждения N^* и ширин их распадов на конечные состояния $\pi\Delta$ и pp из совместного описания всех наблюдаемых в процессах $\pi^+\pi^-p$ фото- и электророжения. До настоящего времени модель JM является единственным в мире подходом для определения параметров N^* из данных реакций эксклюзивного электророжения пар заряженных пионов на протонах. Физиками ОЭПВАЯ в коллаборации с Hall B at Jefferson Lab и University of Connecticut были получены первые данные по сечениям электророжения конечного состояния π^0p в третьей резонансной области.



В перерыве рабочего совещания по результатам совместных исследований ОЭПВАЯ НИИЯФ МГУ и Hall B at Jefferson Lab. Слева направо: Заведующий ОЭПВАЯ и Кафедрой Общей ядерной физики проф. Б.С. Ишханов, Outstanding Scientist of Virginia Dr. V.D. Burkert, and Hall B Staff Scientist Dr. V.I. Mokeev

В выполненных под руководством проф. Б.С. Ишханова исследованиях спектра N^* был внесен значительный вклад на пути к решению проблемы, т.н. “missing” резонансов. Поиск ещё не наблюдававшихся “missing” резонансов имеет ключевое значение в установлении симметрий сильного взаимодействия в непертурбативной области. Еще один “missing” резонанс $N'(1720)3/2^+$ был обнаружен в совместном анализе данных по фото-/электророждению пар заряженных пионов на протонах. Совместный анализ эксклюзивных реакций фото- и электророждения мезонов на протонах стал качественно новым направлением в поиске “missing” резонансов предложенным физиками ОЭП-ВАЯ и Hall B at Jefferson Lab. Вклад от $N'(1720)3/2^+$ “missing” резонанса необходим для совместного описания сечений $\pi^+\pi^-p$ фото- и электророждения с Q^2 -независимыми массами, адронными ширинами как нового состояния $N'(1720)3/2^+$, так и известных возбужденных состояний нуклона в третьей резонансной области (рис. 1). В настоящее время $N'(1720)3/2^+$ является единственным из установленных “missing” резонансов, для которого получены результаты по Q^2 -эволюции амплитуд электровозбуждения. Эти результаты открывают доступ к структуре и динамике формирования “missing” резонансов. Вклады спектров мезонов и барионов определяют переход от состояний слабо связанных КХД кварков и калибровочных глюонов в состояние газа адронов с одетыми кварками и глюонами обладающими динамической массой, возникающей в процессах динамического нарушения киральной симметрии. В этом фазовом переходе материи во Вселенной в первые микросекунды после Большого Взрыва возникает кварк-глюонный конфайнмент. Таким образом поиск “missing” резонансов имеет большое значение как для физики адронов, так и для космологии.

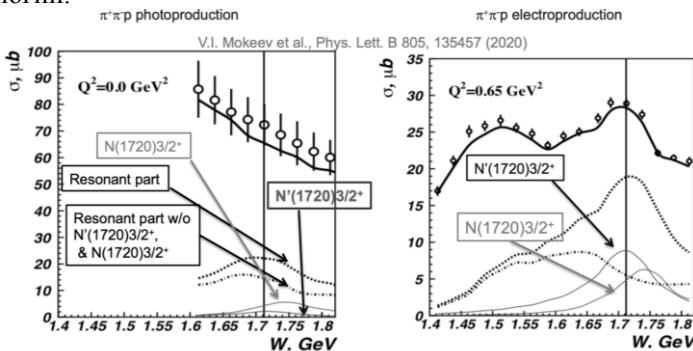


Рис. 1. Новое барионное состояние $N'(1720)3/2^+$ из анализа фото- и электророждения $\pi^+\pi^-p$ на протонах



Под руководством проф. Б.С. Ишханова были достигнуты значительные успехи в изучении структуры нуклонных резонансов, а также динамики сильного взаимодействия в непертурбативной области определяющей формирование структуры N^* . Из данных по реакциям фото-/электророждения пар заряженных пионов на протонах впервые в мире были определены амплитуды электровозбуждения большинства резонансов в области масс до 1.8 ГэВ и в широкой области виртуальностей фотонов $Q^2 < 5.0 \text{ ГэВ}^2$. Результаты по амплитудам электровозбуждения N^* из анализа реакций электророждения одиночных пионов ($N\pi$) в пределах неопределенностей совпадают с результатами из канала электророждения $\pi^+\pi^-p$. В настоящее время в коллаборации между ОЭПВАЯ НИИЯФ МГУ и Hall B at Jefferson Lab ведутся работы по извлечению амплитуд электровозбуждения большинства N^* во всей резонансной области и при виртуальностях фотонов $Q^2 < 5.0 \text{ ГэВ}^2$. Эти результаты будут получены в ближайшие годы. Они завершат исследования спектра и структуры нуклонных резонансов из данных детектора CLAS.

Результаты по амплитудам электровозбуждения $N(1440)1/2^+$ полученные из данных реакций электророждения мезонов на протонах на детекторе CLAS оказали значительное влияние на развитие физики адронов. Данные CLAS по амплитудам электровозбуждения $N(1440)1/2^+$ резонанса полученные в широкой области виртуальностей фотонов $0 < Q^2 < 5.0 \text{ ГэВ}^2$ впервые позволили установить природу этого состояния. Данные CLAS впервые показали, что структура большинства исследованных нуклонных резонансов определяется совместным вкладом внутреннего кора из трех одетых кварков и внешнего мезон-барионного облака. Эти результаты открывают новое направление в физике адронов по исследованию возникновения внешнего мезон барионного облака из кваркового кора адронов. Они являются важной частью исследований перехода между сильным взаимодействием в режиме кварк-глюонного конфайнмента (кварковый кор) и мезон-барионными взаимодействиями во внешнем облаке.

Исследования механизмов формирования массы адронов являются одной из наиболее актуальных нерешенных проблем Стандартной Модели. Открытый в CERN механизм Хиггса определяет формирование лишь массы КХД кварка с вкладом $< 2\%$ в массу одетого конститuentного кварка или в массы адронов. Свыше 98 % массы адронов формируется сильным взаимодействием в непертурбативной области. Данные Jefferson Lab по упругим формфакторам пиона и нуклона, а также данные по амплитудам электровозбуждения $\Delta(1232)3/2^+$ и



$N(1440)1/2^+$ резонансов, полученные со значительным вкладом группы ОЭПВАЯ, впервые продемонстрировали возможности доступа к механизмам сильного взаимодействия определяющим формирование доминирующей части массы адронов. В рамках метода уравнений Дайсона-Швингера было достигнуто хорошее описание амплитуд электровозбуждения $\Delta(1232)3/2^+$ и $N(1440)1/2^+$ резонансов из Лагранжиана КХД во всей области виртуальностей фотонов, где вклады кваркового кора являются основными ($Q^2 > 1.0 \text{ ГэВ}^2$ для $\Delta(1232)3/2^+$ и $Q^2 > 2.0 \text{ ГэВ}^2$ для $N(1440)1/2^+$) (рис. 2). Ключевым элементом в обеспечении этого успеха стало использование динамических одетых кварков с зависящими от импульсов массами. Массовая функция одетого кварка была рассчитана из Лагранжиана КХД лишь с одним параметром, используемым в любых КХД расчетах. α_s . Параметризация результатов этих расчетов приведена на рис. 3. Массовая функция одетого кварка показывает, как почти безмассовый при импульсах свыше 2.0 ГэВ КХД кварк становится при импульсах менее 0.5 ГэВ полностью одетым облаком глюонов кварком с массой $\sim 400 \text{ МэВ}$ используемым в конституэнтных кварковых моделях. Калибровочные глюоны КХД также становятся эффективными одетыми глюонами обладающими зависящей от импульса глюона массой. Доминирующая часть массы одетого кварка формируется в процессах одевания КХД кварка одетыми глюонами. В режиме величины бегущего параметра связи КХД $\alpha_s > 0.3$ происходит переход между непертурбативным сильным взаимодействием и пертурбативной КХД. В этом переходе формируется большая часть массы адронов. Таким образом, доступ к массовой функции одетого кварка из экспериментальных данных по структуре адронов позволяет исследовать механизмы формирования доминирующей части массы адронов. Хорошее описание данных CLAS по амплитудам электровозбуждения $\Delta(1232)3/2^+$ и $N(1440)1/2^+$ резонансов было получено с одинаковой массовой функцией одетых кварков, точно такой же, как использовалась ранее для успешного описания упругих формфакторов пиона и нуклона. Совпадающие результаты по массовой функции одетого кварка из независимых анализа упругих формфакторов π мезона и нуклона и из анализа амплитуд электровозбуждения $\Delta(1232)3/2^+$ и $N(1440)1/2^+$ резонансов различной структуры свидетельствуют о впервые достигнутом успешном доступе к механизмам формирования массы адронов. Это наиболее яркий успех в физике адронов достигнутый в последнее десятилетие совместными усилиями в эксперименте, феноменологии и теории структуры адронов на основе КХД.



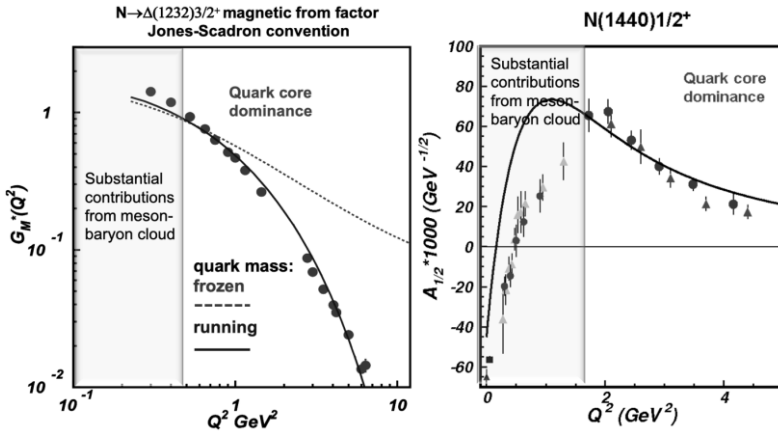


Рис. 2. Исследования механизмов формирования доминирующей части массы адронов. Описание экспериментальных результатов по переходному $N > \Delta$ магнитному формфактору (слева) и амплитуде $A_{1/2}$ электровозбуждения $N(1440)1/2^+$ резонанса с одинаковой зависимостью массы одетого кварка от импульса полученной из Лагранжиана КХД в методе уравнений Дайсона-Швингера

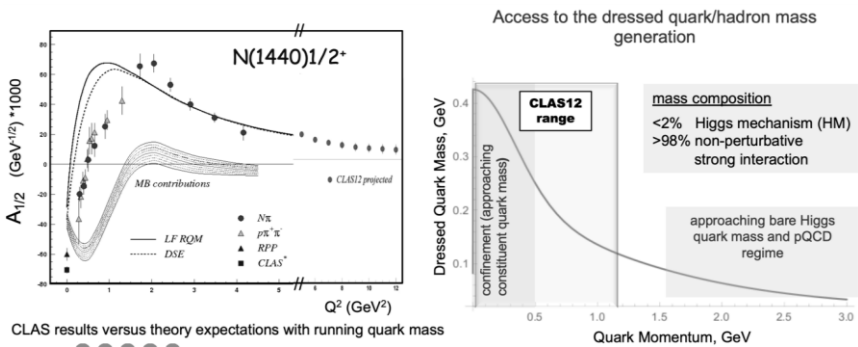


Рис. 3. (Слева) Структура $N(1440)1/2^+$ резонанса из экспериментальных результатов CLAS по амплитудам электровозбуждения и их анализ в методе уравнений Дайсона-Швингера и в релятивистских кварковых моделях. Также показаны ожидаемые из данных детектора CLAS12 амплитуды электровозбуждения при $Q^2 > 5.0 \text{ ГэВ}^2$. (Справа) Зависимость массы одетого кварка от импульса в области, где ожидается переход между непертурбативным и пертурбативным режимами сильного взаимодействия. Эта область, в которой происходит формирование доминирующей части массы адронов будет исследована из результатов по амплитудам электровозбуждения большинства нуклонных резонансов в экспериментах на детекторе CLAS12 при $Q^2 > 5.0 \text{ ГэВ}^2$



Данные по амплитудам электровозбуждения большинства резонансов в области масс $W < 1.8$ ГэВ позволили впервые получить оценки вкладов нуклонных резонансов в процессы инклюзивного рассеяния электронов на протонах из данных экспериментов. Это открывает возможность независимого доступа к массовой функции одетого кварка из данных по инклюзивному рассеянию электронов на протонах. Физиками ОЭПВАЯ были получены до сих пор единственные в мире данные об инклюзивном рассеянии электронов в резонансной области с перекрытием всего кинематически доступного диапазона инвариантных масс конечных адронов при фиксированной величине виртуальности фотона в широкой области $Q^2 < 4.0$ ГэВ².

В настоящее время энергия непрерывного пучка электронов ускорителя CEBAF увеличена в 2 раза до 12 ГэВ. В 2018 г. начались эксперименты на новом детекторе CLAS12 с энергиями пучка электронов 6.5 ГэВ, 7.5 ГэВ, и 10.6 ГэВ. Детектор CLAS12 является единственной в мире установкой способной изучать реакции электророжения мезонов на протонах в резонансной области $W < 3.0$ ГэВ и в еще не исследованной в эксклюзивных реакциях области высоких виртуальностей фотонов $Q^2 > 5.0$ ГэВ².

Впервые окажется возможным получить доступ к взаимодействиям кварков в резонансах различной структуры непосредственно из результатов по амплитудам электровозбуждения N^* . Ожидаемые результаты и их неопределенности по амплитудам электровозбуждения резонанса $N(1440)1/2^+$ при $Q^2 > 5.0$ ГэВ² показаны на рис. 3. Область Q^2 достижимая в экспериментах на детекторе CLAS12 позволит значительно расширить диапазон импульсов в пределах которых будет определена массовая функция одетых кварков из результатов по амплитудам электровозбуждения нуклонных резонансов. Совпадающие результаты по массовой функции одетого кварка из независимого анализа амплитуд электровозбуждения большинства нуклонных резонансов различной структуры подтвердят надёжный доступ к механизмам формирования массы адронов в области расстояний, где формируется доминирующая часть их массы. Исследования структуры нуклонных резонансов на детекторе CLAS12 дадут ответы на ключевые открытые вопросы современной фундаментальной физики:

- как формируется $> 98\%$ массы адронов и как эти процессы связаны с динамическим нарушением киральной симметрии КХД;
- как возникает кварк-глюонный конфайнмент;



- может ли многообразие механизмов сильного взаимодействия в непертурбативной области быть описано на основе Лагранжиана КХД;
- каким образом динамика сильного взаимодействия в непертурбативной области формирует структуру атомных ядер.

Исследования спектра и структуры возбужденных состояний нуклона основанные проф. Б.С. Ишхановым успешно развиваются в МГУ почти два десятилетия в коллаборации с Hall B at Jefferson Lab и международной CLAS Collaboration, физиками ОЭПВАЯ были получены первые и, в значительной части, единственные в мире важные результаты в этой быстро прогрессирующей области науки. Совместные усилия в области эксперимента, феноменологии и теории структуры адронов позволят получить ответы на ключевые открытые вопросы современной фундаментальной физики включая природу доминирующей части массы адронов и кварк-глюонного конфайнмента. Таким образом, заложенные проф. Б.С. Ишхановым в МГУ основы этого направления в течение долгих лет продолжат определять перспективы развития фундаментальной физики в МГУ, открывая широкие возможности для ученых, преподавателей и студентов МГУ внести значимый вклад в развитие фундаментальной физики в мире, а также в развитие технологий на новых физических принципах, установленных при изучении фундаментальных процессов.



В.Н. Орлин
УШЕЛ ИЗ ЖИЗНИ
ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЙ ЧЕЛОВЕК

Этот небольшой текст я посвящаю памяти Бориса Ишханова, сыгравшего большую роль в моей жизни, а также в жизни многих других сотрудников НИИЯФ МГУ. И пусть меня простят читатели, если таковые найдутся, за то, что я не прибавляю к его имени отчества. Так я его звал, когда он был жив, и так же хочу с ним проститься. Мы вместе с ним учились на одном курсе физфака МГУ, но в те далекие времена практически не пересекались. Наше настоящее знакомство состоялось в сентябре 1967 г., когда я, после окончания аспирантуры ФИАНА и нескольких лет преподавания в различных институтах, при посредстве своего сокурсника и хорошего знакомого Григория Похила вернулся под кров алма-матер в качестве инженера группы «Фотоядерных реакций» НИИЯФ МГУ, проводившей фотонейтронные (в основном) и фотопротонные измерения на тормозном пучке γ -квантов. Общее руководство осуществлял В.Г. Шевченко, который разделил свою команду на три подгруппы, возглавляемые тремя Борисами: Б. Ишхановым, Б. Горячевым и Б. Юрьевым. Следует заметить, что в то время измерения на тормозном γ -излучении имели еще достаточно высокий статус, поэтому между Б. Ишхановым и Б. Горячевым, под началом которого я начал работать, шло негласное, но жесткое соревнование по созданию лучшей методики фотонейтронных измерений, от которого Б. Юрьев благоразумно уклонился, продолжив фотопротонные эксперименты.

Б. Ишханов сразу вырвался вперед, построив большой эффективный детектор медленных нейтронов с замедлителем из парафина. Б. Горячев ответил ему созданием сцинтилляционного детектора, в котором в качестве замедлителя использовалось вазелиновое масло, которым вскоре был основательно осквернен экспериментальный зал. Но его надежды не оправдались: детектор получился не очень эффективным и плохо защищенным от γ -фона. Впрочем, Горячев не унывал, так как рассчитывал, что его метод поактовой регистрации нейтронов позволит решить важную проблему разделения выходов реакций с различной множественностью вылета нейтронов. Будучи по образованию теоретиком, я помог ему усовершенствовать этот метод, который



оказался очень чувствителен к флуктуациям интенсивности γ -излучения бетатрона. Но, в конечном счете, методика в целом оказалась мало эффективной, и Ишханов вполне заслуженно выиграл это состязание.

Надо сказать, что моя временная переквалификация в экспериментатора, далась мне нелегко. На первых порах мне доверили самую черную работу. Прошло не мало времени, прежде чем я научился обращаться с паяльником, не получая при этом тяжких ожогов, и смог помогать инженеру нашей подгруппы. Юре Кузнецову в изготовлении простейших электронных схем. Другие сотрудники, включая лаборантов, один из которых по ночам, на дежурстве, спал в шкафу, относились к моим экспериментальным «подвигам» весьма иронически. Сочувствовал мне, пожалуй, один Борис Ишханов, который не видел ничего смешного в том, что мне приходится калибровать детектор с помощью сильного радиевого источника, не имея личного дозиметра.

Но вот измерения закончились. Сначала Ишханова. Затем наши. Борис Ишханов опубликовал множество нейтронных сечений и защитил докторскую диссертацию. Мы же приступили к обработке своих данных. Проблема заключалась в том, чтобы получить из кривой выхода нейтронов, измеренной на тормозном γ -спектре, истинное фотонейтронное сечение. Скоро мне стало ясно, что используемая при этом методика решения интегрального уравнения неизбежно приводит к результирующему сечению, содержащему множество ложных корреляционных пиков. Я написал статью, в которой обсуждалась эта проблема, и предлагался метод компенсации ложной структуры. По молодости лет я не осознавал, что тем самым открываю ящик Пандоры и ставлю под удар результаты Бориса Ишханова. Сейчас я понимаю, что ее публикация была ошибкой, никаких особых новаций она не содержала, но могла принести реальный вред человеку, который был мне симпатичен. К счастью, статья прошла незамеченной, и Борис Ишханов великодушно простил мой некорректный поступок. Более того, когда я перед защитой своей кандидатской диссертацией поссорился со своим научным руководителем Горячевым, которому не понравилось, как я интерпретирую полученные данные, он протянул мне руку помощи и обеспечил поддержку В.Г. Шевченко.

