

ОСНОВОПОЛОЖНИКИ ОНИ СОЗДАЛИ НАШ ИНСТИТУТ

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



ШЕВЧЕНКО
Валериан Григорьевич

*профессор, основатель
и заведующий отделом высоких энергий НИИЯФ МГУ (1968–1991 гг.).*



ШЕВЧЕНКО
Валериан Григорьевич



В.Г. ШЕВЧЕНКО — ВИДНЫЙ УЧЁНЫЙ В ОБЛАСТИ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ОСНОВОПОЛОЖНИК ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ФИЗИКЕ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

И. П. Волобуев, Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов, Е. М. Лейкин, В. И. Рудь

Валериан Григорьевич Шевченко родился в г. Исилькуль Омской области 20 июня 1923 г. окончив в 1941 году Салехардскую среднюю школу с золотой медалью, он 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 был награжден пятью медалями, служил до 1948 г. В 1948 г. он поступил на физический факультет МГУ, который и окончил с отличием в 1953 г. С 1954 по 1957 г. он – аспирант физического факультета МГУ. Его научным руководителем был академик В. И. Векслер. В 1958 г. В. Г. Шевченко защитил кандидатскую диссертацию «Угловые и энергетические распределения фотопротонов, образующихся при фоторасщеплении ${}^6\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$ и ${}^{12}\text{C}$ ». С 1959 г. он старший преподаватель, а с 1960 по 1967 г. – доцент кафедры ядерной спектроскопии физического факультета МГУ. В период с 1962 по 1965 г. В. Г. Шевченко работал в составе представительства СССР в Международном агентстве по атомной энергии (МАГАТЭ, Австрия). С 1967 г. по 1968 г. он был проректором МГУ. В 1967 г. В. Г. Шевченко защитил докторскую диссертацию. В 1968 г. ему было присвоено звание профессора. В конце 1968 г. В. Г. Шевченко основал Лабораторию высоких энергий НИИЯФ МГУ. Скончался В. Г. Шевченко 13 мая 1991 г. Более подробную биографическую информацию и воспоминания можно найти в сборнике статей к 75-летию В. Г. Шевченко [1] и на сайте его памяти [2].

Начало исследованиям по экспериментальной физике высоких энергий в Московском университете было положено профессором В. Г. Шевченко. Масштаб личности В. Г. Шевченко проявился в его существенном вкладе в развитие фотоядерных исследований в НИИЯФ и в основании нового научного направления – физики высоких энергий.

С 1959 г. В. Г. Шевченко руководит научными исследованиями на бетатроне НИИЯФ МГУ с максимальной энергией электронов (и тормозных фотонов) 35 МэВ. Его высокая научная квалификация и организаторские способности позволили в короткий срок создать работоспособный коллектив сотрудников и вывести проводимые на бетатроне научные исследования на мировой уровень и на долгие годы закрепиться на нем. Успеху научной деятельности способствовали хорошие технические характеристики бетатрона НИИЯФ, его надежная и устойчивая работа, и особенно энергетический диапазон ускоренных электронов, позволявший перекрыть всю область Гигантского Дипольного Резонанса атомных ядер – основного физического явления, характеризующего реакцию атомных ядер на электромагнитные возбуждения высокой энергии.

К исследованиям на бетатроне НИИЯФ МГУ были привлечены талантливые и энергичные выпускники физического факультета МГУ: Б. С. Ишханов, Б. А. Юрьев, И. М. Капитонов, Б. И. Горячев, И. М. Пискарев, В. В. Варламов, В. И. Шведун, В. Н. Орлин, Ю. И. Сорокин и ряд других. Главной темой научных исследований стал Гигантский Дипольный Резонанс (ГДР) атомных ядер. Этот резонанс – наиболее универсальное и фундаментальное ядерное возбуждение. Его изучение сыграло исключительную роль в понимании структуры и динамики атомных ядер.

Практически на пустом месте были созданы уникальные физические установки для регистрации продуктов фото-



ядерных реакций, позволившие получить новые сведения о ГДР. Начало было положено использованием ядерных эмульсий для измерения угловых и энергетических распределений фотопротонов из легких (изотопов лития и бора) и тяжелых (Rh, Pr, W, Pt, Pb) ядер. Одним из важных результатов этой серии опытов было обнаружение в тяжелых ядрах электрического квадрупольного E2 поглощения выше ГДР. Ядерные эмульсии в дальнейшем были использованы для изучения энергетических и угловых распределений фотопротонов на ядрах кремния, фосфора, серы, кальция и циркония.

Следующим шагом явилось создание установки для регистрации в режиме онлайн фотопротонов сцинтилляционными спектрометрами с тонкими (≈ 1 мм) кристаллами иодистого цезия, позволившие в условиях сильного электронного фона уверенно измерять энергию протонов до 15 МэВ. С помощью этой установки впервые были измерены фотопротонные сечения в области ГДР на ядрах $1d2s$ -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 серьезным 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 надежное подтверждение.

