



ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ  
СКОБЕЛЬЦЫН

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКPERSONALIA

## ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ СКОБЕЛЬЦЫН

(К семидесятилетию со дня рождения)

Д. В. Скобельцын родился 24 ноября 1892 г. в г. Петербурге (ныне Ленинград) в семье профессора физики. В 1915 г., по окончании физико-математического факультета Петербургского университета, он был оставлен при кафедре физики университета для подготовки к профессорской деятельности. Одновременно начал свою педагогическую работу ассистентом, сначала в Женском медицинском институте, а затем, с 1916 г., в Политехническом институте. В этом институте он был профессором до момента своего переезда из Ленинграда в Москву. С 1925 г. работал также в Ленинградском физико-техническом институте Тяжпрома (затем АН СССР).

В 1938 г. Президиум АН СССР перевел Д. В. Скобельцына в Физический институт им. П. Н. Лебедева АН СССР (в г. Москву) на должность заведующего лабораторией атомного ядра. В 1939 г. Д. В. Скобельцын был избран членом-корреспондентом, а в 1946 г. — действительным членом Академии наук СССР. В 1943 г. Д. В. Скобельцын был избран членом-корреспондентом Французской Академии наук.

Научная работа Д. В. Скобельцына развернулась в начале двадцатых годов. Одним из наиболее актуальных вопросов в физике был тогда вопрос о квантовой природе излучения. Это был период, когда создавалась квантовая механика и экспериментальное обнаружение корпускулярных свойств излучения являлось задачей большого принципиального значения. В 1923 г. А. Комптоном был открыт эффект, названный его именем, и созданы основы теории рассеяния коротковолнового излучения на свободном электроны. Представляло очень большой интерес детально изучить процесс взаимодействия с электронами наиболее жесткого из известных тогда видов излучений —  $\gamma$ -лучей радиоактивных веществ — для индивидуальных актов рассеяния.

Такую задачу и поставил себе Д. В. Скобельцын в своих первых работах. Ему удалось найти чрезвычайно удачное решение методической стороны этой задачи. Он применил для указанной цели созданную перед первой мировой войной камеру Вильсона.

До работ Д. В. Скобельцына камера Вильсона не использовалась для количественного анализа взаимодействия релятивистских частиц с веществом. Для этой цели Д. В. Скобельцын поместил свою камеру Вильсона в постоянное магнитное поле. Заряженные частицы, проходящие через камеру Вильсона, отклоняются магнитным полем, причем радиус кривизны следа определяется напряженностью магнитного поля и импульсом частицы. Таким образом, помещение камеры Вильсона в магнитное поле дает возможность по измерению кривизны следа на фотографии, полученной с камерой, определить импульс частицы.

Нет необходимости подробно характеризовать значение, которое приобрел метод камеры Вильсона в магнитном поле в последующие годы. Достаточно лишь напомнить, что именно этим методом был открыт целый ряд «элементарных» частиц материи и изучены многие важнейшие процессы, происходящие при высоких энергиях. В руках Д. В. Скобельцына этот метод позволил ему не только решить первоначальную задачу о механизме комптон-эффекта на электронах и ряд попутных задач, но и, как мы увидим ниже, открыть частицы высоких энергий и ливни частиц в составе космических лучей.

Опыты Д. В. Скобельцына привели к однозначному выводу, что имеется не только качественное, но и количественное согласие с теорией взаимодействия квантов излучения с свободными электронами, развитой А. Комптоном. Эффективное сечение рассеяния оказалось соответствующим формуле, полученной Клейном и Нишиной и И. Е. Таммом, но противоречащим формуле Дирака — Гордона.

Этот цикл работ Д. В. Скобельцына сыграл весьма существенную роль в проверке основных теоретических представлений о взаимодействии квантов излучения с корпускулами и ознаменовал собой определенный этап в развитии физики в этой области.