Вскоре В.Г. Шевченко перешел в ФИАН и фотоядерную группу возглавил Борис Ишханов. Группа была преобразована в Отел электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер (ОЭПВАЯ) и началась новая эпоха фотоядерных исследований, в которой мне



была уготовлена роль теоретика. В отделе под руководством В. Шведунова был построен линейный ускоритель. В. Варламов создал Центр данных фотоядерных экспериментов (ЦДФЭ). Я опубликовал несколько работ, посвященных микроскопическим расчетам фотоядерных реакций. В общем, работа в отделе с легкой руки Бориса Ишханова закипела. Он был не только прекрасным организатором, но и обладал достаточно широким научным кругозором, чтобы ухватить самую суть любой проблемы. Ишханов был центром, вокруг которого все вращалось.

Когда заработал линейный ускоритель, потребовалась теоретическая интерпретация полученных данных. С этого момента началось мое тесное сотрудничество с Борисом. Мы опубликовали ряд работ, в которых шаг за шагом продвигались к созданию модели фотоядерных реакций. В ней сошлись в единое целое микроскопические и статистические подходы к описанию фотонуклонных парциальных сечений. И каждый такой шаг тщательно сверялся Борисом с экспериментальными данными. Он же очерчивал требования, которым должна отвечать модель. Это было чудесное время совместного творчества, которое я никогда не забуду.

Он был замечательным руководителем, но я буду вспоминать его, прежде всего, как друга, который всегда находил время поинтересоваться, как ты живешь, не болеешь ли, готового в случае необходимости придти на помощь.

Прощай. Боря! Спи с миром! Как бы хотелось верить, что смерть — это еще не конец.



Л. Д. Блохинцев

ПАМЯТИ

БОРИСА САРКИСОВИЧА ИШХАНОВА

Борис Саркисович Ишханов был многогранной личностью: отличный ученый, превосходный педагог, хороший организатор. Его разносторонние научные интересы включали ядерную физику низких энергий, соударения частиц при высоких энергиях, разработку идей создания новых электронных ускорителей и др.

Очень удачной и плодотворной идеей Б.С. было создание сайта «Ядерная физика в Интернете», основу которого составляет написанный Б.С. в соавторстве с Э.И. Кэбиным раздел «Физика ядра и частиц. XX век». Этот объемный раздел, базирующийся, в свою очередь, на курсе лекций, которые Б.С. много лет читал для студентов физфака МГУ, охватывает широкий круг проблем современной физики ядра, физики элементарных частиц и астрофизики, а также справочные материалы, касающиеся истории ядерной физики. Сайт «Ядерная физика в Интернете», включающий помимо указанного раздела еще много другой полезной информации (в том числе, многочисленные базы данных), пользуется большой популярностью не только у студентов и аспирантов, но также и у преподавателей и научных сотрудников.

Б.С. был организатором и первым руководителем размещенного в Интернете Центра данных фотоядерных экспериментов (ЦДФЭ), которым сейчас руководит проф. В.В. Варламов. Необходимо отметить, что название ЦДФЭ далеко не полностью отражает современное содержание этого Интернет-ресурса, включающего базы данных по самым различным ядерным реакциям и характеристикам всех известных изотопов. Сайт ЦДФЭ является исключительно полезным подспорьем для многих физиков-ядерщиков, существенно облегчающим и ускоряющим их работу. В частности, и автор этих строк активно и продуктивно пользовался и продолжает пользоваться информацией с этого сайта.

Вспоминая Б.С., нельзя обойти стороной научный семинар по ядерной физике, которым он руководил в течение многих лет. Этот общегосударственный семинар можно с полным основанием считать общегосударственным семинаром, тематика которого охватывала не только собственно ядерную физику низких, средних и высоких энергий, но и



широкий круг проблем физики элементарных частиц, атомной физики, физики космических лучей, астрофизики, биофизики, медицинской физики и др. На семинаре в качестве докладчиков выступали представители научной общественности из многочисленных организаций: НИИЯФ, физический факультет МГУ, ГАИШ, различные институты РАН, ОИЯИ, ИТЭФ, ФЭИ, а также зарубежные ученые. В числе докладчиков были такие крупные ученые как академики Ю.Ц. Оганесян и А.М. Черепашук, член-корреспондент РАН Ю.Г. Абов и др.

Заседания семинара были прерваны весной 2020 г. из-за пандемии COVID-19. Первым докладчиком после возобновления работы семинара должен был быть автор этих строк. Увы...

1 декабря 2020 г. состоялось первое после перерыва заседание семинара под руководством А.Н. Грум-Гржимайло. Для дальнейшей плодотворной работы семинара хочется пожелать преемственности в тематике и широте взглядов.

Э.И. Кэбин

**БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ
И САЙТ «ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА В ИНТЕРНЕТЕ»**

В 2000 году Борис Саркисович предложил мне совместно написать несколько учебных пособий по ядерной физике. В первую очередь эти материалы были предназначены для студентов курса общей ядерной физики, который Борис Саркисович читал на физическом факультете МГУ, а также для студентов физических факультетов классических университетов, изучающих эту науку в рамках общего курса физики. На сайте кафедры общей ядерной физики, заведующим которой являлся Борис Саркисович, были опубликованы лекционные материалы по курсу «Физика ядра и частиц», а также представлены материалы к семинарским занятиям — задачи с подробными решениями, разработки к семинарам, описания задач общего ядерного практикума физического факультета МГУ. Однако очень быстро стало ясно, что печатные материалы, изданные небольшими тиражами, не смогут полностью удовлетворить потребности учебного процесса.

Вскоре по предложению Бориса Саркисовича силами сотрудников кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ на технической базе Научно-исследовательского института ядерной физики МГУ при содействии сотрудников Отдела электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер, заведующим которого также являлся Борис Саркисович, был создан сайт «Ядерная физика в Интернете». Направленность сайта — образование в области физики атомных ядер и элементарных частиц, а также — виртуальный практикум. На сайте реализованы поиск по сайту и автоматическая система самопроверки знаний. Кроме того, публикуются материалы спецкурсов для студентов и аспирантов, специализирующихся в области физики ядра и частиц, различного рода справочные материалы, ссылки на публикации других сайтов, материалы по радиационной экологии, ядерным технологиям, аудио-, видео представления лекций и других материалов, организованные следующим образом. На первом уровне — обзор, дающий общее представление о предмете. На втором уровне — так называемая "Шпаргалка для отличника", где весь учебный материал по курсу содержится в приблизительно двухстах отдельных файлах, что позволяет лектору или преподавателю, ведущему



семинары, рекомендовать студентам соответствующие материалы для проработки определенной темы. На третьем уровне — более подробное и углубленное изложение, которое в большей степени соответствует специальным курсам, которых около 50. Борис Саркисович принимал активное участие, как в написании текстов, так и в их редактировании.

Современные интернет-технологии позволяют решать новые задачи, возникающие в процессе обучения. В учебном процессе преподаватель постоянно сталкивается с необходимостью модернизировать материал, как из методических соображений, так и в связи с развитием науки. В области физики частиц и атомного ядра ситуация меняется на наших глазах, в связи с чем необходимо оперативно отслеживать эти изменения и отображать их в учебных материалах. Оперативность представления учебных материалов особенно важна для спецкурсов, которые нередко читаются, так сказать, "с колес" и содержат новейшие сведения, которые можно найти только в оригинальных статьях. Из года в год курс учебного пособия может совершенствоваться, отрабатываться, а соответствующие изменения могут оперативно отражаться в интернет-публикациях и также служить основой для новых «бумажных» публикаций. Поскольку довольно большая часть материалов, опубликованных на сайте «Ядерная физика в Интернете», имеет бумажные аналоги, изданные, как правило, небольшими тиражами, в лучшем случае они доступны только студентам, аспирантам и сотрудникам физического факультета и НИИЯФ МГУ. Публикации в Интернете на порядок (если не на порядки) увеличивают аудиторию.

На сайте (<http://nuclphys.sinp.msu.ru/>) «Ядерная физика в Интернете» даны ссылки на современные электронные базы данных по ядерной физике, физике высоких энергий, физике элементарных частиц, публикуются различные дополнительные материалы, как, например, «Ядерная энергетика», «Использование гамма, нейтронов и электронов в медицине в технологии» и т.д., приводятся биографии и фотографии известных физиков, другие полезные материалы, что отражает широкий круг научных интересов Бориса Саркисовича.

Хотя интернет-технологии не могут адекватно заменить преподавателя, мощные средства Интернета, огромное количество тематической и иллюстративной информации, которая может использоваться и уже широко используется преподавателями при подготовке и семинаров, могут ему помочь. Хотя основная предполагаемая аудитория



сайта — студенты, аспиранты и преподаватели школы, основная масса материалов доступна и широким кругам специалистов и интересующихся. В течение года на сайте mail.ru фиксируется свыше 30 млн. посетителей сайта "Ядерная физика в Интернете". Однако эта статистика фиксирует доступ не ко всем файлам, размещенным на сайте (так, например, не фиксируются файлы pdf и djvu), вследствие чего реальная статистика посещений заметно больше.



В.Г. Недорезов

**ВОТ ТАКИМ МАСШТАБНЫМ УЧЕНЫМ
И ОЧЕНЬ ЦЕЛЕУСТРЕМЛЕННЫМ ЧЕЛОВЕКОМ
ОН ОСТАЛСЯ В МОЕЙ ПАМЯТИ**

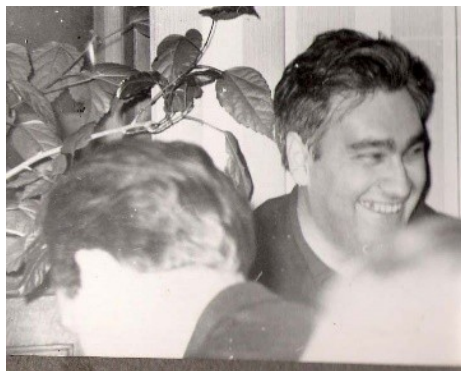
Имя Бориса Саркисовича Ишханова неотделимо от понятия Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. Начиная с 1968 года, когда я распределился на кафедру ускорителей при НИИЯФ МГУ для прохождения дипломной практики, Борис Саркисович (БС), будучи доцентом, уже преподавал общую ядерную физику, хотя был всего на семь лет старше меня. Так он и остался в моей памяти преподавателем и научным руководителем на многие, многие годы. Выбор кафедры был в значительной степени обусловлен чтением научно-популярной литературы по ядерной физике, которой в те годы были завалены библиотеки. Еще продолжались последствия научной революции в физике элементарных частиц, квантовой механике, общей теории относительности. Я оставался верен своим наивным школьным идеалам и пошел на экспериментальную ядерную физику, которая тогда уже стала терять популярность.

Среди большого количества известных ученых, с которыми мне довелось встретиться на этом большом жизненном пути, БС играл заметную роль. После окончания физфака я был распределен в ФИАН в лабораторию фотоядерных реакций, которая вскоре перешла в состав ИЯИ РАН. По соседству работал академик Черенков П.А., часто приезжал из Дубны академик Балдин А.М., который был в то время председателем научного совета РАН по электромагнитным взаимодействиям. На семинарах шли активные обсуждения как экспериментальных, так и теоретических результатов. БС активно участвовал в работе этих семинаров и часто приглашал выступать в НИИЯФ МГУ. На почве общих научных интересов мне довелось активно взаимодействовать с БС в течение 50-ти лет.

Но вернемся к началу, то есть к физфаку 60-х и 70-х годов. Эта эпоха отражена в довольно многочисленных книгах воспоминаний. Их неполный список приведен в [1–6]. Я поступил на физический факультет МГУ в 1965 году и сразу окунулся в атмосферу творческой и многогранной жизни. Многогранность определялась участием в комсомольской жизни, в поездках в стройотряды, в самодеятельности.



По факультету ходили легенды об опере «Архимед», на выступления агитбригады (С. Никитин, В. Миляев, С. Крылов, С. Смирнов и другие физфаковские барды) попасть было почти невозможно. Хотя самой студии «Архимед» на физфаке уже не было. И это случилось тогда, когда секретарем комитета комсомола физфака стал БС. Расцвет «физического искусства» (определение этого социального явления было сделано Ю. Гапоновым) на факультете уже прошел. Можно долго анализировать суть проходящих событий, но дать им однозначную оценку практически невозможно. Одно можно сказать в отношении БС, что он был очень цельным человеком, направленным на научную и преподавательскую деятельность. Все остальное из большой и многогранной жизни было необязательным и вредным, поскольку мешало достижению главной цели.



Наши учителя, профессора А.А. Коломенский и Б.С. Ииханов (вверху) на выступлениях студенческой самодеятельности (внизу)



Позднее он много лет был секретарем парткома физфака и заработал на этом много отрицательных очков в свою биографию, по мнению коллектива. Сам БС не любил вспоминать об этом. Нигде и ни в каких википедиях об этом не найдешь ни строчки. А жаль. Ведь об этом знали немногие. Партийная и комсомольская работа для большинства была необходимым и достаточным условием реализации научной карьеры, и в ней было много как положительных, так и отрицательных аспектов. Но эта сторона жизни БС мне плохо знакома, и я оставляю другим право писать на эту тему. Ограничусь только анекдотом, характеризующим атмосферу той эпохи.

«На комсомольском собрании курса секретарь объявляет: по решению райкома завтра вас всех повесят. Кто за? Кто против? Кто воздержался? «За» — единогласно. А кто там руку поднял? Ты что, против? Нет, я только хотел спросить: веревку с собой приносить?»

Моя компетенция ограничивалась рамками нашей студенческой группы, где я много лет был комсоргом. Мы участвовали во всех мероприятиях кафедры, сами готовили номера художественной самодеятельности и сами их исполняли. Реакция парткома всегда была положительной. На фото представлена одна из таких встреч, где можно разглядеть лица известных сотрудников НИИЯФ МГУ того времени (В.Г. Неудачин, В.Г. Сухаревский и другие). Хотя встреча проводилась на кафедре ускорителей, в ней участвовали представители и других кафедр.



На встрече кафедры ускорителей. 1970 год

И все-таки не могу удержаться, чтобы не привести выдержку из тетради комсорга тех лет, План работы группы утверждался на более высоких комсомольских и партийных инстанциях.

Итак:

«План проведения Ленинского зачета.

Обязательные мероприятия.

21 марта 1969 г.:

По идеологической работе:

1. Организовать поездку в Горки Ленинские. Срок 30 марта. Отв. Чуканов.

2. Провести беседы по Ленинским работам на тему: «Интернационализм и его развитие на современном этапе». Срок 1 апреля. Отв. Петров.

3. На заработанные на субботниках деньги купить собрание сочинений В.И. Ленина и послать в один из колхозов Смоленской области со строительным отрядом. Срок – апрель. Отв. Савельев.

4. Провести субботник в честь первого коммунистического субботника. Срок – апрель. Отв. Недорезов.

По учебной работе:

1. Добиться своевременного выполнения учебных заданий и практикумов. Отв. Варламов.

2. Оказывать помощь иностранцам. Отв. Сагиан.

По культурно-массовой работе:

1. Организовать встречу со студентами ВГИКа. Срок – октябрь. Отв. Белокопытов.

2. Организовать встречу кафедры ускорителей. Срок – октябрь. Отв. Лукашов, Бровкаина.

3. Подготовить выступление на «Архимеде» от ядерного отделения. Срок 10 мая. Отв. Тарасевич, Кузнецов.

По военно-патриотической и шефской работе:

1. Принять участие в первенстве по футболу и военном троеборье.

2. Собрать книги и отвезти в воинскую часть. Срок ноябрь. Отв. Владимиров.

По организационной работе:

1. Провести собрание об итогах выполнения принятых обязательств. Срок май 70г. Отв. Недорезов.

Видно, что жизнь была ключом. Из этого плана можно судить о составе нашей группы. И каждому студенту находилась общественная работа. Но все же главным в той жизни, несомненно, была учеба и научная работа. На последних курсах все студенты работали в научных лабораториях и отделах, и это заложило основу на всю последующую жизнь.





*Борис Саркисович
на заседаниях семинара
EMIN-2009*

Важной составляющей в научной работе было проведение международных семинаров по физике электромагнитных взаимодействий ядер, которые начали раз в три года проводиться под



руководством Л.Е. Лазаревой в лаборатории фотоядерных реакций ФИАН, затем ИЯИ РАН много лет назад. С тех пор состоялось уже 15 семинаров, и в каждом из них БС принимал активное участие, являясь сопредседателем оргкомитета. У этого семинара сложилась своя устойчивая аудитория, куда входили известные ученые из разных стран. В этой связи, прежде всего, хотелось бы отметить профессора Карло Шерфа из Фраскати (Италия) и профессора Мамору Фудживару из Осаки (Япония). БС с помощью В. Мокеева обеспечивал контакты с лабораторией JLAB из США. Благодаря участию ведущих научных центров на семинаре всегда был высокий уровень обмена информацией и дискуссий.

Таких фотографий за 50 лет накопилось очень много. Но просматривая их заново, я лишний раз убедился в том, что БС как правило избегал массовок и фотографироваться не любил. Поэтому на общей фотографии 2018 года (15-ый семинар) его нет.



Общая фотография участников EMIN-2018. В первом и втором ряду слева направо: Малахов А.И. (ОИЯИ), Недорезов В.Г. (ИЯИ РАН), R. Gothe (JLab), Кравчук Л.В., (ИЯИ РАН), L. Elouadrhiri. [JLAB], Г.М. Гуревич, Вересникова А.В. (ИЯИ РАН), Фильков Л. (ФИАН), Саврин В.И. (НИИЯФ МГУ), Джилавян Л.З. (ИЯИ РАН), Герасимов С.Б. с супругой (ОИЯИ). Полный список участников см. на inr.ac.ru/~pnlab

По-видимому, в последние годы сил у БС оставалось уже не так много и тратить их на всякую чепуху ему уже не хотелось. Даже юбилейные банкеты в МГУ он не посещал, а приглашительные билеты часто отдавал мне. Я, как председатель ГАКа на физфаке, казалось бы, мог рассчитывать на подобные знаки уважения, но этого никогда не бывало. Благодаря БС я все же имел возможность общаться с коллегами и в неформальной обстановке

Это еще раз доказывает, что БС был очень целеустремленным человеком, что проявлялось во всем. Например, он не понял моего отказа продолжать участвовать в работе диссертационного совета в НИИЯФ МГУ. Никакие ссылки на состояние здоровья во внимание не принимались. На самом деле причина была в том, что мне очень не нравилась бюрократическая процедура проведения этих советов, дошедшая в последнее время до полного неуважения к членам совета (это мое



личное мнение). Во время защиты диссертации нельзя было выйти позвонить или по другим делам, а нужно было заслушивать в полном объеме все официальные документы, в которых повторялось без конца одно и то же. Я участвовал в заседаниях очень большого числа разных советов, но нигде до такой степени бюрократизма дело не доходило. Но БС, воспитанный в духе партийной дисциплины и научной преданности, сам себе никогда вольностей не позволял. В результате он перестал мне звонить и поздравлять даже с новым годом, чего раньше делать никогда не забывал.