С 1966 г. исследования ГДР вышли на принципиально новый уровень в результате создания установок для регистрации фотонейтронов, усовершенствованию методики измерения выходов фотонейтронных реакций и способов корректного получения из них эффективных фотонейтронных сечений. Были сконструированы нейтронные детекторы, которые позволи-

ли с высокой (рекордной для нашей страны и достигающей 50 %) эффективностью регистрировать фотонейтроны с энергией до 10 МэВ. Эти детекторы использовались для измерения выходов фотонейтронных реакций в области ГДР на легких, средних и тяжелых ядрах, начиная с ядра ^{12}C и кончая ^{238}U . Были получены фотонейтронные сечения почти для трех десятков изотопов. Была обнаружена структура в этих сечениях, что инициировало широкую дискуссию в международных научных кругах. Успеху этих исследований способствовали два обстоятельства – использование уникальной методики быстрого (с частотой 50 Гц) сканирования верхней границы тормозного излучения в процессе измерения фотонейтронного выхода и применение метода регуляризации, разработанного академиком А. Н. Тихоновым, для корректного извлечения сечений фотоядерных реакций из их измеренных выходов.

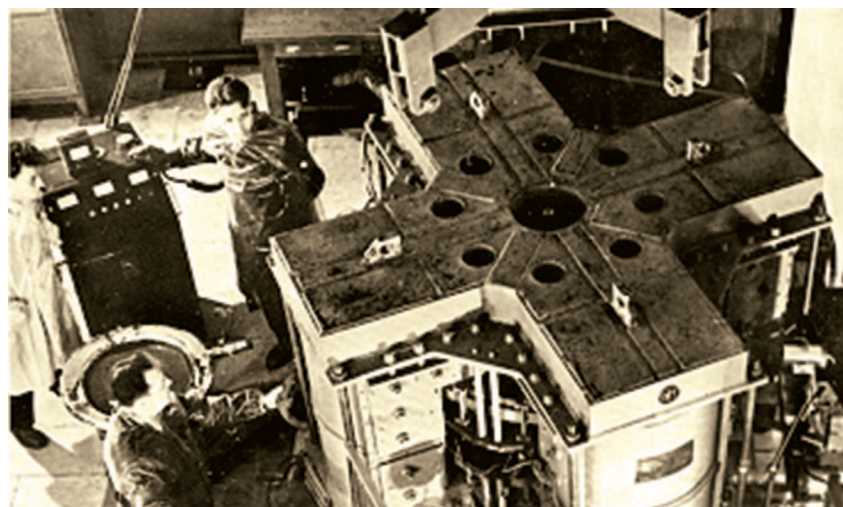
В 1967 г. по материалам выполненных исследований В. Г. Шевченко защитил докторскую диссертацию по теме «Изучение механизма взаимодействия γ -квантов с атомными ядрами».

Одним из важных физических результатов, полученных В. Г. Шевченко в НИИЯФ МГУ, является предсказание и открытие фундаментального ядерного явления – конфигурационного расщепления ГДР легких ядер. Было теоретически предсказано, а затем экспериментально подтверждено, что у обширной группы легких атомных ядер, вплоть до кальция, имеется выделенная по энергии область интенсивного поглощения фотонов ГДР. Именно дипольные колебания в лёгких атомных ядрах утрачивают коллективную природу, присущую средним и тяжелым ядрам. Вместо этого они характеризуются в основном возбуждением отдельных нуклонов, которое переходит с одних ядерных оболочек на другие оболочки при изменении энергии фотона. Иначе говоря, единый пик ГДР не формируется, а вместо этого возникает широкая полоса энергий (шириной 10–30

МэВ), в которой происходит интенсивное дипольное поглощение фотонов, причем 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 лёгким, получило название конфигурационного расщепления ГДР (термин, впервые введенный в научную литературу в 1967 г. на международной конференции по ядерной физике в Токио и с тех пор утвердившийся в ней).

В предсказании и открытии этого явления проявилась универсальность В. Г. Шевченко как физика-исследователя – он был одинаково сильным экспериментатором и теоретиком. Явление конфигурационного расщепления ГДР было теоретически предсказано в 1960 г. в НИИЯФ МГУ В. Г. Неудачиным, В. Г. Шевченко и Н. П. Юдиным сначала для ядер 1р-оболочки (между ^4He и ^{16}O), а затем в 1964 г. ими же и для ядер 1d2s-оболочки (между ^{16}O и ^{40}Ca).

Проведенные в НИИЯФ МГУ до 1968 г. экспериментальные исследования указывали на существование этого явления, однако не являлись его прямым доказательством. Эти доказательства были получены в НИИЯФ МГУ в период с 1975–1980 г.г. Б. С. Ишхановым и И. М. Капитоновым, учениками В. Г. Шевченко, которые продолжили его линию исследования после ухода последнего из НИИЯФ МГУ. Для получения непосредственных доказательств конфигурационного расщепления ГДР Б. С. Ишхановым и И. М. Капитоновым были выполнены эксперименты нового типа, в которых с большой точностью фиксировалась энергия возбуждения конечного ядра после вылета из него нуклона, и на основе независимых



В. Г. Шевченко (на переднем плане) готовит бетатрон НИИЯФ МГУ к эксперименту

данных реакций однонуклонной передачи можно было однозначно указать ядерную оболочку, из которой этот нуклон был выбит фотоном.

В 1987 г. явление конфигурационного расщепления гигантского дипольного резонанса у легких атомных ядер было зарегистрировано в качестве научного открытия Госкомизобретений СССР под № 342 (авторами открытия были признаны Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов, В. Г. Неудачин, В. Г. Шевченко и Н. П. Юдин). Результаты этих работ были позже подтверждены во многих зарубежных лабораториях. Более того, опыты, выполненные в США, Швейцарии (ЦЕРН), Японии и нашей стране, в которых атомные ядра возбуждались различными элементарными частицами, показали, что открытое в МГУ явление имеет универсальный характер, то есть проявляется не только в электромагнитном взаимодействии, но также в сильном и слабом взаимодействиях. Это открытие внесло коренные изменения в сложившиеся представления о структуре легких атомных ядер и механизме возникновения в них возбуждений большой энергии.

