

# **ФИЗИКА ЯДРА И ЧАСТИЦ**

Издательство Московского университета

1997

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

---

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ имени Д.В.СКОБЕЛЬЦЫНА

## **ФИЗИКА ЯДРА И ЧАСТИЦ**

Под редакцией

проф. Б.С.Ишханова, д.ф.м.н. Е.М.Лейкина, проф. Е.А.Романовского

Издательство Московского университета

1997

ББК 22.38  
УДК 539.167;537.591

*Печатается  
по постановлению Редакционно-издательского совета  
Московского университета*

## ФИЗИКА ЯДРА И ЧАСТИЦ

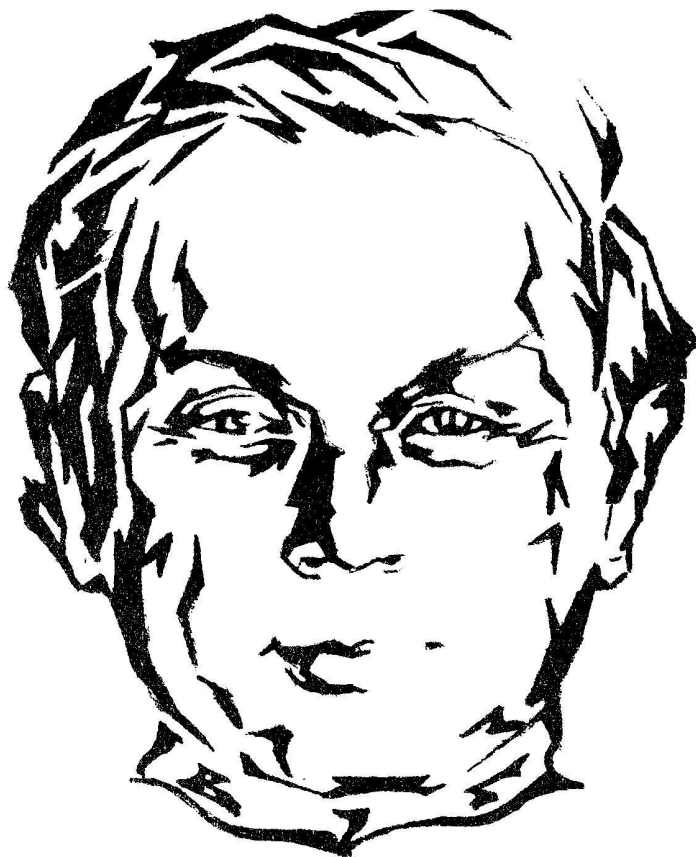
Под редакцией проф. Б.С.Ишханова, д.ф.м.н. Е.М.Лейкина, проф.  
Е.А.Романовского . М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 264 с.

Книга посвящена памяти профессора В.Г.Шевченко - одного из крупнейших специалистов в области физики атомного ядра и элементарных частиц.

О жизни и деятельности В.Г.Шевченко рассказывают его коллеги, нарисовавшие светлый образ человека и ученого в своих воспоминаниях. В сборник включены статьи, в которых подводятся итоги исследований по большому числу актуальных направлений работ в области физики атомного ядра и элементарных частиц, выполненных с участием или при активной поддержке В.Г.Шевченко. Статьи написаны крупными специалистами, работающими в настоящее время в ИТЭФ , НИИЯФ МГУ и на физическом факультете МГУ.

077(02)-99-заказное © Московский государственный университет,  
1997 г.

*Посвящается светлой памяти профессора  
Валериана Григорьевича Шевченко,  
которому в 1998 г. исполнилось бы 75 лет*



**В. Г. Шевченко  
(1923 - 1991)**

**Рисунок Н.П. Новокшанова**

## СОДЕРЖАНИЕ

Шевченко Валериан Григорьевич (27.06.23 - 13.05.91).....	3
Душевная щедрость, энергия и преданность делу. <i>С.С.Герштейн</i> .....	5
Воспоминания о Валериане Григорьевиче Шевченко. <i>В.Г.Неудачин</i> ..	10
Он был безусловным лидером. <i>Г.А.Лексин</i> .....	13
Уникальная личность. <i>Е.М.Лейкин</i> .....	15
Гигантские резонансы в атомных ядрах <i>Б.С.Ишханов, Н.П.Юдин, Р.А.Эрамжян</i> .....	18
Что мы знаем о конфигурационном расщеплении дипольного гигантского резонанса ядер $fr$ -оболочки. <i>Б.С.Ишханов, И.М.Капитонов, И.А.Тутынь</i> .....	50
Экспериментальная физика высоких энергий в НИИЯФ МГУ. <i>П.Ф.Ермолов</i> .....	60
Взаимодействие нейтронов при высоких энергиях. <i>В.А.Любимов</i> .....	67
Эксперимент $3L$ на $e^+e^-$ коллайдере LEP в ЦЕРН'е. <i>Ю.В.Галактионов</i> .....	117
Сотрудничество Н1. <i>А.В.Семенов</i> .....	143
Физика на детекторе АРГУС . <i>Ю.М.Зайцев</i> .....	160
Протон как целое и его структура - реализованные и нереализованные сценарии исследований. <i>Л.М.Сладь</i> .....	199
Проблема релятивистского описания составных систем. <i>В.Е.Троицкий</i> .....	212
Статус и перспективы теории локально анизотропного пространства-времени. <i>Г.Ю.Богословский</i> .....	224

Шевченко Валериан Григорьевич  
(27.06.23 – 13.05.91)

Валериан Григорьевич родился в г. Исиль-Куль Омской области. Детство и юность прожил в различных городах Омской области. Закончив в 1941 году Сале-Хардскую среднюю школу, Валериан Григорьевич добровольцем ушел на фронт и в конечном счете оказался в Военно-Воздушных частях Военно-Морских сил СССР. В этих частях он прошел всю войну и служил до 1948 года. За время службы в армии он был награжден семью медалями. В 1948 г. поступил на физический факультет МГУ, который и закончил в 1953 г. С 1954 г. по 1957 г. Валериан Григорьевич – аспирант физического факультета. Его научным руководителем был акад. В.И.Векслер. В 1958 году защищает кандидатскую диссертацию. С 1960 по 1967 работает доцентом физического факультета. В это же время (1962 – 1965 гг.) работает в Швейцарии представителем СССР в Международном Агентстве по Атомной Энергии (МАГАТЭ). С 1967 г. по 1968 г. он – проректор МГУ и начальник Отдела физики высоких энергий НИИЯФ МГУ. В мае 1967 защищает докторскую диссертацию. С сентября 1968 Валериан Григорьевич назначается заместителем директора по науке Института Экспериментальной и Теоретической Физики (ИТЭФ) и начальником Отдела физики высоких энергий в этом Институте.

Переходя к краткой характеристике научной, научно-организационной и педагогической деятельности В.Г.Шевченко, подчеркнем два момента. Во-первых, Валериан Григорьевич закончил аспирантуру к 33 годам и у него не было времени для "проб и ошибок". От него требовался точный расчет своих сил, трезвое отношение к обществу и умение видеть будущее! Во-вторых, Валериан Григорьевич стоял выше "конкретных" научных работ. Его стихией скорее было "угадывание" перспективных научных направлений и организация коллективов для быстрого развития этих направлений и получения новых результатов. Этот его талант вместе с необычайным чувством нового, творческим и нестандартным подходом к делу, умение работать с людьми и привели к столь высокой эффективности его деятельности.

В 1957 году Валериан Григорьевич организовал группу молодежи для исследования фотоядерных реакций на 35-Мэвном бетатроне НИИЯФ МГУ. Надо было видеть, сколь резко активизировалась работа бетатрона с приходом Валериана Григорьевича! Результаты исследования оказались чрезвычайно плодотворными: была обнаружена угловая асимметрия фотопротонов, промежуточная структура

дипольного гигантского резонанса, его изоспиновое расщепление и, наконец, установлена фундаментальная закономерность для дипольного резонанса в ядрах с незаполненной оболочкой – его конфигурационное расщепление. Эта закономерность была зарегистрирована как открытие. Осмысливая его деятельность в тот период времени, теперь мы яснее видим ее истинный смысл и значение. Активные и разноплановые исследования Валериана Григорьевича и его молодых коллег знаменовали собой возникновение нового этапа в изучении электромагнитных свойств атомных ядер.

Новые грани деятельности Валериана Григорьевича приобрела после его перехода в ИТЭФ. Благодаря своему необычайно острому чувству нового он одним из первых осознал огромную роль международной кооперации в современных научных исследованиях. Опираясь на мощную интеллектуальную базу ИТЭФ'а, он организовал чрезвычайно плодотворное сотрудничество ИТЭФ с ведущими физическими центрами мира – CERN (Швейцария), DESY (Германия), FNAL (США). Наша страна может по праву гордиться экспериментами, членом авторских коллективов которых был Валериан Григорьевич. Это – измерение швингеровского  $pp$ -рассеяния, первое исследование образования "прямых" фотонов в  $pp$ -столкновениях, определение числа нейтринных поколений, обнаружение  $B^0$ ,  $\bar{B}^0$ -переходов, определение элементов матрицы Кабаяши-Маскава, ограничение на массу  $\tau$ -нейтрино.

Краткий очерк о жизни Валериана Григорьевича будет неполным, если не сказать нескольких слов о его педагогической деятельности.

Разумеется, он читал лекции по разным вопросам ядерной физики и физики элементарных частиц для студентов физического факультета МГУ и МФТИ (он был профессором обоих этих престижных вузов), выступал с лекциями в школах для молодых физиков. Однако это была только часть (скорее, стандартная) его деятельности. Пожалуй, главным способом подготовки молодых физиков Валериан Григорьевич считал работу с молодежью в созданных им научных группах. И здесь его достижения являются несомненно впечатляющими. Многие и многие кандидаты и доктора наук в НИИЯФ МГУ и ИТЭФ обязаны своей научной карьерой именно Валериану Григорьевичу. Преемником Валериана Григорьевича на посту заместителя директора ИТЭФ стал его ученик блестящий физик профессор Данилов М.В. Аналогичным образом после ухода Валериана Григорьевича из НИИЯФ МГУ его лабораторию возглавили его ученики.

## Душевная щедрость, энергия и преданность делу.

*С.С.Герштейн.*

Я впервые увидел Валерия на комсомольском собрании физического факультета МГУ. Он выступил с каким-то замечанием, которое выделялось своей разумностью и принципиальностью среди смеси демагогии, наивности и просто глупости, звучащей во многих выступлениях. Я и запомнил его с тех пор таким, каким встречал в коридорах физфака.

Он ходил в армейском авиационном кителе с голубым кантом и обычно был окружен несколькими друзьями - комсомольскими активистами. В армейских гимнастерках ходило тогда много студентов, бывших фронтовиков. И это было не только свидетельством пройденного ими пути, знаком, по которому они различали друг друга. Просто многим из них нечего было кроме этого надеть.