Для БС на первом месте всегда была работа. Я не знаю точно, сколько десятков его учеников стало кандидатами наук, но думаю, что по этому показателю мало кто с ним может сравниться. Официальным оппонентом на защитах кандидатских диссертаций его учеников я был не менее 10 раз. И всегда мои отзывы были положительные. БС умел учить своих учеников и многие из них стали ведущими учеными в области ядерной физики. О том, насколько был широк круг научных интересов БС, можно судить по монографиям и учебным пособиям Их неполный перечень приведен ниже [7–11]. Глядя на научное наследие БС, можно сказать, что он выполнил поставленную перед собой задачу. Вот таким масштабным ученым и очень целеустремленным человеком он остался в моей памяти.

1. С.К. Ковалева. // Ты помнишь, физфак, М., Изд. «Поматур», 2003.
2. Сборник «Вернуть былое» Валерий Канер глазами друзей. // О времени и о себе М., 2015.
3. В. Канер. //Листья лета, М., Вертикальный мир, 2000.
4. С. Литвиненко. // О времени и о себе. М., Изд. «Проспект» 2018.
5. Сборник под редакцией К.В. Показева //Физфаковы в комсомоле и ССО, М., «Белый ветер», 2019.
6. Сборник «Нам весна наворожила» М., изд. «Галлея принт», М., 2018.
7. Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов, В. И. Шведунов // Изобараналоговые состояния в фотоядерных реакциях / 86 с. ил. 21 см., М. Изд-во МГУ, 1981
8. Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов, В. И. Мокеев //Ядерная физика, М. Изд-во МГУ, 1981.
9. Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов // Ядерная физика. Происхождение элементов, М. Изд-во МГУ, 1989
10. Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов, В. И. Мокеев // Размер и форма атомных ядер, М. Изд-во МГУ, 1990
11. Ишханов Б.С., Капитонов И.М., Юдин Н.П. // Частицы и атомные ядра. Серия "Классический университетский учебник», МГУ, 2007.



М.Г. Урин

ПАМЯТИ Б.С. ИШХАНОВА

Я не был коротко знаком с Борисом Саркисовичем. Однако, наши редкие профессиональные контакты были впечатляющими. В них проявлялся энергичный лидер научного и педагогического коллективов, всегда нацеленный на получение новых результатов. В качестве примера, я бы привёл организацию и проведение в НИИЯФ МГУ научного Семинара «Гигантский дипольный резонанс. Результаты и перспектива» (февр. 2014). Борис Саркисович изучил работы приглашённых участников и во вступительном слове отметил представляющимися ему перспективными научные результаты. Участие в работе Семинара побудило нас (вместе с Б.А. Тулуповым) к написанию обзорной статьи.

Деятельность Бориса Саркисовича Ишханова — достойный подражания пример истинного служения науке и делу подготовки научных кадров.



А.С. Илюшин

О ТОМ, ЧТО ЗАПОМНИЛОСЬ...

Полгода тому назад в августе 2020 года ушел из жизни Борис Саркисович Ишханов — один из тех людей, кто определял многие направления общественной жизни физического факультета МГУ на протяжении нескольких десятилетий. Когда составители этого сборника попросили меня написать о нем несколько строк я, не подумав хорошенько, почти сразу же согласился. Однако, сев за письменный стол, и глядя на чистый лист бумаги, очень долго не мог написать первую фразу.

С Борисом мы были знакомы более полувека и много лет в обращении были на «ты», но общение наше очень долгое время определяла наша общественная деятельность на физфаке МГУ. Борис был старше меня на целых пять лет, а в студенческие годы этот временной разрыв почти целая жизнь. Когда в 1961 году я только что вступил под сень физфака, Борис уже закончил физфак и целенаправленно шаг за шагом строил свою научную и педагогическую карьеру в Московском университете.

Первая моя встреча с ним произошла в конце 1966 года, когда он возглавлял Бюро ВЛКСМ физфака, а я был комсоргом выпускной группы 6 курса кафедры физики твердого тела. Поводом для встречи послужил конфликт между мной и одной из сокурсниц, в выпускную характеристику которой по моему настоянию комсомольское собрание группы записало, что она «не пользуется уважением товарищей по группе». Студентка пошла в Бюро ВЛКСМ физфака с жалобой на эту, по её мнению, несправедливость, и я был вызван к Борису «на ковер». Борис сразу уловил суть возникшего конфликта, и вопрос был решен быстро и в мою пользу, ибо аргументом стал простой довод — эта студентка во время летних работ в ССО украла у двух сокурсниц их стипендии. Большой огласки дело тогда не получило, но, как говорится, «осадок остался», что они и припомнили ей на том комсомольском собрании группы. Мне же запомнилась скорость и уверенность Бориса при принятии решения в той ситуации.

Более тесные контакты у меня с Борисом начались тогда, когда я стал членом факультетского Комитета ВЛКСМ, а Борис был избран в состав Парткома физфака. Эти встречи и обсуждения касались различных вопросов т.н. «идеологической» работы с комсомольцами факультета, которую по линии парткома и «курировал» Борис.



Это было время начала массовой бюрократизации физфаковского комсомола, прежде отличавшегося огромной инициативой и самостоятельностью. Жизнь бурлила и была не очень управляемой (Спорт, художественная самодеятельность, студенческие стройотряды, Праздник Архимеда и т.п.).

Тогда по инициативе ЦК ВЛКСМ к столетию со дня рождения В.И. Ленина во всех комсомольских организациях страны был проведен так называемый «Ленинский зачет», в рамках которого каждый комсомолец отчитывался перед своими товарищами о своей общественной работе. Такое массовое действие очень понравилось «верхам» комсомола и они решили проводить такие «Ленинские зачеты» ежегодно. На физфаке такая бюрократизация вызвала прямое отторжение, но выполнять решения вышестоящих организаций было необходимо, и мы, по мере сил и возможностей, постарались втиснуть в формальные рамки «Ленинского зачета» как можно больше живых студенческих дел, снабдив их удобоваримыми названиями. Значительной части формализма Ленинского зачета нам удалось избежать, и в Комитете ВЛКСМ МГУ о нас сформировалось мнение как о передовой и инициативной комсомольской организации.

Партийная организация университета должна была всем этим руководить, поэтому осенью 1973 года партком МГУ решил провести партактив, посвященный обсуждению опыта проведения Ленинского зачета. Поскольку считалось, что комсомольская организация физфака провела «Ленинский зачет» на высоком организационном уровне, то доклад об опыте работы физического факультета по этому направлению было поручено сделать члену парткома физфака Б.С. Ишханову.

Вот тут я впервые воочию увидел, как Борис готовился к выполнению данного ему ответственного поручения. Надо при этом отметить, что сам Борис в этом деле на тот момент практически не ориентировался. Он договорился со мной о встрече на дорожке, ведущей от физфака к 19-му корпусу НИИЯФа, и пришел туда в точно обговоренное время с блокнотом в руке.

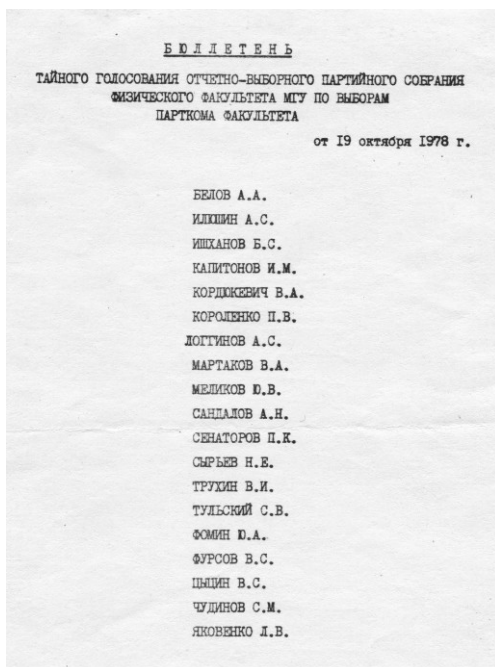
Его привычным обращением в те годы было слово «юноша», что как бы сразу определяло диспозицию, кто старший (и по возрасту и по положению), а кто — младший, хотя мне в ту пору было уже почти тридцать лет, я был женат, имел сына, был кандидатом наук и членом КПСС. Однако такой оказалась тогдашняя диспозиция.





Руководство физического факультета МГУ у Знамени победителей социалистического соревнования в МГУ. Слева направо — секретарь Комитета ВЛКСМ Максим Сотников, секретарь парткома Борис Саркисович Ииханов, декан Василий Степанович Фурсов, председатель профкома Отар Степанович Тонаканов и председатель студенческого профкома Олег Трубачев

Разговор начался с моего подробнейшего рассказа о том, что представляет собой «Ленинский зачет», как он возник, и как его проводили на физфаке уже три раза. По ходу рассказа Борис задавал вопросы, уточняющие те или иные детали мероприятий, и требовал четких и весьма подробных ответов. Как мне вспоминается сейчас — в руках у него все-таки был блокнот с вопросами.



Изрядно потрепав мои нервы своей дотошностью и нестандартным характером вопросов, он после, примерно, полутора часов беседы меня отпустил, назначив следующую встречу через день. По заданным им вопросам я понял, что он очень слабо представлял себе, что такое «Ленинский зачет» и как он реализовывался в комсомольских организациях физфака. Борис внимательно выслушал мой рассказ, задал несколько уточняющих вопросов, и быстро договорившись о времени следующей встречи, тотчас же проследовал по направлению к 19-му корпусу НИИЯФ. Я не помню, делал ли он какие-либо пометки в блокноте, но как выяснилось впоследствии, все основные моменты моего повествования он запомнил.

Вторая наша встреча состоялась на том же самом месте и началась уже с многочисленных и детальных вопросов Бориса, на некоторые из которых я даже не сразу находил ответы. Однако ко второй нашей встрече он подготовился основательно и задавал все уточняющие вопросы по существу, с удовольствием демонстрируя при этом свою эрудицию. Содержание задаваемых вопросов часто



касались таких деталей, на которые мы в комитете комсомола и внимания не обращали, но Борис умело связывал их в единую картину. И эта встреча, длившаяся около двух часов, проходила на той же дорожке вблизи физфака и закончилась также, как и предыдущая. Он быстрым шагом направился к 19-ому корпусу. Зная, что его лаборатория находится там, я понял, что он, сделав общественное дело, практически без перерыва приступил к другому делу — уже научному. Такую организацию своей общественной и научной жизни я до того ни разу ни у кого из моих знакомых физфаковцев не встречал. Кстати, и сейчас полвека спустя, вряд ли смогу указать более трех-четырех знакомых коллег, обладавших подобной самоорганизацией.

На третьей, завершившей наше обсуждение встрече, Борис уже не задавал никаких вопросов, а просто-напросто опробовал на мне содержание своего будущего выступления, уточнив только нет ли какого-либо несоответствия между текстом доклада и существом дела. Убедившись, что всё в порядке, отпустил меня, сказав на прощание что-то вроде того «Иди, юноша, работай».

На том партактиве МГУ я не был, но по отзывам некоторых участников знаю, что Борис не только сделал отличный доклад, но и с блеском и многочисленными примерами отвечал на задававшиеся ему вопросы.

Так подробно я рассказал об уже давно канувшем в лету мероприятии лишь потому, что этот пример ярко характеризует стиль работы Бориса при подготовке публичных выступлений, как, впрочем, и всех других дел (и общественных, и педагогических, и научных).

Более тесное сотрудничество и плотное общение началось осенью 1978 года, когда на очередном отчетно-выборном партийном собрании физфака я в первый раз был избран в партком факультета, а Борис был избран его секретарем. У меня сохранился бюллетень для голосования на том партсобрании, состоявшемся 19 октября 1978 года за день до моего тридцатипятилетия и за три дня до сорокалетия Бориса.

Именно тогда началась наша совместная деятельность, длившаяся целых пять лет. Мне было поручено вести работу, связанную с массовыми мероприятиями студентов — студенческие строительные и сельскохозяйственные работы.

Работа по этим направлениям изобиловала всевозможными большими и малыми проблемами, требовавшими вести и подбор руководящих кадров в студенческие строительные отряды и в студенческие сельскохозяйственные отряды, численность бойцов которых в каждый сезон составляла порядка тысячи человек, и поездок



в командировки в места их дислокаций. Все несчастные случаи становились поводом для очередных оргвыводов, причем как руководитель почти тысячной партийной организации факультета Борис был весьма требователен ко всем членам парткома и довольно часто не ограничивался одной по содержанию жесткой беседой. В некоторых случаях он использовал такое понятие «как партийная дисциплина», по существу игравшее роль приказа.

Правда иногда, эти жесткие указания делались Борисом без знания существа дела, и вместо предварительного обсуждения проблемы он требовал безоговорочного исполнения. Однажды, после сделанного им распоряжения, которое я посчитал неправильным, я, после его ухода из парткомовского кабинета на втором этаже физфака, «в сердцах» прокомментировал его распоряжение примерно так: «Борис Саркисович сам никогда не был в стройотрядах и не имеет представления о том, как решаются такого рода проблемы на местах, но считает, что может давать указания без знания существа дела».

Мои слова, судя по последующим действиям Бориса, были ему переданы, причем с развернутыми комментариями. Он же, как показало дальнейшему развитие событий, воспринял это как явное проявление моего непочтения партийной субординации. На ближайшем же заседании парткома он устроил мне публичный разнос, показав, кто тут главный. На следующий срок он меня в партком уже не взял, отправив на «повышение» в Комиссию по контролю за действиями администрации при Парткоме МГУ. Это произошло в 1983 году. В этом проявилось его тогдашнее понимание или непонимание жизни. Ведь опираться можно на то, что сопротивляется, а не гнётся. Тем не менее, хорошие личные отношения у нас с ним сохранились, даже после того, что случилось в партийной организации физфака после развала СССР и запрещения КПСС. Об одной, весьма характерной черте характера Бориса я хотел бы упомянуть. Он был довольно самолюбив, и не любил, когда допускал «на людях» даже малейших промахов или упущений. Приведу лишь один пример.

Восьмидесятые годы стали для страны годами пышных похорон — друг за другом уходили из жизни престарелые члены Политбюро ЦК КПСС. Их проводы сопровождались траурными процессиями, составленными из представителей трудовых коллективов предприятий и организаций Москвы. Формировали группу и из представителей партийной организации физфака во главе с секретарем парткома Б.С. Ишхановым.



Траурная процессия шла к Колонному залу Дома Союзов по бульварному кольцу — от памятника Н.В. Гоголю, мимо памятника К.А. Тимирязеву и по Тверскому бульвару к памятнику А.С. Пушкину, а затем сворачивали вниз по Большой Дмитровке к Дому союзов. Идти приходилось долго, шли медленно и, конечно, разговаривали о своём. Вдруг Борис, глядя по сторонам Тверского бульвара и обратив внимание на неприглядный вид некоторых домов, сказал мне, что эти старые невзрачные постройка надо бы снести, а построить новые, современные. Я же ответил ему примерно так: «Борис, у вас, у армян очень древняя история и вы её бережёте, а здесь наша русская история и её хранят эти многочисленные старинные постройки. А потом, пока шли ещё часа полтора, рассказывал ему истории о знаменитых людях, живших в этих домах, Он спросил, откуда я это знаю, на что я ответил, что читал книги Гиляровского и других и в студенчестве часто гулял по старой Москве.

Примерно, неделю спустя, Борис, встретив меня на физфаке, сказал, что он для меня оставил у технического секретаря парткома книгу. Каково же было мое удивление, что книга эта оказалась путеводителем по Москве. Я долго не мог понять, что бы это значило. И только потом, через несколько лет догадался. Так Борис ненавязчиво дал мне понять, что он «ликвидировал такой пробел в своих знаниях». Купил два экземпляра путеводителя — себе и мне. Он не мог допустить, что знает что-то хуже своих коллег, самолюбие не позволило.

Вообще, авторитарность в поведении Б.С. присутствовала всегда. Он был человек целеустремленный, организованный и очень конкретный. По моему восприятию он был нацелен на научно-педагогическую карьеру в МГУ и быстро в этом преуспел, четко организовав всю свою жизнь, состоявшую из таких составляющих как научная, педагогическая и общественная работа, и личная семейная жизнь. Особенно отчетливым это стало после того его переезда в Дом преподавателей на Ломоносовский проспект. И он всегда был в гуще всех дел физфака.

В 1992 году в результате известных событий на физфаке, приведших к смещению с поста декана профессора А.П. Сухорукова и избранию на этот пост профессора В.И. Трухина, у него возникла проблема формирования нового состава деканата. По какой-то не известной мне причине, В.И. Трухин захотел сделать меня своим заместителем по научной работе, однако обратился ко мне не напрямую, хотя и был со мной близко знаком, а через своего заместителя А.В. Козаря, моего старинного друга. Тот передал мне это предложение Трухина и почти моментально получил отказ.





Руководство физического факультета поздравляет с 80-летием заведующего кафедрой физики твердого тела профессора Германа Степановича Жданова. 11 сентября 1986 года. Слева направо Г.С. Жданов, В.И. Трухин, Б.С. Ишханов, О.С. Тонаканов

Следующую попытку привлечь меня в заместители Трухин предпринял через Бориса. И вновь, как почти двадцать лет назад, мы с Борисом два дня гуляли вокруг памятника М.В. Ломоносову, и он настойчиво уговаривал меня согласиться на приглашение Трухина. Я же отлично понимал, что работа заместителем декана по научной работе потребует от меня много сил и времени, которое я должен буду отнять от времени, затрачиваемое мною на работу заведующим кафедрой. Да и моё личное время существенно уменьшится.

Уломал или уговорил меня Борис только одним аргументом «Володе надо помочь, ему нужен надежный помощник. Это надо физическому факультету». Вот этот аргумент оказался решающим и сыграл основную роль в полученном согласии. Тут же Борис привел меня в кабинет Трухина и сказал о том, что я согласился. Правда, сам я при этом добавил, что согласен быть в этой должности года 2–3, до тех пор, пока дело не наладится. И действительно, через три года я подал заявление с просьбой об уходе с поста зам. декана, выполнив то, что было мною обещано.

Вся траектория его ежедневного движения лежала по одной прямой: дом — корпус № 19 НИИЯФ — НИИЯФ в здании факультета и — физфак. На этой прямой от девятнадцатого корпуса до физфака мы с ним часто встречались последние лет тридцать. Я шел от метро по внутренней дорожке на физфак, а он возвращался с факультета после чтения лекции. Обязательно останавливались и беседовали минут пять. Преимущественно о делах факультетских.



С возрастом Борис становился сентиментальнее, и иногда, при встрече он позволял себе говорить и о личном. Мне запомнился короткий разговор с ним при одной случайной встрече. Дело было летом, погода была отличная, и мы, встретившись на той традиционной дорожке, ведущей от физфака к 19-ому корпусу НИИЯФ, остановившись, разговорились и задержались дольше обычного. При этом разговор вдруг перешел на обсуждение личных дел. Я, заметив, что Борис выглядит грустным, что было ему совсем не свойственно, спросил о том, что его беспокоит. И единственный раз он мне ответил примерно так: «Я кавказский человек, а в наших традициях принято к старости иметь большую семью, чтобы рядом были и дети и внуки. А сейчас сын и дочь со своими детьми живут за границей, мы остались дома вдвоем с женой, и нам очень грустно без детей и внуков». С возрастом он все больше нуждался в теплоте обычного человеческого общения, того самого, которого избегал в период активной партийной работы, заменяя строгими деловыми контактами.