В дальнейшем Д. В. Скобельцыну удалось применить явление Комптона для спектроскопии  $\gamma$ -лучей. Это послужило основой для широкой серии научных исследований спектров  $\beta$ - и  $\gamma$ -лучей и сыграло большую роль в развитии работ, имеющих важное теоретическое и практическое значение.

Теперь мы переходим к наиболее важным работам Д. В. Скобельцына, работам, явившимся стержнем всей его научной деятельности, — исследованиям космического излучения. Анализируя с присущей ему тщательностью и глубиной снимки, полученные им в камере Вильсона в серии опытов по изучению комpton-эффекта, Д. В. Скобельцын обратил внимание на следы частиц, не искривленные магнитным полем. Оказалось, что в камере Вильсона среди следов  $\beta$ -частиц и электронов, выбитых  $\gamma$ -лучами, сильно изогнутых магнитным полем, имеются совершенно прямые следы, принадлежащие частицам с энергией не менее  $15 Mэв$ . Последнее обстоятельство отчетливо показало, что найденные следы не могут быть приписаны излучениям радиоактивных веществ.

Д. В. Скобельцын оценил также среднюю ионизацию, создаваемую в атмосфере частицами, вызвавшими найденные следы. Оказалось, что эта ионизация вполне соответствует ионизации воздуха космическими лучами.

На этом основании Д. В. Скобельцын сделал важное заключение, что прямые следы в камере Вильсона принадлежат заряженным частицам космических лучей.

Существование космических лучей было обнаружено в 1912 г. благодаря их способности создавать ионизацию воздуха. Однако вплоть до работ Д. В. Скобельцына в 1927 г. непосредственная причина ионизации не была вскрыта. Среди физиков интерес к космическим лучам был невелик, и в основном космические лучи изучались как геофизическое явление.

Открытие Д. В. Скобельцына явилось переломным моментом в развитии этой области физики. По существу, настоящие физические исследования по космическим лучам и начались лишь после того, как в его опытах было показано наличие в космических лучах заряженных частиц высокой энергии.

Следующим принципиально важным шагом, значительно повысившим интерес к космическим лучам, было установление того факта, что в области высоких энергий происходят явления, которые не находят себе аналога в области меньших энергий, соответствующих энергии радиоактивных излучений. Речь идет о том, что частицы космических лучей довольно часто проявляются группами, роями, по современной терминологии, ливнями. Открытие ливней было сделано Д. В. Скобельцыным в 1929 г. в результате анализа распределения частиц высокой энергии по снимкам с камерой Вильсона.

Замечательные наблюдения Д. В. Скобельцына нашли себе полное подтверждение в последовавших за ними опытах Андерсона и других с аналогичной методикой и особенно в фотографиях картин ливней, полученных Блеккетом и Оккалини.

В последние годы перед войной центральными задачами физики космических лучей являлись связанные между собой вопросы о существовании и свойствах вновь открытых частиц — мезонов, с одной стороны, и о каскадной теории электронно-фотонной компоненты, с другой. Д. В. Скобельцын внес свой существенный вклад в решение обоих вопросов.

По проблеме мягкой, т. е. легко поглощаемой компоненты космических лучей, положение в те годы в общих чертах сводилось к следующему: на основе уравнений Дирака, применяемых для описания свойств электронов и фотонов, в ряде работ теоретиков была создана теория, описывающая генерацию тормозного излучения и образование пар электронов и позитронов под действием фотонов. Протекание обоих процессов должно приводить к развитию электронно-фотонной лавины в веществе. Сопоставление этой теории с опытом должно было показать возможность применения основных положений квантовой электродинамики к электронам и фотонам весьма высоких энергий. Поэтому вопрос о проверке каскадной теории приобрел столь большое значение для физики в целом.

В связи с этим Д. В. Скобельцын, вместе со своими учениками, начал широкий цикл работ по детальному изучению свойств мягкой компоненты космических лучей и сопоставлению их с каскадной теорией. Наряду с этим, под непосредственным влиянием идей Д. В. Скобельцына, развернулись и теоретические работы по дальнейшему развитию каскадной теории, направленные на создание полной теории с учетом всех необходимых факторов.

