

УДК 621.384.6(092)
ББК 22.381.1д
В57

Редактор-составитель *М. Г. Шафранова*

Редакционный совет: акад. В. Г. Кадышевский (*председатель*),
проф. А. Н. Сисакян (*зам. председателя*), проф. А. И. Малахов
(*зам. председателя*), канд. физ.-мат. наук А. А. Бельков,
проф. И. А. Голутвин, канд. физ.-мат. наук В. М. Жабицкий,
канд. физ.-мат. наук И. Н. Иванов, проф. Э. А. Перельштейн,
канд. физ.-мат. наук Е. Б. Плеханов, проф. И. А. Савин,
Б. М. Старченко, канд. физ.-мат. наук М. Д. Шафранов,
канд. физ.-мат. наук М. Г. Шафранова

В книге использованы фотографии В. А. Шустина, П. И. Зольникова, Ю. А. Туманова, Л. В. Сухова, Н. В. Печенова, а также фотографии из личных архивов.

Владимир Иосифович Векслер / Ред.-сост. М. Г. Шафранова. — Дубна: ОИЯИ, 2003. — 407 с., 42 с. фото.

ISBN 5-9530-0034-0

Книга посвящена Владимиру Иосифовичу Векслеру — выдающемуся ученому-физику, автору принципа автофазировки — одного из крупнейших открытий XX столетия. На принципе автофазировки основана работа гигантских циклических ускорителей и возникла современная физика элементарных частиц.

Как создатель синхрофазотрона Объединенного института ядерных исследований в Дубне — самого мощного по энергии ускорителя в мире в 50-е годы прошлого века Векслер стал одним из организаторов этого международного научного центра.

УДК 621.384.6(092)
ББК 22.381.1д

© Объединенный институт ядерных исследований, 2003
© М. Г. Шафранова, составление, 2003

ISBN 5-9530-0034-0

ПРЕДИСЛОВИЕ

Выдающийся советский ученый Владимир Иосифович Векслер широко известен в мире науки как автор принципа автофазировки — одного из крупнейших открытий XX столетия. Открытие этого принципа повысило на несколько порядков предел достижимых на ускорителях энергий и заложило основу для создания гигантских циклических ускорителей частиц на сверхвысокие энергии. В физике произошла революция: исследования элементарных частиц, прилетающих на Землю из космоса, уступили качественно новым, целенаправленным, систематическим экспериментам на ускорителях с интенсивными пучками частиц с заданными параметрами. Создание таких ускорителей в США, Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН), ОИЯИ, в России, в Германии и других странах привело к ряду фундаментальных открытий в физике. Развитие ускорительной науки и техники породило целый ряд смежных областей науки и прикладных исследований. Ускорители нашли широкое применение в физике, химии, биологии, медицине, в решении проблем охраны окружающей среды.

В Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР под руководством В. И. Векслера были организованы научные экспедиции на Эльбрус и Памир для исследования космического излучения, разработаны и сооружены первые советские синхротроны. В сложные послевоенные годы В. И. Векслер возглавил фантастически смелый проект создания синхрофазотрона — самого крупного в те годы ускорителя, взяв на себя огромную личную ответственность.

Масштаб этого сооружения поражал воображение. Реализация этого проекта стала возможной лишь благодаря высочайшему авторитету В. И. Векслера и его блестящему таланту ученого и организатора. Пуск синхрофазотрона вызвал широкий резонанс в мире. Это событие было признано выдающимся достижением науки.

В Дубне, в основанной В. И. Векслером на базе синхрофазотрона Лаборатории высоких энергий, были сделаны первые шаги в изучении взаимодействий частиц в новой области энергий. В первых же экспериментах проверялись основополагающие принципы теории элементарных частиц, были подвергнуты ревизии устоявшиеся представления о структуре частиц и характере их взаимодействия при высоких энергиях.

В. И. Векслеру принадлежат основополагающие идеи в области новых принципов ускорения частиц. Под его руководством в ОИЯИ создан и исследован ряд моделей оригинальных ускоряющих систем, образован Отдел новых методов ускорения.

В. И. Векслер — основатель многочисленной и авторитетной школы физиков и инженеров, специалистов в области физики высоких энергий,

физики и техники ускорителей, которые блестяще проявили себя в ОИЯИ, в институтах его стран-участниц, ФИАН, Институте физики высоких энергий в Серпухове, в ЦЕРН, в ряде научных центров США и других стран. На физическом факультете МГУ В. И. Векслер организовал кафедру «Ускорители», которую возглавлял в течение многих лет. Он оказал огромное влияние на молодежь. Ему были присущи целеустремленность, демократичность, обостренное чувство ответственности, умение создать атмосферу напряженного творческого поиска.

В кругу общения В. И. Векслера были замечательные советские физики: Д. И. Блохинцев, Н. Н. Боголюбов, А. М. Будкер, С. И. Вавилов, С. Н. Вернов, В. Л. Гинзбург, М. А. Марков, А. Л. Минц, И. Я. Померанчук, Д. В. Скобельцын, Б. М. Понтекорво, И. Е. Тамм, Я. Б. Файнберг, Е. Л. Фейнберг, Г. Н. Флеров, И. М. Франк, П. В. Черенков и многие другие. В. И. Векслер вел активную работу в Академии наук СССР как академик-секретарь Отделения ядерной физики и член Президиума. Он очень своевременно создал журнал «Ядерная физика» и на первых порах был его главным редактором. В течение ряда лет В. И. Векслер возглавлял комиссию по физике высоких энергий Международного союза чистой и прикладной физики (IUPAP).

Заслуги В. И. Векслера были высоко оценены как у нас в стране, так и за рубежом. За открытие принципа автофазировки он вместе с американским ученым Э. Макмилланом удостоен престижной международной премии «For the Benefit of Mankind» — «Атом для мира».

За разработку нового принципа ускорения и сооружение первых синхротронов В. И. Векслеру присуждена Государственная премия СССР. За создание синхрофазотрона В. И. Векслер и его ближайшие сподвижники были удостоены Ленинской премии. В. И. Векслеру присуждена также Государственная премия СССР. Он лауреат премии Академии наук СССР за оригинальную систему счетчиков частиц и исследование жесткой компоненты космического излучения и кавалер многих орденов и медалей.

Российской академией наук учреждена премия имени В. И. Векслера за выдающиеся работы в области физики ускорителей. Имя В. И. Векслера увековечено в названиях улиц в Дубне и в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН) в Женеве. Лаборатория высоких энергий Объединенного института ядерных исследований носит имя В. И. Векслера и его преемника академика А. М. Балдина.

Глубокий след, оставленный в науке этим ярким и исключительно одаренным человеком, всегда будет вдохновлять молодых людей, посвятивших себя физике, на смелый научный поиск.

Академик В. Г. Кадышевский

Профессор А. Н. Сисакян

ОТ РЕДАКТОРА-СОСТАВИТЕЛЯ

При подготовке издания мы стремились как можно более полно воспроизвести образ Владимира Иосифовича Векслера — известного физика, автора принципа автофазировки, на основе которого действуют все современные циклические ускорители заряженных частиц на высокие энергии. Он создал целую плеяду таких ускорителей, среди которых особое место занимает гигантский синхрофазотрон в Дубне.

Первый раздел книги посвящен началу научной деятельности В. И. Векслера, его работе в ФИАН и исследованиям космических лучей на Эльбрусе и Памире. Уже в эти годы проявился его яркий талант физика, наделенного неисчерпаемым трудолюбием и богатой интуицией, целеустремленного и горячего. Как руководитель космической экспедиции на Памире он создавал в коллективе особую атмосферу творческого горения, здесь обнаружились его незаурядные лидерские качества. Именно исследования космических лучей стали побудительным мотивом к его многолетнему неутомимому поиску методов ускорения частиц до высоких энергий в лабораторных условиях.

В следующем разделе даны две основополагающие статьи В. И. Векслера по автофазировке — принципу ускорения частиц, позволившему преодолеть циклотронный барьер, наступающий при ускорении частиц до скоростей, близких к скорости света. Здесь приводятся отклики известных ученых на работы В. И. Векслера по физике ускорителей, дается оценка его богатого наследия в этой области науки.

В разделе «Синхрофазотрон» описывается история создания В. И. Векслером синхрофазотрона в Дубне — «восьмого чуда света», как назвала его пресса. В этой работе участвовало огромное количество людей — как квалифицированных специалистов, так и начинающих. Штат организации под названием ТДС-533, в которой сооружался гигант, насчитывал 1000 человек. Разработка, проектирование и сооружение машины велись крупными советскими научно-исследовательскими и проектными организациями и промышленными предприятиями. Это прежде всего Физический институт им. П. Н. Лебедева АН СССР (ФИАН), Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры (НИИЭФА), Радиотехнический институт АН СССР (РТИ), Всесоюзный электротехнический институт им. В. И. Ленина и др. Сложнейшее монументальное сооружение — кольцевой магнит синхрофазотрона весом 36 тысяч тонн — разрабатывался и создавался на Кузнецком металлургическом комбинате. Огромный вклад внесло Министерство среднего машиностроения, в котором был сосредоточен ко-

лоссальный научный, технический и промышленный потенциал. В создании синхрофазотрона и его инженерно-технической инфраструктуры принимали самое активное участие предприятия министерств радиотехнической промышленности, министерства электростанций, строительства предприятий металлургической и химической промышленности и ряда других отраслей. Роль этих предприятий также нашла отражение в книге.

В следующем разделе физики рассказывают об исследованиях на ускорителе, о развитии методики эксперимента, приводятся архивные материалы о физическом обосновании к проекту синхрофазотрона, мнения членов Ученого совета ОИЯИ о значении запуска машины для стран-участниц Объединенного института ядерных исследований.

И, наконец, в заключительном разделе помещены воспоминания дочери В. И. Векслера, известных ученых, его сподвижников и учеников. Здесь он предстает перед читателем в самых различных ситуациях и проявлениях своей незаурядной натуры. Воспоминания оставляют впечатление о В. И. Векслере как о человеке, глубоко и искренне преданном науке, исключительно талантливым, неумемном в творческом поиске, горячем, но незлопамятным спорщике, очень порядочном, добром и человечном.

Эта книга не только о В. И. Векслере, но и о тех, кто был рядом с ним в самые ответственные моменты, кто на своих плечах вынес все тяготы, связанные с решением сложнейших научных и технических проблем. Эти люди разделили с ним огромную ответственность.

Деятельность В. И. Векслера охватывала разные области физики, представляя собой логически связанное единое целое, где центральное место занимает физика ускорителей и их создание, поэтому разделение текста по главам носит достаточно условный характер.

В книге отражена роль В. И. Векслера как одного из создателей ОИЯИ — крупного международного научного центра.

Всю книгу пронизывает искреннее уважение к В. И. Векслеру и восхищение им самых разных людей, которым посчастливилось работать и общаться с этим замечательным ученым.

В книге нашла отражение сложная история представления В. И. Векслера на соискание Нобелевской премии за открытие принципа автофазировки, которой он, безусловно, был достоин. Здесь можно найти библиографический список работ, перечень наград, премий и открытий ученого.

Архивные сведения и воспоминания о В. И. Векслере свидетельствуют о масштабных проблемах, с которыми ученый столкнулся при создании синхрофазотрона. Многие материалы несут в себе отпечаток

политической атмосферы и того сложнейшего исторического периода страны — вскоре после окончания войны, когда еще не была преодолена разруха. В. И. Векслер проявил себя как смелый, мужественный ученый и организатор, способный пойти на огромный для него лично риск ради претворения в жизнь своей идеи автофазировки.

При подготовке книги были использованы наряду с материалами и статьями, написанными специально для этого издания, также и ранее опубликованные. К последним относятся материалы из книги «Воспоминания о В. И. Векслере», подготовленной в ФИАН к 80-летию ученого под редакцией М. А. Маркова и А. Н. Горбунова (составитель А. Н. Горбунов). Теперь эта книга стала библиографической редкостью, а многих из авторов статей, к сожалению, уже нет среди нас. Мы благодарны А. Н. Горбунову за разрешение использовать материалы этого сборника. Отдельные фрагменты взяты из книги «Объединенному институту ядерных исследований — 40 лет. Хроника. Воспоминания. Размышления», журнальных и газетных публикаций, текущей прессы.

Большую помощь при подготовке книги оказали Э. А. Перельштейн и М. Д. Шафранов.

Хочется надеяться, что книга донесет до читателя ощущение огромной значимости работ В. И. Векслера и колорит его самобытной натуры, творческую ауру, которую он создавал вокруг себя, и частично аромат той исторической эпохи, в которой он жил и творил. Неумолимое время приводит нас ко все более глубокому осознанию величия оставленного им наследия.

М. Г. Шафранова

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.

Б. М. Исаев

В. И. ВЕКСЛЕР — МОЛОДЫЕ ГОДЫ*

В 1933 г. студентом третьего курса физико-математического факультета МГУ я пришел на производственную практику в лабораторию рентгеноструктурного анализа Всесоюзного электротехнического института в Москве (ВЭИ). Лабораторией в то время руководил крупный специалист в этой области, профессор Яков Семенович Уманский. По современным масштабам лаборатория была небольшая и состояла из трех групп. Одна группа занималась классическим рентгеноструктурным анализом, вторая — дефектоскопией сварных швов и третья группа, руководимая В. И. Векслером, была занята разработкой и исследованием новых методов измерения интенсивности рентгеновского излучения. Непосредственно Владимир Иосифович занимался исследованием изменения структуры ферромагнетиков в точке Кюри — это и была тема его кандидатской диссертации. Для этих исследований требовалась регистрация изменения интенсивности дифракционных линий, и естественно, что обычный фотографический метод для этих целей был непригоден. В. И. Векслер использовал для этих целей счетчики Гейгера–Мюллера. Не следует забывать, что в те годы механизм работы счетчиков был неизвестен. Каждый счетчик изготавливал сам экспериментатор, используя для этого свои приемы, наполняя его различными газами при разных давлениях. Иногда по совершенно непонятным причинам счетчик имел хорошую счетную характеристику, а иногда никакие ухищрения не давали результатов.