У нас с Борисом наши дни рождения оказались в октябре месяце почти рядом — у меня 20, у него 22. И мы лет 35 с самого утра обязательно поздравляли друг друга с днями рождения по телефону. А в октябре 2020 года этого обмена поздравлениями уже не случилось и я никогда больше не услышу его тихий голос, легко узнаваемый по характерному тембру и по манере говорить. Остались только воспоминания. Я ведь тоже с возрастом становлюсь все сентиментальнее и чаще возвращаюсь воспоминаниями в прошлое.



Т.Ю. Третьякова

МИКРОМИР И ВСЕЛЕННАЯ ПРОФЕССОРА ИШХАНОВА

После сорока уже как-то не ждешь ни наставников, ни учителей. Конечно, учиться надо у всех, с кем тебя сталкивает жизнь, но на мудрое руководство и отеческую заботу рассчитывать уже сложно. Но мне повезло, я встретила с Борисом Саркисовичем Ишхановым.

Буквально при первой нашей встрече Борис Саркисович предложил вести занятия на младших курсах, сказав, что это возможность отдать студентам “весь жар своего сердца”. Я, честно говоря, немного удивилась пафосу этих слов. Но оказалось, что это не пафос, а правда, правда всей жизни Бориса Саркисовича. Своему делу он отдавался полностью, а преподавание на физическом факультете было одним из важнейших его занятий.

Борис Саркисович ценил время и не терпел пустых разговоров, но все же иногда он заглядывал “поболтать”. Вспоминал Баку, свое детство, как его водили в школу — зима, ушанка с завязанными под подбородком ушками, — а у меня вставал перед глазами солнечный жизнерадостный многонациональный город. Бакинское гостеприимство, теплота человеческих отношений, бережное отношение к памяти старших и отеческая забота о младших — мне кажется, Борис Саркисович все это впитал с юных лет. Его больно ранили трансформации, проходящие в современном обществе, он с горечью говорил о распаде Советского Союза, о смене системы ценностей молодых людей, но при этом он понимал, как трудно молодым найти себя в новых реалиях, и всегда готов был им помочь и поддержать. Как заведующий кафедрой, он учил студентов не только физике, но и человеческим взаимоотношениям. Его кафедра слыла самой заботливой кафедрой на физическом факультете, и, как результат, так или иначе, но большинство ее выпускников оставались в науке.

Из отзывов студентов:

“Борис Саркисович — заведующий кафедрой общей ядерной физики. Кроме того, что он отличный преподаватель, он еще и замечательный человек. Прежде чем грузить студентов какими-то сложными вещами, сначала он учит понимать простые основы (которые, как показывает опыт, большинство студентов не понимает). Очень интересно ведет свои занятия, в основном в виде



диалогов со студентами, задает много вопросов на понимание. Очень хорошо чувствует, чего студент не понимает. Бывает смешно, когда при подготовке к рефератам ты готовишься отвечать на сложные доп. вопросы, а он задает совсем простые, типа: "А в каких единицах измеряется?", — и ты не знаешь, что ответить. Нас он очень часто ловил на таких вопросах. Своих студентов он в обиду не дает:) Никогда не ругается, но, если ты что-то натворил, может парой спокойных фраз заставить задуматься над своими поступками. Не знаю ни одного человека, который мог бы сказать о нем что-то кроме хорошего. Я лично его очень уважаю."

"Борис Саркисович умеет объяснить ядерную физику, что называется "на пальцах". Самые шикарные лекции в мое время были именно его. Никогда не делит на девочек и мальчиков. Если девчонка классно ответила, всегда отметит и поддержит. Не любит позеров и пафосных. Знаю по опыту. Действительно, никогда своих (если совсем не лентяй) не бросает и все делает для того, чтобы человек ВЫРОС. Многие в мое время уходили именно на кафедру ядерной физики, даже на 6 курсе. Пахали, правда, потом, но все были в плюсе. Борис Саркисович спас кафедру в развалыные 90-е годы. Прекрасный физик, преподаватель и человек!"

Но поддержкой Бориса Саркисовича пользовались не только студенты — он готов был поддержать любое начинание в пользу дела, даже самое странное. И взаимоотношения на кафедре были таковы, что можно было прийти к нему с любой завирательной идеей. В один прекрасный день я с абсолютно детской непосредственностью попросила его предоставить мне возможность прочесть «ну хотя бы пару лекций». Задним числом я понимаю, сколь по-детски нахальной была эта просьба, но видимо именно отеческая забота Бориса Саркисовича провоцировала такого сорта шаги. И Борис Саркисович не отказал мне с порога, а обещал подумать и через какое-то время предложил нам с Михаилом Степановым сделать межфакультетский курс лекций по ядерной физике. И совместное чтение лекций МФК стало одним из самых интересных опытов в моей жизни.

Интересным было все: и мастерство лектора, и подача материала, и взаимоотношения с аудиторией. Он мог себя неважно чувствовать, быть чем-то озабоченным или просто уставшим, но как только начиналась лекция — ни следа усталости не оставалось, глаза блестели, и увлеченность лектора захватывала аудиторию. Каждая лекция профессора Ишханова заканчивалась аплодисментами. И Борис Саркисович



очень ценил заинтересованность студентов, реальную заинтересованность. Конечно, часть слушателей приходит только за зачетом, но всегда есть студенты, которые действительно хотят разобраться в вопросе. «Наша задача в том, чтобы дать все возможности учиться тем, кто хочет учиться». И как он был рад слышать мой рассказ о том, что на экзамене по ядерной физике на втором курсе физфака я встретила нашего бывшего слушателя МФК! Кстати, экзамен этот молодой человек сдал очень достойно. То, что в МГУ появилась возможность пройти курс на другом факультете, Борис Саркисович считал очень хорошим начинанием и надеялся, что на физическом факультете удастся ввести аналогичную практику в виде спецкурсов для студентов с других отделений.

Но, конечно, самым интересным в МФК был подбор материала. Постепенно, методом проб и ошибок, у нас образовалось две части курса: одна, «Ядерная физика и Человек», была посвящена многочисленным прикладным направлениям ядерной физики, во второй же рассматривались вопросы фундаментальной науки. Именно этот курс, «Микромир и Вселенная», стал любимым детищем профессора Ишханова. Борис Саркисович ставил перед собой задачу не только нарисовать современную картину физических представлений и рассмотреть структуру вещества от точечных масштабов до масштабов Вселенной, но проследить эволюцию идей и представлений об окружающем мире, дать представление о развитии теорий и методов науки. В этом курсе отразились и поистине энциклопедическая широта научных интересов профессора Ишханова как в физике микромира, так и в вопросах астрономии и космологии, и его желание поделиться со студентами последними новостями науки. Несмотря на всю сложность поднимаемых проблем, Борис Саркисович мог так подать материал, что ни студенты химического факультета, которые «все про ядерную физику знают», ни студенты гуманитарных факультетов, которые зачастую боятся формул как огня, не теряли интереса вплоть до самой заключительной лекции. А заключительная лекция обычно была особой, потому что, помимо обзора пройденного курса, профессор Ишханов всегда поднимал вопрос о месте человека в этом мире, об ответственности людей за этот мир и об ответственности ученых за наше общее будущее. Как-то перед лекцией мы начали обсуждать эти вопросы и к моему удивлению и восхищению Борис Саркисович не стал показывать подготовленную презентацию, а прочитал всю лекцию на одном единственном слайде. Аудитория слушала завороженная.





Иероним Босх. Внешние створки триптиха «Воз сена».
«Путник». 1502.
Прадо, Мадрид.

Я не помню точно, какой это был слайд, но мне кажется, что это был «Путник» Иеронима Босха. Этой картиной Борис Саркисович заканчивал все межфакультетские курсы. Ему была близка эта идея

странствия — человеческого странствия по земле, как странствия по жизни, через трудности и невзгоды, под грузом собственных ошибок и заблуждений. Но опорой в этом странствии для человека остается его дом, за который он в ответе, куда он всегда может вернуться.

«Вам, как этому страннику, предстоит долгий путь во Вселенной, и я желаю Вам, чтобы ваше путешествие было удачным, чтобы вы многое узнали и поняли. Но самое главное, чтобы в этом странствии вы помнили, где ваш дом, чтобы вы помнили о том, что вы родом с планеты Земля, что вы родом из МГУ. От этого зависит существование вашей родины, ваше существование, существование ваших потомков».

Я надеюсь, что это напутствие профессора Ишханова осталось в памяти его слушателей и в нужный момент поможет им выбрать правильный путь.



Л.Н. Смирнова

ПАМЯТИ

БОРИСА САРКИСОВИЧА ИШХАНОВА

Немногим более десяти лет мне довелось работать на кафедре общей ядерной физики под руководством заведующего кафедрой, а точнее сказать руководителя, профессора Бориса Саркисовича Ишханова. Инициатором этой работы был Борис Саркисович. Вся моя предыдущая деятельность была связана с исследованиями взаимодействий адронов при высоких энергиях на крупнейших установках в нашей стране и за рубежом, а с 90-х годов в экспериментах Европейской лаборатории ядерных исследований ЦЕРН. Этот шаг Бориса Саркисовича, несомненно, подтвердил широту научного кругозора и интерес к исследованиям всех направлений физики ядра и элементарных частиц.

Широта интересов была важной чертой личности Бориса Саркисовича как ученого и с неизбежностью привела его к активной преподавательской, а точнее, педагогической деятельности. Ему удалось создать на кафедре замечательный коллектив и атмосферу поиска для создания наилучших условий обучения и воспитания студентов. Здесь проявились уникальные лидерские свойства личности Бориса Саркисовича, его харизма, которые выражались и в его преданности науке, и вниманию к окружающим его людям, сотрудникам, преподавателям, профессорам и, конечно, студентам.

Борис Саркисович умел говорить со всеми и с каждым. Его волновала научная и личная судьба каждого студента. Он старался делать максимальное для того, чтобы каждый из них мог продолжить свой путь в науке, раскрыть наилучшим образом свои способности и внести вклад в накопление и развитие научных знаний в непростое для науки время.

При участии Бориса Саркисовича созданы замечательные учебники. Включившись в преподавание студентам новых результатов исследований, я могу оценить тот огромный труд, который потребовался для их подготовки. До самых последних дней он продолжал работу над осмыслением важнейших понятий физики частиц и искал возможность их наиболее полного и наглядного представления студентам, особенно студентам младших курсов. Эти курсы Бориса Саркисовича сломали установившуюся традицию преподавания разделов физики и являются уникальными.



Обращаясь к студенческим годам, когда активно развивалось движение студенческих строительных отрядов, и я была его участником, помню имя Бориса Сакисовича среди руководителей комсомольского актива, связанного с этим движением. Вспоминаю спокойную и доброжелательную атмосферу заседаний партийной организации физического факультета, на которых мне приходилось бывать при оформлении командирований за рубеж в 80-е годы. И я глубоко благодарна Борису Саркисовичу за приглашение работать на кафедре, за постоянную поддержку в этой работе.



Е. Грызлова

**БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ —
УДИВИТЕЛЬНО РАЗНОСТОРОННИЙ ЧЕЛОВЕК**

Я познакомилась с Борисом Саркисовичем Ишхановым в 1999 году, когда распределялась на кафедру Общей ядерной физики. Этот удивительно разносторонний человек всегда поддерживал студентов в занятиях смежными областями физики. Он очень благожелательно отнесся к моему намерению заниматься астрофизикой, помог мне найти научного руководителя, и все время моего студенчества подкидывал различные задачки, находящиеся на границе ядерной и астрофизики. Потом я сменила направление исследований, и Борис Саркисович с таким же энтузиазмом стал предлагать задачи, находящиеся между атомной и ядерной физикой. Сейчас эти задачки вошли в курс «Ядерные степени свободы в атомной физике».

Начав работать в НИИЯФ им. Д.В. Скобельцына я осознала, насколько стимулирующим для всех сотрудников было участие Бориса Саркисовича в семинарах и обсуждениях. Каждое утро он обходил НИИЯФ и, если позволяло время, любил задавать самые неожиданные вопросы от того «какого максимального размера бывают атомы» до «читала ли я «Зину Портнову»». Позднее утренние визиты Бориса Саркисовича переросли в разновидность интеллектуального пинг-понга, и, бывало, я первая задавала неожиданный вопрос. Тогда Борис Саркисович мог несколько дней приходить с разными мыслями и ответами, постоянно переосмысливая проблему.

Даже стены девятнадцатого корпуса НИИЯФ МГУ сохраняют на себе следы яркой индивидуальности и разносторонних интересов профессора Бориса Саркисовича Ишханова, в виде многочисленных диаграмм, таблиц, обучающих стендов и плакатов.



Н. Сотникова

**БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ —
ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЙ УЧИТЕЛЬ**

Первый раз я встретила с Борисом Саркисовичем в начале третьего курса, перед распределением по кафедрам в далеком 1974-м году. Меня буквально за руку притащил в НИИЯФ на экскурсию мой тогдашний комсомольский босс Игорь Антипов, который был на кафедре старшекурсником и головой отвечал за новый набор. Честно скажу, приборы и установки меня, скорее, смутили, но из двух частей, составляющих название кафедры «ядерные взаимодействия и ускорители», первая меня привлекала чрезвычайно, я и на Физфак поступила с твёрдым намерением заниматься ядерной физикой. Когда нас зачислили на кафедру, куратором нашим назначили Бориса Саркисовича

Эх, и боялись мы его поначалу! Я всегда училась хорошо, и вообще была «активисткой», но каждый раз, встречаясь с Борисом Саркисовичем в коридорах или на лестнице факультета, старалась стать невидимкой, а он неизменно, сдвинув брови, спрашивал: «Ну, что ещё натворила?»

Впрочем, довольно скоро стало понятно, что «весь пар уходит в гудок», глаза всегда смотрели лукаво, и грозный голос никого уже не обманывал, студентов своих он любил и оберегал. На пятом курсе уже мы отвечали за новый набор, я привела на кафедру своих стройотрядовских друзей и Максима, и он попал в отдел к Борису Саркисовичу.

После аспирантуры меня взяли в НИИЯФ в новый отдел ОЭФВЭ, и это была целиком заслуга Ишханова. В те годы (восьмидесятые) без московской прописки устроиться на работу в МГУ было нереально. Не знаю, как удалось Борису Саркисовичу с тогдашним руководителем отдела кадров Таней Скальской это проверить, но меня зачислили в штат, а уж после этого я смогла прописаться к родителям Максима в подмосковный военный городок.

Мы часто пересекались с Борисом Саркисовичем, хотя я работала в другом отделе и в другом корпусе, но Максим дневал и ночевал в 19-м корпусе, они тогда занимались разработкой разрезного микротрона. А в конце восьмидесятых Ишханов уговорил меня вернуться на кафедру преподавателем. Вот тогда мы очень подружились с Жанетой Михайловной.



На кафедре я проработала только семь лет и вернулась в свой отдел ОЭФВЭ, чтобы поучаствовать в эксперименте на Теватроне в лаборатории Ферми. Однажды после очередной командировки Борис Саркисович предложил выступить у него на семинаре в институте, я сказала — конечно, у меня и «прозрачки» все были готовы, а потом целую ночь перед семинаром проговаривала выступление по-русски — рабочий язык в эксперименте был английский. А как он радовался всяким плакатам, брошюрам и наглядным пособиям, которые мы привозили ему из Фермилаба!

К счастью, связь наша не прервалась даже когда я окончательно ушла из университета. Было заведено, что я звонила Жанеточке или Борису Саркисовичу, особенно, если застревала в пробке, а случалось это нередко. Иногда приезжала в гости, перед праздниками или Новым годом с чем-нибудь вкусеньким, тогда Борис Саркисович непременно старался накормить меня сладостями (я их не люблю совсем, но никогда бы ему не призналась, так ему хотелось нас побаловать).

Очень тяжело писать о последних месяцах. Когда всех нас посадили на карантин, мы подолгу разговаривали по телефону, и Борис Саркисович первые месяцы, казалось, был очень занят и студентами с их курсовыми, и аспирантами, и новым учебным пособием. Мы присылали к ним нашего сравнительно молодого водителя с продуктами, и поначалу Борис Саркисович пытался от этого отказываться, но признался, в конце концов, что выходить из дома опасается — боится оставить Жанеточку одну. Сначала мы созванивались два раза в неделю, потом через день, потом каждый день и даже не по одному разу. И самый последний раз в самый последний вечер...

Когда Борис Саркисович говорил «хорошие у меня выросли ученики», я всегда ему отвечала — это потому, что учителя у нас были хорошие!

УЧИТЕЛЬ у нас был замечательный. А ещё очень близкий человек и друг, Борис Саркисович Ишханов.



А.П. Черняев

БОРИС САРКИСОВИЧ В МОЕЙ ЖИЗНИ

Для меня Борис Саркисович очень дорогой человек. Без него я вряд бы стал сотрудником МГУ, а затем и профессором, доктором физ.-мат. наук, заведующим кафедрой.

Познакомился с Борисом Саркисовичем еще в 1975 году. Я сдавал ему вступительный экзамен по физике. Мне он сразу понравился какой-то внутренней энергией и неформальным отношением к абитуриенту. Несмотря на опisku в одной из задач, он мне поставил «отлично», и я радостный побежал в общежитие, зная, что точно поступил.

Я не думал, что жизнь меня сведет с ним и дальше. На третьем курсе меня старшие друзья сагитировали поступать на кафедру ускорителей. Потом я узнал, что и Борис Саркисович работает на этой же кафедре.

Я побывал в отделе Б.С. Ишханова. Так и остался там делать дипломную работу. Он оказался очень требовательным руководителем. За опоздание на работу мы неоднократно писали объяснительные. Порой проникали в отдел через окно или пожарный вход. Но он всегда умудрялся нас увидеть и «повоспитывать». Конечно же, обижались. Я тогда не знал, что это воспитание оставит след и во мне. И спустя годы я буду требовать также. Я до сих пор не прощаю себе опоздание на работу. Потому, что любая полезная деятельность начинается с дисциплины.

В 1981 году меня оставили на работу в отделе. Отношения с Борисом Саркисовичем складывались непросто. Его жесткие требования порой вызывали отторжение. Но вместе с тем, он оказался внимательным человеком. Думал о нашем развитии, привлекал к участию в экспериментах и обработке их результатов, к выступлениям с докладами на школах и конференциях.

Многokrратно за хорошую работу премировал. И это вызывало симпатию. Я стал понимать, что во многих случаях нагоняй получал по делу. И с каждым годом все больше прислушивался к тому, что говорит Б.С. Постепенно наши отношения стали улучшаться, а я стал замечать, что он заботится о нас и поэтому требует. Мое уважение к нему стало расти.



Спустя несколько лет работы в отделе у нас сложились очень хорошие отношения, которые сохранились до конца его жизни. Он относился к нам по-отечески. При этом он и ругал, и поддерживал. Я понял, что он мой учитель, который делает из меня и ученого и педагога.

Вспоминаю одну историю. За что-то Б.С. сильно меня отругал. Я обиделся и говорю, почему он ругает только меня. Он отвечает: — Видишь, лаборантка идет?

— Вижу, — сказал я.

— Ты видел, чтобы я ее когда-нибудь ругал?

— Нет, — говорю.

— А знаешь почему? Если она уволится, то на следующий день я забуду про нее. А к тебе я хорошо отношусь. Хочу вырастить достойного человека. Поэтому ты не обижайся, а ругать я тебя буду всегда, даже если станешь профессором или проректором.

А ведь так и случилось. Через 25 лет я стал проректором. А Б.С. продолжал меня ругать, и я на него уже никогда не обижался. Я понимал, что он переживает за меня, учит не делать ошибок и глупостей, вести себя честно и достойно. И многому другому, главное — хорошему. Так случилось, что я в жизни воспринимал как должное разносы и нотации двух человек: Бориса Саркисовича и Виктора Антоновича Садовниченко, с которым вторую часть жизни в МГУ мне довелось очень много работать. Но это уже другая история.