После перерыва, вызванного войной, экспериментальные и теоретические работы были в основном завершены и привели к установлению полного согласия выводов теории и эксперимента. Тем самым была надежно показана применимость основных положений квантовой теории к описанию свойств электронов и фотонов вплоть до самых высоких энергий.

Вместе с тем Д. В. Скобельцыным был проведен глубокий анализ условий образования электронно-фотонной компоненты космических лучей и вопроса о наличии равновесия между мягкой (т. е. электронно-фотонной) и проникающей компонентами космических лучей. Им было выяснено, что электроны, образующиеся при распаде мезонов, не могут объяснить ту мягкую компоненту, которая имеется в атмосфере, начиная с высот в несколько километров и выше, и что происхождение этой избыточной (или, как ее называют, «неравновесной») мягкой компоненты должно быть отнесено за счет другого источника.

По его предложению были поставлены опыты, направленные на определение интенсивности электронной компоненты, происходящей от распада мезонов. При этом было установлено, что наблюдающаяся на опыте интенсивность этой компоненты меньше, чем ожидалось, исходя из общепринятых в то время представлений о распаде мезона на один электрон и одно нейтрино.

Д. В. Скобельцын руководил также исследованиями по другим разделам ядерной физики. Среди этих работ следует отметить обширное и всестороннее исследование процесса образования электронно-позитронных пар в газе, наполняющем камеру Вильсона, под действием  $\gamma$ -лучей. В этом исследовании показано, что образование пар электронов и позитронов при взаимодействии фотонов с электрическим полем ядер атомов различных элементов превосходит согласуется с экспериментом.

Под руководством Д. В. Скобельцына получили широкое развитие исследования космических лучей на больших высотах. Опыты в стратосфере представляют интерес в связи с тем, что на больших высотах оказывается возможным наблюдать те быстро поглощаемые в атмосфере компоненты излучения, которые до высот гор вообще не доходят. Оценив значение исследований на больших высотах, Д. В. Скобельцын затратил значительные усилия для развертывания этих важных, но в то же время весьма трудных работ.

Исследования космических лучей в стратосфере с помощью шаров-зондов были проведены на широтах Ленинграда, Еревана и вблизи экватора. В результате этих работ было обнаружено, что первичные космические лучи, по крайней мере в подавляющей своей доле, представляют собой электрически заряженные частицы.

Используя магнитное поле Земли в качестве своеобразного измерительного прибора, оказалось возможным рассортировать первичное космическое излучение по энергиям. Из проведенного анализа следовало, что первичные космические частицы с энергией около  $10^{10}$  эв быстро поглощаются в атмосфере. Эти потери во много раз превосходят потери энергии на ионизацию. Последующие работы, выполненные Д. В. Скобельцыным и его учениками, показали, что причиной этих больших потерь энергий являются взаимодействия первичных космических частиц с ядрами атомов атмосферы.

Во время войны Д. В. Скобельцын, находясь в эвакуации вместе с Физическим институтом АН СССР в г. Казани, руководил целым рядом работ оборонного и прикладного характера, причем в некоторых из них принимал непосредственное участие. Вместе с тем он продолжал теоретические работы по космическим лучам, главным образом по так называемым широким атмосферным ливням, открытым незадолго до войны французским физиком Оже.

Д. В. Скобельцыным были проведены расчеты, основанные на каскадной теории, которые позволили сравнить вычисленное пространственное распределение частиц в ливнях с имевшимися в то время экспериментальными данными. Сравнение привело к указанию на наличие серьезного расхождения. Создавалось впечатление, что каскадная теория не может описать свойства широких атмосферных ливней.

В связи с этим, по инициативе и под руководством Д. В. Скобельцына, на Памире был начат обширный цикл работ по детальному изучению широких атмосферных ливней. Первая экспедиция по исследованию космических лучей на Памир была организована им еще до окончания войны, в 1944 г. В дальнейшем эти экспедиции проводились ежегодно вплоть до последнего времени.