В то время я, конечно, не представлял, насколько мне повезло, что я попал в эту группу. Владимир Иосифович Векслер и Анатолий Викторович Бибергаль — в то время молодые инженеры-физики — были людьми высокой культуры, необычайно скромными и отзывчивыми. Именно они и определяли ту атмосферу благожелательности, которая царила в нашей небольшой группе, да и в лаборатории в целом.

С тех пор прошло пятьдесят лет. Многое стерлось из памяти, однако то, что сохранилось, относится в первую очередь к Володе, его отношению к людям, его отношению к работе, его необычайно живому уму и практической сметке. Пройдя до вуза хорошую производственную

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 26–37.

практику, работая на заводе электромонтером, Володя все мог делать своими руками.

Физические лаборатории тех лет только отдаленно напоминали современные лаборатории. Большинство лабораторных стендов, вакуумные установки, радиотехнические усилители монтировались руками научных сотрудников. Не хватало электроизмерительных приборов, осциллографы были на вес золота. Должен сказать, что в ВЭИ и в те годы имелись хорошие стеклодувная и монтажная мастерские. Однако длительность выполнения стеклодувных работ волей-неволей принуждала нас самих браться за стеклодувную горелку. Володя был в этом отношении примером. Он мог спаять весь вакуумный стенд. Единственно, что страдало — это эстетическая сторона. Все, что он делал, было в первую очередь прочно. Его стеклодувные спаи не текли, хотя и имели вид каких-то уродливых наростов, его радиосхемы имели довольно хаотическое распределение сопротивлений и конденсаторов со странными изгибами монтажных проводов, но они обладали одним свойством — они работали. Начинал он обычно монтаж на скорую руку, без соблюдения каких-либо правил монтажа паялась схема. Если она, как мы говорили, «фурыкала» и начинала работать — наводился монтажный лоск, паяли основательно. Глядя на Володю, волей-неволей приходилось усваивать его методы, заниматься стеклодувными работами, натягивать микронные нити электрометров, паять схемы. Все эти навыки пригодились впоследствии, и все мы вспоминали с благодарностью те годы.

Регулярных научных семинаров у нас в группе не было. Но все работы, касающиеся методов регистрации ионизирующих излучений, обсуждались чрезвычайно активно. В особенности это касалось статей, связанных с механизмом работы газоразрядных счетчиков.

Стройной теории механизма работы счетчиков, как я уже говорил, тогда не было. Не было и самогасящихся счетчиков. Первой работой на эту тему, опубликованной в 1934 г., была работа немецкого физика Вернера. В ней впервые была дана теория гашения разряда в счетчике Гейгера–Мюллера, и вокруг этой работы дискуссия в лаборатории разгорелась необычайная. Основные споры шли между Векслером и Бибергалем. Спорили до хрипоты, и страсти разгорались необычайные. Спорили, ругались, но никогда не ссорились. Тут была какая-то невидимая грань, которая никогда не позволяла переносить научные споры на личные взаимоотношения. Переругавшись, но так и не переспорив друг друга, Векслер и Бибергаль обычно садились за шахматы и мирно играли, будучи хорошими шахматистами. Шахматы Володя очень любил, и эта игра служила, как правило, отвлекающим фактором после

бурных дискуссий. Первым обычно терял терпение автор этих строк. Надо было вести измерения, следить за током рентгеновской трубки, считать импульсы счетчика, следить за напряжением на счетчике или изменять ионизационный ток — все это требовало участия двух человек. А тут эти шахматы. Не выдержав такого режима, игру я прекращал внезапным налетом на шахматную доску. В мой адрес сыпались всякие слова, давались весьма нелестные характеристики, но... игра прекращалась, и Володя безропотно садился за установку.

Должен сказать, что рабочий день у нас строился несколько своеобразно. Поскольку мы работали с рентгеновским излучением, у нас формально был четырехчасовой рабочий день. Но работали мы обычно в два-три раза больше. Однако вплотную за измерения мы садились обычно после обеда. Дело в том, что утро у В. И. Векслера и А. В. Бибергалья было занято всяческими организационными и общественными делами. Оба вели большую партийную работу, непрерывные телефонные звонки и визиты сотрудников других лабораторий отвлекали всех нас. Уходили мы поэтому из лаборатории поздно вечером. Да и вечерняя работа была более продуктивна, силовая сеть была более стабильна, измерения были более надежны. Бывали случаи, когда запаздывали на трамвай, и мы с Володией топали пешком из Лефортова до Зубовской площади.

В то время Володя с семьей жил в Долгом переулке, в пяти минутах от Б. Пироговской, где жил я с родителями. Поскольку и у Володи и у меня жилищные условия были, прямо сказать, неважные, мы часто встречались не дома, а на Девичьем поле, где он гулял с маленькой Катей. Обычно обсуждались какие-то вопросы, связанные с работой или моими университетскими занятиями.

Долгий путь на трамваях от дома до ВЭИ способствовал, как ни странно, изучению иностранных языков. Были у нас небольшие книжечки-словарики, по которым мы и зубрили в трамвае английские и немецкие слова, выписанные из очередной журнальной статьи. Конечно, об активной речи на этих языках мы и не мечтали, однако переводы статей делали довольно свободно.

Материалы статей обычно и служили темой наших небольших семинаров. Кто-то из нас докладывал, начинался обычный спор, причем спор шел на равных, никакого подавления мнений не было, хотя докладчик мог и наговорить всякой ерунды. Но Володин авторитет и быстрота ориентировки в физических вопросах были, безусловно, доминирующими. Свою точку зрения он обычно высказывал так, чтобы не обидеть своего оппонента, с присущим ему чувством юмора, но не затрагивая нашего самолюбия.

Володя очень много работал над своим образованием: основательно занимался физикой газового разряда, физикой рентгеновского излучения, некоторыми вопросами физики твердого тела.

Идеи у Володи рождались непрерывно. Утром, прибегая в лабораторию, он обычно уже с порога кричал: «Ребята, у меня идея!». Начинаясь обычный спор. Идея могла быть и забракована, но рождалась новая идея и т. д. Увлеченность работой, даже, я бы сказал, какая-то одержимость в решении научных проблем была характерной чертой Владимира Иосифовича. Работа у него заслоняла все. Крайняя нетребовательность к своим бытовым условиям, полное отсутствие интереса к каким-то материальным благам были характерными чертами Владимира Иосифовича на протяжении всей его жизни.

После производственной практики я не порывал связи с лабораторией в ВЭИ, приезжая туда один-два раза в неделю. К тому времени у Владимира Иосифовича зародилась идея использовать для регистрации рентгеновского излучения несамостоятельный газовый разряд, т. е. режим газового усиления, в котором работали известные тогда острийные пропорциональные счетчики. Однако в данном случае речь шла не о регистрации отдельных импульсов, а об измерении ионизационного тока, создаваемого в объеме цилиндрического пропорционального счетчика. Использование режима газового усиления ионизационных токов позволяло проводить измерения слабых дифракционных линий дебаеграмм сравнительно простыми электрометрическими методами. Чувствительность метода была в сотни и тысячи раз выше чувствительности ионизационной камеры, что открывало новые возможности в рентгеноструктурном анализе.

Окончив физфак МГУ, летом 1935 г. я перешел на постоянную работу в ВЭИ. В то время Владимир Иосифович защитил кандидатскую диссертацию, стал руководителем лаборатории, и мы занялись исследованием механизма работы цилиндрических пропорциональных счетчиков. Исследовались различные характеристики этого нового прибора: его вольт-амперные характеристики, зависимость коэффициента усиления от интенсивности рентгеновского излучения, давления различных газов и т. д. В ВЭИ в те годы была хорошая криогенная лаборатория. Для наполнения счетчиков мы могли получать аргон, криптон и даже ксенон. Наполнение «тяжелыми» газами увеличивало эффективность регистрации рентгеновского излучения, но требовало все новых и новых исследований для различных газовых смесей.

Результаты исследований предложенного В. И. Векслером нового метода регистрации рентгеновского излучения были опубликованы нами в 1935 г. в ЖЭТФе и в 1936 г. в «Докладах АН СССР».

В 1934 г. наша небольшая группа пополнилась новым (совсем молодым) сотрудником В. Г. Хрущевым. Володе было тогда 28 лет, столько же А. В. Бибергалю, мне — 22 года и В. Г. Хрущеву — 18. Хотя разница в возрасте между мною и Владимиром Иосифовичем была и ощутима (а разница в жизненном опыте еще больше), но с самого начала у нас установились простые товарищеские отношения, которые сохранились и во все последующие годы.

Поражала не только исключительная работоспособность Володи, но и его огромный талант ученого. Володя отличался, если так можно выразиться, конкретностью мышления. Самые сложные вещи он мог объяснить «на пальцах», крайне популярно, доходчиво, мог объяснить их и строго научно, привлекая необходимый математический аппарат. Помню, как-то Володя предложил мне совместно заняться математикой. Взялись мы за третий том Смирнова. Володя считал, что, поскольку я закончил физико-математический факультет, моя математическая подготовка должна быть выше (на самом деле это вряд ли соответствовало действительности). Однако уже после нескольких месяцев совместных занятий я понял, что безнадежно отстаю, и все мои попытки догнать его не увенчались успехом.

Занимаясь исследованием механизма работы газоразрядных счетчиков, Владимир Иосифович проштудировал огромную литературу по газовому разряду и мог обсуждать вопросы, касающиеся газового разряда, со специалистами на профессиональном уровне. И нас всех он невольно втягивал в обсуждение этих вопросов, знакомство с которыми очень пригодилось в последующие годы. Я помню, на меня произвела большое впечатление его одна, казалось, небольшая работа (по сравнению с тем, что им было сделано в дальнейшем). В те годы основными источниками стабильного высокого напряжения для питания счетчиков служили либо анодные батареи БАС-80, либо так называемые коронные стабилизаторы Медикуса. Последние представляли собой металлическую трубку (катод диаметром 15–20 мм) с аксиально натянутой нитью (анод диаметром 0,1–0,2 мм). К катоду подключалось высокоомное сопротивление ($\sim 10^7$ Ом), и последнее соединялось с отрицательным полюсом высоковольтного выпрямителя. Стабилизированное напряжение снималось с катода, и его величина определялась потенциалом зажигания коронного разряда, который, в свою очередь, можно было регулировать, изменяя давление в газоразрядной трубке. Многие лаборатории пользовались такими стабилизаторами, но механизм их работы был совершенно непонятен.

Однажды утром Владимир Иосифович заявил нам, что он, по-видимому, понял, как эти стабилизаторы работают. Быстро нарисовал на

доске эквивалентную схему, в которой газоразрядный промежуток рассматривался как постоянное сопротивление, величина которого определялась наклоном вольт-амперной характеристики коронного разряда. Получался своеобразный делитель напряжения, и коэффициент стабилизации определялся соотношением величины высокоомного сопротивления и «внутренним» сопротивлением газоразрядного промежутка. Это позволило уже расчетным путем определять необходимые параметры стабилизатора для одного или двух последовательно включенных стабилизаторов. Дело, конечно, не в том, какую это сыграло роль в дальнейшем развитии техники стабилизации, но этот пример иллюстрирует его подход к решению задачи и способность Владимира Иосифовича генерировать идеи из самых различных областей науки и техники.

Вот еще один пример. Нам надо было стабилизировать ток в рентгеновской трубке. Стабильность высокого напряжения в какой-то мере обеспечивалась питанием рентгеновского аппарата от специального мотор-генератора, но ток накала трубки стабилизировать было нечем. Тогда и зародилась у В. И. Векслера и А. В. Бибергаля идея так называемого феррорезонансного стабилизатора. Насколько я помню, именно они являлись авторами этого типа стабилизаторов, промышленный выпуск которых был организован позднее. В те же годы у В. И. Векслера зародилась идея использовать пропорциональный счетчик в качестве детектора при дефектоскопии сварных швов. Так родился рентгеновский дефектоскоп, опытный образец которого экспонировался на выставке изобретений в Политехническом музее.

Ко времени нашего знакомства (1933 г.) Володя был уже женат. Надо сказать, что это была очень дружная семья. Володя и Нина по складу характера были удивительно похожи друг на друга. Оба увлеченные работой, оба чрезвычайно активные в общественной жизни, оба они, казалось, меньше всего обращали внимание на создание даже элементарных бытовых удобств.

С переходом Владимира Иосифовича в 1937 г. в докторантуру ФИАН наша группа распалась. Но он остался руководителем моей работы (как сейчас принято говорить, на общественных началах), которая была продолжением исследований механизма работы пропорциональных счетчиков и применением их для целей рентгеноструктурного анализа.

Что касается Владимира Иосифовича, то он перешел на исследование космического излучения, используя для этого метод пропорциональных счетчиков. Не прерывалась наша связь и по другой причине. Дело в том, что основные результаты исследований В. И. Векслера по

измерению тяжелой компоненты космического излучения базировались на данных, полученных на различных высотах. В те годы функционировала Эльбрусская комплексная научная экспедиция (ЭКНЭ), состоявшая из физиологов, врачей, биохимиков, метеорологов и физиков. Проводились различные исследования, связанные с высотной физиологией человека, измерялась интенсивность ультрафиолетового излучения Солнца на различных высотах, и работала группа физиков, занятых исследованием космического излучения. Экспедиция имела три основные базы: в Терсколе (2200 м), на «Старом Кругозоре» (3200 м), у «Приюта 11» (4200 м). Кроме этого, на седловине Эльбруса (5300 м) была небольшая хижина, в которой во время одной из экспедиций разместились на короткое время наша группа. Возглавлял экспедицию обычно Глеб Михайлович Франк (руководитель отдела биофизики ВИЭМа), брат Ильи Михайловича Франка, работавшего в ФИАНе. Таким образом, мое участие в работах экспедиции не вызывало организационных трудностей, я смог принять участие в трех экспедициях: 1937, 1938 и 1940 г.