При его активном участии я защитил кандидатскую диссертацию и поверил в себя, что я что-то могу.

Но Б.С. продолжил заниматься мною. Он отправил преподавать на подготовительные курсы. Это оказалось очень нелегким делом. Задачи, которые в тетради решались в один присест возле доски оказывались очень трудными. Я мучался, наверное, около года. Хотел отказаться от ведения курсов, но Б.С. и слышать об этом не хотел. «Учись, — говорил, — учить! Всем сначала бывает трудно».

Постепенно становилось легче, а Б.С. все время подбадривал. Под его руководством я начал готовить нулевой вариант учебного пособия. Переписывал я его много раз, как потом и диссертацию, статьи, тезисы. Мне это не нравилось, но с каждым разом любая из работ становилась лучше и лучше. Я сам стал замечать свой прогресс. Кстати, пособие мною было написано плохо, но меня похвалили. То, что оно было плохим, я понял через годы, когда мне случайно попался на глаза вариант этого пособия. За меня его переписали, но оставили меня в соавторах. Хотя мне было стыдно, и я не гордился своей публикацией.



Я очень был благодарен терпеливости Б.С. Сколько он тратил на меня сил и времени! А таких как я, у него было много. А он со всеми возился. Где ругал, а где хвалил. А ведь теперь я также это требую от своих учеников, терпеливо читая их опусы, статьи. Сейчас я понимаю, что так в трудах рождаются большие научно-образовательные школы. На самом деле, Великий Учитель, я буду Вам благодарен всю жизнь.

Б.С. плохо относился «отмечаниям» разных событий. Этого у нас в отделе практически не было. Но изредка он «закрывал глаза» и не запрещал. Вспоминается одна история. Была защищена первая кандидатская диссертация в большой группе молодых сотрудников отдела. Молодежь хотела отметить это событие, но все боялись Б.С. Ждали, когда он уйдет с работы домой. Ходим по коридору 19 корпуса туда-сюда. Б.С. это заметил. Уходя, он бросает:

— Что? Ждете, когда я уйду?

Те, кто был рядом, стушевались. Он обращается к нам:

— Смотрите мне. Пригрозил, но так, не жестко.

Мы это поняли как разрешение и отметили защиту. На следующий день он никого «не воспитывал» за это.

Вообще жизнь в отделе кипела круглые сутки. Иногда ночью оставалось в отделе более 10 человек. Считали по очереди на ЕС-1022. Память-то у машины была маленькая. К тому же она часто «зависала», и приходилось запускать программу не один раз.

По ночам пили или чай, обсуждали результаты. Помогали друг другу. Студенты вливались в этот коллектив. Вечерам иногда ходили играть на спортплощадках в футбол. Утром уборщицы изумлялись и ворчали: «гостиница какая-то». На столах спало до 10 человек! Но на работу мы шли с радостью. Там была вся наша жизнь.

В 1989 году он меня отправил на работу в объединенный профком, заворготделом. Там я стал расти как администратор. Но связь с лабораторией не терял, хотя научной пользы от меня стало намного меньше. Борис Саркисович не давал расслабляться. Постоянно привлекал к каким-то делам. Я встречал иностранных гостей, помогал организовывать разные мероприятия. И если я долго не показывался «на глаза», происходил неличеприятный разговор.

Было начало девяностых. Захлестывала «демократия». Это не всегда располагало к работе. Иногда, как многим, хотелось погрузиться в пучину рассуждений. Но благодаря Б.С. этого не происходило.

В 1994 году его усилиями было выделено полставки доцента и меня зачислили на кафедру общей ядерной физики. Первый год я вел только задачи практикума. А затем в 1996 году оказалось, что нужен доцент замзавкафедрой кафедры физики ускорителей высоких



энергий. Я очень не хотел уходить от Ишханова. Но он выталкивал — расти. И я перешел на другую кафедру. Студентов там набирали мало. Постоянно был недобор. На каждом курсе 1–3 студента. Хотелось все бросить и вернуться я обратно. Так бы и произошло, если бы не Б.С. Я случайно услышал где то, что на ускорителях лечат и сразу же рассказал научному руководителю. Он воодушевился: теперь стало понятным каким научно-прикладным направлением мне придется заниматься. Хотя я вообще не понимал, чем там занимаются. Это был 1996 год.

Прошло 8 лет. Я стал доктором физмат наук. Причем на очень оригинальном Совете, который был создан профессором радиобиологом Юрием Борисовичем Кудряшовым и физиком-ядерщиком Ишхановым Борисом Саркисовичем. Там было две специальности: радиобиология и физика атомного ядра и частиц. На нем защитилось за 6 лет физиков, работающих в области лучевой терапии человек 15–20 из МГУ, МИФИ и его Обнинского Филиала, а также из других городов. Только с нашей кафедры было защищено к 2008 году 7 диссертаций.

Вряд ли я без него стал бы доктором наук. Он подсказывал, подталкивал, советовал в области, которая и для него была не изведена. Но, главное, нам удалось увязать задачи медицинской физики и физики фотоядерных реакций. Эта идея родила фактически новое направление — о роли потоков вторичных частиц в формировании поглощенной дозы. Много с тех пор работ посвящено этому направлению исследований. К тому же и в мире этим только начинали заниматься. Б.С. уже и у моих учеников был главным консультантом. Знал каждого и его работу. Я другого такого человека не встречал. Поэтому на нашей кафедре он пользовался огромным уважением у всех. Его все помнят.

Кстати, в 2000 году через УМО физика по его инициативе впервые в России была введена вузовская специальность «Медицинская физика», чем очень гордилась Ассоциация Медицинских Физиков России (АМФР).

В становлении медицинской физики не только в МГУ, а в стране Б.С. принимал непосредственное участие. Он вытаскивал меня на все заседания УМС. Я делал доклады, знакомился. Эти связи оказались полезны на долгие годы. При организации конгрессов и конференций и других мероприятий они нам очень помогали. Я лучше стал понимать, кто в России занимается медицинской физикой, и каким ее направлением. К тому же мои контакты все время расширялись.



Наша кафедра окрепла, выросло число преподавателей. Борис Саркисович как мог, помогал развиваться и нашей кафедре тоже. Мы всегда были для него такими же своими, как и сотрудники его кафедры и отдела. Практически все экспериментальные работы вплоть до наших дней выполнялись в отделе Ишханова. Более того, если нужны были какие-либо дополнительные технические устройства — помогал он.

У него в отделе были выполнены и первые эксперименты по облучению продуктов питания. Над чем долго хихикали некоторые члены Ученого Совета НИИЯФ. Чего только стоила лучевая обработка рыбы, которая по нашей ошибке так «зажарилась», что даже на входе в корпус был слышен запах.

В 2006 году я стал, как уже говорил, проректором. Этому событию Б.С. радовался как ребенок игрушке. Он заходил в разные комнаты к разным людям и всем сообщал, что его ученик стал проректором. Он искренне радовался за меня. А потом ведь было всякое. Работа на моем многогранном направлении очень сложная, нервная. То на шите, то под щитом. Он всегда просил держать в курсе дел. Не всегда хотелось его расстраивать, а врать и приукрашивать тоже. Когда я ему сказал, что не хочу его расстраивать, чтобы из-за меня не спал. Он ответил:

— Так я не буду спать одну ночь, а если не расскажешь, то все, пока не поговорим.

Помогал, советовал, учил быть аккуратным, в общем, как отец, всегда был со мной.

Когда не стало моих родителей, он остался единственным человеком, с которым можно говорить, открыто «по душам». Зная, что «сор из избы не вынесет». Где может, посоветует, где не может, примет участие и посочувствует. А это порой важно, поскольку успокаивает и помогает принимать верные решения.

Когда возвращался из отпуска и ему не позвонил, ругал: зачем заставляешь переживать. Замотался, но было стыдно, что так делаю.

В моей жизни особенно, да и в жизни всех сотрудников Б.С. занимал важное место. На нашей кафедре все очень уважали и любили его. Для всех он был Главным Учителем. Сложно представить, как без него все развивалось бы? Редкий человек и жесткий, когда надо, и мягкий, заботливый. Все знакомые, кто когда-либо имел отношение к кафедре или отделу, первый вопрос при встречах или телефонных звонках всегда задавали один — как Борис Саркисович?

В моей памяти он останется навсегда. Действительно настоящий университетский Человек. Профессор. Ученый.



О нем много еще можно было бы рассказать, но то, что здесь уже сказано, говорит о многом...



Д.Р. Хохлов

ДЕКАНЫ

**ВСЕХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКУЛЬТЕТОВ РОССИИ
ПРИЗНАВАЛИ В НЕМ БЕЗУСЛОВНОГО ЛИДЕРА
И АВТОРИТЕТА**

Я познакомился с Борисом Саркисовичем Ишхановым, будучи студентом 3 курса физического факультета, когда он читал нам курс лекций по ядерной физике. Экзамен я сдавал именно ему. Помню, мне казалось, что я был хорошо готов, но в своем ответе сильно «плавал». Тем не менее, Борис Саркисович поставил мне хорошую отметку, и после экзамена я испытывал жгучее чувство стыда и готов был провалиться сквозь землю. Это было первым хорошим уроком, который я получил от Бориса Саркисовича, я понял, что профессионализм на поверхностных знаниях не обретишь.

В конце своего студенчества я столкнулся с Борисом Саркисовичем в совершенно иной ипостаси. Он был секретарем парткома физического факультета, а я на последних курсах стал членом КПСС. Отвлекаясь от всяческих идеологических моментов, я не мог не оценить мудрость Бориса Саркисовича при решении организационных вопросов. Это была настоящая школа взаимодействия с окружающими людьми. Борис Саркисович как-то всегда мог поставить дело так, что никакие экстремальные решения не проходили, а принимаемые решения всегда были взвешенными и мудрыми. Они учитывали реалии жизни, с одной стороны, но никогда не были направлены против людей. Даже если люди ошибались, они получали шанс.

Было очень поучительно наблюдать, как Борис Саркисович вел заседания многочисленных комитетов и комиссий. Прежде всего, он давал некую вводную, а затем внимательно слушал то, что говорят остальные. И в конце он суммировал сказанное и предлагал такое решение, которое, как правило, было оптимальным и устраивало большинство. И после сказанного им было понятно, что больше обсуждать по данному вопросу нечего.

Но в наибольшей степени мы с Борисом Саркисовичем сблизились, когда я стал его преемником на посту заместителя председателя УМС по физике. Меня сразу поразило, что деканы всех физических факультетов России признавали в нем безусловного лидера и



авторитета. На заседании УМС в Туле в 2004 году, на котором он передавал мне дела, он вел первый день собрания. Опять-таки, он не был многословен, но его реакции на происходящее были очень конкретны и точны. Мне очень повезло, что Борис Саркисович представил меня в качестве своего преемника, и я сразу почувствовал, что часть доверия к нему перенеслась на меня, хотя я этого, конечно, еще не заслужил. Я почувствовал, что должен оправдать его доверие, и поэтому старался поддерживать те традиции, которые заложил в УМС Борис Саркисович.

Еще одна неоценимая помощь, которую оказал мне Борис Саркисович, заключалась в том, что он разрешил своей сотруднице, Ольге Васильевне Чумановой, ученому секретарю УМС, продолжать заниматься делами УМО. Он, видимо, понимал, что без нее я не справлюсь, и это действительно было так. Ольга Васильевна стала «ангелом-хранителем» нашего УМС, и я понимаю, что основы этого взаимодействия с университетами России заложил Борис Саркисович.

Борис Саркисович, по-видимому, тоже «прикипел» к УМС. Впоследствии он несколько раз был участником Пленумов, которые проводились дважды в год. Коллеги всегда с восторгом ожидали его появления, и всегда очень радовались встречам с ним. Как и всегда, его выступления были очень мудрыми и взвешенными. Когда Борис Саркисович уже не мог ездить на заседания, коллеги всегда просили передать ему привет и самые лучшие пожелания. Обязательный тост на банкетах после заседаний пленумов УМС был за здоровье Бориса Саркисовича.

Борис Саркисович навсегда останется в нашей памяти как мудрый и неравнодушный человек, который многим из нас помог, высокий профессионал и Учитель.



О.В. Чуманова

О Б.С. ИШХАНОВЕ —

ЗАМЕСТИТЕЛЕ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ УМС РОССИИ

1998–2004 гг.

В 1998–2003 гг. Борис Саркисович Ишханов возглавлял Учебно-методический совет по физике, созданный на базе физического факультета, в качестве заместителя председателя УМС. УМС являлись структурными подразделениями УМО — Учебно-методического объединения по классическому университетскому образованию МГУ.

Председателем Совета УМО по классическому университетскому образованию был ректор МГУ имени М.В. Ломоносова, академик РАН Виктор Антонович Садовничий.

Председателями УМС были назначены деканы соответствующих факультетов Московского государственного университета. Председателем УМС по физике был Владимир Ильич Трухин. Членами УМС по физике являлись деканы физических факультетов всех классических университетов России, а к работе УМС постоянно привлекались многие представители профессорско-преподавательского состава всех этих университетов.

Деятельность всех структур УМО была направлена на координацию усилий всей научно-педагогической университетской общественности России для разработки и обсуждения проектов новых государственных стандартов по направлениям подготовки и специальностям высшего образования, закрепленными за УМО, и для разработки сопровождающей стандарты учебно-методической документации.

Члены УМС были, безусловно, заинтересованы в совместной работе. Два раза в год участники встречались на базе одного из университетов, посещали лаборатории и практикумы, знакомились с оборудованием и установками, с условиями работы, делились проблемами физического образования в университетах. Участники совещаний обсуждали вопросы о работе со школьниками, о результатах приема абитуриентов, о проблемах и перспективах развития вузов, о разработке проектов образовательных стандартов, об образовательных программах, об олимпиадах, о подготовке физиков в вузах Российских регионов, проблемах и их решениях. В плане заседаний предусматривалась лекция одного из участников совещания для студентов и широкой научной общественности принимающего ВУЗа о современных проблемах физики и астрономии.



Борис Саркисович заложил основы делового взаимодействия между членами нашего физического сообщества, способствовал созданию благоприятной обстановки и взаимопомощи. В связи с сообщениями на наших совещаниях, с возможностью общения друг с другом участники становились в курсе успехов, а также трудностей в работе, обменивались опытом, могли договориться о возможной помощи, обмене наработок, участии в совместных договорах. Эта атмосфера сотрудничества продолжилась и в дальнейшем, когда приемником по УМС стал профессор Д.Р. Хохлов, ныне чл.-корр. РАН, и далее, в новой форме уже, Федерального Учебно-методического объединения (ФУМО).

В 2000 г в УМС по физике были разработаны стандарты, так называемые, 2-го поколения. До этого времени с 1995 г. обучение проходило по стандарту первого поколения (ГОС-1). Стандарты по физике второго поколения (ГОС-2) соответствовали 14 специализациям по физике, и даже в сравнении с последующими стандартами 3– поколения и 3++, по которым сейчас идет обучение студентов-физиков, по значительным параметрам признаются более удачными. За создание Государственных Образовательных Стандартов ГОС-2 участвующие в их разработке вузы в лице ректоров и деканов получили благодарность от Министра образования России В.М. Филиппова.



Д.Е. Попов

**БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ —
ЧЕЛОВЕК, ГРАЖДАНИН, ОРГАНИЗАТОР, УЧЁНЫЙ**

Бориса Саркисовича я увидел впервые в июне 2000 года на заседании Учебно-методического совета по физике в МГУ им. М.В. Ломоносова. Борис Саркисович вёл заседание энергично и, в то же время — мягко. С одной стороны была твёрдость в его голосе, но, с другой стороны, он был очень деликатен с участниками, предоставлял всем желающим возможность выступить и обсудить поднятые вопросы, детально вникал в дискуссию и умело направлял её ход. Борис Саркисович организовал поездку в Филиал НИИЯФ МГУ в г. Дубне. После поездки в Дубну у нас установились связи с Татьяной Всеволодовной Тетеревой, директором филиала. В последующие годы мы стали направлять студентов на практику и дипломирование в ОИЯИ. После окончания КГУ 28 выпускников стали работать в ОИЯИ.

В ноябре 2002 г. мы у себя, в Костроме, принимали Учебно-методический совет.



Участники заседания УМС по физике в Костромском государственном университете, ноябрь 2002 г.

Борис Саркисович интересовался становлением классической специальности «Физика», ведь Костромской государственной университет пролицензировал её лишь в 1999 г. Его интерес к нашим проблемам был искренен и неподделен. Борис Саркисович был «гражданином-государственником» в положительной коннотации этого слова: он действительно радел и переживал за состояние физического образования во всех вузах России, в том числе и в региональных вузах с их соответствующими проблемами. На обеде во второй, заключительный день работы УМС, увидев, что участники сидят за отдельными столами, Борис Саркисович предложил собрать общий стол. Это говорит о том, что Борис Саркисович был человеком соборным, коллективистским, старался консолидировать сообщество деканов во все моменты их общения.

С 2002 года мы стали отправлять наших студентов в НИИЯФ МГУ для выполнения ядерного и атомного практикумов, а также в Филиал НИИЯФ МГУ в Дубне для прохождения практик и дипломирования в лабораториях ОИЯИ. Огромную помощь в организации этих мероприятий нам оказал Владимир Вячеславович Радченко.



Участники заседания УМС по физике в Тульском государственном университете, июнь 2004 г.

Во время поездок наших студентов в НИИЯФ МГУ Борис Саркисович читал им лекции, вот темы лишь некоторых из них: «Фундаментальная структура материи», «Актуальные проблемы ядерной физики», «Современная ядерная физика», «Физика ядра и элементарных частиц», «Как устроен наш мир?». Борис Саркисович был превосходным лектором, он умело использовал соответствующие инструменты для данной аудитории, не перегружая излишними подробностями, адаптируя излагаемый материал к аудитории, внимательно обращая внимание на реакцию слушателей. На наших студентов эти лекции произвели огромное впечатление — даже несколько лет после выпуска при встречах выпускников они неизменно вспоминали свои поездки в НИИЯФ МГУ, лекции Бориса Саркисовича и организуемые экскурсии по ядерно-физическим установкам.



Борис Саркисович в Тульском государственном университете, июнь 2004 г.

Борис Саркисович был очень эффективным руководителем: стремясь к объединению деканов физических факультетов, членов УМС, он организовывал экскурсии. Запомнилась поездка в Сергиев Посад, в Троице-Сергиеву Лавру.

В ноябре 2013 года, будучи на заседании УМС в МГУ группа деканов пришла в 19-ый корпус МГУ поздравить Бориса Саркисовича с 75-летием. Борис Саркисович с присущими ему вниманием и заботой организовал чаепитие, после которого познакомил нас с последними изданиями и провёл экскурсию по экспериментальным установкам. Запомнились его воодушевление и гордость во время его рассказа об экспериментах на микротроне, о разных других замыслах!



Созданный на кафедре «Общей ядерной физики» физического факультета МГУ интернет-ресурс «Ядерная физика в интернете» пользуется заслуженной популярностью не только в России, но и во всём мире!

Борис Саркисович был человеком всесторонне развитым — он сочетал культуру точного научного знания и гуманитарно-художественную культуру. Стремясь к культурному развитию студентов, их эстетическому воспитанию на обложках изданий Борис Саркисович размещал репродукции картин известных художников.



Обложки издания пособий Б.С. Ииханова с соавторами: 2012, 2013 и 2014 гг.

Борис Саркисович был образцом Человека, Гражданина, Организатора, Учёного! Все эти великолепные качества сочетались в Личности Бориса Саркисовича гармонично и естественно!

