

*Э. А. Перельштейн*

## КРАТКИЙ ОЧЕРК НАУЧНОЙ И НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

---

Выдающийся советский физик — академик Владимир Иосифович Векслер родился 4 марта 1907 г. в городе Житомире в семье инженера-электрика.

Его трудовая деятельность началась в 1925 г. в Москве на фабрике им. Я. М. Свердлова, куда по направлению комсомола он был принят электромонтером. В 1931 г. В. И. Векслер окончил Московский энергетический институт по специальности электротехника.

Научная деятельность В. И. Векслера началась в 1930 г. Будучи студентом, он поступил на работу во Всесоюзный электротехнический институт им. В. И. Ленина и в течение шести лет занимался физикой рентгеновских лучей. В первые годы научной работы В. И. Векслер разработал новый метод измерения интенсивности рентгеновских лучей с помощью усовершенствованного счетчика Гейгера, работающего в пропорциональном режиме. Работы этого периода с большим интересом были восприняты научной общественностью и стали методической базой дальнейших исследований В. И. Векслера по физике космических лучей. К проблеме регистрации ионизирующего излучения он неоднократно возвращался. В 1940 г. совместно с Н. А. Добротиним и Л. В. Грошевым им опубликована монография «Экспериментальные методы ядерной физики», а в 1949 г. совместно с Л. В. Грошевым и Б. М. Исаевым — монография «Ионизационные методы исследования излучений».

В 1936 г. академик С. И. Вавилов пригласил В. И. Векслера работать в Физический институт им. П. Н. Лебедева Академии наук СССР. Здесь под руководством академика Д. В. Скобельцына В. И. Векслер посвятил себя изучению космических лучей. В предвоенные годы он провел значительный цикл экспериментальных исследований в высокогорных экспедициях на Эльбрусе. В эльбрусских экспедициях 1937–1940 гг. группа В. И. Векслера впервые применила пропорциональные счетчики для изучения тяжелых, сильно ионизирующих частиц в космическом излучении. Уже в первых опытах были получены данные, явившиеся аргументом против предложения о протонном составе проникающей компоненты космических лучей. Дальнейшие опыты с пропорциональными счетчиками дали интересные материалы по генерации

медленных мезонов. На основе проведенных экспериментов в 1940 г. В. И. Векслер защитил диссертацию на степень доктора физико-математических наук на тему «Тяжелые частицы в космических лучах».

Война прервала работы В. И. Векслера по космическим лучам. В военные годы он занимался решением оборонных задач, используя методы радиотехники, применявшиеся в экспериментальной физике космических лучей. Приборы, созданные В. И. Векслером, проходили испытания в войсках.

В 1944 г. с целью изучения ядерных взаимодействий при высоких энергиях В. И. Векслер организовал экспедицию по космическим лучам на Памир. Исследование свойств ливней и процесса их генерации В. И. Векслером и его сотрудниками создало целое направление в физике элементарных частиц.

Одновременно с изучением космических лучей В. И. Векслер занимался поисками новых методов ускорения. В существующих в то время ускорителях достижимые энергии принципиально ограничивались законами релятивистской механики. Эта трудность была преодолена впервые в предложенном в 1944 г. В. И. Векслером микротроне. В микротроне осуществляется циклическое ускорение частиц. Обращаясь в магнитном поле, частица на каждом обороте приобретает дополнительную энергию в заданном ускоряющем высокочастотном поле. Период обращения частицы, растущий из-за ее утяжеления, увеличивается в микротроне от оборота к обороту на целое число периодов высокочастотного поля, таким образом поддерживается резонансный механизм ускорения. В. И. Векслер высоко оценивал перспективы микротрона. Действительно, этот ускоритель впоследствии нашел применение как инжектор электронов и позитронов, в ядерно-физических исследованиях. В наши дни микротрон широко используется в научно-исследовательских и прикладных задачах. Во многих странах сооружаются разрезные микротроны, в основе которых лежит идея В. И. Векслера, по энергии превосходящие обычные микротроны, для исследований по ядерной физике, создания лазеров на свободных электронах, использования в качестве инжекторов в электронные синхротроны и т. д.

Занимаясь теорией микротрона, В. И. Векслер пришел к открытию, которое по сути создало базу для развития физики высоких энергий. Чтобы сохранить резонансное ускорение релятивистских частиц в циклических ускорителях, он предложил использовать электрические и магнитные поля с медленно изменяющимися во времени характеристиками. Классификация В. И. Векслера основных типов таких ускорителей охватывает все сооруженные и проектируемые сейчас установки.

К ним относятся электронные синхротроны, в которых синхронизм движения частиц и высокочастотного поля достигается за счет изменения магнитного поля, синхроциклотроны со стационарным магнитным полем и изменяющейся частотой высокочастотного поля, и синхрофазотроны (теперь называемые протонными синхротронами или, просто, синхротронами), в которых одновременно меняется магнитное поле и частота ускоряющего электрического поля.