Нам, вчерашним школьникам, очень повезло, что в те годы рядом с нами училось много бывших фронтовиков, демобилизованных из армии. Все мы были упоены радостью победы, полны надеждой на восстановление страны и ее будущее процветание, верой в "светлое будущее всего человечества". Также думало и большинство фронтовиков, многие из которых попали на войну сразу после школы или со студенческой скамьи. Но в отличие от нас они прошли суровую жизненную школу, столкнувшись не только с самоотверженностью людей, но и с трусостью, лицемерием, доносами и прочим. Их советы уберегли нас от слепой веры в красивые слова и удержали от крайне опасных в то время поступков, когда реальная жизнь все более и более расходилась с этими словами.

Время становилось все тяжелее год от года. Одна грязная компания следовала за другой: то гнусная травля Зощенко и Ахматовой, то развенчание "формалистов" в музыке, то борьба против космополитов, против генетики, против квантовой химии и пр. и пр. И все это по велению партии пропускалось через комсомольские собрания, на которых постоянно кого-то разоблачали и пытались найти врагов в собственных рядах. Все это порождало карьеристов и демагогов.

Вместе с тем, среди комсомольских вожаков несомненно было тогда какое-то число искренне верящих людей, сохраняющих человеческую порядочность. Таким был и Валерий.

Он стал секретарем факультетского бюро, когда я учился уже на старших курсах. (Валерий учился на два курса младше). Мы были знакомы чисто шапочно, и я вначале принимал его за очередного комсомольского карьериста. Однако с приходом Валерия, как заметил я и мои друзья, что-то изменилось в стиле работы комсомольской организации. Прекратились публичные разборки разных "персональных" дел и в особенности "аморалок", которые часто практиковались до этого и носили исключительно грязный характер со смакованием интимных подробностей. Стало меньше демагогии и больше внимания к конкретным делам, улучшающим условия жизни и учебы студентов. И это происходило в начале 50-х годов, когда особенно усиливалось напряжение в стране, поиск и разоблачение "врагов".

Значительно позже, в 70-80 годы, когда мы близко сошлись с Валерием, он, будучи администратором - зам.директора ИТЭФ - поражал меня совершенно бескомпромиссной оценкой руководителей страны и существующих порядков, предсказывая неизбежную катастрофу. А когда я напоминал ему о его комсомольской карьере, он говорил: "Я же во все это искренне верил, я не мыслил, что коммунизм может быть без человеческого лица".

Но все это было позже. А в 1951 г., когда я окончил физфак МГУ и по своим анкетным данным был распределен на работу в город Канск,



Красноярского края преподавателем в гидролизный техникум ( и это распределение было одобрено руководством и парторганизацией физфака, вопреки представлению кафедры теоретической физики, рекомендовавшей меня в аспирантуру или на научную работу), Валерий удивил меня следующим поступком. ( Повторяю, мы тогда были мало знакомы). Он вызвал меня и сказал: "Я знаю, куда тебя распределили. Я считаю, что это неправильно и поэтому написал тебе характеристику, которую заставил подписать и остальных членов "треугольника". Думаю, она тебе поможет устроиться на научную работу, если как-нибудь удастся освободиться от распределения". В характеристике превозносились мои способности и подтверждалась моя "благонадежность". Она действительно помогла мне, когда Канский гидролизный техникум сам отказался от меня и я смог устроиться преподавателем в сельскую школу в Калужской области в 100 км от Москвы.

Похожая история произошла с моим университетским другом Сергеем Аллилуевым. Его отец, Павел Сергеевич, военный, был братом жены Сталина, Надежды Сергеевны. Будучи военным и родственником вождя, Павел Сергеевич в 37-38 гг. пытался защититься от репрессий многих высших командиров Красной Армии и сам неожиданно скорострительно скончался в 1938 году. В 1948 г. , когда мы уже учились в университете, посадили в тюрьму мать Сережи, Евгению Александровну и тетю Анну Сергеевну ( сестру Надежды), а сестру Сережи - Киру Павловну - отправили в ссылку. Поэтому, когда мы окончили университет и Сергей был рекомендован в аспирантуру, руководство факультета попало в щекотливую ситуацию: с одной стороны, оно не решалось принять в аспирантуру сына репрессированной, а с другой - боялось отказать племяннику вождя ( еще неизвестно, как он на это посмотрит. Ведь сам говорил: "Сын за отца не ответчик"). Сережа оказался в подвешенном состоянии. Но тут умерла его бабушка, Ольга Евгеньевна Аллилуева - (мать Надежды) и на ее похоронах встретились все ее внуки, в числе которых был Василий Сталин. Ему рассказали о ситуации с Сережиной аспирантурой, и он прислал на физфак своего адъютанта. Перепуганное начальство пыталось свалить все на отсутствие рекомендации от комсомола. Но Шевченко опроверг это, показав блестящую характеристику, представленную им на Сергея. Это и решило вопрос. Сережа был принят на факультете в аспирантуру.

Я упомянул лишь о двух известных мне случаях, когда Валерий старался помочь людям, невзирая на то, что это могло повредить его репутации в глазах начальства. В действительности, таких случаев было очень много и тогда, и значительно позже.

В 1956 г., когда в парторганизациях происходило обсуждение решений XX Съезда, дискуссия на партсобрании ИТЭФ приняла такой характер, что по представлению начальника политотдела ИТЭФ секретариат ЦК принял решение о роспуске парторганизации ИТЭФ и о необходимости "укрепления кадров" в Институте (что по тем временам означало фактически разгон института). От этого ИТЭФ был спасен звонком А.И.Алиханова непосредственно Хрущеву. Многих из выступавших на партсобрании ИТЭФ, среди которых большинство были участниками Великой Отечественной Войны, исключили из партии, но оставили на работе. Однако четыре человека, названные в печати "гнилыми элементами", были не только исключены из партии, но и изгнаны с работы. "Пусть будут рады, что их не посадили" (как рассказывали потом со слов Алиханова), - сказал Н.С.Хрущев. Среди этих четверых наряду с Юрием Орловым был мой товарищ и сокурсник Вадим Нестеров. Устроиться на работу в какое-либо научное учреждение после такой характеристики у этих четверых, казалось, не было никакой надежды. Правда, А.И.Алиханову удалось взять на работу Ю.Орлова, увезя его подальше от Москвы, в Армению. Что же касается Нестерова, то я с удивлением и радостью узнал, что Валерий Шевченко взял его на работу в

НИИЯФ МГУ. В то время такой поступок несомненно требовал большого мужества.

Все эти истории я впоследствии рассказывал теоретикам ИТЭФ, когда И.В.Чувилло, ставший после А.И.Алиханова директором ИТЭФ, решил пригласить Валерия на должность своего заместителя. Теоретики ИТЭФ были тогда в панике и хотели поднять "бунт". Они, не зная Валерия, думали, что он, типичный партаппаратчик, работавший в отделе науки ЦК, представителем в МАГАТЭ, проректором МГУ, будет инородным телом в ИТЭФ и "зажмет" науку. Многие из них не знали и о весьма важных работах Валерия в области фотоядерных реакций, получивших мировое признание. В том, что коллектив ИТЭФ признал Валерия (как он мне в последствии рассказывал), сыграли свою роль отзывы о нем его друга по университету - Юры Лексина.

Став зам. директора ИТЭФ, Валерий начал курировать подготовку и проведение ряда экспериментов на Серпуховском ускорителе. В эти годы мы с ним и сблизились. Мне очень нравилась его энергия, настойчивость и напор, с которыми он преодолевал многочисленные трудности, его манера открыто и эмоционально говорить и критиковать, не взирая на лица, недостатки в организации работ. Особое уважение у меня вызывало стремление Валерия не только решать какие-то конкретные задачи, но и видеть перспективы развития тех или иных научных направлений, стараться прогнозировать ситуацию и искать области, где наиболее эффективно мог бы быть использован научно-технический потенциал ИТЭФ. На этой стороне деятельности Валерия я хотел бы специально остановиться.

Вспоминаю, что, еще будучи в МГУ, до перехода в ИТЭФ, Валерий приезжал в Серпухов вместе с И.П.Иваненко для обсуждения вопроса о сооружении нового корпуса НИИЯФ МГУ, предназначенного для обработки данных по физике высоких энергий. Это как нельзя лучше отвечало целям, которые ставились в связи с созданием крупнейшего тогда в мире Серпуховского ускорителя. Директор ИФВЭ А.А.Логунов и большинство из нас считали, что Серпуховской ускоритель должен стать подлинным национальным центром, в работе которого будут принимать участие все институты страны. А для этого в Институтах должна быть создана соответствующая база для подготовки экспериментов и обработки получаемых данных. Поэтому ИФВЭ оказывал всяческую помощь в организации таких центров. В этом смысле сооружение Серпуховского ускорителя способствовало значительному повышению уровня исследований во всей стране и подготовке кадров. Развитие НИИЯФ МГУ, у истоков которого стоял Шевченко, является одним из примеров этого.

Позже, когда А.А.Логунов стал ректором МГУ, он приложил много усилий для обеспечения НИИЯФ соответствующей приборной базой и вычислительной техникой. Благодаря этому НИИЯФ МГУ является сейчас одним из крупнейших центров России в области физики высоких энергий и успешно участвует в международных программах. Именно такое развитие и прогнозировалось Валерием.

Особенно тесно мы контактировали с Валерием при подготовке первого в нашей стране нейтринного эксперимента. Опыт проведения нейтринных экспериментов обладала тогда только группа ИТЭФ, поскольку В.С.Кафтанов непосредственно участвовал в нейтринных экспериментах ЦЕРНа. ИТЭФ изготовил для опытов на Серпуховском ускорителе спектрометр с железными пластинами. Но это была лишь небольшая часть задачи, которую надо было решать. Вопрос упирался в создание защиты (для которой необходимо было раздобыть более 40.000 тонн железа), в сооружение быстрого вывода пучка, фокусирующей системы и импульсной техники для ее питания и многое другое. Валерий проявил тогда большую настойчивость, ругал неповоротливость наших служб и некоторых наших физиков, искренне радовался и восхищался новыми техническими решениями. Например, созданием по идее А.В.Самойлова системы

фокусировки с помощью X-линз, досрочным выводом протонного пучка и др.

Помню, с каким волнением мы рассматривали первые фотографии нейтринных событий. Среди них попадались события с явными "усами": парами мюонов разного знака, которые ожидалось при нейтринном рождении очарованных частиц. Последующий анализ показал, однако, что многие из этих событий могли быть фонового происхождения. Кроме того, появились предварительные данные проводимого К.Руббиа в Батавии нейтринного эксперимента, согласно которым мюонные пары появились только при энергиях нейтрино выше 50 ГэВ. Ориентируясь на эти данные, многие физики из группы ИТЭФ начали считать, что все мюонные пары имеют фоновое происхождение, и надо быстрее переходить к следующему эксперименту: поиску рассеяния мюонного нейтрино на электронах с помощью детектора с алюминиевыми пластинами. У нас возникли большие споры по этому поводу. Я, основываясь на теоретических оценках, поддержал мнение физиков ИФВЭ, что надо до конца изучить рождение мюонных пар, поскольку не видел причин, по которым очарованные частицы не могли бы возникать в нашей области энергий. Валерий сердился тогда на меня. "Вся наша лаборатория тебя ругает", - говорил он. Однако, когда был проведен следующий сеанс с более жестким спектром нейтрино и обнаружилось явное превышение мюонных пар над фоном, Валерий первый поблагодарил меня за проявленную настойчивость. Действительно, полученные данные были тогда одними из первых результатов, свидетельствующих в пользу существования частиц с открытым очарованием.