Успешное развитие фотоядерных исследований в НИИЯФ МГУ, инициированное В. Г. Шевченко, было продолжено его учениками и последователями. Произошло переоснащение ускорительной и детекторной базы. Наряду с эксперимен-



В. Г. Шевченко (справа) во время дискуссии с В. Г. Неудачиным

тальными развиваются и теоретические фотоядерные исследования. Был создан Центр данных фотоядерных исследований, имеющий международный статус. Защищено семь докторских диссертаций (Б. С. Ишханов, И. М. Капитонов, В. В. Варламов, В. И. Шведун, И. Н. Бобошин, Н. Г. Гончарова, В. Н. Орлин) и более 40 кандидатских диссертаций.

С 1950-х годов центр тяжести фундаментальных исследований в физике стал все больше смещаться с ядерной физики на физику элементарных частиц, что не мог не осознавать В. Г. Шевченко. В мире создавались ускорители протонов на все более высокие энергии: в 1953 г. - Космотрон (3.3 ГэВ) в Брукхейвенской национальной лаборатории (BNL, США); в 1954 г. - Беватрон (6.2 ГэВ) в BNL, США. В ЦЕРН в 1959 г. был запущен протонный синхротрон на энергию 28 ГэВ, в 1960 г. в BNL (США) был запущен синхротрон на энергию 33 ГэВ (AGS). В исследованиях на ускорителях высоких энергий происходило становление нового раздела физики элементарных частиц – физики высоких энергий.

Аналогичный процесс шел и в СССР: в 1957 г. в ЛВЭ ОИЯИ был запущен синхрофазотрон на энергию 10 ГэВ; в 1961 г. в ИТЭФ заработал протонный синхротрон на энергию 7 ГэВ, являвшийся прототипом 1/10 серпуховского ускорителя. А в конце

1967 г. в Институте физики высоких энергий в Протвино был запущен ускоритель У-70 на энергию протонов 70 ГэВ, который в течение пяти лет был крупнейшим в мире. У советских физиков появилась современная база мирового уровня для исследований по физике высоких энергий. На это откликнулся и Московский университет.

Лаборатория высоких энергий была организована в НИИЯФ МГУ в конце 1968 г. с целью развития в Московском университете исследований по физике высоких энергий – одному из наиболее фундаментальных разделов современной науки. Инициатором создания Лаборатории явился В. Г. Шевченко, в то время проректор МГУ. Его инициатива была поддержана директором НИИЯФ МГУ С. Н. Верновым, ректором МГУ И. Г. Петровским, президентом АН СССР М. В. Келдышем, директором ИФВЭ А. А. Логуновым и министром высшего и среднего специального образования В. Е. Елютиным.

Первоначально Лаборатория состояла из трех секторов — сектора физики высоких энергий (зав. сектором Е. М. Лейкин), сектора обработки (зав. сектором В. С. Мурзин) и сектора фотоядерных реакций (зав. сектором Б. С. Ишханов). В начале 1969 г. численность лаборатории составила 80 человек, в неё кроме физиков входили инженеры, электронщики, механики. Сектор Б. С. Ишханова работал в 19-м корпусе, а остальные сектора временно размещались на чердаке зоны Г главного здания МГУ. Тогдашние лаборатории соответствовали нынешним отделам, а в них входили сектора, аналоги нынешних лабораторий. Заместителями В. Г. Шевченко по ЛВЭ были сначала Б. С. Ишханов, а затем Е. М. Лейкин. Сектор теории поля во главе с Ю. М. Широковым был создан позднее, в 1975 году (см. раздел об ЛТП в конце статьи).

Осенью 1968 г. В. Г. Шевченко был назначен зам. директора Института теоретической и экспериментальной физики (ИТЭФ) и начальником отдела физики высоких энергий ИТЭФ. Однако он до конца



своих дней оставался и руководителем основанного им отдела (первоначально Лаборатории) высоких энергий ИИЯФ МГУ, определив развитие этого научного направления в Московском университете на десятилетия вперед. Как следствие инициативы В. Г. Шевченко в 1969 г. Совет Министров СССР издал распоряжение № 30 о строительстве в 1970–1971 г.г. на территории МГУ лабораторного здания (в дальнейшем — Корпуса высоких энергий, КВЭ) площадью до 5000 кв. м для размещения в нем просмотрово-измерительного и вычислительного комплексов для обработки и анализа экспериментальных данных по физике высоких энергий. Позднее строительство корпуса было перенесено на следующую пятилетку.

29 апреля 1969 г. В. Г. Шевченко выступил с докладом «О развитии исследований по физике высоких энергий в вузах» [3] на Комиссии по ядерной физике АН СССР, возглавлявшейся вице-президентом Академии наук академиком Б. П. Константиновым. В этом докладе было обосновано создание в ИИЯФ МГУ на базе Лаборатории высоких энергий крупного центра по обработке и анализу फिल्मовой информации с пузырьковых и искровых камер, получаемой в экспериментах на ускорителях высоких энергий, и в первую очередь на 70 ГэВ ускорителе в Серпухове. Лаборатория высоких энергий ИИЯФ МГУ должна была стать головной лабораторией по физике высоких энергий в системе Минвуза СССР. Центр должен был включать наряду с полуавтоматическими измерительными устройствами и автоматические сканирующие устройства типа HPD и SR. Планировалось, что просмотрово-измерительный комплекс по своей мощности будет сопоставим с подобными комплексами ИФВЭ и ОИЯИ. Предполагалась высокая степень автоматизации этого комплекса, в котором основное оборудование должно было работать под контролем различных ЭВМ. Численность персонала комплекса оценивалась в 250–300 человек. Предполагалось

создать и оснастить этот центр за 3 года. Все работы должны были проводиться в тесной кооперации с ОИЯИ, ИТЭФ и ИФВЭ.