Я не буду останавливаться на результатах наших экспериментов. Эти результаты опубликованы в соответствующей литературе, они явились основой докторской диссертации Владимира Иосифовича. Моя роль была более чем скромной. Я приезжал, как говорится, на все готовое. Дело в том, что основная подготовка аппаратуры, ее монтаж и наладка проводились в Москве в ФИАНе. Аппаратура упаковывалась во въючные чемоданы и частично отправлялась багажом до Нальчика. Но наиболее ответственную электронную аппаратуру брали с собой в вагон.

Работы в экспедиции было много, измерения велись с раннего утра и до позднего вечера. Надо было использовать летние месяцы до начала буранов и заносов. В конце августа работы обычно заканчивались. Жили мы в палатках, аппаратура также размещалась в палатках. Терскол был основной базой экспедиции. Большой палаточный городок экспедиции с фанерной столовой барачного типа среди роскошной природы казался курортом по сравнению с нашими базами на «Кругозоре» и «Приюте 11».

Трудно было с переброской грузов экспедиции. Состояние автомобильного транспорта и дороги оставляло желать много лучшего. Если от Нальчика до Терскола было трудно доставить многие десятки тонн груза на автомашинах, то на «Кругозор» и «Приют 11» вся доставка базировалась на ишащем транспорте. С вечера десятки ишаков тянулись цепочкой на «Кругозор» и далее на «Приют 11». Надо было по ледникам пройти ночью, когда снежный фирн подмерзает и не проваливаешься по колено в снег.

Наша группа обычно одновременно работала в трех точках: Терсколе, «Старом Кругозоре» и «Приюте 11». В хорошую пог. открывался изумительный вид на Кавказский хребет. В плохую было труднее. Метели с сильными ветрами не были редким явлением. Надо сказать, что Володе приходилось труднее нас всех. Он непрерывно совершал челночные походы между тремя точками, наблюдая за ходом измерений, помогая в наладке аппаратуры, обсуждая результаты. Он был неутомим и подвижен, хотя уже и в те далекие годы иногда жаловался на сердце. Вдобавок и организационные хлопоты по экспедиции у него занимали время, отвлекая от основной работы. (Владимир Иосифович был ближайшим помощником Г. М. Франка, а иногда и руководил всей экспедицией.) Нас всегда поражали его неутомимость, постоянная бодрость и хорошее настроение. Он всегда находил какие-то слова, которые в трудные минуты не позволяли нам «киснуть». Умение понимать и ценить юмор, самому отвечать на любую «подначку» были неоценимыми качествами в достаточно сложных экспедиционных условиях.

В 1938 г. работы были запланированы и на седловине Эльбруса (5300 м). К этому готовились особенно тщательно, так как работа на этой высоте требовала специальной подготовки аппаратуры. Должно быть облегчено питание установок. На этой высоте эксперимент должен быть так подготовлен, чтобы от экспериментатора не требовалось дополнительных мозговых усилий при работе с аппаратурой. Трудности состояли и в том, что доставка всех грузов от «Приюта 11» до седловины производилась носильщиками. Редко кто из носильщиков мог взять больше 20–25 кг, да и плата за доставку грузов от «Приюта» до седловины была очень высока. Перенос одного пуда (в то время в горах была более привычная мера — пуды) стоил около 70 руб. А ведь надо было забросить аппаратуру, питание к ней, спальные мешки, еду, керосин и керосинки и много других мелочей. Вышли мы на седловину втроем — Надежда Сергеевна Иванова, Володя и я. Кроме Н. С. Ивановой, мы не были альпинистами, да и дорога на Эльбрус в летнее время не представляла трудностей. Это была, как мы называли «ишачья тропа», но даже и без груза путь на седловину и тем более на вершину Эльбруса был тяжел. В то время «покорение» одной из вершин Эльбруса давало право на получение значка альпиниста. Но для нас этот переход был переходом на новую рабочую точку. Работа была рассчитана на 10–15 дней. Были мы уже достаточно акклиматизированы, проработав до этого около месяца на «Приюте 11», и рассчитывали быстренько «добежать» до седловины. Что касается моих спутников, то они бодро двигались впереди меня. Но на высоте 5000 м (Приют Пастухова), должен признаться, почувствовал я себя довольно паршиво. Начались ти-

пичные признаки горной болезни: головная боль, тошнота, и потрясающий по красоте вид на Кавказский хребет не вызывал каких-либо положительных эмоций. Спас, как сейчас помню, кофеин с люминалом и трогательные уговоры моих товарищей двигаться дальше. В общем добрались до хижины. Небольшой тамбур и крохотная комнатка, в которой грудой был свален наш груз. Одышка и холод не очень располагали к трудовой деятельности. Мы принялись дружно за монтаж оборудования. С трудом разложили на оставшейся площади спальные мешки. Следует сказать, что темпы работы на седловине напоминали кадры замедленной съемки кинокамерой. Каждое движение вызывало одышку и сердцебиение. На следующий день аппаратура заработала и начались измерения. Это были первые измерения тяжелой компоненты космического излучения на такой высоте.

Условия работы были очень трудные. Температура в хижине редко поднималась выше нуля. Отопление керосинками уменьшало количество кислорода. Давление воздуха на этой высоте и так было около 400 мм рт. ст. На улице температура около -15°C . Буран, ветер, снежные заносы, плохой сон, полное изменение вкусовых ощущений, безусловно, делали работу на седловине очень тяжелой.

Все было благополучно первые три дня. А на четвертый день Володя каким-то образом ухитрился подключить анодные батареи к накалу ламп. Короткая вспышка десятков ламп ознаменовала бесславную кончину всей нашей аппаратуры. К счастью, был запасной, специально подобранный комплект. По-видимому, Володя и здесь оказался предусмотрительным. Но это был единственный резерв. Осторожно заменили лампу за лампой и, дрожа от страха, включили питание. Ну, слава Богу, все заработало. Шли измерения, шли записи, с трудом передвигали тяжелые свинцовые блоки, мерзли, откапывали выход из хижины после очередного бурана, с трудом заставляли себя умываться ледяной водой, зажигали и снова гасили чертовы керосинки.

На пятый или шестой день установилась ясная погода. Решили дать себе небольшой отдых и пройти на восточную вершину. Всего-то 300 м подъема отделяли нас от вожаемой для всех туристов вершины. Вышли втроем цепочкой. Но что это был за отдых! По пояс в снегу пробирались мы около трех часов до вершины. Постояли, посмотрели на горные вершины и уже бодрым шагом посыпались домой, в хижину. В общем, основание для получения справки покорителей Эльбруса мы имели.

Ну а в хижине нас ждала работа. Измерения шли практически круглосуточно. Но на восьмой или десятый день у Володи разболелись зубы. Наверное, он чувствовал себя очень скверно, хотя и бодрился и

работал наравне с нами. Пришлось ему спуститься вниз, а на смену через несколько дней поднялся Н. А. Добротин.

Должен сказать, что на седловине мы себя оторванными от внешнего мира не чувствовали. Была у нас своя рация, шли регулярные переговоры с Терсколом и «Приютом», слушали переговоры между туристскими базами. В общем были в курсе дела всего Баксанского ущелья. Экспедиционная жизнь с Володей оставила впечатления на всю жизнь. Прежде всего это были молодые годы, когда некоторые лишения и бытовые трудности переносились легко. Все основное время поглощала работа. В хорошую, ясную погоду, когда установки работали, можно было посидеть у палатки, полюбоваться видом на Кавказский хребет.

Одной из трудных проблем на «Приюте» было приготовление горячей еды. Был у нас и повар, была и кухня в виде небольшого фанерного домика, были и продукты. Готовил наш повар обыкновенно несложные блюда — борщ и чахохбили. Трудность состояла в том, что температура кипения воды на высоте 4000 м, как известно, около 80 °С, а автоклавов не было. В плохую погоду, когда дул ветер со скоростью 20–25 м/с, приготовление еды вообще становилось неразрешимой проблемой. В этом случае наше меню ограничивалось консервами. Был у нас и шестисильный движок с динамомашинной. От него зависели освещение на территории экспедиции и зарядка аккумуляторов. Но вот завести его на высоте «Приюта» было целой проблемой. Обычно выстраивалась очередь человек в восемь-десять, каждый делал два-три оборота заводной ручкой и, задыхаясь, передавал ручку следующему. Несмотря на свое начальственное положение (и в общем не блестящее здоровье) и невзирая на наши уговоры, крутил эту ручку наравне со всеми и Владимир Иосифович. Ничего показного в этом не было. Просто он и не представлял себе, как можно поступить иначе. Из этого не надо делать вывод, что Владимир Иосифович принадлежал к такому типу людей, которые все делали сами и в результате страдала организация работы. Совсем нет. Владимир Иосифович был хорошим организатором и блестящим ученым. Но равнодушно глядеть на то, как другие работают, а он нет, органически не мог. Таким Владимир Иосифович был всю жизнь. Он не позволял себе делать никаких скидок независимо от его ученых степеней, званий и занимаемого положения.

Обычно в сентябре после короткого послеэкспедиционного отдыха мы начинали свою работу в Москве. Владимир Иосифович, несмотря на колоссальную загрузку по основной работе и подготовке своей докторской диссертации, находил время и бывал в нашей лаборатории в ВИЭМе, внимательно читал главы моей кандидатской диссертации.

В 1940 г. Владимир Иосифович блестяще защитил докторскую диссертацию и вплоть до войны был занят исследованиями, связанными с космическим излучением.

Настали военные годы. ФИАН в числе других академических институтов был эвакуирован в Казань. Начались трудные военные дни. Наряду с военной тематикой Владимир Иосифович разрабатывает свою знаменитую теорию автофазировки, приведшую к созданию совершенно нового типа ускорителей заряженных частиц, но об этом подробнее напишут его ученики и сотрудники. В период эвакуации в Казани мы работали вместе в ФИАНе, куда я был прикомандирован: вместе с Глебом Михайловичем Франком я занимался другими вопросами, связанными с технологией изготовления и применения бактерицидных ламп.

Совместная работа с Владимиром Иосифовичем возобновилась уже после войны на кафедре ядерной физики МГУ, где я начал читать курс, связанный с методами регистрации ионизирующих излучений. Результатом явилась монография «Ионизационные методы исследования излучений», написанная В. И. Векслером, Л. В. Грошевым и мной и изданная в 1949 г. Она довольно длительное время являлась учебным пособием для студентов и научных работников соответствующих специальностей.

Владимир Иосифович в то время уже целиком переключился на «ускорительную» тематику. Был загружен чрезвычайно, но находил время не только для редактирования материала, но и писал целые разделы, касающиеся методов регистрации космического излучения, импульсных ионизационных камер, флуктуационных процессов в измерительной аппаратуре и ряда новых методов регистрации ионизирующих излучений.

Писал Владимир Иосифович легко, и, как правило, первый вариант рукописи был и окончательным. Как редактор он был беспощаден. Терпеть не мог многословия или, как он обычно выражался, «многоблудия». Это я ощутил на себе, когда принес ему вариант моей диссертации. Написал я тогда литературный обзор страниц на 30–40. А после редактирования Владимира Иосифовича текст уложился страниц на десять. Много я выслушал в свой адрес всяких слов, но никогда его критика не носила обидного характера. Доброжелательность и желание помочь были его неотъемлемой чертой. Но в научных спорах он был непримирим и ни на какие компромиссы не шел, если был убежден в своей правоте.

В 1952 г. я переехал на работу в Сухуми. И здесь нам довелось встречаться. Владимир Иосифович приезжал в Сухуми, постоянно следил за работой и... оставался все прежним Володей: таким же простым,

корректным. Вот только жаловался он на свое сердце. Такая нагрузка и такая ответственность, которую он нес, не перекладывая свою ответственность за работу на других, не могли не подточить его здоровье. Но, так же как и в молодые годы, Владимир Иосифович не представлял себе другой жизни, не связанной с огромной работой, и, к сожалению, очень скептически воспринимал всякие врачебные советы.

Тяжелая и трагическая расплата наступила слишком рано. Со дня его кончины прошло двадцать лет, а с первого нашего знакомства — пятьдесят. Многие стерли годы, но вряд ли найдется хоть один человек, близко знавший Владимира Иосифовича, который не испытывал бы чувства благодарности за все то, что сделал Владимир Иосифович за свою короткую жизнь, за то добро, которое он делал людям. Вряд ли забудется образ удивительного человека — ученого, не щадившего себя и помогавшего всем.

Ю. М. Сухаревский

В ГОДЫ ВОЙНЫ*

В начальный период Великой Отечественной войны Владимир Иосифович Векслер, как и другие советские ученые, напряженно искал приложения своих знаний и опыта для оказания помощи фронту, связывая это не только со своей узкой специальностью. Будучи широко эрудированным как в области физики, так и в технике и являясь настоящим генератором новых научных идей, Владимир Иосифович обратил свое внимание на акустическое направление, имевшее еще в довоенное время приложения в оборонной технике — в обнаружении по звуку самолетов и морских объектов, артиллерийской разведке и пр.