Работоспособность всех перечисленных ускорителей определяется открытым В. И. Векслером принципом автофазировки. Суть принципа автофазировки состоит в выполнении условий синхронизма движения сгустка заряженных частиц и ускоряющего высокочастотного электромагнитного поля. Синхронизм для всех частиц сгустка обеспечивается, если центральная частица находится в строгом синхронизме с ускоряющим полем, т. е. ускорение ее в поле не меняется. На опережающие (или отстающие) ее частицы действуют со стороны электромагнитного поля силы, направленные к центру движущегося сгустка. Принцип автофазировки позволяет длительное время ускорять протяженные сгустки частиц с разбросом по угловым скоростям вращения резонансным образом. Принцип автофазировки составляет основу всех работающих, строящихся и проектируемых протонных ускорителей на сверхвысокие энергии, а также практически всех циклических ускорителей. Электронные синхротроны, созданные одновременно в СССР и США, положили начало центральному направлению физики частиц — физике электромагнитных взаимодействий адронов. В. И. Векслер и его сотрудники обнаружили первые ключевые явления этой области — закономерности фоторождения мезонов в околопороговой области — и продемонстрировали предсказательную силу квантовой теории поля в описании этих закономерностей.

С конца 1944 г. в Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР под руководством В. И. Векслера начались работы по сооружению первого синхротрона на энергию 30 МэВ, которые были успешно завершены в 1947 г. Одновременно проектировался и сооружался синхротрон на 270 МэВ. Он был запущен в 1949 г.

Синхротроны, созданные В. И. Векслером, проработали более четверти века. На них выполнена большая программа изучения фотоядерных и фотомезонных процессов, отмеченная правительственными наградами и получившая международное признание.

В 1949 г. под руководством В. И. Векслера и при активной поддержке академика С. И. Вавилова началось проектирование большого ускорителя протонов — синхрофазотрона в Дубне на энергию 10 ГэВ.

Одновременно в Москве сооружалась модель ускорителя на 180 МэВ, которая была запущена в 1953 г.

В. И. Векслер возглавил большой коллектив специалистов из различных институтов и направил его усилия на решение сложнейшей научно-технической проблемы — сооружение самого большого в мире протонного ускорителя. Для этого требовалось разработать и создать небывалый кольцевой электромагнит, специальные схемы электрического питания и радиотехнические устройства. Требовались большие организаторские способности и инженерные знания В. И. Векслера, чтобы объединить труд многих групп физиков и инженеров и реализовать его в виде гигантского ускорителя. В 1957 г. синхрофазотрон в Дубне, в Объединенном институте ядерных исследований был запущен и начались физические эксперименты в Лаборатории высоких энергий, директором которой В. И. Векслер стал в 1956 г. В 1958 г. В. И. Векслер был избран действительным членом АН СССР.

В. И. Векслер определяет научную программу и руководит физическими исследованиями на новом ускорителе. В Лаборатории высоких энергий были получены принципиально важные для физики элементарных частиц результаты: обнаружены новые типы распадов  $K$ -мезонов (вошедшие в международные таблицы данных по частицам); изучены свойства нейтральных  $K$ -мезонов, процесс регенерации  $K$ -мезонов.

В ЛВЭ обнаружено явление «лидирования», на основе которого возникли современные представления о разделении областей взаимодействия при высоких энергиях.

Большое место в работе лаборатории занимала разработка новых методик физического эксперимента. Предложенная в ЛВЭ методика исследования упругого рассеяния протонов на протонах в области малых углов рассеяния при прохождении ускоренных частиц через тонкие мишени позволила провести фундаментальные исследования по измерению вещественной части амплитуды рассеяния (проверка дисперсионных соотношений). В дальнейшем эта методика модифицировалась и привела к созданию струйных мишеней, которые используются в настоящее время практически во всех ведущих центрах по физике высоких энергий в мире.

В ЛВЭ разработаны первые в нашей стране бесфильмовые искровые спектрометры, создана методика экспериментов на линии с ЭВМ.

Группа сотрудников ЛВЭ под руководством В. И. Векслера в экспериментах на синхрофазотроне в 1960 г. открыла неизвестную ранее заряженную частицу — антисигма-минус-гиперон. Синхрофазотрон

многие годы обеспечивал физические исследования по физике высоких энергий в ОИЯИ.

В семидесятых годах под руководством сотрудников и учеников В. И. Векслера (Л. П. Зиновьева, Ю. Д. Безногих, И. Б. Иссинского) была проведена существенная модернизация синхрофазотрона, давшая этому ускорителю новую жизнь. Был создан большой комплекс медленного вывода первичного пучка, созданы принципиально новые системы инжекции, интенсивность протонного пучка увеличена в 100 раз. По предложению В. И. Мороза получены пучки релятивистских дейтронов. Под руководством А. М. Балдина заложены научные и технические основы релятивистской ядерной физики. В настоящее время пучки синхрофазотрона в большом дефиците и интенсивно используются представителями различных стран и учреждений. Как одно из главных направлений физики высоких энергий релятивистская ядерная физика изучается на крупнейших ускорителях мира.