На основе этого доклада было принято Решение № 14 Комиссии по ядерной физике АН СССР от 29 апреля 1969 г. «О развитии исследований по физике высоких энергий в Научно-исследовательском институте ядерной физики Московского государственного университета». В Решении Комиссии [3] отмечается создание в МГУ Лаборатории высоких энергий и принятие Совмином СССР постановления о строительстве в МГУ в 1970–1971 г.г. корпуса ЛВЭ для размещения в нем просмотрово-измерительного и вычислительного комплексов. Комиссия постановила: рекомендовать Минвузу СССР утвердить ЛВЭ ИИЯФ в качестве головной лаборатории в системе Минвуза по развитию физики высоких энергий в вузах; рекомендовать Минвузу СССР с февраля 1970 г. начать обучение научно-технического персонала заинтересованных вузов по физике высоких энергий, используя при этом возможности Лаборатории высоких энергий ИИЯФ МГУ и филиала ИИЯФ МГУ в г. Дубне. В решении также содержались рекомендации по реализации создания в МГУ просмотрово-измерительного и вычислительного комплексов. Согласно рекомендациям этой Комиссии в августе 1970 г. на физическом факультете МГУ была создана кафедра физики высоких энергий.

В 1974–1979 г.г. велось строительство Корпуса высоких энергий ИИЯФ согласно техническому заданию ЛВЭ, предусматривавшему для будущего центра обработки फिल्मовой информации двусветные залы для просмотрового оборудования под снимки с гигантских пузырьковых камер типа «Мирабель», залы под измерительные приборы, под вычислительный центр. До 1978 г. курирование строительства осуществлялось ЛВЭ, с 1978 г. оно было передано перешедшему в ИИЯФ из ИФВЭ профессору П. Ф. Ермолову. Введение в строй Корпуса высоких энергий весной 1980 г.



открыло возможность приступить к созданию в нем центра обработки फिल्मовой информации, запланированного В. Г. Шевченко еще в 1969 г., и подвело материальную базу под всё дальнейшее развитие физики высоких энергий в МГУ.

По замыслу В. Г. Шевченко создание в НИИЯФ МГУ Лаборатории высоких энергий и утверждение ее в качестве головной в системе Минвуза СССР отвечало задаче обучения в высшей школе на базе современных научных исследований, ибо физика высоких энергий – один из наиболее важных и быстроразвивающихся разделов фундаментальной науки. Экспериментальные исследования в этом направлении ставят своей целью получение новых сведений о строении вещества и для своего осуществления нуждаются в использовании самых последних достижений различных областей науки и техники. Таким образом, появление новой лаборатории открывало перед коллективом ученых и преподавателей МГУ дополнительные возможности для участия в разработке важнейших научных проблем и подготовки на ее базе не только физиков для исследовательской работы в фундаментальных и прикладных областях, но и специалистов по радиоэлектронике, вычислительной технике, автоматизации обработки информации, прикладной математике.

Первоначальной научной задачей Лаборатории высоких энергий являлась обработка и анализ फिल्मовой информации, получаемой с больших пузырьковых и искровых камер в экспериментах на ускорителях высоких энергий. Программа исследований в Лаборатории высоких энергий включала подготовку и проведение электронных экспериментов, участие в экспериментах на больших пузырьковых камерах, а также проведение теоретических исследований. Реализация научной программы основывалась на широкой кооперации с институтами Государственного комитета по использованию атомной энергии (ИТЭФ, ОИЯИ, ИФВЭ) и Академии

наук СССР (ФИАН, МИАН, ЛИЯФ и др.). Предусматривалось и широкое международное сотрудничество в проведении научных исследований.

Перешедший в НИИЯФ из ФИАН-а Е. М. Лейкин продолжил с группой сотрудников работы по изучению поляризационных эффектов при фоторождении пионов на водороде в области малых энергий, которые ставили своей целью проведение исследований по программе «полного опыта» для процесса фоторождения пионов. Реализация этой программы была поддержана Научным советом АН СССР по электромагнитным взаимодействиям. На линейном ускорителе электронов Харьковского физико-технического института совместно с физиками ФИАН и УФТИ были проведены систематические измерения сечений фоторождения π^+ -мезонов на протонах линейно поляризованным γ -излучением. На основе этих результатов Е. М. Лейкин в 1973 г. защитил докторскую диссертацию.

В период с 1971 г. по 1974 г. по инициативе В. Г. Шевченко группа сотрудников лаборатории во главе с Е. М. Лейкиным принимала участие в совместном эксперименте с физиками ИТЭФ и ЦЕРН на нейтронном пучке ускорителя в Серпухове, где осуществлялась широкая программа исследований взаимодействия нейтронов с протонами, дейтронами и сложными ядрами при энергиях 30 – 70 ГэВ. В этом эксперименте с высокой точностью были измерены сечения взаимодействия нейтронов с протонами и ядрами, исследованы процессы упругого рассеяния нейтронов на протонах, рассеяния с перезарядкой и дифракционной диссоциации нейтронов. Эти результаты вошли во все сводки мировых данных.