Эта техника была весьма несовершенной, в частности в акустических средствах обнаружения воздушных и подводных целей того времени использовались слуховое обнаружение и пеленгование, для обеспечения эффективности которого требовался специальный отбор и длительная тренировка операторов, а дальность обнаружения сильно снижалась внешними акустическими помехами.

Осенью 1941 г., когда многие академические институты, и в том числе ФИАН, были эвакуированы в Казань, Владимир Иосифович выдвинул идею совершенствования акустических средств обнаружения источников шума на основе замены оператора электронным устройством — двухканальным объективным обнаружителем — пеленгатором, основанным на методе совпадений сигналов от нескольких датчиков, широко применяемом в физике элементарных частиц.

В проведенных им в Казани в лаборатории атомного ядра ФИАН, руководимой Д. В. Скобельцыным, первых опытах объективного акустического обнаружения и пеленгования сигналы источника звука (сначала это был голос самого Владимира Иосифовича) воспринимались парой разнесенных микрофонов. Затем они ограничивались, дифференцировались в электронном устройстве и преобразовывались в биполярные импульсы, совпадение которых (...) вызывало срабатывание счетчика совпадений.

Прибор работал — он обнаруживал и пеленговал, но впереди еще был большой путь его совершенствования, теоретической работы, новых находок, поисков практических приложений, приведший к резуль-

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 52–56 (с сокращениями).

татам, значение которых выходит далеко за рамки поставленной первоначальной задачи. Теперь можно смело сказать, что упомянутые опыты В. И. Векслера ознаменовали начало новой эры в обработке сигналов как в акустике, так и в радиолокации, связи и других областях.

Но вернемся к осени 1941 г. В условиях отсутствия в первые месяцы войны контактов ФИАНа с военными организациями, имеющими дело с акустическим вооружением, Владимир Иосифович вынужден был самостоятельно искать способы приложения своей идеи. Стремясь оказать помощь нашей авиации, которая вела тяжелые бои с немецко-фашистскими стервятниками, он остановился на трудной технической задаче — создании устройства для обнаружения воздушных целей с самолета. Для проведения изысканий в этом направлении под руководством В. И. Векслера была организована группа, в которую входили теоретики Д. И. Блохинцев и Е. Л. Фейнберг и сотрудники лаборатории атомного ядра П. А. Черенков, Л. В. Грошев и инженер В. А. Хволес. Участвовать в работе Владимир Иосифович предложил и мне — тогда сотруднику акустической лаборатории ФИАНа, руководимой Н. Н. Андреевым. {...}

В начале 1942 г. я был командирован директором ФИАНа С. И. Вавиловым из Казани в Москву для установления контактов с военными организациями в области оборонных приложений акустики и здесь был направлен к командованию войск ПВО с поручением оказать помощь в усовершенствовании рупорных звукоулавливателей для обнаружения шума самолетов и наведения на них зенитных орудий, и прежде всего с заданием обеспечить защиту рупоров от аэродинамических помех, делавших звукоулавливатели в ветреную погоду практически неработоспособными. Когда в 1942 г. развернулись натурные исследования по звукоулавливателям, проводившиеся на западном крае ПВО Москвы (в мою группу тогда входили инженеры акустической лаборатории И. П. Жуков и И. И. Славин), в Москву приехали В. И. Векслер и Д. И. Блохинцев. {...}

Верный своей идее, Владимир Иосифович предложил создать объективный звукоулавливатель на основе штатного звукоулавливателя с операторами-слухачами, снабдив его рупоры микрофонами и электронной приставкой. Это предложение было принято командованием ПВО, и Владимир Иосифович возвратился в Казань, где им и его группой была разработана приставка к звукоулавливателям, получившая наименование ОПФ (объективный пеленгатор ФИАНа). Натурные испытания ОПФ, произведенные в 1943 г. на точке ПВО под Москвой П. А. Черенковым, Л. В. Грошевым и Е. Л. Фейнбергом, дали в общем положительные результаты, однако его помехоустойчивость и в назем-

ных условиях оказалась недостаточной. Требовалась доработка устройства. Продолжались и работы по совершенствованию рупоров звукоулавливателей, проводившиеся моей группой.

Тем временем на вооружение Войск ПВО стали поступать радиолокационные станции наводки зенитных орудий на воздушные цели, обладающие значительно большей точностью и «всепогодностью», чем звукоулавливатели, и вскоре все работы по совершенствованию последних были прекращены. И на этот раз судьба оказалась немилостивой к объективному акустическому обнаружителю-пеленгатору В. И. Векслера. Торжество и признание его идеи пришли в гидроакустике, с которой связал свою дальнейшую научную жизнь с 1943 г. и я. <...>

Предложение о разработке гидроакустического варианта было сделано В. И. Векслером и Е. Л. Фейнбергом в 1944 г. К тому времени уже стало ясным, что без разработки фундаментальных теоретических основ работы объективного обнаружителя-пеленгатора его дальнейшее совершенствование, и в частности необходимое увеличение помехоустойчивости, малоперспективно. Эту задачу с применением соотношений теории вероятностей выполнил Е. Л. Фейнберг, показавший, что высокая помехоустойчивость может быть достигнута на путях использования длительного накопления энергии сигнала при двустороннем жестком ограничении без дифференцирования, и указавший новый путь — использование многоканальной схемы с разделением приемных элементов антенны на группы. Авторское свидетельство на объективный обнаружитель-пеленгатор по такой схеме было выдано В. И. Векслеру и Е. Л. Фейнбергу в 1944 г., а публикация была сделана только через 33 года — в 1977 г. в «Трудах ФИАН». Приборы, в основе которых лежит эта схема, впоследствии получили название коррелятора на звуковоспадениях, и это был первый в мире коррелятор. <...>

Вскоре корреляционные методы обработки информации получили широкое распространение в СССР, а впоследствии и за рубежом. <...>

Я считаю своим счастьем, что мне довелось работать с В. И. Векслером, хотя и сравнительно короткое время. Вспоминая то время, пришедшееся на тревожные годы жизни нашей страны, я вновь и вновь испытываю чувство восхищения его могучим умом, организаторским талантом, кипучей энергией, разносторонностью интересов и настойчивостью в реализации своих идей (от акустического пеленгатора до синхрофазотрона), а также его принципиальностью, высокой требовательностью к людям и человечностью. <...>

Н. С. Иванова

ВСТРЕЧИ НА КАВКАЗЕ И ПАМИРЕ*

Векслер Владимир Иосифович — яркий, разносторонне талантливый человек. О его открытиях, достижениях, работах в разных областях физики, о целых направлениях исследований, развитие которых продолжается до сих пор, будут много писать в этом сборнике. Мне бы хотелось в моих заметках отразить образ того молодого «повседневного» Володи Векслера, который был в нашем коллективе, был и нашим товарищем, и нашим начальником в экспедиции, с которым мы легко делились своими заботами, и с которым могли спорить до «одурения».

Я познакомилась с В. И. Векслером весной 1938 г., когда вместе с лабораторией проф. Д. В. Скобельцына была переведена из Ленинградского физико-технического института в Москву в ФИАН.

Это была молодость ФИАНа. Небольшой дружный коллектив энтузиастов — научных сотрудников, часто работающих и по ночам, с жаром обсуждающих различные физические проблемы, стал в дальнейшем основным ядром ФИАНа¹. Директором был С. И. Вавилов, и ряд таких крупных ученых, как Л. И. Мандельштам, И. Е. Тамм, Д. В. Скобельцын, Г. С. Ландсберг, М. А. Леонтович и др., стояли во главе небольших (по количеству сотрудников) лабораторий. В. И. Векслер пришел в ФИАН на год раньше меня и сразу завоевал всеобщие симпатии своей энергией и талантом. (...)

Летом 1938 г. Академией наук была организована вторая комплексная экспедиция на Эльбрус. В нее входили и физики, и геофизики, и медики. В. И. Векслер возглавил группу физиков, занимающихся изучением космического излучения. Я включилась в эту экспедицию перед самым отъездом, когда аппаратура уже была изготовлена в ФИАНе.

Предполагалась работа на различных высотах: 1) Терскол — высота 2200 м, 2) «Старый Кругозор» — высота 3200 м, 3) «Приют 11» — высота 4200 м и 4) если возможно, то на седловине Эльбруса — высота 5300 м.

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 37–43 (с сокращениями).

¹Среди физиков, занимающихся тогда атомным ядром и космическими лучами, были И. М. Франк, С. Н. Вернов, М. А. Марков, Л. В. Грошев, Д. И. Блохинцев, В. И. Векслер, Н. А. Добротин и др., многие из которых стали впоследствии академиками и членами-корреспондентами Академии наук.

Группа физиков вместе с Владимиром Иосифовичем приехала на Кавказ в июле. После проверки аппаратуры и некоторых измерений в Терсколе Н. А. Добротин, К. И. Алексеева, я и кто-то еще поднялись на «Старый Кругозор». Удивительно красивое место. В. И. Векслер, оставаясь и работая в Терсколе, примерно через день поднимался к нам, чтобы следить за работой и проверять аппаратуру. Если что-либо не ладилось, он все делал сам — паял, проверял и затем в тот же день бегом спускался в Терскол.

Примерно после двух или трех недель работы на высоте 3200 м мы поднялись на «Приют 11» (высота 4200 м).

«Приют 11» — целый палаточный городок. Даже были названия улиц, например «Рыбья Слободка» и т. п. Здесь ночевали альпинисты перед восхождением на Эльбрус. Здесь же мы поставили палатки, в которых работали.

Кроме нас, здесь и геофизики, и медики. Очень весело, все острят, особенно Векслер и Исаев. Очень красиво. Рядом две белоснежные вершины Эльбруса, синее небо, снег.

На этой высоте продолжались исследования по изучению тяжелых, сильно ионизирующих частиц в космическом излучении. Следующий пункт — высота 5300 м, седловина Эльбруса. Там есть хижина. Решено, что туда пойдут работать Володя Векслер, Боря Исаев и я (я считалась альпинисткой). В дальнейшем я часто буду называть своих товарищей Володя и Боря, так, как мы их звали тогда.

Носильщики уже забросили на седловину аппаратуру, продукты и спальные мешки. Личные вещи мы должны были нести сами. Настает день, надеваем рюкзаки и трогаемся вверх. Идем втроем. Дорога простая и путь ясен. Помню, что был глубокий, довольно рыхлый снег. Пробиваем тропинку по очереди: то Володя, то я. Борис идет как-то вяло, и в какой-то момент, примерно на половине пути, его одолевает горная болезнь. Он все время присаживается и говорит: «Вы идите, а я посижу и потом пойду». Уговариваем: «Ну, Боренька, ну немножко, ну несколько шагов», — и т. д. Двигаемся медленно. Володя неутомим и все время подбадривает Бориса. Надо сказать, что до этого, немного ниже, мы встретили двух человек, которые волокли вниз в спальном мешке парня. Они сказали, что у него горная болезнь и он не может идти. Когда Борис заболел, то мы с Володией испугались — вдруг не дойдет, и нам придется его тащить. Но ничего — дошел. Ночью отлежался и утром уже, как всегда, острил.

Итак, мы в хижине на седловине. Жизнь своеобразная. Вид величественный — виден весь Кавказский хребет. Внутрь через маленькие окошечки светит ослепительное солнце. Установку собрали быстро, и

она сразу заработала и работала круглосуточно. В нее входили плоские ионизационные камеры и усилительная схема на совпадение. Питание было от аккумуляторов, а высокое напряжение получали от сухих батарей. В. И., маленький и быстрый, если что-либо не ладилось, сразу принимался проверять и чинить все сам. Я не помню, чтобы за все время пребывания у нас были какие-нибудь разногласия. Мы жили дружно и весело подшучивали друг над другом. Еду нам приносили носильщики раз в два-три дня при хорошей погоде. Если была плохая погода — пурга, они не приходили, и мы были как на зимовке. Заносило хижину снегом, чтобы выйти, приходилось откапываться. В хижине было достаточно продуктов, но есть не хотелось. Ели с большим выбором. Помню, что в одном углу стояла большая банка с черной икрой, ее мы ели большими ложками. Из консервов — только куриные в небольшом количестве, а на тушенку смотреть не хотелось. Сок — только апельсиновый. Шоколадные конфеты «Мишка на Севере» не пользовались успехом, и Володя потом долго вспоминал, что ведь это его любимые конфеты, а он их там не ел.

В один из дней мы все втроем сбегали на вершины. Это было недалеко, перепад высот всего ~ 400 м. К тому времени мы уже акклиматизировались. Было приятно после восхождения вернуться в нашу хижину — домой.

Я помню, что Володя с большой теплотой рассказывал о своей жизни в детдоме. По существу он был «комсомольцем 20-х годов». Таким он и остался до конца. Он удивлялся, именно удивлялся каждой непорядочности, очень верил людям и часто идеализировал их. Был энергичен, обладал большой научной интуицией и фантазией. Он был прекрасным товарищем.

Дней через 12 у Владимира Иосифовича разболелся зуб, и ему пришлось спуститься на «Приют 11». Огорчен он был ужасно. Через несколько дней к нам поднялся Н. А. Добротин, с которым я после ухода Бориса проработала еще дней 5–6, пока меня не сменили.

Что можно сказать о научных результатах экспедиции этого года? На разных высотах продолжались исследования сильноионизирующих частиц в составе космических лучей с применением ионизационных камер на совпадениях, начатые еще в Эльбрусской экспедиции 1937 г. В 1939 и 1940 гг. работа велась в этом же направлении. В частности, были получены данные против протонного состава проникающей компоненты космического излучения и интересные сведения о генерации медленных μ -мезонов. Результаты всех этих исследований вошли в докторскую диссертацию В. И. Векслера, защищенную им в 1940 г.