Для изучения пространственного распределения частиц в атмосферных ливнях на больших расстояниях от их оси Д. В. Скобельцын предложил новый метод, в котором требовалось прохождение в каждом пункте наблюдения нескольких частиц. Этот метод, практически полностью исключающий случайные совпадения, позволил уже в первых работах зарегистрировать ливни при расстоянии между системами счетчиков до одного километра. Этот метод явился вместе с тем наиболее «светосильным» методом для регистрации крайне редких событий прохождения гигантских ливней, генерируемых частицами сверхвысоких энергий. Уже в конце сороковых годов на Памире были зарегистрированы ливни, содержавшие свыше  $10^8$  электронов, т. е. вознившие от первичных частиц с энергией свыше  $10^{17}$  эв.

Далее по инициативе и под руководством Д. В. Скобельцына были поставлены опыты по выяснению спектра ливней по числу частиц и опыты по высотному ходу и составу ливней. В этих опытах было установлено, что высотный ход ливней резко противоречит предсказаниям электронно-фотонной модели широких атмосферных

ливней, и показано, что в составе ливней присутствует значительное количество проникающих ядерно-активных частиц.

Совокупность этих данных привела Д. В. Скобельцына и его учеников к вполне определенному выводу о том, что широкие атмосферные ливни представляют собой отнюдь не чистые электронно-фотонные лавины, а являются продуктом сложного ядерно-каскадного процесса. На основе этого анализа была построена новая ядерно-каскадная схема образования и развития широких атмосферных ливней, которая получила всеобщее признание и оказалась в дальнейшем крайне плодотворной при постановке новых экспериментов и при теоретической обработке.

Для получения данных о частицах сверхвысоких энергий Д. В. Скобельцын выдвинул также идею о необходимости исследовать широкие атмосферные ливни одновременно на двух уровнях. Наблюдая один и тот же широкий атмосферный ливень на двух высотах или на поверхности Земли и под землей, можно получить богатую информацию о процессах, происходящих при сверхвысоких энергиях. Эта идея Д. В. Скобельцына сейчас реализуется в специальной лаборатории, организованной для изучения космических лучей в Московском университете.

Изучение частиц сверхвысоких энергий путем наблюдения широких атмосферных ливней под руководством Д. В. Скобельцына на Памире тесно переплеталось также с глубоким изучением ядерных процессов, вызываемых частицами меньших энергий. Исходным здесь явился опыт с определением возрастания с высотой числа ливней, наблюдаемых под большими толщами свинца. Наличие толстого свинцового фильтра исключало возможность того, что эти ливни образуются электронами или фотонами высоких энергий. Вместе с тем быстрое изменение их числа с высотой места наблюдения показывало, что эти ливни не могут вызываться и проникающими  $\mu$ -мезонами. Проведенное изучение ливней этого типа с помощью камер Вильсона, ионизационных камер и сложных установок со счетчиками показало, что в состав таких ливней входят и электроны, и ядерно-активные частицы. Поэтому эти ливни и были названы электронно-ядерными ливнями.

Очевидно, что электронно-ядерные ливни являются основой ядерно-каскадного процесса, происходящего при очень высоких энергиях частиц широких атмосферных ливней. Через них идет образование вторичных ядерно-активных частиц в атмосфере при попадании в нее первичных частиц космических лучей и генерация электронно-фотонной компоненты. Генерация электронно-ядерных ливней представляет собой главный процесс преобразования энергии первичного космического излучения, ответственный за возникновение всей совокупности компонент космического излучения.

Наряду с изучением ядерных процессов при очень высоких энергиях под руководством Д. В. Скобельцына широким фронтом продолжались работы по исследованию космических лучей на больших высотах.

Эти исследования привели к обнаружению в стратосфере интенсивной электронно-фотонной компоненты. Было показано, что эта компонента не может возникать за счет распада в атмосфере  $\mu$ -мезонов. Таким образом была установлена необходимость существования нового механизма создания электронно-фотонной компоненты.