По инициативе В. Г. Шевченко начиная с 1974 г. лаборатория активно участвовала в работе международного сотрудничества по обработке снимков с пузырьковой камеры «Людмила», облучавшейся сепарированными пучками частиц на ускорителе



У-70 в Серпухове. Эти работы, вылившиеся в обширный цикл исследований, продолжались вплоть до 1990 г. Участниками этого сотрудничества кроме ОИЯИ и МГУ были университеты Праги, Хельсинки и Тбилиси, а также Физический институт ЧСАН (Прага) и ИФВЭ АН КазССР. Первые сеансы облучения камеры «Людмила» пучком сепарированных антипротонов (96% чистоты) с импульсом 22,4 ГэВ/с состоялись в 1972–1973 гг., а публикация физических результатов началась с 1974 года.

Эксперименты на камере «Людмила» начались с исследования взаимодействий антипротонов с импульсом 22,4 ГэВ/с с протонами. Особый интерес к $\bar{p}p$ -взаимодействиям связан с уникальной возможностью изучения аннигиляционных процессов, в которых барион и антибарион превращаются в мезоны. Поэтому одной из целей $\bar{p}p$ -эксперимента было изучение характеристик аннигиляционных процессов путём сравнения $\bar{p}p$ - и pp -взаимодействий. Для этого сравнения использовались данные о pp -взаимодействиях при 24 ГэВ/с с 2-м жидководородной пузырьковой камеры ЦЕРН.

В силу отсутствия на тот момент собственной базы, сотрудниками ЛВЭ при активном содействии В. Г. Шевченко на базе измерительных и вычислительных средств ИТЭФ была введена в действие полная система обработки информации с камеры «Людмила», начиная с просмотра снимков и измерения событий и кончая формированием на ЭВМ лент суммарных результатов для дальнейшего физического анализа на ЭВМ. Впервые в $\bar{p}p$ -взаимодействиях при высоких энергиях наблюдался и был изучен эффект интерференции тождественных π -мезонов. Позднее это направление развилось в то, что теперь называется Correlation Femtoscopy. Одним из важнейших результатов коллаборации «Людмила» было обнаружение в $\bar{p}p$ -взаимодействиях такого тонкого явления, как выстроенность спина ρ^0 -мезонов. Это явление наиболее естественно объясняется

поляризацией исходных валентных кварков. В этих работах коллаборации «Людмила» принимали участие Е. М. Лейкин, Т. А. Гаранина, Р. К. Дементьев, И. А. Коржавина, Н. А. Пожидаева и В. И. Рудь.

С 1972 по 1978 г. в лаборатории были выполнены исследования π^-p -взаимодействий при энергии 40 ГэВ, проводившиеся под руководством В. С. Мурзина и Л. И. Сарычевой как самостоятельная часть работы в рамках сотрудничества социалистических стран по обработке данных с 2-м пузырьковой пропановой камеры ОИЯИ. Было подробно изучено явление асимметричного рождения частиц в π^-p -взаимодействиях и дано описание этого эффекта на основе реджевской и кварковой моделей, выполнены расчеты сечений образования различных резонансов на базе модели кварков и экспериментально изучены выходы резонансов в π^-p -взаимодействиях при 40 ГэВ. Важным результатом был вывод о том, что основным продуктом множественного рождения частиц при взаимодействии адронов являются не пионы, а различные резонансы: более 50 – 70 % всех вторичных стабильных частиц образуется через промежуточные резонансные состояния, в том числе через векторные мезоны.

В ходе этих работ были экспериментально исследованы и теоретически объяснены явление асимметрии и связанная с ним кластеризация в π^-p -столкновениях, впервые при высоких энергиях детально исследовано явление неупругой перезарядки $\pi \rightarrow \pi^0$ в инклюзивном процессе, а также измерено сечение пион-пионного рассеяния.

В этих работах коллаборации пропановой камеры ОИЯИ по изучению π^-p -взаимодействий при 40 ГэВ/с принимали участие В. С. Мурзин, Л. А. Диденко, И. Н. Ерофеева, С. И. Лютов, С. Ю. Сивоклоков, Л. Н. Смирнова, А. Н. Соломин, Л. М. Щеглова. Сотрудниками сектора В. С. Мурзина в зоне Г был организован просмотр снимков с пузырьковых камер. Совместно с группой



из ANL (США) в эксперименте на 30^й дейтериевой пузырьковой камере FNAL для pd -взаимодействий при 200 ГэВ/с были определены топологические сечения pd -взаимодействий, изучено влияние процессов перерассеяния и получены топологические сечения для pn -взаимодействий без перерассеяний. В 1978 г. в секторе В. С. Мурзина были начаты исследования взаимодействий релятивистских ядер на материалах с 2-м пропановой камеры ОИЯИ с установленными пластинами из тантала, облучавшейся пучками p , d , He и ^{12}C с импульсами 4.2 ГэВ/с на нуклон. В первую очередь изучались характеристики множественного рождения частиц во взаимодействиях этих пучков с ядрами Ta и ^{12}C в сравнении с нуклон-нуклонными взаимодействиями.

В конце 1970-х г.г. Л. Н. Смирнова подключилась к исследованиям $\bar{p}p$ -взаимодействий при 32 ГэВ/с, проводившихся в ИФВЭ на пузырьковой камере «Мирабель». Были изучены особенности ряда эксклюзивных каналов, включая дифракционную диссоциацию и рождение резонансов. Изучены характеристики инклюзивного рождения π -мезонов, протонов, нейтральных странных частиц и γ -квантов в сопоставлении с кварковыми моделями.