После экспедиции 1938 г. у меня с Владимиром Иосифовичем установились хорошие дружеские отношения. При встречах мы всегда обсуждали самые разнообразные вопросы, не только научные. Жена его Нина Александровна была таким же «комсомольцем 20-х годов», и они очень подходили друг другу. Нина Александровна — умная, очень сдержанная, — по существу, была очень скромным и вместе с тем волевым человеком.

О военном периоде я могу сказать только несколько слов, так как уже в марте 1942 г. я уехала из Казани с делегацией АН СССР в блокированный Ленинград и осталась там работать в филиале Физтеха. С самого начала по приезде в Казань Владимир Иосифович взял на себя инициативу в работе. Приложил все знания и опыт для постановки и проведения работ, необходимых для фронта. Маленький, быстрый, мне он запомнился в большом кожаном пальто, всегда спешащий и что-то придумывающий. Он проявлял заботу о сотрудниках и в трудную минуту поддерживал их.

Следующими периодами, когда мы длительно работали вместе, были 1944, 1945 гг. и отчасти 1948 г. в экспедициях на Памире. Еще в 1941 г. мы хотели организовать экспедицию на Памир, но помешала война. В 1944 г. состоялась первая Памирская экспедиция по изучению космических лучей. Организатором и начальником ее был В. И. Векслер. Памир, как нам казалось, имел ряд преимуществ перед Кавказом: сухость атмосферы, что очень существенно при работе со счетчиками и электронными схемами, где возможно возникновение неполадок из-за «утечек»; более легкое достижение высот с использованием автотранспорта, переброска грузов до места работы возможна без носильщиков. Вместе с тем дальность места работы, ограничение по времени продолжительности работы (уже в ноябре из-за снежных заносов дорога непроходима), отсутствие электроэнергии создавали свои трудности.

На Восточном Памире на высоте 3860 м было выбрано подходящее место — урочище Чечекты. Там уже работала маленькая ботаническая станция, где начальником был Заленский Олег Вячеславович, в дальнейшем наш большой друг. О Памирской экспедиции можно писать много, но я ограничусь некоторыми отрывочными яркими впечатлениями. Из Москвы мы выехали вместе с аппаратурой в товарном вагоне. В состав экспедиции входили 12 человек (В. И. Векслер, Н. А. Добротин, Н. С. Иванова, Л. Е. Лазарева, Л. Н. Белл, О. Н. Вавилов, В. А. Хволес, И. В. Вешнева, Р. И. Сапегина, М. С. Тулянкина и два студента — Д. Диатроптов и Н. Делоне). Владимир Иосифович ехал вместе с нами. Едем медленно, но очень весело. Приезжаем в г. Ош, где сохранился еще красочный восточный базар. Настоящий Во-

сток. Женщины в паранджах, несущие тяжести на голове, и рядом едущие на осликах без груза мужчины в длинных халатах с голыми пятками. В центре города святая гора Сулейман-Баши, на которую мы, конечно, поднимались, и В. И. всегда и всюду был первым. Далее неизбежный переезд Ош–Чечекты на грузовиках вместе с аппаратурой (400 км). Алайский хребет, перевал через него, Алайская долина и далее перевал через Заалайский хребет. Озеро Каракуль в горах среди снежных вершин и далее полупустыня, поднятая на высоту 3500–4000 м. В Чечекты устраиваемся все в домике ботаников, где нам выделяют одну маленькую комнатку. Мы все — 12 человек — спим на полу в спальнях мешках. В. И. всем начальник и товарищ, спит здесь же, никаких привилегий. Таскает свинец для экранировки установок наравне со всеми и даже больше. Аппаратура размещается в палатках. Если некоторые, как, например, зам. начальника, командуют скучно, то В. И. распоряжается весело, и все его слушаются. Идти он хочет впереди всех и быстрее всех.

Недалеко от нашего лагеря была вершина Зор-Чечекты (шеститысячник). Я не помню, ходил ли В. И. на нее в 1944 г., но в 1945 г. он поднимался. Вершина технически нетрудная, но утомительная — высота сказывается. В 1944 г. я на нее поднималась вместе с Н. Делоне. Позднее эта вершина использовалась для постановки некоторых опытов.

Владимир Иосифович в любой области своей деятельности был человеком не только увлекающимся, но, я бы сказала, временами и очень азартным. Я приведу два случая на том же Памире в 1945 и 1948 гг. В экспедиции 1945 г. число участников было много больше, чем в 1944 г., и В. И. опять начальник. У нас были карабины (конечно, с разрешением) на всякий случай, как для охраны, так и охоты. Один или два местных охотника добывали иногда для нас мясо диких баранов (архаров) или козлов (кииков).

Как-то раз мы с В. И. ездили за 20 км на ближайшее озеро Шоркуль выяснять возможность постановки некоторых опытов. Проезжая мимо какого-то ущелья, мы увидели совсем близко большого барса. Он стоял и смотрел на наш газик. Владимир Иосифович сразу хватается ружье и вместе с шофером выскакивает из машины. Я, конечно, за ними. Барс стал отходить. Векслер, держа ружье наперевес, устремился за ним, а мы сзади. Барс поступил благоразумно, он быстро скрылся в ущелье. После некоторого безуспешного преследования мы возвратились в машину. Охотники потом нам говорили, что нам повезло, так как барса надо убивать сразу, и если он был бы только ранен, то нам пришлось бы очень плохо. Кстати, В. И. стрелял, ка-

жется, довольно хорошо, во всяком случае, он, не раздумывая, кинулся за барсом.

Второй случай, который мне хотелось бы описать, был в экспедиции 1948 г. Несмотря на то что тогда уже интересы В. И. Векслера были направлены главным образом на ускорительную тематику (им была уже выдвинута идея принципа автофазировки и проводилось ее осуществление), он продолжал интересоваться исследованиями космических лучей и по возможности приезжал на Памир (правда, уже не начальником). В 1947 г. на Памире в Чечекты был уже построен физический корпус для нашей экспедиции. Экспедиция работала с комфортом. В том году по работе мы мало общались с Володией, поскольку я (уже сотрудник РИАНа) работала на перевале Ак-Байтал, а В. И. — в Чечекты. Однако нам удалось вместе совершить путешествие (в свободное от работы время) вдоль границы Афганистана по реке Памир и далее по реке Пяндж в Хорог. Это была, конечно, инициатива В. И. Векслера. В нашем распоряжении был целый грузовик. Поехали человек десять вместе с биологами. С основного тракта Ош — Хорог мы свернули к реке Памир. Дорога очень живописная и трудная. По пути на одном из хребтов мы увидели развалины крепости. Пошли ее осматривать, и В. И. пришла идея: «Нужно предпринять раскопки, здесь наверняка найдем что-нибудь интересное». Он воодушевился страшно, нашел «орудие производства» (в грузовике была лопата), и мы с ним вдвоем принялись за работу. В цитадели намечались фундаменты домов, и, выбрав одну из комнат, мы начали копать. В. И. обуюл азарт и меня тоже. Мы задержали грузовик на несколько часов и работали без передышки. Нам все время казалось, что мы обнаружим что-нибудь очень интересное. Надо было видеть увлеченного В. И., который все время меня подбадривал и кричал: «Давай, давай, что-нибудь да здесь должно быть!». Я помню, как все на нас сердились, а мы копали и копали...

Дальше по пути видели древние наскальные рисунки. Дорога была сложная, узкая и, я бы сказала, временами опасная. Но мы благополучно прибыли в Хорог, где нас очень тепло принял начальник местной ботанической станции А. В. Гурский.

Исследования, проводимые на Памире под руководством В. И., были посвящены изучению ядерных процессов под воздействием частиц высоких энергий. Это направление продолжало развиваться и в последующие годы. Среди наших результатов отметим открытие нового типа ливней, названных впоследствии электронно-ядерными ливнями, в которых наряду с вторичными ядерно-активными частицами

образуются электроны. Исследование свойств этих ливней стало важным направлением в физике космических лучей.

Когда В. И. переехал в Дубну, я встречалась с ним реже. Однако если я приезжала туда в командировку, то мы часто бродили по лесу, и он рассказывал мне свои новости — и научные, и личные. Помню, что у него была собака Балу, которую мы обычно брали с собой.

Владимир Иосифович верил людям. Быстрый, всегда улыбающийся, увлекающийся всем — и работой, и людьми, очень талантливый, обладающий блестящей физической интуицией, иногда фантазер, прекрасный организатор и настоящий друг.

Таким остался в моей памяти Владимир Иосифович Векслер.

Н. А. Добротин

ВОСПОМИНАНИЯ О ДРУГЕ*

Владимир Иосифович Векслер был очень яркой и многогранной индивидуальностью. И вряд ли кто-нибудь сможет дать полный адекватный образ этого выдающегося человека. Я, во всяком случае, сделать это не берусь, хотя я знал его 30 лет, много раз бывал с ним в экспедициях и во всяких переделках, и каждый раз выявлялись новые черты его облика.

Ограничусь лишь воспоминаниями о первых годах его деятельности в Академии наук.

Я познакомился с Владимиром Иосифовичем в 1936 г. в Москве, когда он пришел в Физический институт обсудить вопрос о перспективах и возможности поступления в докторантуру. В тот период Владимир Иосифович вместе со своими сотрудниками А. В. Бибергалем и Б. М. Исаевым работал во Всесоюзном электротехническом институте, применяя созданные им пропорциональные счетчики с сетчатым катодом для рентгеновской дефектоскопии. Но работа эта его не удовлетворяла, и он стремился к фундаментальным исследованиям. Дмитрий Владимирович Скобельцын, консультировавший тогда в ФИАНе работы по ядерной физике и физике высоких энергий, предложил Владимиру Иосифовичу использовать такие пропорциональные счетчики для изучения сильноионизирующих частиц космического излучения. И уже в 1937 г. Владимир Иосифович со своей группой работал в составе Эльбрусской комплексной научной экспедиции, определяя число частиц с повышенной ионизацией. С этих экспериментов и начались многолетние, исключительно плодотворные работы Владимира Иосифовича по физике высоких энергий. В летние сезоны 1937, 1938, 1939, 1940 гг. он возглавлял отряды космических лучей Эльбруских комплексных экспедиций.

Исследования, проведенные Владимиром Иосифовичем на Эльбрусе, послужили основой его докторской диссертации «Тяжелые частицы в космических лучах», защищенной им в 1940 г.

В этой диссертации были не только рассмотрены методические вопросы, связанные с использованием пропорциональных счетчиков, но и описан и проанализирован новый, открытый Владимиром Иосифовичем и его сотрудниками эффект образования сравнительно медлен-

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 49–52.

ных вторичных мезонов в актах ядерных взаимодействий, вызванных частицами космических лучей.

Вместе с тем уже в те предвоенные годы стало ясным, что «Приют 11» на склонах Эльбруса (высота 4200 м), где проводились исследования, не такое место, где можно широким фронтом развернуть работы с достаточно сложной аппаратурой. И погодные, и транспортные условия, и трудности со снабжением электроэнергией заставили искать другое место для создания серьезной базы по изучению космических лучей. Директор Памирской биостанции О. В. Заленский уговаривал Владимира Иосифовича избрать площадку Памирской биостанции, расположенную на высоте 3860 м на трассе Ош–Хорог, в качестве новой базы для изучения космических лучей. И Владимир Иосифович принял решение отправить туда летом 1941 г. небольшую рекогносцировочную экспедицию во главе с одним из наиболее опытных специалистов в этой области, инструктором альпинизма Н. С. Ивановой. Была проделана необходимая подготовительная работа, но началась война, и, разумеется, экспедиция не состоялась.

Во время Великой Отечественной войны все работы по космическим лучам, естественно, были прекращены, и Владимир Иосифович целиком переключился на оборонную тематику, используя свой богатый опыт экспериментатора и пытливого исследователя.

Но уже в 1944 г., когда Академия наук СССР стала переходить на мирную тематику, Владимир Иосифович возглавил первую Памирскую экспедицию по изучению космических лучей. Чтобы характеризовать условия, в которых готовились первые памирские экспедиции, приведу следующий пример: для работы нужны были газоразрядные счетчики и, следовательно, дюралевого трубки для них. Удалось на одном заводе получить разрешение попытаться отобрать подходящие трубки в утильсырье. Я отправился на завод, долго копался в отходах на заводском дворе и потом звонил в институт Владимиру Иосифовичу. Он приезжал, и мы с ним вдвоем пешком (на трамвай не пускали) через всю Москву тащили на плечах эту связку трубок. А настроение у будущих участников экспедиции было такое, что в лаборатории при превращении трубок в счетчики пришлось установить жесткий лимит окончания рабочего дня: сотрудник обязан был успеть на последний поезд метро. Иначе на следующее утро он приходил в лабораторию слишком усталым и не мог работать с должной эффективностью.

16 сентября 1944 г. экспедиция добралась до площадки Памирской биостанции. Биологи приняли нас очень радушно. Было сделано все, что возможно, чтобы экспедиция могла успешно работать, глав-

ное — биологи потеснились и предоставили нам помещение, в котором можно было расположиться и даже собрать часть наших установок.

А в 1945 г. экспедиция располагалась уже в сборном щитовом домике, имела автомашину ГАЗ-67, арендовала киргизскую юрту, построила несколько фанерных домиков-лабораторий. Экспедиция расширилась, и в работах, помимо молодежи, приняли участие ведущие теоретики ФИАНа: И. Е. Тамм, Д. И. Блохинцев, В. Л. Гинзбург.