Помимо нейтринного эксперимента Валерий активно участвовал в опытах по нейтрон-протонному рассеянию, проводимых ИТЭФ на Серпуховском ускорителе в составе международной коллаборации. Он регулярно приезжал в Протвино на сеансы и регулярно ходил в свои смены на дежурство, несмотря на то, что уже тогда чувствовал сердечное недомогание. (Однажды моей жене пришлось отпаивать его всякими сердечными каплями, когда он, будучи на дежурстве, услышал по громкой связи на ускорителе, что с его сыном произошел какой-то несчастный случай, и буквально примчался к нам домой, чтобы позвонить в Москву).

Совместная работа в международной коллаборации (в числе участников которой был будущий директор DESY и CERN профессор Шоппер) позволила иностранцам наглядно убедиться в высочайшей квалификации экспериментов ИТЭФ. Это во многом способствовало в дальнейшем участию сотрудников ИТЭФ в международных экспериментах за рубежом.

В своих планах участия ИТЭФ в будущих экспериментах в Серпухове и открывающихся возможностях работы на зарубежных ускорителях Валерий постоянно имел в виду необходимость укрепления и развития собственной базы ИТЭФ. Без этого, как он считал, нельзя будет ни сохранить коллектив института, ни вести успешную работу на других ускорителях. Мы много раз обсуждали эти планы в Протвино и в Москве, когда я заезжал к нему. Одним из таких планов Валерия было сооружение в ИТЭФ с помощью новосибирских физиков электрон-позитронного коллайдера. Я относился к этому весьма скептически, считая, что у сибиряков много своих нерешенных дел, а сам ИТЭФ с этим не справится. Кроме того, здесь была большая конкуренция с другими установками мира. Более реалистичным мне казался другой план Валерия: использовать новосибирский метод охлаждения антипротонного пучка для создания на основе ускорителя ИТЭФ протон-антипротонного коллайдера. Валерий детально прорабатывал со свими сотрудниками оба проекта, стремясь максимально использовать уже существующие сооружения ИТЭФ. Однако все это в условиях надвигающегося развала оказалось невыполнимым. Все труднее становилось для ИТЭФ готовить новые эксперименты в Серпухове. Поэтому Валерий решил сосредоточиться на участии в международных экспериментах за рубежом на уникальных установках,

отсутствующих в СССР. "Но для этого, - говорил Валерий, - ИТЭФ должен получить мировое признание. Я добьюсь, чтобы на эксперименты за границу посылались наиболее квалифицированные и талантливые люди, а не только те, которых обычно посылают по анкетным данным. Я уверен, что большую помощь при этом могут оказать наши теоретики, которые имеют большой авторитет в мире. Я добьюсь, чтобы их также посылали, невзирая на анкеты". И Валерий со свойственной ему настойчивостью стал проводить эту программу.

При этом он столкнулся с огромными препятствиями в лице райкомов и некоторых чиновников. Он, конечно, не был наивным человеком. Пройдя коридоры власти, он прекрасно знал существовавшие порядки и имел различные связи, которые использовал. При этом он смело спорил с начальством и убеждал его в пользу дела, которое это начальство не понимало. Порою мне казалось, что он действовал так же, как когда-то воевал, будучи летчиком на штурмовиках и пикирующих бомбардировщиках: шел к цели, не взирая на огонь, который по нему велся. (Кстати, Валерий, подобно многим фронтовикам, никогда не рассказывал о войне, зная, что люди, не побывавшие на ней, никогда настоящему не смогут понять, что они прошли. Он только раз, отвечая на мои расспросы, заметил, что при перебазировании с одного аэродрома на другой они иногда теряли самолетов не меньше, чем при боевых вылетах. Только от друзей Валерия я знал, что он был участником многих ожесточенных боев).

Сотрудники ИТЭФ, участвуя в международных экспериментах, добились блестящих результатов. Сейчас они являются участниками наиболее интересных проектов. В этом несомненная заслуга стратегии, выработанной Валерием. Вместе с тем, хотелось бы напомнить, что он не мыслил долговременного международного сотрудничества без существования собственной отечественной базы.

Валерий был очень увлекающимся человеком, большим патриотом своего института и с восхищением рассказывал мне об успехах или способностях различных сотрудников ИТЭФ. Иногда, правда, его ждало разочарование. Он не прощал обмана, проявлений эгоизма и получение каких-либо благ за счет товарищей, зажима молодых сотрудников. Мы много спорили и даже ругались с ним по различным поводам, но это всегда был честный спор, в котором искалась истина и проигравший признавался в своей неправоте. Я нередко обращался к нему за советами и всегда получал исчерпывающий ответ.

Валерий помог очень многим людям, используя все свои связи. В частности, когда дело касалось лечения, он просил помочь свою жену Тамару Михайловну, устраивая людей в больницы, организуя им консультации и т.д. Он принадлежал к тем редким людям, которых можно было разбудить ночью и попросить о помощи, и он ее окажет. Я знаю много примеров этого.

Однажды, когда я был в альплагере, а моя жена приехала с детьми в Москву, у моего младшего сына Юрия случился вечером острый приступ аппендицита. Жена перепугалась, не зная, куда лучше его отвезти, и позвонила Валерию и Тамаре Михайловне, которая посоветовала Русаковскую больницу. Когда жена с сыном приехали туда, ребенка сразу взяли в операционную. Валя осталась ждать в больнице и, выйдя во двор, увидела в темноте возле машины Валерия и Тамару Михайловну. Они приехали, понимая, как плохо ей без меня, чтобы успокоить и ободрить. Повезли ее к себе домой, напоили чаем. Потом Тамара Михайловна долго дозванивалась в больницу, чтобы поговорить с оперировавшим хирургом и выяснить, как велика опасность перитонита. Была уже глубокая ночь. Валерий поехал ее провожать. Жена до сих пор помнит это ощущение теплоты и естественности в желании помочь и поддержать.

Душевная щедрость Валерия, его энергия и преданность делу привлекали к нему самых разных людей. Я видел, с каким вниманием и заботой относились к нему его сотрудники. Его уход явился тяжелой утратой не только лично для меня, не только для ИТЭФ, но и для всей нашей науки.

## Воспоминания о Валериане Григорьевиче Шевченко

В.Г.Неудачин

Я познакомился с Валерианом Григорьевичем Шевченко весной 1952 г., когда я, аспирант-теоретик НИИЯФ, работал в бюро ВЛКСМ физического факультета МГУ, а он, бывший фронтовик, являлся партгором четвертого курса. Я тогда отметил его высокий "профессиональный" уровень партийной работы, напор и авторитет вождя масс, которым он пользовался на курсе. Позже Валериан Григорьевич был дипломником в нашей лаборатории ядерных реакций (ЛЯР) - НИИЯФ МГУ, и нам стало ясно, что он студент, сильный в научном отношении. Но в то же время он, уже будучи взрослым человеком по сравнению с нами, сросся с руководящей работой, которая соответствовала его темпераменту, и обычная карьера научного сотрудника была не для него. Попробовав себя после окончания МГУ в Отделе науки ЦК, он после двух лет ушел оттуда, сказав мне, что там не было атмосферы конструктивной работы по развитию атомной программы СССР. Успешно окончив аспирантуру в ФИАН у И.В.Чувилы по фотоядерным реакциям при промежуточных энергиях, Валериан Григорьевич был приглашен доцентом С.С.Васильевым возглавить фотоядерную группу в ЛЯР, организованную в конце 50-х гг. в связи с тем, что в НИИЯФ по инициативе С.С.Васильева был только что построен бетатрон на 33 МэВ - с энергией, больше чем обычно, на 10 МэВ (и это оказалось потом принципиально важным).

Тогда, в связи со строительством нового здания МГУ и особой важностью атомной программы в истории НИИЯФ был единственный момент, когда не было ограничений на строительство ускорителей, сооружение зданий, приобретение аппаратуры. С.С.Васильев это хорошо использовал, создав 19-й корпус, а не прояви он тогда незаурядной энергии, ничего бы не было! Построенный бетатрон открывал прекрасные возможности исследования дипольного гигантского резонанса у атомных ядер (именно в силу запаса энергии по сравнению с обычными машинами) - исключительно популярного тогда направления в физике атомного ядра. Валериан Григорьевич энергично взялся за дело и создал крепкий квалифицированный коллектив, где был замечен растущий аспирант Б.С.Ишханов.

Здесь с идейной стороны сыграло огромную положительную роль то параллельное обстоятельство, что теорией ядра и теорией фотоядерных реакций активно занимался очень сильный теоретик (вообще говоря, специалист по квантовой теории поля) доцент кафедры теории ядра (затем профессор) Ю.М.Широков со своими учениками В.В.Балашовым, Н.П.Юдиным и Ю.Ф.Смирновым. Я тесно сотрудничал с группой Ю.М.Широкова и благодаря этому понял, на каком формальном уровне должен работать теоретик и какого научного масштаба могут быть теоретические работы. Через эту группу я вошел в теорию фотоядерных реакций, но не как ученик, а со своим знанием (при активном взаимодействии с Ю.Ф.Смирновым) многочастичной теории ядерных оболочек, структуры легких ядер и теории групп (схемы Юнга и т.д.). Это и позволило, при одобрении Ю.М.Широкова, мне совместно с Валерианом Григорьевичем Шевченко и Н.П.Юдиным представить на Всесоюзную конференцию по ядерным реакциям в 1960 г. доклад, где было показано теоретически, что у легких ядер р-оболочки, исключая ядро  $^{16}\text{O}$ , должно наблюдаться огромное расщепление дипольного гигантского резонанса (ДГР) нового типа - расщепление по оболочечным конфигурациям, когда переходы нуклона из замкнутой оболочки в частично заполненную наружную уходят вверх по энергии на 15-20 МэВ по сравнению с переходами из частично заполненной оболочки в следующую незаполненную, которые "сидят на своем привычном месте" (только через 30 лет в нашем обзоре в УФН мы освободи-

## Он был безусловным лидером

*Г.А.Лексин*

Валериана Григорьевича Шевченко я знал почти 40 лет, с 1948 года, когда он после армии пришел учиться на физфак МГУ. За это время были два периода, когда мы часто и дружески общались.

Первый - в студенческие годы; я учился на курс старше, но мы были связаны совместной комсомольской работой: Шевченко был секретарем комитета комсомола факультета, я - членом бюро и отвечал за спорт. Кстати, Валерий был страстным болельщиком и здорово играл в шахматы, особенно поражая окружающих сеансами игры вслепую на нескольких досках. Шевченко был старше и по возрасту и по "чину", но никогда не выделялся, что, по-видимому, не стоило ему никаких усилий. Хотя на наших послевоенных курсах были ребята - и хорошие ребята, - которые говорили потом: "Я захожу в аудиторию, а никто не встает". Валерия знали, уважали и любили на факультете и, что может быть показательнее, - после окончания МГУ в течение многих лет. Он располагал к себе оптимизмом, энергией и добротой. На бюро очень часто он снижал взыскания по персональным делам, которые были определены на курсовых собраниях. Он помогал как мог, будучи членом комиссии по распределению на работу. К нему ходили советоваться. Уже в студенческие годы Шевченко был безусловным лидером.