Уже в первые годы существования ЛВЭ усилиями В. Г. Шевченко, Е. М. Лейкина, В. С. Мурзина и Ю. М. Широкова был создан научный коллектив, способный вести успешные научные исследования как в экспериментальной, так и в теоретической физике высоких энергий. Ограниченность собственной материальной базы компенсировалась энтузиазмом сотрудников и широким научным сотрудничеством как с ведущими институтами СССР (ИТЭФ, ФИАН, ИФВЭ, УФТИ), так и с крупными международными центрами (ОИЯИ и ЦЕРН), что способствовало тому, чтобы исследования сотрудников ЛВЭ вышли на мировой уровень. За период 1968 – 1979 гг. были защищены 12 кандидатских диссертаций и одна докторская. С момента основания ЛВЭ ра-

ботал общий научный семинар, которым сначала руководил сам В. Г. Шевченко, а позже руководство семинаром перешло к Е. М. Лейкину. В группе теоретиков свой еженедельный семинар работал с 1970 г.

Итоги первого десятилетия развития Лаборатории высоких энергий ясно демонстрируют, что уже к 1980 г. В. Г. Шевченко удалось поднять до высокого уровня созданное им новое для МГУ научное направление – физику высоких энергий, включившись в систему международного научного сотрудничества.

Завершение строительства Корпуса высоких энергий открыло возможность приступить к созданию в нем центра обработки फिल्मовой информации и подвело материальную базу под все дальнейшее развитие физики высоких энергий в Московском университете. Второе десятилетие существования ОВЭ началось с переезда весной 1980 года в заверченный корпус высоких энергий.

В 1978 г. в НИИЯФ был организован отдел измерительной техники под руководством профессора П. Ф. Ермолова, перешедшего в НИИЯФ из ИФВЭ и имевшего опыт создания в ИФВЭ центра обработки फिल्मовой информации. В 1981–1983 гг. Отделом измерительной техники под руководством П. Ф. Ермолова был создан автоматизированный измерительно-вычислительный комплекс по обработке и анализу फिल्मовой информации с больших пузырьковых камер и гибридных спектрометров. Этот ИВК по мощности был вторым в СССР после ИВК ИФВЭ. Создание этого центра означало реализацию программы, сформулированной В. Г. Шевченко в 1969 г. Описание работ в области ФВЭ, выполненных в НИИЯФ под руководством П. Ф. Ермолова и В. И. Саврина можно найти в [4]. В лаборатории В. С. Мурзина продолжались работы по релятивистской ядерной физике и по дальнейшему анализу $\bar{p}p$ -взаимодействий при 32 ГэВ/с. В 1982 г. эта лаборатория из ОВЭ перешла в ОИТ, к П. Ф. Ермолову.



В 1980-е годы продолжалась обработка и анализ फिल्मовой информации с камеры «Людмила» – как в НИИЯФ, так и на базе ИТЭФ. Окончательная статистика $\bar{p}p$ -эксперимента на камере «Людмила» достигла 165 тысяч событий, причем вклад МГУ составил 9 %. Продолжалось детальное исследование характеристик рождения частиц в $\bar{p}p$ -, $\bar{d}p$ - и $\bar{d}d$ -взаимодействиях. К концу 80-х годов стало ясно, что методика пузырьковых камер доживает свой век. Остро встал вопрос о переходе на электронные эксперименты. С 1987 года группа сотрудников ОБЭ подключилась к эксперименту ИТЭФ-ИФВЭ СФИНКС в ИФВЭ (лаборатория Л. Г. Ландсберга) с целью освоения новой для нас экспериментальной методики – RICH (Ring Imaging CHerenkov) детекторов. Использование RICH-детекторов позволяет производить сепарацию заряженных частиц по их массам. Практически одновременно с работой в СФИНКС-е по инициативе В. Г. Шевченко мы включились в подготовку эксперимента «Гиперон» на УНК. Работы по созданию УНК (протон-протонного коллайдера с энергией пучков 3 ТэВ) были начаты в ИФВЭ в 1983 г. Предполагалось, что на первой стадии работы ускорителя будут выводиться пучки вторичных частиц, среди них интенсивный, почти чистый пучок Σ^- -гиперонов с энергией до 2.7 ТэВ. Эксперимент для работы на этом пучке получил название «Гиперон», а коллаборацию составили ИФВЭ, ИТЭФ, ЛИЯФ и НИИЯФ МГУ (ОБЭ). Участие в подготовке этого неосуществленного эксперимента сыграло важную роль в переходе к электронным экспериментам. Появилась возможность приобрести необходимые приборы и оборудование для методических работ, оплачивать работы МЭЛЗ над перспективными ФЭУ для RICH-детекторов, готовились создать участок по производству микродрейфовых камер. В 1990 г. сотрудничество «Гиперон» опубликовало подготовленный проект эксперимента (препринт ИФВЭ 90-81, С. 87). Однако в связи с распадом СССР

работы по эксперименту «Гиперон» были прекращены в 1992 г. «Гиперон» был первым крупным электронным экспериментом, в подготовке которого сотрудники ОБЭ принимали широкое и полноценное участие.

В мае 1991 г. В. Г. Шевченко скончался на 68-м году жизни [5]. За время существования ОБЭ большинство экспериментальных исследований были инициированы именно им. Через год после смерти В. Г. Шевченко Лабораторию теории поля в 1992 г. из ОБЭ переводят в ОТФВЭ. А оставшаяся часть ОБЭ была включена в состав ОЭФВЭ в качестве Лаборатории высоких энергий.