Даже в самые напряженнейшие годы строительства и запуска синхротронов и синхрофазотрона В. И. Векслер продолжает искать новые пути развития ускорителей на сверхвысокие энергии, предлагает принципиально новые методы ускорения.

В 1947 г. В. И. Векслер высказал идею стохастического метода ускорения, в котором частицы попадают в ускоряющее высокочастотное поле в произвольной фазе (условие резонансного ускорения не выполняется). Большая часть частиц ускоряется в среднем до высоких энергий.

В 1951–1956 гг. В. И. Векслер (одновременно с Г. И. Будкером и Я. Б. Файнбергом) предложил использовать для ускорения ионов собственные поля сгустков или потоков заряженных частиц. Такие методы он назвал когерентными методами ускорения. К ним относятся: ускорение ионов в электрическом поле, возникающем при взаимодействии ионного сгустка с электронным пучком (ускорение на обращенном эффекте Вавилова–Черенкова); ускорение плазменного сгустка потоком электромагнитного излучения — радиационное ускорение; ускорение ионного сгустка при соударении с высокоэнергетичным сгустком — ударное ускорение. Эти идеи предопределяли успешные эксперименты по радиационному ускорению, проведенные В. И. Векслером с сотрудниками; по коллективному ускорению ионов в сильноточных электронных пучках в конце шестидесятых — начале семидесятых годов; развитие теоретических и экспериментальных исследований по коллективному методу ускорения ионов электронными кольцами, которые проводились В. И. Векслером и В. П. Саранцевым с сотрудниками.

Работы по коллективному методу ускорения по инициативе В. И. Векслера были начаты в 1962 г. в ОИЯИ с проработки способа ускорения ионов собственным электрическим полем релятивистского электронного кольца. По сравнению с прямым ускорением ионов в электрическом поле этот способ дает существенный выигрыш в достижимых энергиях ионов в отношении их массы к релятивистской массе электронов кольца. Работоспособность коллективного метода ускорения ионов электронными кольцами экспериментально продемонстрирована в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ и в Институте физики плазмы им. М. Планка (ФРГ).

Работы дубненской группы по ускорению электронно-ионных колец были в числе пионерских в исследовании коллективных методов ускорения. Во многих научных центрах мира ведутся экспериментальные исследования по различным модификациям коллективного метода, создаются ускорительные установки, возникают новые концепции ускорения, обнаруживаются примеры коллективного ускорения в природе.

Большое внимание В. И. Векслер всю жизнь уделял воспитанию молодых физиков. На протяжении многих лет он заведовал кафедрой ядерной физики в МГУ. Школа В. И. Векслера завоевала всемирное признание в физике космических лучей, ядерной физике, физике высоких энергий, физике и технике ускорителей. За международные заслуги в деле образования молодых физиков Чешское высшее техническое училище избрало его своим почетным доктором.

Много сил и времени В. И. Векслер отдавал организации науки. С 1963 г. он являлся членом Президиума Академии наук СССР, академиком-секретарем Отделения ядерной физики АН СССР, в течение ряда лет был вначале членом, а затем председателем Комитета по физике высоких энергий Международного союза по чистой и прикладной физике (ИЮПАП), был основателем и директором Лаборатории высоких энергий ОИЯИ. С 1946 г. он входил в состав редколлегии журнала «Успехи физических наук», а с 1956 г. — редколлегии журнала «Атомная энергия». В 1964 г. В. И. Векслер основал журнал «Ядерная физика» и стал его главным редактором. В этом же году он вошел в состав редакционно-издательского совета АН СССР. Многие годы В. И. Векслер активно сотрудничал с газетой «Правда».

Большая научная и организационная работа сочеталась у В. И. Векслера с крупной общественной работой — в последние годы он являлся членом горкома КПСС в Дубне, занимаясь вопросами пропаганды и организации науки.

Родина высоко оценила научную и общественную деятельность В. И. Векслера. Его заслуги отмечены тремя орденами В. И. Ленина,

орденом Трудового Красного Знамени и медалями. В. И. Векслер — лауреат Ленинской премии и Государственной премии СССР.

За выдающиеся достижения в области мирного использования атомной энергии ему присуждена Международная премия «Атом для мира».

В августе 1965 г. В. И. Векслер тяжело заболел и 22 сентября 1966 г. скончался в Москве.

Научные идеи В. И. Векслера стали основой развития физики ускорителей заряженных частиц, и базой для развития физики высоких энергий. Открытие принципа автофазировки — одного из крупнейших открытий прошлого столетия — позволило существенно продвинуться в мир элементарных частиц и открыть новые фундаментальные законы природы.

Дальнейший прогресс физики высоких энергий неизменно связан с именем и делом В. И. Векслера.