За те два года под руководством В. И. Векслера были продолжены эльбрусские исследования медленных, сильноионизирующих частиц, вторичных мезонов в космических лучах, началось изучение образования ливней ядерно-активными частицами космических лучей, и, по идее Д. В. Скобельцына, были поставлены первые опыты по так называемой «кривой раздвижения» — зависимости числа совпадений в счетчиках, вызываемых атмосферными ливнями, от расстояния между этими счетчиками.

Эти два первых экспедиционных года можно назвать «героическим» периодом в памирском этапе советской физики космических лучей. Несмотря на скудость технических средств и возможностей постановки различных опытов, несмотря на трудные бытовые условия для участников экспедиции, на Памире закладывались конкретные направления и экспериментальные подходы к дальнейшим исследованиям космических лучей, приведшим к результатам первостепенного значения для всей физики высоких энергий.

Параллельно с исследованиями космических лучей уже в 1944 г. талант и пытливость исследователя привели Владимира Иосифовича к новой идее — идее об автофазировке движения частиц в кольцевых ускорителях. После возвращения в 1943 г. Физического института из эвакуации в Москву по инициативе С. И. Вавилова в институте была создана маленькая неофициальная группа для обсуждения возможностей преодоления релятивистского барьера, возникающего при ускорении частиц до скоростей, весьма близких к скорости света. Время от времени эта группа собиралась для жарких дискуссий и споров по вопросу «как переплюнуть» циклотрон Лоуренса. И вот эти-то дискуссии и натолкнули Владимира Иосифовича на мысль о том, что при определенных условиях заряженная частица при своем круговом движении будет подходить к ускоряющему промежутку в фазе с полем независимо от нарастания ее массы (принцип автофазировки).

Естественно, что работа над принципом автофазировки и проектами создания ускорителей релятивистских частиц целиком захватила Владимира Иосифовича и оторвала его от исследований космических лучей. В 1946 и 1948 г. он приезжал еще на Памир, но фактически уже в

качестве гостя, вместе со своей женой, Ниной Александровной Сидоровой, и дочерью Катей, а в последующие годы был вынужден ограничиться лишь дискуссиями и обсуждением «родных» ему вопросов физики космических лучей. Но начатая Владимиром Иосифовичем работа по космическим лучам на Памире продолжалась и развивалась быстрыми темпами. В 1946 г. на Памире началось строительство постоянно действующей высокогорной научной станции по изучению космических лучей. Уже на следующий год строительство зданий станции было закончено, и с осени 1947 г. станция вошла в строй. Интенсивная работа на ней продолжалась почти 15 лет, до тех пор, пока по многим причинам она не была перебазирована на Тянь-Шань, в район Алма-Аты.

Послевоенные годы были первым периодом развития и становления нашей атомной промышленности и физики высоких энергий. Страна очень нуждалась в соответствующих специалистах. И Памирская станция стала для них добротной школой. За годы работы станции через эту школу прошло чуть ли не 200 молодых физиков, многие из которых занимают ведущее положение в нашей науке. Начальником первой зимовки на станции в 1947–48 гг. был молодой физик А. Н. Горбунов, участвовавший в экспедициях с 1945 г., а его помощниками — тогдашние студенты-дипломники С. А. Славатинский и И. В. Чувило.

Владимир Иосифович никогда не отличался особо крепким здоровьем. Но, несмотря на это, он очень активно работал на Памире, совершал восхождения на вершины, много гулял, с удовольствием бегал, с увлечением играл в чехарду, играл в пинг-понг и т. п. И конечно, особенно неистовым он был в своем творчестве. Он ощущал свой талант ученого и организатора науки, был уверен в своих силах и правильности принимаемых им решений. Вместе с тем он щедро делился своими идеями и мыслями, был общительным, был, что называется, душой компании. Все это создавало ему большой авторитет среди всех знавших и общавшихся с ним не только у нас, но и среди зарубежных ученых.

Хорошо помню, какое огромное впечатление в 1955 г. произвел на американских физиков доклад Владимира Иосифовича о дубненском синхрофазотроне на I Международной конференции по мирному использованию атомной энергии в Женеве.

Но это относится уже к тому периоду жизни и творчества Владимира Иосифовича, когда он отошел от исследований космических лучей и целиком переключился на работу с ускорителями. Об этом лучше меня расскажут сотрудники Владимира Иосифовича, которые работали с ним в лаборатории ускорителей Физического института, а потом в Дубне в Объединенном институте ядерных исследований.

Н. Б. Делоне

В ПЕРВОЙ ПАМИРСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ*

Весной 1944 г. к моему отцу, Б. Н. Делоне, известному математику и альпинисту, обратился В. И. Векслер с просьбой устроить ему встречу с людьми, знающими Памир. Первая встреча состоялась у нас дома. Отец познакомил Владимира Иосифовича с известным ботаником, исследователем Средней Азии профессором П. А. Барановым и профессором И. А. Райковой, посвятившей всю свою жизнь развитию земледелия на Памире. У Владимира Иосифовича было много вопросов относительно организации экспедиции ФИАНа для изучения космических лучей на Памире. Главный вопрос состоял в том, где разместить экспедицию — с точки зрения достаточно большой высоты над уровнем моря, наличия подъездных путей, связи с внешним миром. В результате обсуждений Владимир Иосифович принял предложение И. А. Райковой о размещении экспедиции на базе Памирской биологической станции, в урочище Чечекты, недалеко от Мургаба, в центре Восточного Памира, на высоте 3860 м над уровнем моря. В дальнейшем у нас дома еще не раз проходили встречи В. И. Векслера со знатоками Памира, в том числе с О. В. Заленским, начальником Памирской биостанции. Я был в то время студентом первого курса, уже не раз бывал в горах и с увлечением принимал участие во всех обсуждениях. В разговорах Владимир Иосифович узнал, что я работал шофером как в армии, так и в городе и в деревне. Каково же было мое счастье, когда однажды Владимир Иосифович предложил мне принять участие в экспедиции в качестве лаборанта!

...Начало лета 1944 г. Перрон Казанского вокзала. К скорому поезду Москва–Ташкент прицеплен обычный красный товарный вагон. Этот вагон уже несколько дней был домом большинства членов экспедиции. Мы загружали его снаряжением и оборудованием где-то на запасных путях. Главный вес составлял свинец в кирпичах весом по 10 кг. Свинца было несколько тонн! Когда до отхода поезда оставалось всего несколько минут, появился Владимир Иосифович. Он сказал нам, что получал последние советы и указания С. И. Вавилова, в то время заведующего лабораторией атомного ядра ФИАНа. Я хорошо помню фигуру Владимира Иосифовича на перроне в шерстяном сером спортивном

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 61–65.

костюме с брюками гольф, стандартном костюме инструктора альпинизма довоенной эпохи.

В те годы путь по железной дороге от Москвы через Ташкент в Ош занимал не менее недели даже в скором поезде. Это время Владимир Иосифович решил не терять, а подучить лаборантов (нас было четверо). Он составил план лекций и практических занятий, который неукоснительно выполнялся под стук колес нашего поезда. Лекции читал нам сам Владимир Иосифович, практические занятия вели О. Н. Вавилов и Н. А. Добротин. Лекции Владимира Иосифовича были столь живы, интересны и разнообразны, что слушали их все участники экспедиции, собираясь вокруг Владимира Иосифовича на нарах нашего товарного вагона. В этих лекциях Владимир Иосифович открыл нам таинственный мир элементарных частиц. Сейчас, во времена кварков, квантовой хромодинамики и теории Великого объединения, физику трудно представить тот скудный уровень знаний в области элементарных частиц, который был всего сорок лет назад! Это было время, когда Латтес и Оккиалини еще ставили свои эксперименты, позволившие открыть π -мезон, когда максимальная энергия протонов, ускоренных в лабораториях Лоуренсом, составляла лишь несколько десятков мегаэлектронвольт, а в космических лучах последним словом эксперимента были аэростатные опыты России. Излагая нам физику космических лучей, В. И. Векслер всегда придерживался определенного порядка — сначала достоверные факты, потом открытые вопросы, потом обсуждение всего материала с точки зрения той или иной модели. Владимир Иосифович прочел нам и несколько лекций по методике эксперимента с заряженными частицами. В дальнейшем мне много лет пришлось заниматься детектированием ядерных частиц. И все те годы я работал на базе тех основных принципов, которые усвоил из лекций Владимира Иосифовича в поезде Москва–Ош!

Когда после долгой дороги на поезде до города Ош и на автомашинах по Памирскому тракту до Памирской биостанции мы наконец разгрузили свое оборудование и обосновались на новом месте, Владимир Иосифович сразу личным примером задал всей экспедиции четкий и деловой ритм работы. Его лозунг был общий аврал, пока не будут работать все установки! Сам Владимир Иосифович налаживал совместно с Н. А. Добротиным наиболее сложную установку, представляющую собой телескоп пропорциональных счетчиков, работавших в схеме совпадений и антисовпадений. Счетчики были самодельные, система питания — из сухих батарей, электроника — на лампах, регистрация — на шлейфовых осциллографах. Конечно, сейчас все это кажется доисто-

рическим уровнем экспериментальной техники, но тогда это было ее последнее слово.

Много дней с паяльником в руках провел Владимир Иосифович перед осциллографом, пока эта установка наконец заработала. По утрам, до завтрака, в обеденный перерыв, после ужина Владимир Иосифович обсуждал с другими участниками экспедиции их текущие дела, советовал, помогал и направлял нашу работу. И часто кто-то из нас, оказавшись в очередном тупике, с нетерпением ждал помощи Владимира Иосифовича. Пожалуй, не только глубокое знание радиотехники, физики газового разряда, присущее Владимиру Иосифовичу, поражало нас больше всего, а его исключительная интуиция, позволявшая ему всегда найти слабое место, поставить правильный диагноз и указать оптимальный путь к решению той или иной задачи.

Несмотря на большую загрузку текущей работой экспедиции, Владимир Иосифович умел еще выкраивать время для того, чтобы прогуляться по окружающим горам или укрыться в какой-нибудь укромный угол с толстой рабочей тетрадью. Я часто гулял с Владимиром Иосифовичем и видел, что и гуляя он неотступно обдумывает какие-то проблемы. На мои вопросы о том, что его волнует, Владимир Иосифович отвечал, что это совсем новая проблема, он ее еще не продумал до конца и обсуждать ее рано.

Когда все оборудование было налажено и мы перешли к стадии накопления экспериментальных данных, Владимир Иосифович уже смотрел в будущее и предложил расширить нашу программу. В порядке предварительных экспериментов по его предложению была совершена мною совместно с Н. С. Ивановой первая заброска фотоэмульсий на вершину Зор-Чечекты высотой около 6000 м, а потом вывоз установки О. Н. Вавилова на перевал Ак-Байтал высотой около 5000 м. В последующие годы эти точки стали местом проведения большой программы экспериментов.

Наконец, когда жизнь экспедиции полностью вошла в свою колею, Владимир Иосифович собрался уезжать в Москву. В один из последних дней перед отъездом, собрав нас, Владимир Иосифович вынул ту толстую тетрадь, над которой он просиживал все свободное время, и рассказал нам о принципе автофазировки частиц в кольцевых ускорителях, том принципе, который был открыт им в том, 1944 г. и который в будущем полностью перевернул всю ускорительную технику, позволив ускорять частицы до сверхвысоких энергий. Так вот чем был занят Владимир Иосифович все свободное время на Памире! Я хорошо помню свою реакцию на рассказ Владимира Иосифовича в то время — как же

все это просто! Лишь значительно позже я понял, что эта кажущаяся простота и есть проявление гениальности автора открытия!

В дальнейшем мне пришлось еще много лет работать под руководством В. И. Векслера — сначала студентом, потом младшим научным сотрудником, руководителем научной группы. Это была эпоха первых исследований фотомезонной физики на синхротроне ФИАН. И все же именно первая Памирская экспедиция сложила у меня тот образ В. И. Векслера, который и сейчас ярко стоит у меня перед глазами — человека редкого таланта и исключительных душевных качеств, щедро растрачиваемых на своих учеников и сотрудников. Я всегда вспоминаю с гордостью — он был моим Учителем.

Л. Н. Белл

ГОРЕНИЕ*

Интересные люди обычно замечательны во многих отношениях. Тем не менее часто можно выделить какую-нибудь одну черту, которая особо впечатляет. На меня, бывшего аспиранта Владимира Иосифовича (в середине 40-х годов), пожалуй, наибольшее впечатление производило его постоянное «горение». Казалось, что внутри В. И. непрерывно действует мощный источник энергии. Трудно было понять, откуда берется эта энергия. Позже, когда я стал заниматься вопросами биоэнергетики, я иногда задумывался: получился бы правильный результат в классическом опыте по сравнению калорийности принимаемой пищи с энергией, вырабатываемой организмом? Ведь В. И. ел очень мало, и трудно было поверить, что этой пищи хватало для той гигантской деятельности, которую В. И. развивал. Впрочем, если вспомнить слова Бенджамена Франклина о том, что «человек жив не тем, что он ест, а тем, что он переваривает», то возможно, что парадокс объясняется просто тем, что КПД у В. И. был сверхвысоким.

Владимир Иосифович не только сам много работал, но умел и других увлечь. В данном случае рецепт был простой — невозможно было бездействовать, находясь в компании такого деятельного человека.

Организация первой Памирской экспедиции по исследованию космических лучей — хороший пример этой неистощимой энергии. Война не окончена, ФИАН только начинает становиться на ноги после эвакуации, а тут замышляется организация экспедиции в неизвестные края. Я как-то не удержался и спросил Владимира Иосифовича, так ли актуальны исследования космических лучей, чтобы затратить в тех тяжелых условиях столько энергии и средств. Ответ, который последовал, был характерен для В. И. и лишний раз показал, что он думает не только о сегодняшнем дне, но всегда и о будущем. Он сказал, что нам нужно иметь сплошной фронт в науке, что в любой момент могут потребоваться специалисты в самых различных областях. Нет нужды доказывать, насколько эти слова оправдались в отношении исследования космических лучей.