В результате этих работ удалось выполнить анализ состава излучений на больших высотах. Наиболее существенно, что такой анализ был произведен раздельно для различных энергетических групп первичных космических частиц путем измерения космических лучей в стратосфере на различных широтах. Для указанной цели под руководством Д. В. Скобельцына был проведен ряд экспедиций.

В 1947 г. под руководством Д. В. Скобельцына начались также первые опыты на ракетах по изучению космических лучей за пределами атмосферы. В этих исследованиях было показано, что зарождение электронно-фотонной компоненты происходит не только в атмосфере, но и в конденсированной среде. Эти результаты хорошо гармонизировали со свойствами электронно-ядерных ливней, обнаруженных на горах. В составе электронно-ядерных ливней также была обнаружена электронно-фотонная компонента, возникающая непосредственно вблизи места генерации самого ливня.

На основе опытов, выполненных на ракетах, в стратосфере и на горах, был сделан вывод, что если вновь обнаруженная электронно-фотонная компонента возникает в результате распада каких-то частиц, то время жизни этих частиц менее  $10^{-8}$  сек. Этот совершенно правильный вывод предвосхищал открытие нейтральных  $\Lambda^0$ -мезонов, которое было сделано позже за рубежом.

Во время экваториальной экспедиции 1949 г. была обнаружена большая восточно-западная асимметрия первичного космического излучения. Было показано, что первичные космические частицы в основном приходят с востока и, следовательно, подавляющее большинство их заряжено положительно. Большая совокупность других опытов показала, что первичные частицы являются ядрами атомов, в основном протонами. Изучение этого большого многообразия явлений требовало широкого размаха научных исследований. Д. В. Скобельцыну принадлежит большая заслуга в развертывании этих взаимосогласованных работ, осуществленных его учениками по единому плану под его руководством.

Основы нового понимания общей картины явлений, происходящих в космических лучах, были заложены Д. В. Скобельцыным в его известной речи на Общем собрании Академии наук СССР в феврале 1950 г. По сути дела, физика космических лучей стала разделом ядерной физики в области высоких энергий.

В 1951 г. Д. В. Скобельцыну и его ученикам за открытие и изучение электронно-ядерных ливней и ядерно-каскадного процесса была присуждена Государственная премия I степени.

Новая точка зрения на процессы в космических лучах стала общепринятой не только в нашей стране, но и за рубежом.

В последующих работах, руководимых Д. В. Скобельцыным, эта концепция развивалась и уточнялась. В частности, большое внимание уделялось вопросу о распределении энергии первичной ядерно-активной частицы между образованными ею вторичными частицами в той области энергий, которая остается недоступной для самых мощных ускорителей.

В результате исследований по этому вопросу была установлена большая упругость столкновений частиц высоких энергий с легкими ядрами. Оказалось, что в среднем при своем взаимодействии нуклон передает генерированному  $\pi$ -мезону только 30—40% своей энергии. Большая же часть энергии сохраняется у нуклона.

Эта особенность взаимодействий играет большую роль в формировании общей картины поглощения в атмосфере энергии, несомой космическими лучами.

Детальное изучение широких атмосферных ливней позволило сделать ряд важных выводов относительно характеристик ядерных столкновений при высокой энергии. В частности, было показано, что при энергии  $10^{11}$ — $10^{12}$  эв соударение двух нуклонов часто приводит к образованию сгустка возбужденной ядерной материи (по современной терминологии «fire ball»), движущегося со сравнительно небольшой скоростью и рассыпающегося на  $\pi$ -мезоны.

Есть все основания рассчитывать, что дальнейшее изучение процессов взаимодействия частиц высоких и сверхвысоких энергий уже в ближайшие годы приведет к большим открытиям и позволит значительно продвинуться в понимании структуры «элементарных» частиц.