По окончании МГУ я уехал работать в Дубну. Валерий остался в Москве, а когда я вернулся в Москву и стал работать в Институте теоретической и экспериментальной физики (ИТЭФ), он уже работал в МАГАТЭ "большим начальником" какого-то департамента. За это время мы встречались всего пару раз на конференциях в СССР, но я понял, что Шевченко не зачинился, более того, хочет вернуться в физику, прекратив дипломатическую карьеру; закончил экспериментальную работу, ставшую основой докторской диссертации; посмотрел мир, и что важнее для дальнейшего, - ведущие лаборатории по физике высоких энергий.

В 1968 году Валериан Григорьевич Шевченко пришел работать в ИТЭФ. Так начался длительный второй период нашего общения фактически до дня его смерти. Шевченко, как физика, плохо знали в институте. Результаты его работ и заслуги лежали в области гигантского резонанса, а ИТЭФ в этот период был нацелен на физику высоких энергий, на физику элементарных частиц. Но именно сюда были направлены интересы и планы нового вице-директора ИТЭФ. При этом реализоваться они должны были в коллаборациях физиков ИТЭФ с лучшими и наиболее перспективными мировыми центрами: ЦЕРН, ДЕЗИ, ФЕРМИЛАБ, СССи. В ИТЭФ к этому времени уже были примеры удачного сотрудничества, но Валерий начал энергично осуществлять свои более широкие планы, собрав вокруг себя сильных физиков, много молодежи и преодолевая привычное сопротивление чиновников. Например, чиновники понимали, что на мировые чемпионаты надо посылать одних и тех же самых сильных хоккеистов, а на эксперимент не пускали во второй, третий раз необходимых, задействованных в опытах физиков. Конечно, нужны были материальные вклады и т.д. Шевченко в Институте быстро стал известен и уважаем. Но не всегда любим теми, кто не попал в орбиту его ответственности и считал неправильным ориентацию на активное внедрение в мировое физическое сообщество, теми, наконец, кто не выдерживал заданных темпов работы. Сам Валерий работал много. С начала рабочего дня и до позднего вечера можно было его застать в своем кабинете. Почти не отлучался из страны, и даже из Москвы. Ездили к нему. Всех ценил по конечной отдаче. И это все тоже быстро формировало отношение.

Я не участвовал в организованных Шевченко коллобарациях, хотя многие мои ученики, в том числе сын Валерия Сергей после защиты диссертации, заняли в них достойное место. Об успешных результатах работ расскажет автор, который и сейчас продолжает и развивает эксперименты. Я скажу о делах Валерия, так сказать, на территории ИТЭФ. Шевченко отвечал за развитие компьютерного центра, который сначала создавался и успешно работал на базе отечественных ЭВМ, потом появились зарубежные машины в сети с ними, и, наконец, довольно давно ИТЭФ был подключен через ДЕЗИ к мировой сети ИНТЕРНЕТ. По инициативе Шевченко в ИТЭФ создана новая астрофизическая лаборатория, сотрудники которой были привлечены к начатым, опять-таки по инициативе Шевченко, исследованиям в области инерционного синтеза. Валерий поддерживал развитие медпучка; активно рассматривал все возможные, но к сожалению до сих пор не реализованные планы реконструкции ускорителя ИТЭФ У-10, то в машину для ускорения помимо протонов ионов, вплоть до тяжелых, то в С-фабрику. Он с большим интересом относился и, так или иначе, поддерживал все нетривиальные работы: измерение бета-спектров трития для установления массы нейтрино, исследование кварковых степеней свободы в ядрах, о чем я расскажу отдельно, мю-химические и мю-твердотельные работы, поиски двойного бета-распада, в том числе на крупномасштабной установке с трековыми камерами в большом магните, опыты по несохранению четности определения ядер. Я не уверен, что я перечислил все, тем более, что я не все знаю. Но уже сказано достаточно, чтобы не считать Шевченко только организатором зарубежных экспериментов ИТЭФ, хотя он, и сейчас хорошо видно, как это важно, справедливо придавал этим экспериментам большое значение.

Валерий любил ИТЭФ. Считал родным институтом. Постоянно думал о его судьбе. Гордился ИТЭФ, его духом. Гордился высоким (по анализу американских ученых) рейтингом теоретиков ИТЭФ. Гордился уровнем экспериментаторов, который немедленно проявился в совместной работе с зарубежными физиками. Гордился успехами молодых физиков, которых готовит кафедра физтеха на базе ИТЭФ, и тех, которых привел Шевченко с физфака МГУ. Он всячески поддерживал Школу физиков ИТЭФ. Валерий любил даже территорию ИТЭФ и думал о ее благоустройстве. И все это, как в молодости, увлеченно и страстно.

Он и умер, страстно переживая, сразу, не дотянувшись до телефона. Не болел, и не часто жаловался на здоровье. Может отказ американцев строить СССи, или что-то в семье, может судьба ЛЗ или очередные трудности в институте...

Валерий не бюрократился, был общедоступен. С коллегами был, как говорится, "на коротке", хотя застолий не любил, не пил нисколько. Не таил информацию. Был прост; иногда даже любил маску просточка, хотя это скорее с посторонними. Он был порядочным человеком, не злопамятен, не мстил: не подписывал работ, где мог бы претендовать на авторство, но не считал так. Не был жаден ни на деньги, ни на славу. Не возвышал себя. Может всем этим и возвысил.

## Уникальная личность

*Е. М. Лейкин*

В конце 60-х годов после окончания работы в МАГАТЭ и возвращения в Московский университет Валериан Григорьевич начинает прилагать серьезные усилия к тому, чтобы создать в МГУ условия для широкого участия сотрудников и студентов университета в проводимых на крупнейших ускорителях исследованиях по физике высоких энергий. Его организационные шаги по развитию экспериментальной базы исследований встречают одобрение и поддержку ректора университета академика Ивана Георгиевича Петровского. Валерианом Григорьевичем движет глубокая убежденность в том, что наиболее продуктивное обучение студентов должно происходить в тесной взаимосвязи академического изучения фундаментальных дисциплин с творческим участием будущих исследователей в реальной научной работе. Он является активным приверженцем нового стиля обучения в высшей школе, получившего широкое признание, в том числе и у нас в стране, в основе которого - последовательная преемственность обучения в ВУЗ'е и "базовом" научно-исследовательском институте. Идеальные предпосылки для реализации этой системы при подготовке в МГУ специалистов в области строения вещества создавал Научно-исследовательский институт ядерной физики - НИИЯФ МГУ.

Другим побудительным мотивом была сложившаяся система организации научных исследований по физике элементарных частиц и физике высоких энергий. Эти исследования оказались сконцентрированы в крупных научных центрах, однако в формировании научной политики существенную роль играли университеты и их ассоциации, ставшие своеобразным мозговым центром. Это обеспечивало участие коллективов университетских ученых, обладающих высоким научным потенциалом в изучении, возможно, одного из самых фундаментальных разделов современной науки. Эта система опиралась на широкое использование в тот период ряда глобальных физических установок, в первую очередь различных пузырьковых камер, интенсивно и продуктивно работавших в пучках крупнейших ускорителей. Получаемая в виде снимков с этих камер информация могла в одинаковой мере эффективно обрабатываться и анализироваться физиками из различных университетов и научно-исследовательских центров. В это же время происходит успешный запуск серпуховского ускорителя, который на определенный период становится лидером мировой науки. Валериан Григорьевич воодушевлен этими объективными предпосылками и предпринимает огромные усилия с тем, чтобы вывести исследования в Московском университете на передовые рубежи науки о строении вещества. Стоит напомнить, что по сложившейся традиции наиболее фундаментальные исследования были сосредоточены у нас в стране в Академии наук и отраслевых институтах. Тем не менее, заручившись серьезной поддержкой директора НИИЯФ МГУ С.Н.Вернова, ректора университета И.Г.Петровского, президента Академии наук М.В.Келдыша и министра высшего и среднего специального образования В.Е.Елютина, Валериан Григорьевич добивается в конце 1968 г. организации в НИИЯФ МГУ лаборатории высоких энергий, ЛВЭ. Распоряжением Минвуза лаборатория утверждается в качестве головной по физике высоких энергий в системе ВУЗ'ов страны. В апреле следующего, 1969 г., он делает доклад на Межведомственной комиссии по ядерной физике Академии наук, которая одобряет программу развития лаборатории. Однако, пожалуй, главным достижением на этом этапе явилось распоряжение Совета Министров СССР, подписанное 27 февраля 1969 г. за № 30 о строительстве "в г.Москва лабораторного здания высоких энергий площадью до 5000 кв.м.", которое предназначалось для размещения экспериментального оборудования Центра по



обработке filmовой информации с пузырьковых камер и анализа экспериментальных данных по физике высоких энергий, полученных на крупнейших ускорителях частиц.

К сожалению, на дальнейшем развитии лаборатории высоких энергий сказались ряд преобладающих обстоятельств. Прежде всего, строительство корпуса высоких энергий велось традиционными методами "долгостроя". Это затормозило ввод здания в эксплуатацию, однако, отнюдь не обесценило беспрецедентного для университета разрешения на сооружение на его территории лабораторного корпуса, что, безусловно, было заслугой Валериана Григорьевича. После непростого и небыстрого выбора местоположения корпуса на территории университета, было решено построить его в виде пристройки к административному корпусу, симметричной зданию поликлиники. Благодаря тому, что запланированная площадь лабораторного корпуса была значительно меньше площади поликлиники, в корпусе удалось запроектировать 4 двусветных зала площадью по 400-500 кв.м. каждый. Это соответствовало большим габаритам существовавшего просмотрово-измерительного оборудования и вычислительной техники, а также техническим условиям их размещения. Но уже и тогда стало ясно, что по мере развития новой техники в корпусе будут появляться значительные ресурсы дополнительной площади. Фактически, так оно и получилось, и спустя 1,5 десятилетия в корпусе практически не осталось гигантских двусветных помещений. Благодаря этому, фактически не возникало проблем традиционного дефицита лабораторных помещений, которые мешали бы развитию перспективных научных направлений. Более того, в нынешнее кризисное время эти резервы площади сыграли не последнюю роль в стабилизации материального положения всего института.

Начало активной деятельности Валериана Григорьевича по развертыванию работ в НИИЯФ МГУ совпало с весьма заманчивым предложением, полученным им, - занять пост вице-директора Института теоретической и экспериментальной физики в системе Госатома СССР. После длительных и нелегких размышлений он выбрал, по-видимому, единственно правильное решение, и принял это предложение, что естественным образом сказалось и на созданной им в университете лаборатории и, особенно, на работе в новом институте, которой он посвятил себя целиком и до конца.