А.Н. Бабушкин

БОРИС САРКИСОВИЧ БЫЛ ОЧЕНЬ МУДРЫМ ЧЕЛОВЕКОМ

С Борисом Саркисовичем Ишхановым связан значительный пласт нашей жизни в университетском сообществе.

Насколько мы помним, Борис Саркисович стал лидером учебно-методического объединения по физике в 1998 году, или чуть раньше. Именно с ним в УМО появилась Ольга Васильевна Чуманова, благодаря которой в нашем сообществе установились особые отношения, отличающиеся теплотой и глубоким взаимным уважением.

Можно вспомнить, что именно в эти годы закладывались основы федеральных образовательных стандартов, формировались новые образовательные программы, в частности — по медицинской физике. Много сделано для того, чтобы сохранить классическое университетское образование по физике в «турбулентных» условиях тех лет.

Борис Саркисович был очень мудрым человеком с элементами восточной хитрости. Один небольшой сюжет, пришедший в голову.

Это было, вроде бы, в 2004 году. Проходит заседания президиума УМО в Томском университете. И возникает вопрос о разрешении на открытие подготовки по физике в Казанском авиационном институте. Наши казанские коллеги из университета имели вполне понятную точку зрения — зачем иметь рядом конкурентов, абитуриентов и так мало. При этом научный и образовательный потенциал КАИ вполне отвечал всем требованиям. Предложение БС было простое, раз уж возникла дискуссия, давайте попросим коллег съездить в Казань и посмотреть ситуацию на месте. При этом обращается ко мне и В.В. Яцышену (декану физфака Волгоградского ГУ), с просьбой взять на себя эту миссию. Заметим, что у нас были (и оставались, и остаются) замечательные отношения с коллегами из Казанского университета. То есть вроде бы сказать о необъективности можно, но сложно...

Мы съездили в КАИ: более чем достойный институт, интересная научная тематика... Дали добро. Выслушали ехидные замечания от друзей из университета... Через несколько лет поучаствовали в государственной аттестации. Все сложилось и сейчас живет. Но казанские коллеги из университета до сих пор вспоминают нам этот...

Борис Саркисович Ишханов был замечательным человеком, оставшим в нашей памяти теплые воспоминания.



В.В. Яцышен

ВСПОМИНАЯ

БОРИСА САРКИСОВИЧА ИШХАНОВА

Я помню Бориса Саркисовича еще со времен обучения на физическом факультете МГУ. Я был членом комитета комсомола физфака, а Борис Саркисович был председателем парткома. Он был очень требовательным к нам, организация нашей работы была прописана на месяц вперед, и партком тщательно следил за тем, чтобы все намеченные мероприятия выполнялись вовремя. Особенно большое внимание уделялось работе в общежитии. Хорошее было время!

Когда Борис Саркисович проводил выездные заседания УМО или Президиума УМО, то, как правило, он просил принимающую сторону пригласить студентов, аспирантов и всех желающих на Лекцию, которую читал один из деканов, принимающих участие в заседании УМО. Я до сих пор вспоминаю тот волнительный момент, когда мне была представлена возможность выступить перед аудиторией Томского государственного университета с Лекцией об электродинамике сред с пространственной дисперсией. Было задано много вопросов, шла оживленная дискуссия.

Еще вспоминаю как Борис Саркисович, приехав в Волгоград по вопросам аттестации физического факультета, с вдохновением и азартом читал лекцию о современных проблемах ядерной физики. Потом мы посетили Мамаев курган, погода была холодная, ноябрьская. Борис Саркисович был достаточно легко одет. Когда я спросил: «Вам не холодно?» Он ответил, — «Нет. Им было трудно, невыносимо трудно. Но они выстояли. Только здесь у великой русской святыни ощущаешь мощь и силу простого советского солдата».



ИЗ КОЛЛЕКТИВНОГО ПИСЬМА ЧЛЕНОВ ФУМО

Б.С. ИШХАНОВУ

Октябрь, 2018 г.

«Всегда с благодарностью вспоминаем годы нашей совместной работы в Учебно-методическом Совете по физике Учебно-методического Объединения по классическому университетскому образованию в Российской Федерации. Это было время важной и напряжённой работы над новыми Федеральными государственными образовательными стандартами, над формированием содержания, над повышением качества физического образования в российских университетах.

Несомненные успехи такой интенсивной деятельности были обусловлены в первую очередь Вашим организационным талантом. Ваш конструктивный, целеустремлённый, требовательный подход гармонично и диалектично сочетался с товарищеским отношением, с глубоким уважением к мнениям членов УМС.

Под Вашим руководством создана целая линейка первоклассных университетских учебников по ядерной физике и физике частиц. Электронные ресурсы Вашей кафедры отличаются полнотой и глубиной представленных материалов и пользуются заслуженным успехом».

С глубочайшим уважением и любовью

Аганов Альберт Вартанович,

Бабушкин Алексей Николаевич,

Бучельников Василий Дмитриевич,

Воробьёв Александр Михайлович,

Дёмин Виктор Валентинович,

Кузнецов Владимир Михайлович,

Микушев Владимир Михайлович,

Минеев Леонтий Иванович,

Нищев Константин Николаевич,

Платонов Николай Иванович,

Попов Дмитрий Евдокимович,

Рабкин Лев Михайлович,



Хоконов Мурат Хазриталиевич,

Чирцов Александр Сергеевич,

Журавлев Виктор Михайлович,

Яковенко Николай Андреевич,

Таюрский Дмитрий Альбертович,

Якшибаев Роберт Асгатович,

Шеин Александр Георгиевич,

Яцьишен Валерий Васильевич,

Чупрунов Евгений Владимирович,

Педько Борис Борисович,

Чуманова Ольга Васильевна,

Хохлов Дмитрий Ремович.

Карина Ииханова

ЕГО БОЛЬШОГО, ЧЕСТНОГО И ДОБРОГО СЕРДЦА ХВАТАЛО НА ВСЕХ

Каждый раз, когда я думаю о папе с мамой, я улыбаюсь. Сила их любви и характера неисчерпаема и неповторима. Она питала не только нашу семью, но и многих вокруг: и тех, кто рядом, и тех — кто далеко.

Воспоминаний много, но это неправильное слово — это не воспоминания, это часть меня. Как еда, вода и воздух становятся частью тела, растя и развивая его, также время, проведенное с родителями, строило мой характер, развивало мое мышление, учило доброте.

Папа и мама были одно неразделимое целое, поэтому писать только о папе задача не простая, но я постараюсь! Выберу самые судьбоповоротные события.

Когда мне было 4 года, меня отдали в детский сад. По окончании первого дня в садике, я, будучи ребенком свободолюбивым, придя домой заявила с порога, что в садик больше не пойду. На следующий день задачу отвести меня в детский сад семья поручила папе. Как будто это было вчера. Помню, как он меня разбудил и сказал, что специально для меня придумал сказку и расскажет по дороге в детский сад. Ну как я могла отказать от сказки — пошли вместе, держась за руки — и, действительно, сказка была волшебная, я ее до сих пор помню, но..., как только мы дошли до садика, я расправила юбочку, села на ступеньки и заявила, что буду рыдать, если он меня тут оставит. Папа посмотрел на меня и без слов понял, что если уж сказка не помогла, то садик это точно место не для меня. Он меня взял на руки и отнес домой, к бабушке. В садик меня больше водить не пытались. До самой школы я наслаждалась днями заполненными прогулками, сказками, пирожками с яблочным пластовым мармеладом и супами, пахнущими теплом и уютом.

Папа был человеком семейным. Как бы он ни был занят на работе, он всегда находил время для семейных традиций. Будь это чтение сказок мне и Сереже на ночь: «Малыш и Карлсон», «Незнайка в цветочном городе», «Праздник непослушания», или семейные прогулки на лыжах в Царицинском парке, или развешивание игрушек, гирлянд и серебряного дождика на новогодней елке.



Моей любимой традицией в семье была заготовка смородины и фейхуа на зиму. Утром раздвигался огромный стол, на него стелилась простыня и высыпалась сушиться ведро промытой черной смородины. Вечером вся семья дружно садилась вокруг стола и обрезала смородиновые хвостики, потом папа крутил смородину через мясорубку в огромный таз, а мама и бабушка засыпали ее сахаром. Папа размешивал содержимое таза, и мы, всей семьей, раскладывали заготовку по банкам. По сей день, зима без черной смородины и не зима для меня. А вот фейхуа купить очень-очень редко удается. Но я его айвовым вареньем заменила: айву папа очень любил! А еще папа очень любил фруктовое мороженное, то, что за 7 копеек было в бумажном стаканчике, такого ярко малинового цвета. Папа и я всегда его вместе ели — он меня еще учил: «Не спеши, не глотай кусками, дай ему тихонько во рту растаять, вкуснее будет». Я и сейчас, когда кушаю малиновое мороженное, папу вспоминаю.

Когда моему сыну было 3 года, именно папа предложил оставить жить с нами Симу, серебрянного котенка с фермы, и Джесси — трехмесячного щенка черного терьера, которого я «временно» притащила домой и которая выросла в огромную собаку ростом с меня. Мишутка, мой сын, рос вместе с ними. И Сима, и Джесси были преданными членами нашей семьи более 15 лет. Папина мудрость всегда смотрела вперед, он знал, какое огромное и неоценимое влияние окажут эти два существа на нашу жизнь.

Сотни историй и событий, — все добрые и веселые, поучительные и мудрые, все, пронизанные любовью к семье и пропитанные желанием пробудить в детях и внуках мудрость, самостоятельность, умение выбирать цели и распознавать добро и счастье.

Папина преданность науке и неутомимое желание вкладывать силы в рост поколений за поколением талантливых и успешных ученых всегда вдохновляли и покоряли меня.

Несчитанные лекции, книги, открытия. Ученики, успешно работающие по всему миру.

Теплота, с которой он всегда говорил о своих друзьях, коллегах и студентах, навсегда останется в моей памяти как путеводный маяк.

Папино чувство юмора и незабываемая улыбка поднимали настроение многим. Его большого, честного и доброго сердца хватало на всех.



Сергей Ииханов
ВОСПОМИНАНИЯ ОБ ОТЦЕ
В НАШЕЙ СЕМЬЕ

Папа — яркая и выдающаяся личность, талантливая в очень многих областях. Он был человеком очень строгим, но с прекрасным чувством юмора! Сейчас, оглядываясь назад, не приходит в голову ни одного случая, чтобы кто-то в семье оспаривал его решения.

Из раннего детства у меня остались очень отрывочные воспоминания, но что я запомнил абсолютно точно, так это то, что я папу очень боялся. Страх этот был вызван исключительно огромным уважением и признанием его главенства в семье. При этом за все мое детство, а ребенком я был очень своенравным и хлопот родителям доставлял крайне много, до ремня дело не дошло ни разу, хоть и поводов было предостаточно. Одного папиного взгляда было достаточно, чтобы осознать всю глубину вины за содеянное.

Папа был очень неординарным художником, прекрасно работал руками, и почти вся квартира была результатом его труда: ко всему он лично приложил руку.

Папа очень любил и умел готовить. Не было и недели, чтобы он нас не радовал каким-нибудь очередным изысканным блюдом, к созданию которых он относился со всей серьезностью научного подхода.

Уже в более осознанном возрасте, около лет 11–12 на всю жизнь запомнился один эпизод. Как-то папа зашел в мою комнату и сказал, что с сегодняшнего дня я всю свою одежду буду стирать и гладить сам, и чтобы я маму по этому поводу больше не смел беспокоить. Тут надо уточнить, что в те времена никакой речи о стиральных машинах и подобных устройствах не было и в помине. И именно в тот момент я абсолютно точно понял, что детство мое закончилось, и с этого дня вся ответственность за мою жизнь и мои поступки ложится на меня. И именно с того самого момента я уже не припомню ни одного случая, чтобы я кого-то обвинял в собственных ошибках, просчетах и неудачах. Я, и только я, без исключений, был ответственен за все, что происходит в моей жизни

Конечно, может показаться странным, как в воспоминаниях о таком большом человеке, каким вне всяких сомнений был мой отец, внесший неизмеримый вклад в развитие мировой науки и образования,



можно говорить о таких мелочах. Но именно вот такая папина способность казалось бы в простых и малозначимых на первый взгляд ситуациях менять жизнь человека и направлять процессы в правильном направлении на многие годы вперед, а порой, закладывая правильные основы на всю жизнь, делала его выдающимся ученым, успешным руководителем и блестящим педагогом. И для нас в семье он всегда оставался любимым папой, дома мы почти никогда о работе не говорили, за исключением может самых тяжелых моментов 90-х годов.

Невозможно переоценить, какое огромное влияние он оказал на меня одной силой своего характера, своей энергией в сочетании с всегда разумным подходом и учетом реального положения вещей. С папой ни одна проблема не казалась невыполнимой, и выход находился из любой, даже самой сложной ситуации. Папа был без преувеличения яркой и выдающейся личностью с талантами в очень многих областях. Мы все его очень любили, и память о нем навсегда останется в наших сердцах!



"О Борисе Саркисовиче не только в прозе"

В.В. Варламов

**75-ЛЕТИЮ БОРИСА САРКИСОВИЧА
ПОСВЯЩАЛОСЬ**

Борис Саркисыч — самых честных правил,
Когда фотоном занемог,
Всех полюбить его заставил!
И лучше выдумать не мог!

Фотонов этих тормозных
На бетатроне наплодил
И с помощью коллег своих
Все ядра перемолотил!

Их Резонанс, хоть был Дипольный
Гигантский — так его растак,
Расщёлкал вдрызг, и все довольны –
Открытие вышло как-никак!

Но было это не концом — началом!
Списав в утиль тот бетатрон,
Рэйс-треков разных современных
Построил очень много он.

Новейшие не стали ядра бить
Так сильно, как науке нужно,
Но аккуратно стали их холить
Использовать для общих нужд.

Потом в Америке на «Классе» он,
Фотоны, где поэнергичней,
Решил посмотреть, что есть нуклон,
Поскольку ведь нуклон — первичный!



Устроить трёпку тем нуклонам
И глянуть, что у них внутри -
Не есть ли там каких глюоонов,
И пентакварков не найти ль...

Мы все учились понемногу,
Чему-нибудь и как-нибудь!
Известно всем — пришел работать,
Чему учили — позабуди!

Учили нас, что мир прекрасен,
А вечный двигатель — фуфло!
Учителя тогда не знали –
Борис Саркисыча нутро!

Он — никакое не фуфло,
А вечный двигатель в натуре!
Согласен с этим всякий тот,
Кто испытал на своей шкуре!

С восхода солнца до заката
Борис Саркисыч весь в движеньи -
Учить и дрючить всяка брата -
Не видит выше он служенья!

От космоса до глубины сибирских руд
От тайги до британских морей
Использует он свой скромный труд —
Всё делает добрей, разумней и вечней!

И день, когда нас всех собрали,
Хочу, чтоб долго вспоминали,
В скрижаль истории вписали:
Как все учебу вспоминали,
Как ядра били-разбивали,
Как ГДР-чик изучали,
Открытий-премий получали,
Как бетатрончик разбирали,



Рэйс-треки новые создали,
И ядра в жизни применяли,
Как ядер данные собрали,
Да базы данных наваяли,
Да в Интернет их запихали,
Учебный курс там тоже дали,
В Америку десант послали,
Чтоб бусурманам помогали,
Глюоны-глюки изучали,
Как в астрофизику погнали,
Туда фотонов тож нагнали!
Как юбиляра поздравляли,
Всего, что можно, пожелали,
Как много тостов изрекали,
Мужчины много выпивали,
Кричали женщины «ура»
И в воздух чепчики бросали!



И.М. Капитонов

ОДА К ЮБИЛЕЮ

80-летию Бориса Саркисовича посвящалось

В далёкий год, в краю далёком,
Где олеандр и кипарис,
Родился мальчик черноокий
Со звучным именем Борис.

Судьба мистична и мудра.
В тот год в Германии туманной
Открыты были Отто Ганом
Куски атомного ядра.

Ядро нежданно разделилось.
Судьба дитя определилась

Известно ныне каждой тёте,
Что физик-ядерщик в почёте.
А Боре, видно, в колыбели
С ядром быть ангелы напели.

И он, покинув отчий дом,
Всю жизнь свою провёл с ядром.
И сам он стал большим ядром,
Ядром большого направленья,
Исследуя ядра движенье.

Ядро, наш славный юбиляр,
Фотоном жёстким возбуждал.
И колебалось ядро
В таком гигантском резонансе,
Что долго пребывало в трансе.
А мир научный ожидал.



Мы знаем, кто здесь правит бал.
Ядро Борис заколебал
Со всею мощью своих сил
И, фигурально выражаясь,
Конфигурально расщепил.

Здесь так уместны параллели:
Когда-то там у колыбели
Ядро сумели расщепить
И словно протянулась нить
От расщепленья к расщепленью.
И не по щучьему веленью,
А в назиданье поколениям.

Я помню, как-то расщепленье
Признали без обиняков
Такие Нобель-лауреаты,
Как Франк, как Павел Черенков.

Воспоминаний целый ворох.
Сухим Борис держал свой порох.
И за его научный норов
Его ценил великий Флёрв.

И наш отец Сергей Вернов
И многие, кто у основ.

Здесь и Шевченко, и Васильев,
Здесь Неудачин и Теплов,
Тулинов, Юдин, Балашов,
Зеленская и Романовский.

Здесь Соловьёв и с ним Малов,
Оганесян и Эрамжян
И физики из разных стран.



Конечно, всех я не отметил.
О молодых не говорю.
Они, наверное, сами скажут
И юбиляра тем уважат.

А юбиляр и ныне в форме.
Он все перекрывает нормы:
Рулит он кафедрой, отделом.
И далеко за их пределом
Его влияние велико.
Поверьте, это не легко.

И все мы здесь гордимся этим
Так, как отцом гордятся дети.

Бориса школа велика:
Здесь рота новых кандидатов,
И докторов тут полувзвод.
А всех студентов, аспирантов
Здесь хватит на большой завод.

Награды я не отмечаю.
Их так не просто перечесть.
Историки пусть изучают.
Я им вверяю эту честь.

Система «Истина» сегодня
Нам много истины сообщит
И достижения Бориса
Поднимем мы на этот щит:

Число статей без гака тыща,
А книг, подумайте, их сто.
Для восхищенья это пища,
А повторить способен кто?

И про Web-science его и Scopus
Готов создать отдельный опус.

И чтоб отметить индекс Хирша,
Нужна не проза, нужны вирши.

Да много о герое нашем
Сказать ещё я в рифме мог.
Но сберегу я время Ваше
И протрублю в финальный рог.

Борис, ты нам ниспослан свыше.
Успешен, счастлив, будь и здрав!
Пусть каждый шаг твой статью дышит!
И каждый скажет, что я прав.



ВАЖНЕЙШИЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Б.С. ИШХАНОВА

- 1938 г. — родился 22 октября в г. Баку Азербайджанской ССР.
- 1945 г. — поступил в среднюю русскую школу г. Баку.
- 1952 г. — переехал с семьёй в г. Москву, куда его отец был приглашен на работу, и продолжил обучение в московской школе.
- 1955 г. — после окончания школы по конкурсу медалистов поступил на физический факультет МГУ.
- 1958–1961 гг. — обучение на кафедре Ядерной спектроскопии.
- 1961–1964 гг. — обучение в аспирантуре физического факультета МГУ.
- 1964 г. — защита кандидатской диссертации на тему: «Исследование реакций (γ , p) на средних ядрах».
- 1965 г. — доцент кафедры ускорителей физического факультета МГУ.
- 1966–2020 гг. — заведующий отделом Электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер НИИЯФ МГУ.
- 1970 г. — награжден медалью «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина».
- 1976 г. — защита докторской диссертации на тему «Исследование фоторасщепления атомных ядер в области гигантского резонанса».
- 1977 г. — профессор кафедры Ядерных взаимодействий и ускорителей физического факультета МГУ.
- 1978 г. — член Ученого Совета физического факультета МГУ.
- 1979–1983 гг. — Руководитель Центра данных фотоядерных экспериментов ИИЯФ МГУ — участника Сети Центров данных по ядерным реакциям МАГАТЭ.
- 1980 г. — член Ученого Совета НИИЯФ МГУ.
- 1980 г. — награжден Орденом Трудового Красного Знамени.



- 1982 г. — Лауреат премии Совета Министров СССР «За подготовку научных кадров высшей квалификации и внедрение ЭВМ в учебный процесс».
- 1982 г. — инициатор развертывания работ по созданию в НИИЯФ МГУ разрезного микротрона непрерывного действия на энергию 175 МэВ.
- 1985 г. — член Ученого Совета МГУ.
- 1986–2020 гг. — заведующий кафедрой Общей ядерной физики физического факультета МГУ.
- 1987 г. — соавтор (И.М. Капитонов, В.Г. Неудачин, В.Г. Шевченко и Н.П. Юдин) открытия «Закономерность конфигурационного расщепления гигантского дипольного резонанса у лёгких атомных ядер».
- 1989 г. — член Ядерного общества СССР, Член Физического общества СССР.
- 1990 г. — член комиссии по ядерным данным Министерства атомной энергетики и промышленности СССР.
- 1990 г. — зам. председателя экспертного совета «Ядерная физика, физика космических излучений и астрономии» государственной НТП «Университеты России».
- 1990 г. — член НТС по ускорителям Комитета по Атомной энергии.
- 1992 г. — член редколлегии журнала «Ядерная физика».
- 1994 г. — Лауреат Ломоносовской премии МГУ за цикл работ «Новые представления о механизме взаимодействия гамма-квантов с атомными ядрами». Авторы — Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.И. Шведун.
- 1996–1999 гг. — руководитель работ по контракту «НИИЯФ МГУ — МАГАТЭ» по оценке фотоядерных данных.
- 1997 г. — награжден медалью «В память 850-летия Москвы».
- 1998–2004 гг. — зам. председателя Учебно-методического Совета РФ по физике.
- 1999–2014 гг. — член редколлегии журнала «Вопросы атомной науки и техники».



- 2000 г. — инициатор создания сайта «Ядерная физика в Интернете».
- 2003–2020 гг. — Лидер коллаборации между НИИЯФ МГУ и Hall B в Национальной ускорительной лаборатории Томаса Джефферсона (Thomas Jefferson National Accelerator Facility (USA)), полный член Международной коллаборации CLAS.
- 2003 г. — Лауреат Ломоносовской премии МГУ за педагогическую деятельность.
- 2005 г. — «Заслуженный работник высшей школы РФ».
- 2008 г. — Лауреат премии Правительства РФ в области образования.
- 2013 г. — инициатор создания на базе отдела Лаборатории электронных ускорителей МГУ, осуществляющей разработку и выпуск ускорителей для систем безопасности, радиологии, стерилизации и медицины.
- 2016–2019 гг. — участник контракта «НИИЯФ МГУ — МАГАТЭ» по обновлению и пополнению электронной базы оцененных фотоядерных данных МАГАТЭ.
- 2018 г. — соавтор получения первых в мире данных по амплитудам электровозбуждения большинства нуклонных резонансов в области масс до 1.8 ГэВ, опубликованных в Particle Data Group Review.
- 2020 г. — участник открытия нуклонного резонанса $N^*(1720)3/2^+$.
- 2020 г. — 9 августа в возрасте 81 года ушел из жизни.



**СПИСОК ОСНОВНЫХ НАУЧНЫХ ТРУДОВ
Б.С. ИШХАНОВА
ПО НАПРАВЛЕНИЯМ РАБОТ**

*Использована выборка из списка более девятистот публикаций,
представленных в системе ИСТИНА
(Интеллектуальная Система Тематического Исследования
НАукометрических данных)*

Публикации по гигантскому дипольному резонансу

1. B.S. Ishkhanov, I.M. Kapitonov, V.G. Shevchenko, B.A. Yur'ev. (γ, p) cross section for Mg, P and S. Physics Letters, 9, № 2 (1964) 162–164.
2. I. Dushkov, B.S. Ishkhanov, I.M. Kapitonov, B.A. Yur'ev. Photoprotons from Zr. Physics Letters, 10, № 3 (1964) 310–312.
3. V.V. Varlamov, B.S. Ishkhanov, I.M. Kapitonov, I.M. Piskarev, V.G. Shevchenko, O.P. Shevchenko. Photoproton Cross Section for ^{26}Mg in the Giant Dipole Resonance Region. Nucl. Phys., A222 (1974) 548–556.
4. B.S. Ishkhanov, I.M. Kapitonov, V.G. Shevchenko, O.P. Shevchenko, V.V. Varlamov. Photoproton Energy Spectra and Isospin Effects in the Disintegration of Highly Excited States of Ni Isotopes. Nucl. Phys., A283 (1977) 307–325.
5. B.S. Ishkhanov, I.M. Kapitonov, V.N. Orlin, I.M. Piskarev, V.I. Shvedunov, V.V. Varlamov. Decay Channels of the Giant Dipole Resonance of ^{26}Mg . Nucl. Phys., A313 (1979) 317–332.
6. V.V. Varlamov, B.S. Ishkhanov, I.M. Kapitonov, V.N. Orlin, V.I. Shvedunov. A Combined Model for Decay of the Giant Dipole Resonance. Nucl. Phys., A318, № 3 (1979) 413–440.
7. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов. Явление конфигурационного расщепления дипольного гигантского резонанса ядер $2s2d$ -оболочки. Письма в ЖЭТФ, 42 (1985) 465–466.
8. R.A. Eramzhyan, B.S. Ishkhanov, I.M. Kapitonov, V.G. Neudatchin. The Giant Dipole Resonance in Light Nuclei and Related Phenomena. Physics Reports, 136, № 4–6 (1986) 229–400.
9. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.Г. Неудачин, В.Г. Шевченко, Р.А. Эрамжян, Н. П. Юдин. Конфигурационное расщепление дипольного гигантского резонанса в атомных ядрах. Успехи физических наук, 160, № 3 (1990) 57–99.



10. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Р.А. Эрамжян. Исследование дипольного гигантского резонанса в $(\gamma, X\gamma)$ -экспериментах. Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2, № 6 (1992) 1770–1825.
11. М. Данос, Б.С. Ишханов, Н.П. Юдин, Р.А. Эрамжян. Дипольный гигантский резонанс и развитие представлений о динамике ядра. Успехи физических наук, 16, № 12 (1995) 1345–1355.
12. Б.С. Ишханов, Н.П. Юдин, Р.А. Эрамжян. Гигантские резонансы в атомных ядрах. Физика элементарных частиц и атомного ядра. 31, № 2 (2000) 313 - 349.
13. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.Г. Неудачин, Н.П. Юдин. Формирование гигантских резонансов в легких ядрах. Физика элементарных частиц и атомного ядра. 31, № 6 (2000) 1343–1397.
14. Б.С. Ишханов, В.Н. Орлин. Полумикроскопическое описание дипольного гигантского резонанса. Физика элементарных частиц и атомного ядра. 38, № 2 (2007) 460–503.
15. Б.С. Ишханов. Гигантский дипольный резонанс в атомных ядрах. Всероссийский семинар «Гигантский дипольный резонанс. Результаты и перспективы». Физический факультет МГУ, НИИЯФ МГУ (2014) 4–17.
16. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов. Конфигурационное расщепление гигантского дипольного резонанса. Вестник Московского университета. Серия 3. Физика.Астрономия, №2 (2015) 3–14.
17. Б.С. Ишханов, И. М.Капитонов. Гигантский дипольный резонанс атомных ядер. Предсказание, открытие и исследование. Успехи физических наук, 191, № 2 (2021) 147–162.

Книги по гигантскому дипольному резонансу

1. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов. Взаимодействие электромагнитного излучения с атомными ядрами. М.: Изд. Моск. Унив., 1979.
2. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов. Гигантский дипольный резонанс атомных ядер. МГУ, НИИЯФ МГУ, 2008.
3. В.В. Варламов, Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов. Фотоядерные реакции. Современный статус экспериментальных данных. М.: Университетская книга, 2008.
4. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов. Гигантский дипольный резонанс: история предсказания, открытия, изучения уникального явления. 75 лет исследований. М.: ЛЕНАНД, 2021.



Публикации по ядерной резонансной флуоресценции

1. А.С. Алимов, В.К. Гришин, Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, И.М. Пискарев, А.С. Чепурнов, О.В. Чубаров, В.И. Шведунов, Е.В. Широков, А.В. Шумаков. Эксперимент по схеме (γ, γ') на первой очереди разрезного микротрона НИИЯФ МГУ. Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия, 34, № 5 (1993) 33–37.
2. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, А.Ю. Угасте, Е.В. Широков, В.И. Шведунов. Ядерная резонансная флуоресценция на естественной смеси изотопов железа в эксперименте с непрерывным пучком электронов. Ядерная физика, 57, № 12 (1994) 2120 – 2125.
3. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Д.А. Родионов, Е.В. Широков, Б.А. Юрьев, Л.И. Говор, А.М. Демидов, О.К. Журавлев. Низколежащие дипольные возбуждения ядра ^{48}Ti , исследованные методом резонансной флуоресценции. Ядерная физика, 59, № 7 (1996) 1157–1165.
4. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Е.В. Широков, Б.А. Юрьев, Л.И. Говор, А.М. Демидов. Определение периода полураспада уровня 3449 кэВ ядра ^{56}Fe в эксперименте по самопоглощению. Ядерная физика, 61, № 4 (1998) 585–589.
5. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Е.В. Широков, Б.А. Юрьев. Новые данные о параметрах деформации ядер β -оболочки. Известия РАН, Серия физическая, 62, № 5 (1998) 937–940.
6. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Е.В. Широков, Б.А. Юрьев. Новый ядерный метод элементного и изотопного анализа материалов. Известия РАН, Серия физическая, 63, № 5 (1999) 1044–1046.
7. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Е.В. Широков, Б.А. Юрьев. Ядерная резонансная флуоресценция на ядре ^{52}Cr . Известия РАН, Серия физическая, 64, № 3 (2000) 468–470.

Публикации по фотоядерным работам в области выше гигантского резонанса

1. Ж.А. Асанов, А.Н. Ермаков, Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Куав Куав Нтун, И.В. Макаренко, Д.Р. Салахутдинов, В.А. Четверткова. Многочастичные фотоядерные реакции на ядре ^{203}Pb . Известия РАН. Серия физическая, 71, №3 (2007) 346 – 349.
2. А.Н. Ермаков, Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Куав Куав Нтун, И.В. Макаренко, В.Н. Орлин, В.И. Шведунов. Мультинейтронное фоторасщепление ядра ^{197}Au за гигантским дипольным резонансом. Ядерная физика, 71, № 3 (2008) 416 – 426.



3. А.Н. Ермаков, Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, И.В. Макаренко, В.Н. Орлин. Фоторасщепление тяжелых ядер выше гигантского дипольного резонанса. Ядерная физика, 73, №5 (2010) 767–775.
4. A.N. Ermakov, I.V. Makarenko, V.N. Orlin, B.S. Ishkhanov, I.M. Kapitonov. Multi-particle Photonuclear Reactions behind Giant Dipole Resonance. Journal of the Korean Physical Society. 59, № 2 (2011) 1936–1939.
5. Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов, А. А. Кузнецов, В. Н. Орлин, Дон Ен Хан. Фотоядерные реакции на изотопах молибдена. Ядерная физика, 77, № 11 (2014) 1427–1435.
6. Б.С. Ишханов, А.А. Кузнецов. Фотоделение ^{238}U в области энергий гигантского дипольного резонанса. Ядерная физика, 77, № 7 (2014) 871–881.
7. S.S. Belyshev, A.N. Ermakov, B.S. Ishkhanov, V.V. Khankin, A.S. Kurilik, A.A. Kuznetsov, V.I. Shvedunov, K.A. Stopani. Studying photonuclear reactions using the activation technique. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 745 (2014) 133–137.
8. С.С. Бельшев, Б.С. Ишханов, А.А. Кузнецов, А.А. Мартынов, К.А. Стопани. Изомерные отношения продуктов фотоядерных реакций на естественной смеси изотопов серебра. Ядерная физика, 78, № 11 (2015) 953–962.
9. S.S. Belyshev, B.S. Ishkhanov, A.A. Kuznetsov, K.A. Stopani. Mass yield distributions and fission modes in photofission of ^{238}U below 20 MeV. Physical Review C, 91, № 3 (2015) 034603.
10. С.С. Бельшев, А.А. Кузнецов, К.А. Стопани, В.В. Ханкин. Фотоядерные реакции на р-нуклидах $^{106,108}\text{Cd}$ при верхней границе тормозного спектра 55.5 МэВ. Ядерная физика, 79, № 5 (2016) 431–437.
11. Ramiz A. Aliev, Sergey S. Belyshev, Alexander A. Kuznetsov, Leonid Z. Dzhilavyan, Vadim V. Khankin, Gleb Yu Aleshin, Andrey G. Kazakov, Anna B. Priselkova, Stepan N. Kalmykov, and Boris S. Ishkhanov. Photonuclear production and radiochemical separation of medically relevant radionuclides: ^{67}Cu . Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 321, № 1 (2019) 125–132.
12. С.С. Бельшев, Б.С. Ишханов, А.А. Кузнецов, А.А. Просняков, Н.Ю. Фурсова, В.В. Ханкин. Исследование фотонейтронных реакций, приводящих к образованию и распаду изотопа ^{102}Pd . Ядерная физика, 83, № 16 (2020) 474–481.



13. С.С. Бельшев, Б.С. Ишханов, А.А. Кузнецов, В.Н. Орлин, А.А. Просняков, Н.Ю. Фурсова, В.В. Ханкин. Фоторасщепление изотопов палладия. Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия, 6 (2020) 3–27.
14. R.A. Aliev, S.S. Belyshev, E.B. Furkina, V.V. Khankin, A.A. Kuznetsov, L.Z. Dzhilavyan, A.B. Priselkova, and B.S. Ishkhanov. Photonuclear production of medically relevant radionuclide ^{47}Sc . Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 326 (2020) 1099–1106.

Публикации по работам Центра Данных Фотоядерных Экспериментов НИИЯФ МГУ

1. B.S. Ishkhanov, V.V. Varlamov. Photonuclear Reactions: Modern Status of the Data. Physics of Atomic Nuclei, 67, N9 (2004) 1664.
2. I. Angeli, Yu.P. Gangrsky, K.P. Marinova, I.N. Boboshin, S.Yu. Komarov, B.S. Ishkhanov, V.V. Varlamov. N and Z Dependence of Nuclear Charge Radii. J. Phys. G: Nucl. Part. Phys., 36 (2009) 085102.
3. B.S. Ishkhanov, V.N. Orlin, K.A. Stopani and V.V. Varlamov. Photonuclear reactions and astrophysics. In "The Universe Evolution: Astrophysical and Nuclear Aspects", Ed. by I. Strakovsky and L. Blokhintsev. Nova Science Publishers, New York, 2013, (Hauppauge, NY, United States), p. 111.
4. V.V. Varlamov, B.S. Ishkhanov, V.N. Orlin, K.A. Stopani. A new approach for analysis and evaluation of partial photoneutron reaction cross sections. Eur. Phys. J. A 50, № 7 (2014) 114.
5. D. Filipescu, A. Anzalone, D.L. Balabanski, S.S. Belyshev, F. Camera, M.La Cognata, P. Constantin, L. Csige, P.V. Cuong, M. Cwiok, V. Derya, W. Dominik, M. Gai, S. Gales, I. Gheoghe, B.S. Ishkhanov, A. Krasznahorkay, A.A. Kuznetsov, C. Mazzocchi, V.N. Orlin, N. Pietralla, M. Sin, C. Spitaleri, K.A. Stopani, O. Tesileanu, C.A. Ur, I. Ursu, H. Utsunomiya, V.V. Varlamov, H.R. Weller, N.V. Zamfir, A. Zilges. Perspectives for photonuclear research at the Extreme Light Infrastructure–Nuclear Physics (ELI-NP) facility. Eur. Phys. J. A 51, № 12 (2015) 185.
6. V. Varlamov, B. Ishkhanov, V. Orlin. Reliability of $(\gamma,1n)$, $(\gamma,2n)$, and $(\gamma,3n)$ cross-section data on ^{159}Tb . Phys. Rev. C 95, № 5 (2017) 054607.
7. V. Varlamov, B. Ishkhanov, V. Orlin. Experimental and evaluated photoneutron cross sections for ^{197}Au . Phys. Rev. C 96, № 4 (2017) 044606.
8. H. Utsunomiya, I. Gheorghe, D.M. Filipescu, T. Glodariu, S. Belyshev, K. Stopani, V. Varlamov, B. Ishkhanov, S. Katayama, D. Takenaka, T. Ari-izumi, S. Amano, S. Miyamoto. Direct neutron-multiplicity sorting with a flat-efficiency detector. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, 871 (2017) 135–141.



9. V.V. Varlamov, A.I. Davydov, B.S. Ishkhanov. Photoneutron cross sections for ^{59}Co : Systematic uncertainties of data from various experiments. *Eur. Phys. J. A* 53 (2017) 180–187.
10. B.S. Ishkhanov, V.N. Orlin, N.N. Peskov, V.V. Varlamov. Photoneutron reactions in the range of Giant Dipole Resonance. *Physics of Particles and Nuclei*, 48, № 1 (2017) 76–83.
11. V.V. Varlamov, A.I. Davydov, B.S. Ishkhanov, V.N. Orlin. The reliability of photoneutron cross sections for $^{90,91,92,94}\text{Zr}$. *Eur. Phys. J. A* 54 (2018) 74–84.
12. В.В. Варламов, А.И. Давыдов, Б.С. Ишханов. Новые данные по сечениям фотонейтронных реакций на ядрах $^{76,78,80,82}\text{Se}$. *Ядерная физика*, 82, № 1 (2019) 16–26.
13. С.С. Бельшев, В.В. Варламов, С.А. Гунин, А.И. Давыдов, Б.С. Ишханов, И.А. Пшеничнов, В.Н. Орлин. Фотонейтронные реакции на ядрах ^{129}Xe и их электромагнитная диссоциация в коллаидерах. *Ядерная физика*, 83, № 1 (2020) 2–9.