SELEX был последним экспериментом, добро на участие в котором успел дать В. Г. Шевченко и возможность нашего участия в котором была определена его успешным руководством ОБЭ на протяжении более чем двух десятилетий. Опыт, полученный при работе с RICH-детектором установки СФИНКС и при подготовке к эксперименту «Гиперон», дал нам возможность в 1992 г. войти в эксперимент SELEX во FNAL (США) на основе вклада в создание RICH-детектора установки. Коллаборация SELEX была образована для изучения рождения очарованных барионов на Σ^- -пучке FNAL как сотрудничество 21 института из 10 стран. Участниками эксперимента от ОБЭ были Е. М. Лейкин, В. И. Рудь, И. С. Филимонов и А. В. Немиткин, причем последние трое работали и непосредственно во FNAL. RICH-детектор позволял разделять (на уровне 2σ) каоны и пионы до 165 ГэВ/с, а протоны и пионы до 320 ГэВ/с при эффективности идентификации на уровне 90-100 %. На то время RICH SELEX-а был лучшим в мире RICH детектором. Набор данных на установке SELEX проводился в 1996–1997 гг. в течение 15-месячного сеанса. Было отобрано и записано 10^9 событий. Упомянем лишь часть физических результатов коллаборации SELEX: произведенное измерение полного сечения $\sigma_{\text{tot}}(\Sigma^-N)$ при импульсе 635 ГэВ/с впервые



продемонстрировало рост этого сечения с энергией в соответствии с предсказаниями кварковой модели; было осуществлено самое точное на то время измерение времён жизни очарованных Λ_c^+ -барионов и D^0 -мезонов; впервые наблюдались Кабиббо-подавленные распады очарованного бариона Ξ_c^+ в моды $pK^-\pi^+$, $\Sigma^+\pi^-\pi^+$ и $\Sigma^-\pi^+\pi^+$ и измерены относительные вероятности этих распадов. Подробнее см. в [2]. SELEX был первым крупным электронным экспериментом, в котором сотрудники ОВЭ приняли участие на всех его стадиях – от создания установки и до получения физических результатов. С 1991 г. сотрудники ОВЭ начали привлекаться П. Ф. Ермоловым к участию в эксперименте ZEUS на ер-коллайдере HERA в DESY (Гамбург). К этому эксперименту подключились Н. П. Зотов, Л. К. Гладилин, Р. К. Дементьев, И. А. Коржавина и Н. П. Новокшанов. Позже сотрудники ЛВЭ примкнули к эксперименту D0 на коллайдере Фермилаба, а впоследствии и к эксперименту АТЛАС на LHC в ЦЕРН.

Хотя основное внимание В. Г. Шевченко уделял экспериментальной физике высоких энергий, тем не менее он понимал, что для продуктивного научного поиска необходим тесный союз экспериментаторов и теоретиков. Поэтому с самого начала в лаборатории работали и физики-теоретики. Уже в первые годы существования ЛВЭ пришли В. С. Минеев, Г. Ю. Богословский, Л. М. Сладь, В. С. Замиралов, Н. П. Зотов. Насколько удачен был этот первый призыв, говорит тот факт, что четверо из них стали докторами наук. Первоначально все теоретики входили в состав сектора физики высоких энергий. В 1975 г., с приходом в ЛВЭ профессора Ю. М. Широкова, известного физика-теоретика, работавшего ранее в МИАН, был создан сектор теории поля во главе с Ю. М. Широковым (в дальнейшем – Лаборатория теории поля, ЛТП), включивший всех теоретиков. После трагической гибели Ю. М. Широкова в горах в 1980 г. сектор возглавил В. Е. Троицкий. За время пребывания Лаборатории тео-

рии поля в составе ОВЭ были исследованы многие важные проблемы теоретической физики.

Ю. М. Широковым было проведено глубокое исследование структуры алгебр, наблюдаемых в квантовой и классической теории. В результате квантовая и классическая теории впервые были сформулированы в терминах одних и тех же физических и математических понятий. Им разрабатывались также сложные математические вопросы квантовой теории поля, связанные с поведением квантовых полей на малых расстояниях.

Г. Ю. Богословский создал последовательную теорию локально анизотропного пространства-времени, основанную на финслеровой геометрии пространства событий и представлении о спонтанном нарушении лоренцевой симметрии без нарушения релятивистской симметрии. Важность этого результата связана с тем, что в настоящее время широко обсуждается возможность нарушения лоренцевой симметрии при высоких энергиях. В частности, соответствующая Очень Специальная Теория Относительности Глэшоу оказалась предельным случаем финслеровой теории анизотропного пространства-времени, а недавно открытая анизотропия ускоренного расширения Вселенной получила естественное описание в рамках финслеровой космологии.