Говоря о личности Валериана Григорьевича, нельзя пройти мимо очень важного свойства его характера. Оно проявлялось в том, что начиная со студенческой скамьи, а затем во время работы в университете и ИТЭФе для многих людей встреча с Валерианом Григорьевичем оказывалась определенной вехой их жизненного пути. Очень часто такая встреча выливалась в плодотворные деловые связи, тесное научное сотрудничество, наконец, прочную человеческую дружбу. Основной причиной тому были уникальные личные качества Валериана Григорьевича. Он обладал удивительной способностью вселять в собеседника чувство уверенности в своей правоте, делиться с ним своей неиссякаемой энергией, избавляться от ненужных сомнений в собственных силах. Обладая незаурядной научной интуицией и прекрасно понимая главные тенденции в развитии основных фундаментальных направлений, Валериан Григорьевич стремился вовлекать коллективы ученых к решению наиболее принципиальных проблем. Так, в период его основной работы в Московском университете такой "сверхзадачей" было создание и развитие нового научного направления. Став вице-директором крупного научного центра, он поставил перед собой еще более грандиозную "сверхзадачу" интеграции отечественной науки в мировую. Помимо конкретного участия в международных научных сотрудничествах, он вел борьбу за вывод отечественной науки из той изоляции, в которой она оказалась в результате ряда безответственных решений политического руководства страны, принятых на последнем этапе холодной войны.

Переход Валериана Григорьевича на основную работу в ИТЭФ, к сожалению, сказался на темпах развития основанной им в университете лаборатории. Требовалась непрерывная борьба за реализацию новых идей и внедрение прогрессивных методов. Поэтому лишь с приходом на работу в НИИЯФ МГУ в организованный им отдел экспериментальных исследований одного из ведущих сотрудников Института физики высоких энергий П.Ф.Ермолова темп развития исследований в этой области стал интенсивно расширяться и достиг масштабов, характерных для крупных научных центров, чему способствовал ввод в строй Лабораторного корпуса высоких энергий.

Но несмотря на все сложности Валериан Григорьевич всегда был готов содействовать решению научных, финансовых, кадровых или любых других проблем, важных для успешной работы коллектива. Его никогда не покидало чувство ответственности за условия, в которых работают его сотрудники. Не являясь воспитанником какой-либо научной школы, Валериан Григорьевич, тем не менее, наследовал чувство высокой ответственности, столь характерное для крупных руководителей науки послевоенного периода, с именами которых связаны грандиозные достижения. Он вообще обладал многими уникальными качествами организатора науки, не все из которых оказались, к сожалению, востребованы. Даже из краткого общения с ним не составляло труда сделать вывод о том, что своей главной задачей, главной обязанностью, наконец, главной целью деятельности на посту вице-директора он считал необходимость создания условий для наиболее эффективной творческой работы сотрудников, их участия в разработке наиболее фундаментальных проектов.

Общаясь с окружающими, он, как правило, был крайне восприимчив и неподдельно отзывчив. У него существовала своего рода "презумпция" уважительного отношения к собеседнику, в котором он всегда видел личность. Постоянно до предела занятый делами института, Валериан Григорьевич, тем не менее, мог иногда чуть ли не часами с упоением рассказывать, какие замечательные талантливые люди работают в Институте теоретической и экспериментальной физики. Но все это не означало, что он страдал своего рода "прекраснодушием". Более того, его нетерпимость к таким недостаткам, как нечестность и непорядочность вызывала искреннее уважение. Как никто другой, он умел отдать "Богу - божье", а "кесарю - кесарево". Ошибаясь в ком-то, он, как правило, старался впредь по возможности избегать контактов с человеком, обманувшим его доверие.

Нельзя не огорчаться, что нынешние руководители науки постепенно утрачивают это высокое чувство ответственности перед коллективом, без которого вряд ли возможно процветание отечественной науки и которым так щедро был наделен Валериан Григорьевич Шевченко.

И именно, в сплаве уникальных личных качеств с их проявлением в отношениях с окружающими кроется секрет той любви и уважения, той притягательной силы, которые с момента первого знакомства с Валерианом Григорьевичем прочно вошли в жизнь многих из нас и которые не оборвались в трагический день 13 мая 1991 года.

# ГИГАНТСКИЕ РЕЗОНАНСЫ В АТОМНЫХ ЯДРАХ

Б.С.Ишханов, Н.П.Юдин

Научно-исследовательский институт ядерной физики им.Д.В.Скобелевца, Москва

Р.А.Эрамжян

Государственный научный центр "Институт ядерных исследований РАН", Москва

Проблема гигантских резонансов (GR) – их экспериментальный поиск, изучение свойств и природы – является одной из центральных в ядерной физике. В настоящей работе прослеживается развитие и расширение взглядов на GR, обсуждается, что "получилось" спустя три десятилетия из первых попыток в рамках теории среднего поля понять природу одного из GR – гигантского дипольного резонанса.

Работа посвящена памяти Валериана Григорьевича Шевченко, замечательного человека, ученого и организатора науки. Валериан Григорьевич обладал замечательным даром – остро чувствовать новые веяния в науке и быстро на них реагировать. Поэтому не удивительно, что он стоял у истоков всего направления GR [1] и своими исследованиями внес важный вклад в его развитие.

## I. Гигантский дипольный резонанс

1. Гигантским дипольным резонансом (GDR) называют широкий максимум в кривой поглощения  $\gamma$ -квантов атомными ядрами (Рис.1).

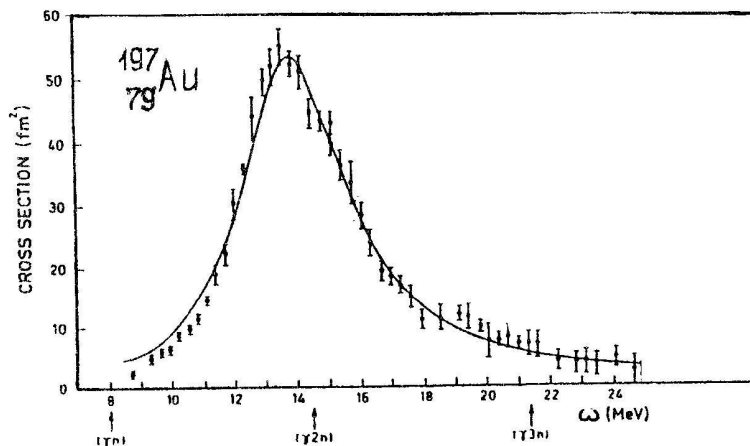


Рис.1. Кривая поглощения  $\gamma$ -квантов ядром  $^{197}\text{Au}$ .

Энергия  $\omega_m$  этого максимума плавно зависит от массового числа  $A$  :

$$\omega_m \simeq 32.2 A^{-1/3} + 20.6 A^{-1/6} \text{ МэВ}, \quad (1)$$

# ЧТО МЫ ЗНАЕМ О КОНФИГУРАЦИОННОМ РАСЩЕПЛЕНИИ ДИПОЛЬНОГО ГИГАНТСКОГО РЕЗОНАНСА ЯДЕР $f_p$ -ОБОЛОЧКИ

*Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, И.А. Тутынь  
Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ*

## *1. Введение*

Развитие фотоядерных исследований в НИИЯФ МГУ неразрывно связано с именем Валериана Григорьевича Шевченко. Благодаря его энергии и острой научной интуиции в НИИЯФ МГУ возникла экспериментальная научная школа, внесшая большой вклад в изучение физики электромагнитных взаимодействий ядер. Авторы статьи посвящают свою работу памяти этого выдающегося ученого.

Изучение атомных ядер с помощью реальных фотонов - важный источник информации о возбужденных ядерных состояниях, лежащих высоко в континууме (над порогом нуклонной эмиссии). Хорошо известно, что такая фундаментальная мода возбуждения ядра, как Дипольный Гигантский Резонанс (ДГР), была открыта именно в фотоядерных экспериментах. Пятьдесят лет изучения этой моды сыграли ведущую роль в формировании современных представлений о коллективных возбуждениях в ядрах. Различные приближения, развитые для описания ДГР, были, главным образом, направлены на интерпретацию его усредненных характеристик: области локализации резонанса, его формы и ширины. Соответствующие данные обычно брались либо из экспериментов по измерению сечения фотопоглощения, либо из экспериментов по измерению полных фотопротонных и фотонейтронных сечений.

Однако распадные характеристики ДГР, и особенно, так называемые парциальные фотоядерные каналы  $(\gamma, x_i)$ , где  $x$  - испускаемая ядром частица (протон, нейтрон,  $\alpha$ -частица и т.д.), а индекс  $i$  относится к определенному состоянию конечного ядра, содержат значительно большую информацию о природе ДГР. Действительно, как правило, конечные состояния, в которые происходит распад возбужденного ядра, лежат значительно ниже ДГР и их свойства обычно хорошо известны из других экспериментов. Знание природы низколежащих заселяемых состояний позволяет получить принципиально новую информацию о высоколежащих распадающихся состояниях ДГР.

Данные о парциальных фотоядерных каналах получают в двух типах экспериментов (Рис.1). Измеряют либо энергетические спектры вылетевших из ядра частиц  $x$ , либо спектры  $\gamma$ '-квантов, снимающих возбуждение конечного ядра реакции. Эксперименты последнего типа называют  $(\gamma, x\gamma')$ -экспериментами. Использование в  $(\gamma, x\gamma')$ -экспериментах германиевых детекторов, имеющих высокое энергетическое разрешение, позволяет разделять фотоядерные каналы, соответствующие заселению отдельных близко-расположенных уровней конечного ядра. Еще одним преимуществом этого метода является то, что он позволяет одновременно изучать фотоядерные каналы, соответствующие эмиссии из ядра частиц различного типа.

## Экспериментальная физика высоких энергий в НИИЯФ МГУ П. Ф. Ермолов

### 1. Введение

Этот сборник посвящен памяти В.Г.Шевченко. В.Г.Шевченко сыграл важную роль в становлении физики высоких энергий в НИИЯФ МГУ как одного из важных направлений научно-педагогической деятельности института.

НИИЯФ МГУ практически с начала своего образования активно исследовал взаимодействия частиц высоких энергий с веществом и общие характеристики множественного и инклюзивного образования адронов с большим экспериментальным искусством были первоначально изучены в космических лучах. Примером крупнейшего методического достижения при исследовании космических лучей в 50-е годы является разработка и создание первого в мире ионизационного калориметра, развитие теории этого прибора, выполненное физиками НИИЯФ МГУ (Н.Л.Григоров, В.С.Мурзин, И.Д.Рапопорт, 1957г.). Методы калориметрии адронов и фотонов в современных модификациях используются в настоящее время практически во всех крупномасштабных установках на ускорителях высоких энергий.

Позже, в связи с разработкой ускорителей на большие энергии, по инициативе В.Г.Шевченко и при широкой поддержке академиков С.Н.Вернова и А.А.Логанова были развернуты работы по непосредственному участию физиков НИИЯФ МГУ в исследованиях на советских и зарубежных ускорителях высоких энергий.

В самостоятельный раздел исследований данная тематика была выделена в начале 80-х годов, после завершения строительства лабораторного корпуса высоких энергий и в настоящее время является одной из ведущих в НИИЯФ МГУ.

В настоящее время все ученые НИИЯФ МГУ, занимающиеся экспериментальной физикой высоких энергий, объединены в один отдел, включающий 8 лабораторий.

Свою работу отдел строит, исходя из понимания большой роли института в деле подготовки и воспитания молодых физиков Московского университета, а также путем участия в исследованиях наиболее фундаментальных свойств материи, которые проводятся на ускорителях. Отсюда вытекает необходимость развития новых методик и довольно широкий спектр задач, охватывающих основные направления адронных и электрослабых взаимодействий. Ниже будут проведены некоторые результаты работы отдела экспериментальной физики высоких энергий НИИЯФ МГУ в последние 10 лет.