С другой стороны, изучение широких атмосферных ливней за последние годы приобрело значительный интерес с точки зрения происхождения и состава первичных космических лучей сверхвысоких энергий. Ряд данных уже сейчас позволяет предполагать, что, начиная с энергий  $10^{15}$ — $10^{16}$  эв, состав первичных космических лучей изменяется в сторону обогащения его тяжелыми ядрами.

Все данные, полученные в перечисленных выше исследованиях, прочно вошли в науку о космических лучах и составляют основу физики процессов, происходящих при высоких и сверхвысоких энергиях частиц.

Д. В. Скобельцын является признанной главой воспитанной им большой и активной школы советских физиков — специалистов по атомному ядру, космическим лучам и ускорителям.

Д. В. Скобельцыным еще до войны была написана монография «Космические лучи». Эта книга сыграла огромную роль в воспитании физиков, работающих по изучению космического излучения. В книге Д. В. Скобельцына наряду с полным и тщательным анализом эксперимента изложены глубокие основы теории взаимодействия заряженных частиц с веществом и теория отклонения первичных космических частиц в магнитном поле Земли. Хотя с момента выхода этой книги прошло более 20 лет и положение физики космических лучей за это время кардинально изменилось, до сих пор эта монография служит настольной книгой для физиков.

Педагогическая, организаторская и общественная деятельность Д. В. Скобельцына также имеет широкий размах. В 1940 г. он создал кафедру атомного ядра при физическом факультете Московского государственного университета. После Отечественной войны он организовал и в течение многих лет руководил Отделением ядерной физики физического факультета МГУ, которое до сих пор является одним из ведущих центров в нашей стране по подготовке физиков-специалистов по ядерной физике. За годы, когда Д. В. Скобельцын руководил Отделением, там было подготовлено большое число высококвалифицированных специалистов по атомному ядру.

В 1946 г. Д. В. Скобельцын организовал также Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ и в течение 15 лет был его директором. Под его руководством этот институт превратился в серьезный центр исследований по ядерной физике, в активе которого имеется ряд важных исследований.

С 1951 г., после смерти акад. С. И. Вавилова, Д. В. Скобельцын стал директором Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР и успешно руководит Институтом и по настоящее время. За эти годы Институт вырос более чем в три раза; при этом произошла существенная перестройка тематики; в лабораториях Института появились и развились новые направления.

В Институте было выполнено большое число первоклассных исследований. По ряду важных направлений Институт занимает ведущее положение в нашей науке.

Д. В. Скобельцын является также видным общественным и государственным деятелем. Он являлся депутатом Верховного Совета РСФСР, а затем избирается подряд депутатом Верховного Совета СССР ряда созывов. В 1946—1948 гг. он являлся экспертом по атомной энергии от Советского Союза при Организации Объединенных Наций.

Широко известна деятельность Д. В. Скобельцына как активного борца за мир. В течение многих лет он является Председателем Комитета по международным Ленинским премиям «За укрепление мира между народами» и пользуется большим авторитетом среди широких прогрессивных кругов. Вместе с тем он был одним из инициаторов и сейчас находится среди ведущих деятелей Пагуошского движения ученых за мир. Его горячие выступления за мир находят себе отклики не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами.

Правительство высоко оценило деятельность Д. В. Скобельцына. Он награжден двумя орденами Ленина и двумя орденами Красного Знамени.

*В. И. Векслер*

Успехи физических наук, т. LXXVIII, вып. 3.

Редакторы В. В. Власов, Г. В. Розенберг, В. А. Угаров.

Техн. редактор Н. Ф. Брудно.

Корректор Е. А. Белицкая.

Сдано в набор 25/VIII 1962 г. Подписано к печати 17/XI 1962 г. Бумага 70×108/16. Физ. печ. л. 11,25+1 вкл. Условн. печ. л. 15,58. Уч.-изд. л. 15,89. Тираж 4795 экз. Т-10990. Цена 1 р. 20 к. Заказ 406.

Государственное издательство физико-математической литературы.  
Москва, В-71, Ленинский проспект, 15.

Московская типография № 5 Мосгоссовнархоза. Москва, Трехпрудный пер., 9.