Неожиданно (во всяком случае, для меня) оказалось, что В. И. наряду с космическими лучами работает в совершенно другой области.

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 65–68.

Это я узнал в одно прекрасное весеннее утро 1944 г. В. И. буквально вбежал в лабораторию, сбрасывая с себя пальто, и возбужденным голосом, не обращаясь к кому-либо конкретно, объявил, что у него есть ИДЕЯ. И тут же кому-то начал рассказывать, в чем она заключается. Сколько труда стоило В. И. убедить других в важности его идеи! Даже я, не имевший отношения (и, признаюсь, интереса) к ускорителям, должен был в тот же вечер, возвращаясь домой с В. И., услышать, в чем суть дела. Помню, мы шли около бывшего театра кукол на пл. Маяковского. В. И. остановился, лихорадочно открыл портфель, быстрым движением оторвал кусок газеты и, написав формулу для периода обращения частицы в циклотроне, показал, что при каждом обороте время меняется на одну и ту же величину. И посмотрев на меня торжествующе, спросил, понимаю ли я теперь, как можно бороться с осложнениями, обусловленными возрастанием массы частиц.

Это, конечно, было только начало, и, как большинство людей, я не понял, что присутствую при революции в ускорительной технике. В. И., видимо, сразу понял значение его идеи и тех выводов, которые логически следовали из нее. Но убедить других было не так просто (как всегда, каждый занят своим делом). Один из первых, кто четко понял инженерные преимущества новых типов ускорителей, был на моей памяти П. Л. Капица, что было ясно из его выступления после доклада, сделанного В. И. на семинаре в его институте.

Мало, наверное, найдется людей, которые взяли бы, подобно Владимиру Иосифовичу, осуществить на практике такую трудную для реализации идею, имея сначала всего одного помощника. И как правильно сказал на похоронах В. И. бывший в то время президентом Академии наук М. В. Келдыш: В. И. не принадлежал к той когорте ученых, которые, дав идею, предоставляют другим испытывать все трудности ее осуществления.

Неистощимая энергия В. И. не признавала никаких преград. Нужен магнит для будущего ускорителя? Где-нибудь найдем. И вот в один прекрасный день весь мужской состав лаборатории атомного ядра ФИАНа (из не имеющих докторских степеней) погружается в грузовик, едет куда-то и прибывает в какое-то учреждение. В конце концов нам вынесли громадное ярмо бывшего трансформатора, которое мы дружно погружаем и везем обратно к себе. Вот таким способом преодолевалось несчетное количество препятствий. Результат известен — модель ускорителя была построена и заработала. Надо учесть, что в те же годы В. И. был занят организацией исследований космических лучей на Памире, также потребовавшей от него много сил.

Первая экспедиция на Памир (1944 г.) была особенно трудной в организационном отношении. Владимиру Иосифовичу приходилось обращаться в самые невероятные инстанции. Никогда не забуду мое удивление, увидев его в светлой сорочке с галстуком. Несколько виновато он объяснил, что пришлось сходить в какое-то министерство, а «без галстука неудобно». С тех пор я твердо усвоил, что если уж Векслер надел галстук, идя в министерство, то только так можно являться в подобные учреждения.

Хлопоты Владимира Иосифовича и Николая Алексеевича Добротина по организации экспедиции кончились только в конце лета, и 4 сентября все 12 членов первой Памирской экспедиции по изучению космических лучей отправились в путь.

В тот год на Памире мы работали даже не в фанерных домиках, как это было уже в следующем году, но в палатках, которые отапливались керосинками. Вряд ли надо объяснять, что в ноябре и декабре на высоте 3860 м не очень-то тепло. Кстати, все члены экспедиции были обеспечены теплыми ватными куртками, штанами и валенками и не страдали, насколько мне известно, от холода. Все это особенно пригодилось на обратной дороге, когда караван наших машин застрял на сутки в Алайской долине из-за снежных заносов. Хотя никто не хныкал, но думаю, что инциденты такого рода стоили В. И. немало нервной энергии.

Энергичность и энтузиазм В. И. имели и свою теневую сторону. Бывало, вбегает он в лабораторию, отводит меня в сторону и предлагает поставить такой-то опыт, причем не откладывая в долгий ящик. Ну что же, можно и сделать. На следующий день с той же скоростью вбегает в лабораторию и с порога объявляет, что «все сказанное вчера — ерунда» (любимое слово) и надо так и так сделать. На следующий день могла последовать отмена предыдущего плана и т. д. Справедливости ради надо отметить, что такая лабильность планов происходила обычно в начале какой-нибудь работы. В конце концов нашупывался верный вариант и можно было спокойно работать.

Большая занятость приводила к тому, что (на мой взгляд) относительно мало времени уделялось аспирантам, каковых в то время у В. И. было два. У меня создалось впечатление, что В. И. интересовали исключительно корректность проведения опыта и надежность результатов. Мы почти не обсуждали значение и место нашей работы в более широком аспекте, возможные варианты интерпретации результатов, перспективы дальнейшей работы, в общем, все то, что можно назвать стратегией нашей работы. Думаю, В. И. считал, что экспериментатор должен выдать «на-гора» доброкачественную продукцию, а уж там хватит любителей обсчитать результаты и построить соответствующую те-

орию. По-моему, именно так обстояло дело, во всяком случае, в то время.

Еще одним следствием энергичного характера В. И. было его отвращение ко всякого рода бюрократии. Иногда становилось чуть ли не страшно от его прямоты. Небольшой пример: зовут В. И. на какое-то достаточно важное (в масштабе института) собрание, а мы в это время обсуждаем нашу работу. Он мог (по-видимому, полуавтоматически, не отдавая себе полного отчета в том, что он делает) довольно грубо отчитать пришедшего за то, что он мешает ему работать. Кстати, В. И. довольно часто использовал фразы, которые вполне печатны, но не очень часто встречаются в академической среде. Обычно эти слова относились к никчемным, по его мнению, людям или к недоброкачественным вещам или действиям. Надо признаться, что в устах В. И. все это звучало не очень грубо и даже по-своему мило.

Несмотря на свою большую занятость, В. И. не забывал о чисто житейской стороне нашей жизни. Вообще это был добрый и демократичный человек. Для него служебный ранг человека еще не был свидетельством его высоких человеческих качеств. По мере своих сил и возможностей он старался помочь людям. Никогда не забуду, как он торжествовал, как-то даже по-детски, когда сообщил, что «выбил» для меня литер Б (продуктовая карточка с несколько лучшим снабжением), что было очень кстати, поскольку я был женат и имел маленького ребенка.

За почти 40 лет работы в Академии наук я встречался со многими замечательными людьми. Среди них Владимир Иосифович Векслер выделялся своим неистощимым запасом энергии и энтузиазма.

А. Н. Горбунов

«ВОТ, ХОРОШИЙ ЧЕЛОВЕК!»*

АПРЕЛЬ 1945 Г.

В аудитории физфака МГУ на Моховой улице собралось человек тридцать вновь принятых студентов. Некоторые из них в штатском, а большинство в военной форме, в сапогах, еще не совсем отмытых от грязи фронтовых дорог. Они только что прибыли в Москву кто из Восточной Пруссии, кто из-под Берлина. Они явно чувствуют себя неловко, сидя за партой, в этой мирной, давно забытой в военные годы обычной университетской обстановке. Однако в действительности обстановка не совсем обычная. Из действующей армии и тыловых частей демобилизованы для завершения учебы в университете бывшие студенты-физики старших курсов. Собравшихся приветствовал и поздравил с возвращением и началом учебы профессор Д. В. Скобельцын, крупный советский физик-ядерщик. Он сообщил, что мы демобилизованы для двухгодичной учебы по специальности «физика атомного ядра» и что, кроме него самого, лекции нам будут читать известные специалисты в этой области — сотрудники различных научно-исследовательских институтов профессора В. И. Векслер, С. Н. Вернов, Л. В. Грошев, И. М. Франк и др.

Так начался для нас послевоенный период учебы в университете. Начался со знакомства с крупнейшими учеными, с которыми впоследствии довелось работать и встречаться на протяжении нескольких десятилетий и которые своими знаниями, своим личным примером и опытом оказали большое влияние на формирование и судьбы не одного поколения будущих физиков-ядерщиков, в том числе и на нас.

Владимир Иосифович Векслер читал нам курс экспериментальных методов ядерной физики. Насколько я помню, он рассказывал нам в основном о счетчиках и ионизационных камерах, не касаясь камер Вильсона и ядерных эмульсий. Сцинтилляционный метод с визуальной регистрацией уже использовался в то время (например, в знаменитых опытах Резерфорда по рассеянию α -частиц), однако идея применить для регистрации сцинтилляций фотоумножители пришла значительно позже, о нем вообще не было речи на лекциях. Но счетчики Владимир Иосифович знал хорошо и слушать его лекции было интересно. Было

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 68–95 (с сокращениями).

видно, что он сам много занимался ими и рассказывал такие тонкости, такие детали механизма развития и гашения разряда в счетчиках, о которых нигде нельзя было прочитать.

Владимир Иосифович приходил на лекцию с большим потрепанным портфелем, доставал из него иностранный журнал, обычно с зеленой обложкой («Phys. Rev.») и рассказывал о самых последних успехах в разработке ионизационных приборов для исследования ядерных частиц. Надо сказать, что слушать его лекции было нелегко. Говорил он очень быстро, увлеченно и, наверное, не всегда отдавал себе отчет в том, что читает лекцию, а не выступает на научном семинаре перед аудиторией, хорошо знакомой с предметом, о котором идет речь. И после лекции при изучении конспекта мне часто приходила в голову мысль: «А как же я буду сдавать экзамен по такому конспекту?». Конспект этот сохранился у меня.

Вот и сейчас, через сорок лет, он лежит передо мною, и я еще раз убеждаюсь в том, что уровень моей подготовки явно не был достаточен тогда для того, чтобы понять и уметь членораздельно записать все, что рассказывал Владимир Иосифович. На наше счастье, к моменту сдачи экзамена по его курсу он вместе с Б. М. Исаевым и Л. В. Грошевым готовил в печать книгу «Ионизационные методы исследования излучений», и мы каким-то образом ухитрились раздобыть копию рукописи этой книги. Она существенно облегчила нашу задачу. А в 1948–1953 гг. мне самому пришлось читать курс «Экспериментальные методы ядерной физики»¹ студентам кафедры ускорителей МЭИ, а затем МИФИ, и тогда конспект лекций Владимира Иосифовича оказал мне неоценимую помощь. А тонкости работы с пропорциональными счетчиками, о которых он рассказывал на лекциях и на которые я не очень обратил тогда внимание, слушая лекции, оказались для практики действительно очень важными (например, охранные кольца, сушилки с металлическим натрием, состав газовой смеси для наполнения счетчиков и т. д.). Я в этом убедился сам, когда в 1945–1947 гг. вместе с Н. С. Ивановой делал пропорциональные счетчики и использовал их для экспериментального исследования тяжелых частиц в космических лучах.

ИЮЛЬ 1945 Г.

После одной из лекций кто-то из студентов (кажется, это был М. И. Подгорецкий) встал и сказал: «Ребята, если кто-нибудь хочет поехать на Памир в составе экспедиции Физического института

¹Векслер В., Грошев Л., Исаев Б. Ионизационные методы исследования излучений. М.; Л.: Гостехиздат, 1949.

им. П. Н. Лебедева Академии наук СССР для исследования космических лучей, обратитесь к профессору Д. В. Скобельцыну». Я, не долго думая, отправился к Дмитрию Владимировичу, который в то время возглавлял в ФИАНе отдел физики атомного ядра и космических лучей. Дмитрий Владимирович, справившись о моем здоровье и сказав, что работа на Памире будет нелегкой, предложил мне переговорить с В. И. Векслером, который вот уже второй год возглавляет эту экспедицию. Я нашел в ФИАНе Владимира Иосифовича, и он, на бегу спросив меня, умею ли я паять и вообще работать руками, сказал, что я буду делать для экспедиции двойные пропорциональные счетчики — своего рода «двустволки», позволяющие регистрировать «звезды», образованные внутри счетчиков космическими лучами.

⟨...⟩

Экспедиция в 1945 г. припозднилась: был уже сентябрь, а мы еще не выехали из Москвы. Для экспериментов по широким атмосферным ливням нужно было очень много счетчиков Гейгера различных размеров — от самых маленьких длиной в несколько сантиметров до огромных размером до 80–100 см. Счетчики в то время приобрести было невозможно, и весь состав лаборатории занимался их изготовлением.

⟨...⟩

Работа шла с раннего утра до глубокой ночи. Владимир Иосифович был почти все время с нами. Оказалось, что он великолепно владеет стеклодувной горелкой и монополия на самую ответственную операцию — отпайку счетчиков — целиком принадлежала ему.

⟨...⟩

Никого не нужно было заставлять работать и днем и ночью, никого не нужно было просить остаться ночью дежурить у вакуумной установки. Мы просто знали, что от нашей работы зависит успех экспедиции и работали не за страх, а за совесть. Работал с нами и В. И. — без пиджака, без галстука, с расстегнутым воротом, с ревушей горелкой в руках. И самой большой наградой для нас была его похвала, когда он с удовлетворением выслушивал доклад, что еще партия счетчиков готова и работает хорошо.

Но вот сборы окончены. В двухосный товарный вагон погружен автомобиль — прототип ГАЗ-69, большое количество свинца, многочисленные ящики со счетчиками, спальные мешки, палатки, сотни сухих анодных батарей, аккумуляторов, бочки с бензином, продовольствие, бидоны со спиртом для научных, медицинских целей.