### 2. Разработка и создание измерительно-вычислительного комплекса по физике высоких энергий и результаты исследований на больших трековых детекторах

В 1981-1985 гг. по плану ГКНТ СССР в НИИЯФ МГУ был создан крупнейший в нашей стране (второй после Института физики высоких

энергий) измерительно-вычислительный центр по обработке filmовой информации с любых трековых детекторов, используемых на ускорителях (большие пузырьковые камеры, гибридные установки, искровые камеры, фотозмульсии и т.д.). Комплекс был основан на современных измерительных приборах и вычислительной технике, включающих полуавтоматические устройства ПУОС-4 для анализа снимков с больших пузырьковых камер, ПУОС-1 для детекторов средних размеров, трехкоординатные приборы ТИП-1 для обработки данных в фотозмульсионных гибридных экспериментах, автомат на основе электронно-лучевой трубки и ряд более простых просмотровых проекторов. Приборы работали под управлением малых и средних ЭВМ типа "Электроника-60", СМ-4, а верхний уровень сбора и управления, а также физический анализ информации осуществлялся с помощью 2-х ЭВМ ЕС-1045.

На данном комплексе проведена обработка следующих крупномасштабных экспериментов (до 250 тыс. снимков на эксперимент):

- протон-протонные и протон-антипротонные взаимодействия при импульсе 32 ГэВ на пузырьковой камере "Мирабель" ИФВЭ;

- протон-антипротонные взаимодействия при 22 ГэВ на пузырьковой камере "Людмила", также работавшей в ИФВЭ;

- антидейтрон-протонные взаимодействия при 12 ГэВ на 2-х-метровой камере ЦЕРНа;

- эксперименты с разнообразными пучками (NA-22, 23, 27) на европейском гибридном спектрометре (пузырьковая камера и внешние электронные идентификаторы) в области энергий 250-400 ГэВ;

- эксперимент E-632 совместно с ФНАЛ, ИТЭФ, ЦЕРНОм по исследованию нейтринных взаимодействий при энергиях до 500 ГэВ с помощью 15-футовой пузырьковой камеры ФНАЛ.

В этих исследованиях в широкой области энергий 12-400 ГэВ получен уникальный экспериментальный материал по множественному образованию адронов, процессам образования странных частиц и всего спектра резонансов, о корреляциях частиц и флуктуации плотности частиц в фазовом пространстве. Детально были изучены свойства дифракционных и аннигиляционных процессов. В частности, в экспериментах, проведенных совместно с ИФВЭ на камере "Мирабель", было показано, что аннигиляция барионов происходит не за счет аннигиляции кварков, а в результате перестройки кварковой структуры адронов.

В экспериментах на ЕГС найдено, что эффективные радиусы составляющих ("одетых") кварков (0,16-0,20 Фм) логарифмически растут с энергией.

В исследованиях взаимодействий нейтрино на 15'-пузырьковой камере благодаря преобладанию партонного механизма рождения удалось более четко выделить эффекты, связанные с длиной адронизации кварка, участвующим во взаимодействии. Весь этот цикл работ представляет собой детальные исследования так называемых "мягких" адронных процессов (идущих с малыми поперечными импульсами вторичных частиц и с большими сечениями), для которых не существует более-менее строгой теории по сравнению с "жесткими" процессами, описываемыми квантовой хромодинамикой. Поэтому полученные надежные и сравнительно точные данные по общим характеристикам многочастичного образования адронов в настоящее время широко используются для построения феноменологических моделей.

### 3. Спектрометр с вершинным детектором (СВД) и поиск аномальных механизмов рождения тяжелых кварков

В 1986-1991 гг. совместной группой ученых НИИЯФ МГУ-ИФВЭ-ОИЯИ-ТГУ была создана уникальная установка для экспериментов на серпуховском ускорителе - широкоапертурный магнитный спектрометр, в котором в качестве вершинной части и мишень для первой фазы эксперимента используется быстроциклирующая пузырьковая камера. НИИЯФ МГУ сделал определяющий вклад в создание этой установки, обеспечив разработку и создание 30 плоскостей больших (до 1,5 м) пропорциональных камер, регистрирующую и триггерную электронику на 20 тыс. каналов в стандарте КАМАК-КОМПЕКС, систему сбора и управления информации на основе нескольких ЭВМ и соответствующее математическое обеспечение.

В НИИЯФ МГУ был предложен также оригинальный интерактивный способ гибридизации треков в пузырьковой камере и магнитном спектрометре, основанный на одновременном использовании полной измерительной информации. Высокие качества спектрометра характеризуются, например, тем, что разрешение по массам нейтральных каонов и Л-гиперонов составляет менее 0,5%. Целью эксперимента является изучение образования пар очарованных частиц в протон-протонных взаимодействиях в околопороговой области энергий 70 ГэВ. Этот интерес связан с возможностью наблюдения аномального механизма рождения С-частиц за счет "внутреннего чарма" в протоне. При больших энергиях механизм внутреннего чарма должен становиться относительно малым за счет резкого роста с энергией обычно механизма рождения тяжелых кварков - кварк-глюонного слияния.

В 1992-1994 гг. в эксперименте на СВД в ходе 2-х сеансов работы на ускорителе получена определенная статистика (~ 120 тыс. pp-взаимодействий) и завершается поиск рождения  $C\bar{C}$ -пар. Предварительные результаты заключаются в том, что сечение  $C\bar{C}$ -пар составляет величину порядка 1 мкбарн, что не противоречит обычному механизму рождения очарованных частиц. Недостатком данного эксперимента являются ограничения статистики.

Эксперимент планируется продолжить, используя в качестве вершинного детектора активную Si-AsGa-мишень, и модифицировать ряд детекторных узлов установки. Сравнение кинематических характеристик образования  $C\bar{C}$ -пар на уровне статистики в 1000 событий для различных ядер может дать однозначный ответ о существовании тяжелых кварков в протоне в качестве Фок'овских состояний.

#### 4. Развитие методики полупроводниковых детекторов и участие НИИЯФ МГУ в исследованиях фундаментальных свойств материи на ускорителях ГЕРА (ДЕЗИ) и Теватрон (Фермилаб)

##### Эксперимент ZEUS

В 1991-1996 гг. НИИЯФ МГУ для экспериментальной установки ZEUS, работающей на ускорителе ГЕРА при энергии встречных пучков электронов и протонов 300 ГэВ, создал адрон-электронный сепаратор на основе кремниевых полупроводниковых детекторов большой площади.

Электроны с высокой эффективностью (~99%) отделяются от адронов по величине ионизации, оставляемой в тонком слое кремния - детектора заряженными продуктами лавинного каскада электронов или взаимодействующими адронами после прохождения ими 3-х радиационных длин уран-сцинтилляционного калориметра установки ZEUS. Для электрон-адронного сепаратора в НИИЯФ МГУ совместно с рядом промышленных предприятий страны был разработан и поставлен большой объем аппаратуры, включающий 12 тыс. кремниевых детекторов, площадью  $3 \times 3$  см<sup>2</sup>, каждый из которых имеет низкошумящий предусилитель и усилитель-формирователь (2 детектора и 2 предусилителя размещены на одной керамической плате), а также 135 многослойных (до 20-ти слоев), с размерами от 4,5 до 1,5 метра, шин считывания сигналов, на которых устанавливаются керамические платы с детекторами. Разработанная аппаратура не уступает по своим характеристикам мировым стандартам.



С 1992 г. в эксперименте ZEUS в коллаборации ученых 11 стран мира НИИЯФ МГУ проводит фундаментальные исследования электрон-протонных взаимодействий. Хотя светимость ускорителя ГЕРЫ не достигла еще проектного уровня, на установке ZEUS уже получены важные результаты по структуре элементарных частиц на сверхмалых расстояниях  $\sim 10^{-16}$  см. Показано, что в области малых значений бьеркеновской переменной "x" при взаимодействии электронов с кварками протона плотность партонов (глюонов и кварк-антикварковых пар), составляющих протон, значительно возрастает, что экспериментально определяется из поведения структурных функций протона в ер-рассеянии в широкой области переданных импульсов  $Q^2$ . Большие плотности партонов в нуклонах должны приводить к взаимодействию, что будет являться предметом дальнейших исследований.

Данные экспериментов подтвердили также адроноподобные свойства фотона и позволили продвинуться в изучении адронных составляющих фотона. Эти эффекты проявляются в росте сечения взаимодействия фотона с нуклонами, в появлении струй адронов, вылетающих под большими углами относительно оси столкновения, и в других эффектах, связанных с адронной компонентой фотона. При исследовании событий с "большим зазором по рапидити" обнаружено дифракционное возбуждение фотона в адронные состояния больших масс в глубоконеупругих взаимодействиях. Вообще говоря, этот эффект не предсказывался КХД. Предполагается, что дифракционный процесс в глубоконеупругих реакциях связан с взаимодействием фотона с помероном и дальнейшая расшифровка спектра больших масс может привести к информации о структуре померона. Исследования на установке ZEUS позволили также поставить ряд ограничений при поиске новых частиц, таких как лептокварки, тяжелые лептоны, возбужденные кварки и т. д.

Физики НИИЯФ МГУ в экспериментах ZEUS внесли также непосредственный вклад в детальное исследование фоторождения векторных мезонов, чармованных частиц и глюонной структурной функции, в ряд методических вопросов идентификации частиц.

В последние годы участие отдела в ZEUS-эксперименте значительно расширилось, в том числе, за счет подключения большой группы по информационной электронике, которая создала систему медленного контроля установки и разработала проект быстрого сбора информации при увеличении светимости.

Крупнейшим достижением сотрудничества НИИЯФ МГУ - ДЕЗИ явилась разработка и создание глобальной телекоммуникационной компьютерной сети RUHEP/RADIO-MSU с центральным узлом управления в НИИЯФ МГУ. Вход в Интернет обеспечивается каналами спутниковой связи и наземными каналами со скоростью свыше 1 Мбит/с. Сеть,

имеющая уже 10 региональных узлов, включает все основные институты по физике высоких энергий России, а также ряд научных организаций стран СНГ. В настоящее время сеть обеспечивает большую часть международного трафика России и стран СНГ, в том числе весь трафик российских ядерно-физических научных центров. С помощью данной сети отдел экспериментальной физики высоких энергий имеет доступ к информации и вычислительным ресурсам крупнейших международных центров Европы и США и проводит совместный анализ экспериментальных данных с институтами России и лабораториями ДЕЗИ (ФРГ), ФНАЛ (США), БНЛ (США), СЛАК (США) и странами-участницами ЦЕРНа.

### Эксперимент D0

Первоначально участие НИИЯФ МГУ в эксперименте D0 на теватроне ФНАЛ было основано на необходимости модификации вершинной части установки D0 с помощью микростриповых кремниевых детекторов. В настоящее время НИИЯФ МГУ совместно с рядом промышленных организаций г. Зеленограда провел основные методические разработки и получил трапециевидные детекторы с числом стрипов на детектор в количестве 1500 шт., с током на стрип меньше 1 нА, и радиационной стойкостью, удовлетворяющей требованиям эксперимента. Их серийное производство начнется в 1997 г.