Публикации по ускорительной тематике

1. Ю.И. Горбатов, В.К. Гришин, Б.С. Ишханов, М.Ю. Никольский, И.М. Пискарев, В.М. Сорвин, М.А. Сотников, А.В. Тиунов, В.И. Шведун, А.Н. Сандалов, А.В. Шумаков, К.А. Беловинцев, А.А. Коломенский, Разрезной микротрон непрерывного действия НИИЯФ МГУ (Физическое обоснование), Издательство МГУ, Москва, 1984, 81 с.
2. V.K. Grishin, B.S. Ishkhanov, A.V. Tiunov, V.I. Shvedunov, A.G. Abramov, A.G. Daikovskii, A.D. Ryabov. Computer simulation of the RF properties and thermal conditions of the disk and washer structure for CW microtron, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A* 255 (1987) 431–436.
3. A.S. Alimov, V.G. Gevorkyan, Yu I. Gorbатов, I.V. Gribov, A.Kh. Ibadov, B.S. Ishkhanov, V.A. Korneenkov, E.V. Lazutin, E.A. Makulbekov, I.M. Piskarev, K.Yu. Platov, A.B. Savitsky, A.V. Shumakov, V.I. Shvedunov, V.M. Sorvin, A.V. Tiunov, V.A. Ushkanov, S.V. Zinoviev. Beam emittance forming line of the CW race-track microtron of the institute of nuclear physics of Moscow State University (INP MSU), *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A* 278 (1989) 379–388.
4. A.S. Alimov, A.S. Chepurnov, O.V. Chubarov, I.V. Gribov, B.S. Ishkhanov, I.M. Piskarev, A.G. Rzhанov, M.A. Sotnikov, I.V. Surma, A.V. Shumakov, V.I. Shvedunov, A.V. Tiunov, V.A. Ushkanov, Performance of the 6 MeV injector for the Moscow racetrack microtron., *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A* 326 (1993) 391–398.



5. A.S. Alimov, B.S. Ishkhanov, I.M. Piskarev, V.I. Shvedunov, A.V. Tiunov, Operational Experience with Room Temperature Continuous Wave Accelerator Structures, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A328 (1993) 385–390.
6. А.С. Алимов, Д.И. Ермаков, Б.И. Ишханов, В.И. Шведун, Магнитное зеркало для ускорителей электронов непрерывного действия. ПТЭ, №6 (1998) 43–45.
7. А.С. Алимов, К.А. Гудков, Д.И. Ермаков, Б.С. Ишханов, И.М. Пискарев, А.С. Чепурнов, О.В. Чубаров, В.И. Шведун, А.В. Шумаков, Экспериментальное исследование прототипа линейного ускорителя электронов непрерывного действия с большим током пучка, ПТЭ, №5 (1994) 7–22.
8. A.S. Alimov, D.I. Ermakov, B.S. Ishkhanov, V.I. Shvedunov, V.P. Sakharov, W.P. Trower, A 1.2-MeV Two-Section Continuous Wave Linear Electron Accelerator with 50-mA Average Beam Current, Instruments and Experimental Techniques, 45, № 5 (2002) 691–697.
9. A.S. Alimov, D.I. Ermakov, B.S. Ishkhanov, V.I. Shvedunov, V.P. Sakharov, W.P. Trower, A Continuous-Wave Linear Accelerator with an Output Electron Energy of 600 keV (Average Beam Current of 50 mA), Instruments and Experimental Techniques, 45, №5 (2002) 698–705.
10. A.N. Ermakov, D.I. Ermakov, B.S. Ishkhanov, G.A. Novikov, A.S. Chepurnov, V.I. Shvedunov, V.R. Yailiyani, W.P. Trower, O.S. Milovanov, N.P. Sobenin, A.I. Karev, M.Yu. Vorob'ev, N.A. Kokorev, P.V. Nevskii, A.S. Titov, I.A. Freidovich, V.S. Skachkov, N.A. Arkhangelov, V.A. Danilichev, V.A. Pavlov, and Yu.S. Smirnov. An Injection and Acceleration System of a Pulsed Race-Track Microtron, Instruments and Experimental Techniques, 45, № 4 (2002) 482–489
11. A. Aryshev, B. Kalinin, G. Naumenko, A. Potylitsyn, R. Bardai, B. Ishkhanov, V. Shvedunov Experimental investigation of coherent Smith–Purcell radiation from a ‘flat’ grating, Nucl. Instrum. Meth. B227 (2004) 175–179.
12. A.S. Alimov, A.A. Vetrov, B.S. Ishkhanov, A.A. Kosarev, N.I. Pakhomov, O.V. Chubarov, V.I. Shvedunov, H. Euteneuer, A. Jankowiak, Numerical Simulation and Experimental Study of the Accelerating Structure with On-Axis Coupled Cells for a Double-Sided CW Race-track Microtron at an Energy of 1.5 GeV, Instruments and Experimental Techniques, 48, № 1 (2005) 11–21.
13. B.S. Ishkhanov, A.V. Poseryaev, and V.I. Shvedunov, Estimating the Charged Particle Beam Parameters in View of the Space Charge Forces, Instruments and Experimental Techniques, 48, № 6 (2005) 747–752.



14. В.П. Горбачев, Б.С. Ишханов, В.В. Полиектов, В.П. Степанчук, В.И. Шведун, Источник электронов с большой яркостью пучка и его применения, Вестник Саратовского государственного технического университета, 1, № (21) (2007) 106–111.
15. E.G. Bessonov, M.V. Gorbunkov, B.S. Ishkhanov, P.V. Kostyukov, Yu.A. Maslova, V.I. Shvedunov, V.G. Tunkin, A.V. Vinogradov, Laser-electron generator for X-ray applications in science and technology, Laser and Particle Beams, 26, № 3 (2008) 489–495.
16. A.S. Alimov, B.S. Ishkhanov, V.P. Sakharov, N.I. Pakhomov, V.I. Shvedunov, Low-injection energy continuous linear electron accelerator, US Patent No: US 8,169,166 B2, May 1, 2012.
17. A.S. Alimov, B.S. Ishkhanov, V.P. Sakharov, N.I. Pakhomov, V.I. Shvedunov, Method for accelerating electrons in a linear accelerator and an accelerating structure for carrying out said method, US Patent No: US 8,148,923 B2, Apr. 3, 2012.
18. B.S. Ishkhanov, V.I. Shvedunov, Investigations and the Development of Accelerators at the Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics at Moscow State University, Moscow University Physics Bulletin, 67, № 6 (2012) 475–492.
19. A.N. Ermakov, A.S. Alimov, B.S. Ishkhanov, I.A. Frejdovich, A.N. Kamanin, V.V. Klementiev, V.V. Khankin, S.V. Lamonov, L.Yu. Ovchinnikova, N.I. Pakhomov, Yu.N. Pavshenko, A.S. Simonov, I.V. Shvedunov, N.V. Shvedunov, V.I. Shvedunov, I.Yu. Vladimirov, D.S. Yurov, Main Parameters and Operational Experience with New Generation of Electron Accelerators for Radiography and Cargo Inspection, in Proc. of RuPAC2014 (2014) 143–145.
20. D.S. Yurov, A.S. Alimov, B.S. Ishkhanov, V.I. Shvedunov, Continuous-wave electron linear accelerators for industrial applications, Physical Review Special Topics - Accelerators and Beams, 20, № 4 (2017) 044702-1–044702-11.
21. A.N. Ermakov, B.S. Ishkhanov, A.N. Kamanin, N.I. Pakhomov, V.V. Khankin, V.I. Shvedunov, N.V. Shvedunov, E.E. Zhuravlev, A.I. Karev, N.P. Sobenin, A Multipurpose Pulse Race-Track Microtron with an Energy 55 MeV, Instruments and Experimental Techniques, 61, № 2 (2018) 173–191.

Публикации по исследованию возбужденных состояний нуклона и динамики сильных взаимодействий в электромагнитных процессах

1. M. Ripani, B.S. Ishkhanov et al., CLAS Collaboration, Measurement of $ep \rightarrow e' p \pi^+ \pi^-$ and baryon resonance analysis, Phys. Rev. Lett. 91 (2003) 022002.



2. V.I. Mokeev, B.S. Ishkhanov, studies of $P_{11}(1440)1/2^+$ and $N(1520)3/2^-$ resonances from CLAS data on $ep \rightarrow e'p\pi^+\pi^-p'$, Phys. Rev. C 86 (2012) 035203.
3. Yu. A. Skorodumina, B.S. Ishkhanov, et al, Investigatin of exclusive reaction of $\pi^+\pi^-$ pairelectyroproduction on a proton bound in a deuteron, Bull. Rus. Acad. Sci. Phys.79 (2015) 532.
4. V.I. Mokeev, B.S. Ishkhanov, et al., New results from the studies of $N(1440)1/2^+$, $N(1520)3/2^-$, and $\Delta(1600)3/2^+$ resonances in exclusive $ep \rightarrow e'p\pi^+\pi^-$ electroproduction with the CLAS detector, Phys. Rev C 93 (2016) 025206.
5. E.L. Isupov, B.S. Ishkhanov, et al, CLAS Collaboration, Measurements of the $ep \rightarrow e'p\pi^+\pi^-p'$ cross sections with CLAS at $1.40 \text{ GeV} < W < 2.0 \text{ GeV}$ and $2.0 \text{ GeV}^2 < Q^2 < 5.0 \text{ GeV}^2$, Phys. Rev. C 96 (2017) 025209.
6. G.V. Fedotov, B.S. Ishkhanov, et al., CLAS Collaboration, Measurement of the $\gamma p \rightarrow \pi^+\pi^-p$ cross section with the CLAS detector for $0.4 \text{ GeV}^2 < Q^2 < 1.0 \text{ GeV}^2$ and $1.3 \text{ GeV} < W < 1.825 \text{ GeV}$, Phys. Rev. C 98 (2018) 025203.
7. E.N. Golovatch, B.S. Ishkhanov, et al., CLAS Collaboration, First results on nucleon resonance photocouplings from $\gamma p \rightarrow \pi^+\pi^-p$ reaction, Phys. Lett. B 788 (2019) 371.
8. V.D. Burkert, B.S. Ishkhanov, V.I. Mokeev, The nucleon resonance structure from the $\pi^+\pi^-p$ electroproduction reaction off protons, Moscow Univ. Phys. Bull. 74 (2019) 28.
9. N. Markov, B.S. Ishkhanov, et al., CLAS Collaboration, Exclusive π^0p electroproduction off protons in the resonance region at photon virtualities $0.4 \text{ GeV}^2 < Q^2 < 1.0 \text{ GeV}^2$, Phys. Rev. C 101 (2020) 015208.
10. V.I. Mokeev, B.S. Ishkhanov, et al., Evidence for the $N(1720)3/2^+$ nucleon resonance from combined studies of CLAS $\pi^+\pi^-p$ photo- and electroproduction data, Phys. Lett. B 805 (2020) 135457.

Статья в Большой Российской Энциклопедии

1. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов. Ядро атомное. Большая Российская Энциклопедия, том 35. Москва, научное издательство «Большая Российская Энциклопедия», 2017 сс. 637–638.

Основные учебники и учебные пособия

1. И.А. Антонова, А.Н. Бояркина, Н.Г. Гончарова, В.К. Гришин, Ф.А. Живописцев, Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.Г. Сухаревский,



- Н.И. Тулинова. Практикум по ядерной физике, 3-е издание. –М.: Изд. Моск. Унив., 1979.
2. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.И. Мокеев. Ядерная физика. Конспект лекций. –М.: Изд. Моск. Унив., 1979.
 3. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.И. Мокеев. Ядерная физика. Часть 2. – М.: Изд. Моск. Унив., 1981.
 4. И.А. Антонова, А.Н. Бояркина, Н.Г. Гончарова, В.К. Гришин, Ф.А. Живописцев, Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Ж.М. Селиверстова, В.Г. Сухаревский, Н.И. Тулинова. Практикум по ядерной физике, 4-е издание. –М.: Изд. Моск. Унив., 1988.
 5. Субатомная физика. Вопросы. Задачи. Факты. Под редакцией Б.С. Ишханова. –М.: Изд. Моск. Унив., 1994.
 6. Частицы и атомные ядра. Практикум. Издание 5-е. Под общей редакцией Б.С. Ишханова. МГУ, физический факультете, кафедра общей ядерной физики, НИИЯФ МГУ, 2004.
 7. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Э.И. Кэбин. Толковый словарь терминов и понятий физики частиц и атомного ядра. МГУ, НИИЯФ, 2007.
 8. В.В. Варламов, Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов. Фотоядерные реакции. Современный статус экспериментальных данных. –М, «Университетская книга», 2008,
 9. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, И.А. Тутынь. Нуклеосинтез во Вселенной. –М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.
 10. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Э.И. Кэбин. Частицы и атомные ядра. Основные понятия. МГУ, НИИЯФ, 2009.
 11. В.В. Варламов, Н.Г. Гончарова, Б.С. Ишханов. Физика ядра и банки ядерных данных. – М, «Университетская книга» 2010.
 12. В.В. Варламов, Б.С. Ишханов, С.Ю. Комаров. Атомные ядра. – М, «Университетская книга» 2010.
 13. Б.С. Ишханов. История атомного ядра, –М.: Университетская книга, 2011.
 14. Б.С. Ишханов, Э.И. Кэбин. Антиматерия. МГУ, НИИЯФ, 2012.
 15. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, А.А. Кузнецов, М.Е. Степанов, Т.Ю.Третьякова, Д.С. Юров. Частицы и атомные ядра. Семинары. Задачи. –М.: МАКС Пресс, 2013.
 16. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Э.И. Кэбин. Частицы и атомные ядра. Эксперимент. –М.: МАКС Пресс, 2013.



17. Н.Г. Гончарова, Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов. Частицы и атомные ядра. Задачи с решениями и комментариями. –М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.
18. Темная материя. Сборник работ под редакцией Б.С. Ишханова, О.В. Кечкина, М.Е. Степанова. МГУ, НИИЯФ, 2014.
19. В.В. Варламов, Б.С. Ишханов, С.Ю. Комаров, М.Е. Степанов. Карта атомных ядер и основные свойства ядер вблизи долины стабильности. – М, ООП, Физический факультет МГУ, 2015.
20. В.В. Варламов, Б.С. Ишханов, С.Ю. Комаров, В.Н. Орлин, Н.Н. Песков, М.Е. Степанов, К.А. Стопани. Атлас оцененных сечений парциальных и полных фотонейтронных реакций. ООП, Издательский Дом «КДУ» 2015.
21. В.В. Варламов, Б.С. Ишханов. Базы ядерных данных в научных исследованиях. Учебное пособие. –М.: «КДУ», Университетская книга, 2016.
22. Радиоактивность атомных ядер. Под редакцией Б.С. Ишханова. М.: КДУ, Университетская книга, 2017.
23. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Н.П. Юдин. Частицы и атомные ядра (классический университетский учебник). Издание 4-е, переработанное и дополненное. М.: ЛЕНАНД, 2019.
24. В.В. Варламов, Б.С. Ишханов, В.А. Ушканов. Оцененные сечения фотонейтронных реакций. ООП, Издательский Дом «КДУ», 2020.



СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие:

БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ — ВЫДАЮЩИЙСЯ УЧЁНЫЙ И ПЕДАГОГ	5
--	---

Научная, педагогическая и организационная деятельность Бориса Саркисовича Ишханова в воспоминаниях родных, коллег и учеников:

<i>Н. С. Зеленская</i> БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ	11
--	----

<i>И.М. Капитонов</i> ОТ ФОТОПЛАСТИНОК ДО КОНФИГУРАЦИОННОГО РАСЩЕПЛЕНИЯ ГИГАНТСКОГО РЕЗОНАНСА	16
--	----

<i>Пискарёв И.М.</i> СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСА НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ И ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ФОТОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ НА 35-МЭВ БЕТАТРОНЕ НИИЯФ МГУ	32
---	----

<i>В.И. Шведун</i> СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ УСКОРИТЕЛЬНОЙ ТЕМАТИКИ В ОЭПВАЯ	40
---	----

<i>В.В. Варламов</i> БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ И ИССЛЕДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	47
--	----

<i>В.И. Мокеев, Е.Л. Исупов</i> НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ФИЗИКЕ АДРОНОВ: ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРА И СТРУКТУРЫ ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ НУКЛОНА (N*) В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССАХ	69
--	----

<i>В.Н. Орлин</i> УШЕЛ ИЗ ЖИЗНИ ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЙ ЧЕЛОВЕК	77
--	----

<i>Л. Д. Блохинцев</i> ПАМЯТИ БОРИСА САРКИСОВИЧА ИШХАНОВА	80
--	----



Э.И. Кэбин

БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ И САЙТ «ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА
В ИНТЕРНЕТЕ» 82

В.Г. Недорезов

ВОТ ТАКИМ МАСШТАБНЫМ УЧЕНЫМ И ОЧЕНЬ
ЦЕЛЕУСТРЕМЛЕННЫМ ЧЕЛОВЕКОМ ОН ОСТАЛСЯ
В МОЕЙ ПАМЯТИ 85

М.Г. Урин

ПАМЯТИ Б.С. ИШХАНОВА 92

А.С. Илюшин

О ТОМ, ЧТО ЗАПОМНИЛОСЬ 93

Т.Ю. Третьякова

МИКРОМИР И ВСЕЛЕННАЯ ПРОФЕССОРА ИШХАНОВА 102

Л.Н. Смирнова

ПАМЯТИ БОРИСА САРКИСОВИЧА ИШХАНОВА 107

Е. Грызлова

БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ — УДИВИТЕЛЬНО
РАЗНОСТОРОННИЙ ЧЕЛОВЕК 109

Н. Сотникова

БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ — ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЙ УЧИТЕЛЬ
..... 110

А.П. Черняев

БОРИС САРКИСОВИЧ В МОЕЙ ЖИЗНИ 112

Д.Р. Хохлов

ДЕКАНЫ ВСЕХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКУЛЬТЕТОВ РОССИИ
ПРИЗНАВАЛИ В НЕМ БЕЗУСЛОВНОГО ЛИДЕРА И АВТОРИТЕТА 118

О.В. Чуманова

О Б.С. ИШХАНОВЕ — ЗАМЕСТИТЕЛЕ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ УМС
РОССИИ 1998–2004ГГ 120

Д.Е. Попов

БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ — ЧЕЛОВЕК, ГРАЖДАНИН,
ОРГАНИЗАТОР, УЧЁНЫЙ 122



<i>А.Н. Бабушкин</i> БОРИС САРКИСОВИЧ БЫЛ ОЧЕНЬ МУДРЫМ ЧЕЛОВЕКОМ	126
<i>В.В. Яцьишен</i> ВСПОМИНАЯ БОРИСА САРКИСОВИЧА ИШХАНОВА	127
ИЗ КОЛЛЕКТИВНОГО ПИСЬМА ЧЛЕНОВ ФУМО Б.С. ИШХАНОВУ <i>Октябрь, 2018 г.</i>	128
<i>Карина Ишханова</i> ЕГО БОЛЬШОГО, ЧЕСТНОГО И ДОБРОГО СЕРДЦА ХВАТАЛО НА ВСЕХ	130
<i>Сергей Ишханов</i> ВОСПОМИНАНИЯ ОБ ОТЦЕ В НАШЕЙ СЕМЬЕ	132
 <i>О Борисе Саркисовиче не только в прозе</i>	
<i>В.В. Варламов</i> 75-ЛЕТИЮ БОРИСА САРКИСОВИЧА ПОСВЯЩАЛОСЬ	134
<i>И.М. Капитонов</i> ОДА К ЮБИЛЕЮ 80-летию <i>Бориса Саркисовича посвящалось</i>	137
ВАЖНЕЙШИЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Б.С. ИШХАНОВА	141
СПИСОК ОСНОВНЫХ НАУЧНЫХ ТРУДОВ Б.С. ИШХАНОВА ПО НАПРАВЛЕНИЯМ РАБОТ	144
СОДЕРЖАНИЕ	155



БОРИС САРКИСОВИЧ ИШХАНОВ

Серия

«Выдающиеся учёные физического факультет МГУ».
Выпуск XVIII

Подписано в печать 27.06.2021. Формат А5.
Объём 9,75 п. л. Тираж 100 экз. Заказ № _____

Физически факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д.1, стр.2

Отпечатано в типографии МГУ им. М.В. Ломоносова