Н. П. Зотовым для описания адронных процессов при высоких энергиях была развита (в соавторстве с В. А. Царевым) модель комплексных полюсов Редже с учетом дуальных свойств амплитуды рассеяния в форме правил сумм при конечной энергии и правил сумм по переданному импульсу. Было получено предсказание для нетривиального поведения поляризации нейтронов отдачи в процессе презарядки π -мезонов и получен логарифмический рост полного сечения pp -рассеяния при высоких энергиях. Им также была предложена флуктонная модель с рескейлингом партонных распределений в ядрах. В рам-



ках этой модели были получены ядерные структурные функции. В рамках аддитивной кварковой модели и пертурбативной КХД им был предложен механизм перерассеяния партонов в начальном состоянии, что позволило учесть ядерные эффекты в процессах рождения J/ψ -мезонов и мюонных пар при столкновении релятивистских ядер. Л. М. Сладь выдвинул предположение о существовании взаимодействия нейтрино с гипотетическим аксиальным фотоном, введенным Саламом в 1966 г. Рассмотрел возможные проявления такого взаимодействия в редких распадах заряженных K -мезонов и во взаимодействии с реликтовыми нейтрино. В. А. Смирнов занимался развитием методов вычисления фейнмановских диаграмм. Для физики высоких энергий это очень важное направление, потому что сейчас, когда предсказания Стандартной модели сравниваются с экспериментом, древесного приближения уже не хватает, и необходимо учитывать двух- и трехпетлевые поправки. В. А. Смирнов является известным специалистом в этой области. У него имеется ряд монографий по этой тематике и он входит в группу лидеров этого направления.

В работах В. Е. Троицкого была разработана последовательная релятивистская теория связанных состояний, на основе которой было дано количественное описание электромагнитных свойств составных частиц. И. П. Волобуев и Ю. А. Кубышин внесли значительный вклад в развитие теорий с большими дополнительными измерениями пространства-времени. Их работы фактически были предтечей современных работ по теории бран, в которых обсуждается возможность поиска больших дополнительных измерений пространства-времени в экспериментах на коллайдерах.

К 1992 г. сотрудниками ЛТП было издано четыре монографии, и четверо сотрудников стали докторами наук. В лаборатории было подготовлено несколько аспирантов. С 1985 г. И. Волобуев и Ю. Кубышин постоянно участвовали в органи-

зации ежегодной Школы молодых ученых ИИИЯФ МГУ по квантовой теории поля и физике высоких энергий, которая сейчас превратилась в международную конференцию QFTNER.

Таким образом, создание В. Г. Шевченко ЛВЭ/ОВЭ придало дополнительный импульс к расширению в ИИИЯФ МГУ теоретических исследований не только по физике высоких энергий, но и в других областях изучения фундаментальных взаимодействий. А Лаборатория теории поля за время своего пребывания в составе ОВЭ сформировалась как научный коллектив высокого уровня, способный успешно вести исследование широкого круга проблем физики элементарных частиц.

Наследие В. Г. Шевченко в ИИИЯФ МГУ представлено успешно развивающимся научным направлением Физика высоких энергий (в чем велика заслуга и П. Ф. Ермолова). Ярким свидетельством этого служит тот факт, что 31 сотрудник отделов ОЭФВЭ и ОТФВЭ ИИИЯФ стали соавторами открытия бозона Хиггса в экспериментах ATLAS и CMS на ЛНС/БАК в ЦЕРН. Структурные части прежнего отдела высоких энергий существуют в ИИИЯФ в виде Лаборатории высоких энергий в составе ОЭФВЭ, бывшей лаборатории В. С. Мурзина (ЛТКРР) в составе ОЭФВЭ, Лаборатории теории поля в составе ОТФВЭ, Отдела электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер. С 1980 г. материальной базой всего нашего научного направления служит Корпус высоких энергий. Многие сотрудники ОВЭ стали кандидатами наук, пятеро – докторами наук (Е. М. Лейкин, В. Е. Троицкий, Г. Ю. Богословский, Н. П. Зотов, В. А. Смирнов). Сотрудниками ОВЭ опубликованы четыре монографии по фундаментальным проблемам физики. Вклад В. Г. Шевченко в развитие физики высоких энергий в ИИИЯФ МГУ и ИТЭФ подробно обсуждался на мемориальном семинаре ИИИЯФ 14 июня 2013 г., посвященном 90-летию со дня его рождения [2]. В работе семинара принимали активное участие и физики из ИТЭФ,



ИФВЭ и ОИЯИ. Мы благодарны Р. К. Дементьеву, И. Н. Ерофеевой, И. А. Коржавиной, Л. М. Сладю, Л. Н. Смирновой и В. И. Травинскому за помощь в восстановлении деталей истории ОБЭ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сборник статей к 75-летию со дня рождения В. Г. Шевченко: Физика ядра и частиц: Сборник С. под редакцией Б. С. Ишханова, Е. М. Лейкина, Е. А. Романовского. М. изд-во Московского университета, 1997. 264 С. Тираж 100 экз.
2. Сайт памяти В. Г. Шевченко: <http://lve.sinp.msu.ru/~rud/vgs-90/>
3. Материалы из Архива РАН: Стенограмма заседания Комиссии по ядерной физике АН СССР от 29 апреля 1969 г. с выступлением В. Г. Шевченко «О развитии исследований по физике высоких энергий в вузах» и Решение № 14 Комиссии по ядерной физике АН СССР от 29 апреля 1969 г. «О развитии исследований по физике высоких энергий в Научно-исследовательском институте ядерной физики Московского государственного университета». Архив РАН, Ф. 1747. Оп. 1. Д.16. Лл2–20 и Лл25–26.
4. П. Ф. Ермолов, В. С. Мурзин, В. И. Саврин. Основные этапы развития физики высоких энергий в НИИЯФ МГУ. 1997, сайт НИИЯФ: <http://www.sinp.msu.ru/en/node/9801>
5. Некролог в УФН: Памяти Валериана Григорьевича Шевченко. УФН 162 (9) 181–183 (1992) (<http://ufn.ru/ru/articles/1992/9/h/>)

2015



ШЕВЧЕНКО
Валериан Григорьевич