Одновременно физики НИИЯФ МГУ приняли широкое участие в анализе экспериментов, проводимых при энергии 1,8 ТэВ на действующей установке D0. Среди многих интересных результатов, связанных с исследованием различных аспектов КХД в рр-столкновениях при таких энергиях, наиболее значимым является обнаружение t-кварка, предсказанного более 20 лет тому назад Стандартной электрослабой моделью. Его масса (около 170 ГэВ) и сечение рождения (около 6 pb) находятся в соответствии с теоретическими ожиданиями и следствиями из предыдущих экспериментов. t-кварк был обнаружен и частично исследован при его парном рождении в сильных взаимодействиях. Однако большой интерес представляет также изучение одиночного рождения t-кварка за счет электрослабых взаимодействий. Физиками МГУ (объединенная группа ОТФВЭ и ОЭФВЭ) совместно с Фермилаб в настоящее время исследуется именно этот механизм, в том числе проведена большая работа по моделированию фона от других физических процессов и выделению экспериментального сигнала. Результаты по оценкам сечения и неизвестным константам связи планируется получить в 1997 г.

Для анализа этого и других исследований в крупномасштабных совместных экспериментах большое значение имеет компьютерная техника. В настоящее время в ОЭФВЭ совместно с ОЯКИ

создана локальная вычислительная сеть на базе 30-ти рабочих профессиональных станций "Силикон Графикс" и 20-ти персональных ЭВМ с общим объемом оперативной памяти 1,5 Гбайт, дисковой памятью 50 Гбайт и быстродействием до 1 млрд. опер./с.

## 5. Заключение

Все исследования по экспериментальной физике высоких энергий НИИЯФ МГУ осуществляются через российские международные гранты. Хотя их число значительно (15 российских и 15 международных грантов), общее финансирование остается на низком уровне, недостаточном для расширения и углубления исследований. Необходимость в этом очевидна, особенно если учесть ряд направлений экспериментальной программы, которые не были отмечены выше.

Это, прежде всего, совместные работы с ЦЕРН по созданию экспериментальных установок ATLAS и CMS для проектируемого крупнейшего в мире адронного коллайдера LHC на энергию 16 ТэВ.

Исследования структуры частиц и новых адронных состояний проводятся в двух экспериментах: поиски экзотических адронных состояний (глюболов и гибридов) в эксперименте на ускорителе БНЛ (США); исследование рождения барионов с тяжелыми кварками в эксперименте ФНАЛ на пучках гиперонов. В первом из этих экспериментов обнаружен новый гибридный экзотический мезон (1350 МэВ) и подтверждены результаты по другим экзотическим состояниям. Для этих экспериментов в отделе были разработаны электронные блоки, предназначенные для регистрации сигналов с  $\gamma$ -детекторами и детекторами колец черенковского излучения, соответственно. Эксперименты по новым адронным состояниям имеют большую перспективу. Существенно новые направления открываются и для совместных экспериментов на ускорителях Тэватрон и ГЕРА в связи с началом осуществления на каждом из них программы значительного повышения светимости встречных пучков.

Все-таки следует сказать, что важное для Московского университета участие в дальнейшем изучении свойств материи и взаимодействий, рост научного потенциала и воспитание молодых ученых может быть достигнуто за счет восстановления нормального государственного финансирования фундаментальных исследований.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕЙТРОНОВ ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ

В. А. Любимов

Когда В. Г. Шевченко пришел в ИТЭФ, в нашей лаборатории разрабатывалась программа по исследованию взаимодействия нейтронов с нуклонами в экспериментах с использованием нейтронных пучков. Почему именно нейтронов?

Во времена 70-х в физике сильных взаимодействий доминировали идеи асимптотики: теорема Померанчука /1/, поведение полных сечений при высоких энергиях, с одной стороны, с другой, - реджистика - описание явлений сильного взаимодействия там где они слабы т.е., в периферических процессах. Нейтрон, как нейтральный адрон, лишенный кулоновского взаимодействия представлял собой идеальный инструмент для исследования взаимодействия адронов с малыми переданными импульсами. В лаборатории уже имелся опыт по детектированию нейтронов высоких энергий, полученный в экспериментах по рассеянию назад  $\pi$ -мезонов на нейтронах (кстати, заметим в скобках, что рассеяние пионов на нуклонах назад лишь на первый взгляд может показаться "жестким" процессом. На самом деле этот процесс скорее следует интерпретировать как перезарядку вперед, только в роли заряда здесь выступает барионное число. Барионный обмен при рассеянии назад происходит при малых переданных импульсах -  $U$ . Обнаруженный в экспериментах ИТЭФ узкий пик в рассеянии назад лишь подтверждает периферический характер процесса. Аналогичный эффект при рассеянии света на дождевых каплях приводит к красивому явлению, - глории).

Нейтронная программа включала в себя измерения полного сечения на протонах и адронах, а также упругого рассеяния и перезарядки. В. Г. Шевченко привлек своих бывших сотрудников из МГУ (группа Лейкина) к этой программе. Коллаборацией ИТЭФ-МГУ была выполнена первая часть - измерение полных сечений нейтронов на протонах и адронах. Далее к программе примкнула группа

Шоппера. В этом сотрудничестве были проведены измерения упругого рассеяния, перезарядки вперед, а также диффракционной диссоциации нейтронов на протонах. И, наконец, логическим завершением программы было исследование взаимодействия нейтронов с протонами в суперпериферической области, с переданными импульсами в интервале:  $10^{-2} - 10^{-5}$  (ГэВ/с)<sup>2</sup>, в области, недоступной для прямого измерения адронной амплитуды в экспериментах с пучками заряженных частиц. Эксперимент был проведен в сотрудничестве с Фрайбургской группой (группа Рунге) на ускорителе в ЦЕРН<sup>е</sup>.

## ВВЕДЕНИЕ

Простейшей формой взаимодействия частиц является рассеяние. При больших переданных импульсах мы проникаем в глубинные области частиц. При рассеянии частиц на малые углы исследуется их строение в периферических областях. В предельном случае при рассеянии на нулевой угол получаем "размер" частиц. Действительно, согласно оптической теореме мнимая часть амплитуды рассеяния на угол нуль связана с полным сечением взаимодействия частиц. Предметом настоящей статьи будут следующие вопросы:

1. Полные сечения взаимодействия нейтронов с протонами; некоторое внимание в этом разделе будет уделено также взаимодействию нейтронов с ядрами;
2. Упругое рассеяние "вперед" нейтронов на протонах;
3. Рассеяние "назад" нейтронов на протонах или, так называемая, упругая пр-перезарядка;
4. Диффракционная диссоциация нейтронов на протонах;
5. (n-p) - рассеяние при высоких энергиях со сверхмалыми переданными импульсами.

В настоящей статье основное внимание мы уделим обсуждению процессов при энергиях, соответствующих областям минимума и роста полных сечений, областям, перекрываемым ускорителями в Серпухове, Батавии и на встречных кольцах.

Нуклон - это изотопический дублет. Изучение взаимодействия нуклонов подразумевает проведение измерений в разных изотопических состояниях т.е. исследования как pp-, так и пр-взаимодействий. Очень важно, чтобы измерения имели сравнимую точность. Однако экспериментальные условия и метод исследования pp- и пр-взаимодействий различны. Изучение pp-взаимодействий

# Эксперимент L3 на $e^+e^-$ коллайдере LEP в ЦЕРНе

Ю.В.Галактионов

Институт Теоретической и Экспериментальной Физики  
Москва

## 1 Введение

Идея постановки крупного эксперимента во встречных пучках на тогда только что утвержденном к строительству электрон-позитронном коллайдере LEP возникла в 1980 году в результате обсуждений экспериментаторов Массачусетского Технологического Института (MIT), Цюрихского Политехнического института (ETH Zurich), Лаборатории Физики частиц в Анси (LAPP Аннесу) и Института Теоретической и Экспериментальной Физики (ИТЭФ Москва).

Эти обсуждения как и предварительные проработки различных аспектов будущего эксперимента проводил Нобелевский лауреат проф. Самуель Тинг (MIT), он же и стал руководителем эксперимента, получившего в последствии название L3.

Валериан Григорьевич Шевченко активно участвовал в обсуждениях, когда они проходили в Москве (ему в те годы запрещалось выезжать за границу), и все более увлекался этой большой и действительно интересной работой.

В 1982 году сформировалось Сотрудничество L3 и эксперимент был утвержден к постановке сначала Исследовательским Советом ЦЕРН'a а затем и соответствующими утверждающими инстанциями институтов-участников сотрудничества. В сотрудничестве L3 в то время участвовали физики 35-ти научных центров из 13 стран. Это было первое крупное сотрудничество физиков США, России (тогда СССР) и Китая. Это было первое сотрудничество, в которое США, Россия и страны Западной Европы (Германия, Голландия, Франция, Италия, Испания, Швейцария) вносили одинаково существенный материальный вклад (США 45%, Западная Европа 38%, Россия 14%). Лидирующую роль в сотрудничестве L3 играли крупные лаборатории, в которых было сосредоточено производство основных компонент измерительного комплекса L3: MIT и Принстонский Университет (США), ETH Zurich (Швейцария), LAPP Аннесу (Франция), Первый Физический Институт в Аахене (ФРГ), ИТЭФ (Москва) и, конечно, ЦЕРН. С течением времени сотрудничество L3 продолжало увеличиваться, все новые и новые группы физиков вступали в L3. В частности, в 1986 году, когда проектирование комплекса было уже закончено и производство детекторов L3 находилось в полном разгаре по инициативе Валериана Григорьевича Шевченко к нам присоединилась еще одна группа из России - физики Института Ядерной Физики (Петербург, тогда Ленинград). С тех пор и до настоящего времени в L3 участвуют две группы из России: ИТЭФ и СПИЯФ, а всего в L3 сейчас входят 54 группы физиков из 18-ти стран. Экспериментальный комплекс L3 остается и сейчас самым крупным в мире, а международное сотрудничество L3 остается наиболее представительным. География сотрудничества показана на Рис 1

## Сотрудничество Н1

*А.В.Семенов*

Сегодня сотрудничество Н1 включает в себя более четырехсот физиков из 39 институтов 12 стран расположенных по всему миру. Оно построило детектор Н1, который успешно работает пять лет на ускорителе ГЕРА в немецком физическом центре ДЕЗИ. Ускоритель этот был запланирован в семидесятые годы, одобрен в мае 1984 года и принят в эксплуатацию в 1991 году.

В ускорителе ГЕРА сталкиваются встречные пучки электронов с энергией чуть меньше тридцати миллиардов электронвольт и протонов с энергией более восьмисот миллиардов электронвольт. Это уникальный ускоритель, аналога которому нет во всем мире. Первым, кто предложил осуществить столь необычные столкновения был нынешний директор ДЕЗИ Бьорн Вик. В постройке ускорителя приняли участие Израиль, Нидерланды, Франция, США, Польша, Италия, Великобритания, Китай и Польша.

Первый разговор об участии Института теоретической и экспериментальной физики в сотрудничестве Н1 состоялся у Валерьяна Григорьевича Шевченко, 8 апреля 1986 года, когда в институт приехала группа руководителей ДЕЗИ: заместитель директора ДЕЗИ по науке профессор П.Зединг, профессора Г.Вебер, В.Бартель, Д.Вегенер и доктор Ф.Брассе. Было решено, что ИТЭФ примет участие в разработке и изготовлении тороидального детектора быстрых мюонов, разработке, изготовлении, сборке и наладке адронного калориметра, а также в расчетах эффективности частей детектора и обработке получаемой информации.

На рабочем совещании участников эксперимента Н1, 24 сентября 1986 года тайным голосованием единогласно было решено принять Институт теоретической и экспериментальной физики в участники эксперимента Н1.

Сразу же начались работы. Для тороида уже в 1987 году была выбрана конструкция и разработаны рабочие чертежи, Были выполнены на ЭВМ расчеты магнитного поля внутри тороида, рассеянных полей, параметров обмоток, системы охлаждения. Рассчитаны конструкции магнитных экранов, влияние неоднородностей и зазоров в ярме электромагнита на распределение магнитных полей. В четвертом квартале 1987 года на заводе в Жданове были прокатаны первые 15 пластин для тороида и начата их обработка. Для обработки пластин из ФРГ была получена высокоточная измерительная головка стоимостью около десяти тысяч долларов.

Для адронного калориметра была разработана конструкция модулей и структура считывающих электродов, разработаны и изготовлены приборы для слежения за основными параметрами камер калориметра - датчики измерения зазора, прибор для измерения темнового тока, прибор контроля геометрии считывающего электрода. Разработаны и изготовлены стенды для криогенных и вакуумных испытаний.

Для обеспечения постоянной связи всех участников сотрудничества с ДЕЗИ были созданы линии компьютерной связи с ИТЭФ. Это было первое подобное подключение московского института к западной компьютерной сети и оно имело колоссальное значение в информационном обмене между группами в процессе работы, да и просто дало возможность сотрудникам института подключиться к мировой информационной сети.

В 1988 году в ИТЭФ была создана линия для производства модулей адронного калориметра и в декабре началось массовое производство модулей. В 1989 году в Гамбург были отправлены и смонтированы детали тороидального магнита. В 1990 году в северном экспериментальном зале была собрана вся



**В.Г. Шевченко на семинаре ИТЭФ  
(80-е годы)**

**Слева направо:  
сидят - В.С. Кафтанов, В.Г. Шевченко, С.С. Герштейн, Р.Н. Фаустов;  
стоят - Л.Б. Окунь, С.П. Денисов.**



# Физика на детекторе АРГУС

Ю.М.Зайцев

Институт теоретической и экспериментальной физики,  
Москва, Россия

## Аннотация

*Валериан Григорьевич Шевченко был инициатором участия физиков ИТЭФ в создании детектора АРГУС. Более чем за 10 лет работы детектора был получен большой объем информации, который позволил сделать значительный вклад в физику прелестных и очарованных адронов,  $\tau$ -лептонов,  $Y$ -мезонов, двухфотонных взаимодействий и процессов фрагментации. Измерения элементов матрицы Кабиббо-Кобаяши-Маскава (СКМ), выполненные сотрудничеством, открыли новое окно в понимании современной теории элементарных частиц - Стандартной Модели. В этой статье приводятся основные физические результаты, полученные сотрудничеством АРГУС.*

## 1. Введение

Детектор АРГУС работал с 1982 по 1992 год на  $e^+e^-$  накопительном кольце ДОРИС II в лаборатории ДЕЗИ, расположенной в г.Гамбурге (Германия) [1]. Этот эксперимент оказался очень плодотворным и сделал большой вклад в современное понимание физики элементарных частиц благодаря ряду важных открытий, среди которых наиболее существенным несомненно является первое наблюдение  $B^0\bar{B}^0$  смешивания [2]. К настоящему времени сотрудничеством АРГУС опубликовано более 150 работ. Около половины всех этих работ являются первыми наблюдениями, а в остальных улучшены результаты предыдущих измерений или проведены поиски новых явлений.

Планы по созданию детектора возникли в 1977 году, когда уже были хорошо установлены  $c$ -кварк и тяжелый лептон -  $\tau$ , а новый тяжелый  $b$ -кварк был только что открыт [3]. В октябре 1978 года около 30 физиков из Германии, Швеции, США и России, среди которых был и В.Г.Шевченко, направили в ДЕЗИ предложение о создании детектора АРГУС [4]. Накопительное кольцо ДОРИС было специально переделано с целью повышения светимости в области энергий около 10 ГэВ и новое кольцо ДОРИС II достигло светимости почти в 20 раз превышающей прежнюю, обеспечив максимальную интегральную светимость  $1.8 \text{ пб}^{-1}$  в день, что было сравнимо с другими существовавшими  $e^+e^-$  накопительными кольцами.

Детектор АРГУС [5] был разработан как универсальный  $4\pi$  магнитный спектрометр (см. Рис.1), предназначенный для проведения широкой программы исследований. Он позволял детектировать и идентифицировать адроны, лептоны

# Протон как целое и его структура - реализованные и нереализованные сценарии исследований

*Л. М. Сладъ*

*Научно-исследовательский институт ядерной физики  
Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова*

По отношению к протону мы до сих пор не располагаем такой теорией, которая позволяла бы проводить на приемлемом уровне расчеты процессов взаимодействия с его участием. Доминируют сложившиеся в течение длительного времени феноменологические построения. Квантовая хромодинамика постоянно апеллирует к непертурбативным вкладам, т.е. таким, которые не могут быть найдены при помощи теории возмущений. Теоретические концепции, сложившиеся на основании одних экспериментов, даже в их уверенных предсказаниях для других экспериментов временами постигают неудачи. Так, сильное отличие теоретических ожиданий от реальности засвидетельствовали эксперименты по спиновой асимметрии в глубоконеупругом рассеянии поляризованных мюонов на поляризованных протонах [1], по поляризации гиперонов, рождающихся в протон-ядерных столкновениях [2] (в [2] имеются также ссылки на многочисленные предыдущие эксперименты), по асимметрии и скорости распада  $\Sigma^+ \rightarrow p\gamma$  [3], по относительной доле аннигиляционного процесса  $\bar{p}p \rightarrow \phi\gamma$  [4].

При таком положении вещей было бы целесообразным постоянное обращение к анализу степени обоснованности основных теоретических положений относительно протона.

Вспомним, что, хотя теоретические исследования электрона велись интенсивно с конца XIX века, началом непревзойденной по точности теории электрона, квантовой электродинамики, стало релятивистски инвариантное уравнение Дирака. В этом уравнении главное - это представление собственной группы Лоренца, сопоставляемое полю электрона: биспинор первого ранга, называемый еще дираковским спинором. Понимание того, что одинаковая величина спинов протона и электрона не является достаточным основанием, чтобы протон также описывать дираковским спинором, существует, пожалуй, более полувека. Но оно никогда не было достаточно широким, не вылилось в то, чтобы сообщество физиков твердо знало: вопрос о внешнем образе - представлении группы Лоренца, описывающем

# ПРОБЛЕМА РЕЛЯТИВИСТСКОГО ОПИСАНИЯ СОСТАВНЫХ СИСТЕМ.

В.Е. Троицкий

*Научно-исследовательский институт ядерной физики  
Московского государственного университета*

Работа содержит развитие одного из направлений теоретических исследований, которые проводились в руководимом В. Г. Шевченко отделе Высоких энергий НИИЯФ МГУ. Памяти Валерьяна Григорьевича и посвящается настоящая статья.

1. Все атомы, ядра и большинство так называемых элементарных частиц представляют собой составные системы. Этот широкий спектр объектов определяет особую роль создания адекватных методов описания таких систем.

В нерелятивистской динамике заслуженную известность завоевали достаточно надежные методы, опирающиеся на использование модельных или феноменологических потенциалов взаимодействия, которые в каждом конкретном случае находятся независимым образом. Широкое использование составных моделей для описания процессов при больших энергиях обусловило несомненный интерес к развитию релятивистских методов описания составных систем.

Проблема количественного описания свойств составных систем при высоких энергиях представляется важной в связи с нарастающим потоком экспериментальной информации о высокоэнергетических лептон-адронных и адрон-адронных процессах, а также с развитием целого нового направления исследований — релятивистской ядерной физики.

Следует, однако, подчеркнуть, что количественное описание релятивистских составных систем представляет собой весьма сложную задачу, которая в полном объеме вряд ли может быть решена в ближайшие годы, поскольку для этого нужно решить многотельную релятивистскую задачу, да еще с не всегда известным взаимодействием.

# СТАТУС И ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕОРИИ ЛОКАЛЬНО АНИЗОТРОПНОГО ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ

Г.Ю.Богословский

Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В.Скобельцына, Москва

Среди фундаментальных физических теорий теория локально анизотропного пространства-времени [1] занимает особое положение. С одной стороны, обобщая теорию относительности и дополняя стандартную картину эволюции Вселенной возможными фазовыми переходами в её геометрической структуре, эта теория существенно расширяет наши представления о свойствах пространства-времени. С другой стороны, данные наблюдений пока лишь косвенным образом свидетельствуют в пользу того, что пространство-время действительно обладает внутренней локальной анизотропией. В этой ситуации сама возможность проводить исследования по теории локально анизотропного пространства-времени во многом зависит от внимания и поддержки людей, имеющих достаточно широкие взгляды на развитие науки. Одним из таких людей был Валериан Григорьевич Шевченко. Именно благодаря его поддержке, получили свое дальнейшее развитие исследования, начатые в работе [2]. Предлагаемая статья посвящается светлой памяти Валериана Григорьевича. Хотя работа в основном носит обзорный характер, в ней обсуждаются некоторые новые результаты, полученные совместно с проф. Х.Гённером из Гёттингенского университета.

## 1. Введение

В настоящее время, помимо общей теории относительности (ОТО), существует ряд альтернативных метрических теорий гравитации<sup>1</sup>. Все эти теории используют заимствованную из ОТО риманову геометрическую модель пространства-времени и отличаются лишь уравнениями, описывающими самосогласованную динамику пространства-времени и материи. Соответственно отличаются и космологические модели [4], построенные на основе таких теорий. Общим для них,

---

<sup>1</sup>В качестве примера упомянем здесь самую, пожалуй, популярную из альтернативных теорий – теорию Бранса-Дикке [3].

## ФИЗИКА ЯДРА И ЧАСТИЦ

Под редакцией  
проф. Б.С.Ишханова, д.ф.м.н. Е.М.Лейкина, проф. Е.А.Романовского

---

Редактор

*К.И.Стратилатова*

---

Подписано в печать 10.07.97

Заказ №12

Тираж 100 экз.  
Формат 60x84.16.  
Заказное

Бумага для множительных аппаратов.  
Усл.печ.л. 19      Уч.-изд.л. 14

Сборник подготовлен к печати О.В.Беспаловой, Т.М.Гришиной,  
Т.И.Спасской. Портрет В.Г.Шевченко нарисован Н.П.Новокшеновым

---

Ордена "Знак Почета"  
Издательство Московского университета  
103009, Москва, ул.Герцена, 5/7

---

Отпечатано фирмой "ПРИНТ"  
119899, Москва, Воробьевы Горы, МГУ, 19 корпус НИИЯФ  
тел. (095) 939-55-86