Поверх всего этого множества различных предметов возлежим мы — четверо участников экспедиции: заместитель начальника экспедиции Н. А. Добротин, аспиранты Г. Т. Зацепин (ныне академик),

Л. Н. Белл и студент-дипломник (я). Вагон прицепили к пассажирскому поезду и мы «большой» скоростью отправились на Памир. В. И. пришел попрощаться, спросил, каково нам, каково счетчикам, хорошо ли укрепили автомобиль. Сам он летел самолетом до Ташкента и должен был ждать нас в киргизском городке Ош, который издревле служил своеобразными воротами на Памир, воротами на «Крышу мира».

⟨...⟩

Дней через пять-шесть после отъезда из Москвы наш вагон без особых приключений прибыл в Ош, где нас уже с нетерпением ожидал Владимир Иосифович. Он уже побывал у пограничников и договорился с ними о грузовых машинах, на которых мы и весь наш багаж должны были быть доставлены на заоблачную высоту. Владимир Иосифович был весел, оживлен и явно очень доволен, что выбрался наконец из московской суматошной обстановки, оторвался от тысячи дел, связанных с подготовкой экспедиции, а также с подготовкой к сооружению первого электронного синхротрона, и проекта следующего, более крупного электронного ускорителя. Но об этой стороне его деятельности знали лишь немногие и говорили о ней намеками. Во всяком случае, я и мои коллеги — студенты-физики А. Л. Любимов и Г. Б. Жданов, которые ехали на Памир, — знали только то, что В. И. занят, кроме исследования космических лучей, какой-то очень важной работой.

Но вот послышался рокот моторов — это пришли под погрузку грузовики. Мы все были уже в памирской «униформе» — в горных ботинках с триконями, в военных галифе и ватниках.

Наконец, погрузка и последние сборы окончены, мы сидим в кузове доверху нагруженного грузовика. В. И., довольный и возбужденный, тоже в горных ботинках сидит на самом верху и дает команду к выезду.

Путь предстоит немалый — более 400 км по сложной горной дороге. Конечно, это уже не караванная тропа, а хорошая автомобильная дорога, построенная в 1931 г., но перевалы на ней остались, обрывы, крутые развороты, где двум машинам не разойтись. Мы, новички, которые не были на Памире в прошлогодней экспедиции ФИАНа 1944 г., были наслышаны об этой дороге от «ветеранов»: Наташи Биргер, Леона Белла и др. И от этих рассказов становилось как-то не по себе. Но В. И. не проявлял ни малейших признаков волнения.

Из Оша выехали ранним утром с тем, чтобы засветло перевалить через Алайский хребет и доехать до знаменитой Алайской долины. Быстро промелькнули последние оазисы пригородов и окрестных кишлаков, и дорога полезла в гору. Проехали первый перевал — Чыйырчык, после которого дорога петлями устремилась в глубокую долину реки. Лихие памирские шофера стремглав понеслись вниз.

Владимир Иосифович восторженно смотрел вперед, наслаждаясь скоростью, а мы, новички, опасливо косились по сторонам, где далеко внизу сверкала лента реки, и облегченно вздохнули лишь тогда, когда машины наконец спустились вниз. Владимир Иосифович хорошо запомнил дорогу по прошлогодней поездке и по ходу сообщал названия мест, которые мы проезжали. Навстречу нам бежали пустые грузовые машины, которые доставили грузы на далекий Памир и благополучно возвращались обратно. Вид этих машин прибавлял уверенность, что и мы доберемся благополучно.

Часам к пяти вечера мы проехали уже около 170 км и въезжали в узкое ущелье после кишлака Лянгар. В. И., показывая на две скалы, стоящие по бокам дороги у входа в ущелье, крикнул: «Смотрите, вот они "Ворота Памира"» — так назывались эти скалы, в самом деле очень похожие на ворота. За ними начался длинный и опасный подъем на перевал Талдык высотой 3500 м, пожалуй, самый впечатляющий перевал на Памирском тракте, хотя и не самый высокий. Наши надежды на благополучное путешествие сильно пошатнулись, когда мы увидели одну за другой лежащие на склоне, вдребезги разбитые, перевернутые машины. Видно было, что аварии произошли совсем недавно. Притих и В. И. На некоторых поворотах машина не могла сразу вписаться в поворот, и тогда шофер останавливался и подавал назад к обрыву, и это было особенно острым ощущением. Каждый из нас явно примеривался, куда будет выпрыгивать, если вдруг машина не удержится и покатится вниз.

Но все обошлось, и мы благополучно добрались до вершины перевала. Потом машина устремилась вниз, в ушах засвистел холодный ветер, потом еще один небольшой перевал, и перед нами открылась великолепная панорама Алайской долины. Уходящая направо и налево от нас ровная зеленая полоса шириной 20–25 км, окаймленная с противоположной стороны сверкающим в лучах заходящего солнца грандиозным горным хребтом, состоящим из череды следующих один за другим ледяных гигантов. «Это Заалайский хребет! Смотрите, а вот и пик Ленина, — воскликнул восхищенный В. И., указав рукой на ледяной массив, явно господствующий над всем хребтом. — Это наш третий по высоте семитысячник». Видно было, что, хотя он видит эту грандиозную картину не в первый раз, она потрясла и его не в меньшей степени, чем нас.

Мы пересекли Алайскую долину и уже в сумерках подъехали к пограничной заставе в урочище Бордоба у самого подножия Заалайского хребта. Здесь ночевка. Мы соскочили с машин, но двигаться было нелегко. Здесь высота около 3300 м, и недостаток кислорода явно давал себя знать. Но В. И., хотя он был самый старший среди нас, казалось, не

чувствовал высоты. Юра Зацепин прилег где-то на травке с сильной головной болью, Леон Белл явно поскуучнел и отказался от ужина.

Утром — снова в путь. Машины с натужным ревом медленно ползут на перевал Кызыл-арт высотой около 4300 м. «Это все еще не Памир, — объяснил нам В. И., — вот когда поднимемся на этот перевал, там по-настоящему начинается Памир — «Подножие смерти» и начинается он долиной, которая имеет не менее мрачное название — Маркан-су, что означает «Мертвая вода» или «Долина смерти».

И действительно, за перевалом нам открылась совершенно безжизненная долина, усеянная черепами и костями погибших животных — верблюдов и лошадей. По долине ветер гнал вращающиеся трубки песчаных смерчей. Резко похолодало.

Владимир Иосифович, подбадривая нас, сказал, что сейчас «Долина смерти» не представляет опасности, так как машина проходит ее за час с небольшим. Но большой уверенности в его голосе не было, так как на дороге то тут, то там были большие песчаные заносы, которые машины преодолевали с неимоверным трудом. А иногда дорога вовсе пропадала, и тогда машины ехали по пересохшему руслу реки.

⟨...⟩

В Чечекты уже лет десять работала биологическая станция, основанная ветеранами Памира — П. А. Барановым и И. А. Райковой. А в последние годы ее возглавлял талантливый ученый-биолог Олег Вячеславович Заленский, сотрудник БИНа АН СССР, с детских лет знакомый с Николаем Ивановичем Вавиловым.

Биологи встретили нас исключительно радушно. Они потеснились и выделили нам из своих очень скромных резервов одну небольшую комнатку в одноэтажном глиняном доме-кибитке. Эта комната днем служила нам столовой и конференц-залом, а ночью в ней спали, разложив спальные мешки на земляном полу, наиболее именитые и солидные участники экспедиции (И. Е. Тамм, Д. И. Блохинцев, В. Л. Гинзбург и др.). Молодежь размещалась в палатках, которые были расставлены неподалеку.

Первым делом по приезде в Чечекты было строительство фанерных домиков-лабораторий, обитых изнутри толстой кошмой, площадью около 9–10 м² каждый, с двумя оконцами и дверью. Все, кто чувствовал себя на высоте 3860 м удовлетворительно, на другой день по приезде включились в эту работу. Руководил строительными работами В. И., который сам неплохо владел и топором. «Академики», так мы называли группу теоретиков, о которой я уже упоминал, тоже активно помогали. Надо сказать, что высоту чувствовали все, но в различной степени. Бедный маленький Леон (Белл) лежал недвижимый, кое-кто

ходил, пошатываясь, с зелеными лицами. Движения у всех были медлительны, словно все тело было налито свинцом. Каждое резкое движение вызывало немедленную одышку. Владимир Иосифович то ли из-за своего небольшого роста и веса, то ли по другим неизвестным причинам был бодр, активен, всех тормошил, торопил и убеждал, что лучшее лекарство от горной болезни — это активная работа. И он, как я потом многократно убеждался на собственном опыте, был абсолютно прав.

Так или иначе, но через два-три дня в Чечекты образовался научный городок с улицей Векслера, прообраз современной Дубны, где тоже есть улица, названная в светлую память Владимира Иосифовича. А улица эта, одна из первых улиц на высокогорном Памире, состояла всего из нескольких домиков-лабораторий — по числу запланированных экспериментов.

⟨...⟩

В. И. по несколько раз в день появлялся в каждом домике, интересовался, как идут дела, давал много полезных советов. Сейчас, через сорок лет, прошедших с тех пор, когда я вспоминаю эту, в буквальном смысле слова героическую эпопею, я удивляюсь тому, как быстро и дружно шла тогда работа. Безусловно, не последнюю роль здесь играли зажигающий, заразительный энтузиазм Владимира Иосифовича, его неутомимая энергия, которые передавались и нам, его сотрудникам, соратникам и единомышленникам.

В домиках зажглись огоньки керосиновых ламп, «затрещали» счетчики. Один за другим начались эксперименты, которые велись круглосуточно.

⟨...⟩

Естественно, когда начались измерения, В. И. стал приходить еще чаще, интересуясь «горячими» результатами. «Ну, как дела? Что нового?», — спрашивал он и, получив ответ, который казался ему неожиданным, говорил многозначительное «гм, гм», задумчиво почесывая правой рукой затылок — очень характерный для него жест, выражающий недоумение или, наоборот, интенсивную работу мысли.

Шли дни, недели, появились первые результаты, открытия. В составе электронных ливней были обнаружены ядерные частицы, и это совершенно по-новому освещало механизм образования ливней в космических лучах. Обнаружены были «совпадения» в счетчиках, раздвинутых на расстояние 100 м и более друг от друга, что указывало на существование гигантских электронных ливней, состоящих из сотен тысяч частиц, образованных первичной частицей фантастически высокой энергии.

Особый интерес у В. И. был к экспериментам по исследованию генерации тяжелых частиц в космических лучах методом пропорциональных счетчиков. Эти эксперименты вела Л. Е. Лазарева вместе с аспирантами Владимира Иосифовича Леоном Беллом и Наташей Биргер и Н. С. Иванова со мною.

⟨...⟩

Мы учились у В. И. физическому мышлению, умению критически оценивать полученные результаты, проверять их различными способами, умению, как любил говорить В. И., правильно «ставить вопрос природе», умению на основании полученных результатов углублять этот «вопрос природе» — менять «конфигурацию» установки, менять постановку эксперимента так, чтобы получить однозначный ответ наиболее быстрым и убедительным образом.

По вечерам после ужина собирались все участники экспедиции (а было нас человек 15), и возникали импровизированные семинары — обсуждения полученных за день результатов. Они проходили удивительно интересно, спорили до хрипоты, доказывая правоту своей точки зрения. А иногда приходили В. И. и теоретики, споры вспыхивали вновь, и в конце концов рождались идеи, что нужно дальше делать, как нужно дальше вести эксперимент. В. И. обладал удивительно ярким чувством юмора, умел оценить юмор своих собеседников и подчас заливался заразительным смехом, загнав своего противника в споре в тупик или услышав хорошую шутку. Эту простоту Владимира Иосифовича в обращении с людьми, постоянное желание оказать помощь любыми доступными средствами, уважение к людям, с которыми он имел дело, его доброжелательность ощущали мы все, научные сотрудники, аспиранты, студенты, лаборанты, рабочие-киргизы.

Однажды мне в домике помогал перекладывать большое количество свинца молодой рабочий-киргиз Мамат. Во время перекура он спросил меня: «А как зовут такого маленького?». Я сразу понял, о ком идет речь, и отвечаю: «Владимир Иосифович». — «Да, да, — говорит он, — вот, хороший человек, а Х... — и он назвал фамилию одного из инженеров экспедиции, — тот посередине».

⟨...⟩

Памирская экспедиция ФИАНа 1945 г. стала хорошей школой для участвовавших в ней молодых физиков, настоящей векслеровской школой и в плане профессиональном, в плане научного эксперимента, и в плане формирования личных качеств молодых ученых: высокой требовательности, критичности, честности и самоотверженности в науке, настоятельной потребности все время учиться, бескорыстности, простоты и деликатности в обращении с сотрудниками и коллегами.

Экспедиция 1945 г. оставила в моей памяти, и я совершенно уверен, что и в памяти всех остальных ее участников, ярчайший след на всю жизнь. Возможно, этому способствовали также конец войны, наша молодость, необычность обстановки, суровая красота и романтика высокогорного Памира, но несомненно, что в значительной степени это было связано с участием в ней замечательного ученого Владимира Иосифовича Векслера, которого мы, «памирцы-45 года», считали своим Учителем, учителем в науке и жизни.

1946–1947 ГГ.

Я говорю о памирцах «выпуска 45 года», так как за экспедицией 1945 г. последовали экспедиции 1946, 1947 гг. и последующих лет. В каждой последующей экспедиции принимало участие новое молодое пополнение — новая группа студентов-физиков, главным образом из МГУ. И на традициях, заложенных Владимиром Иосифовичем, за эти многие годы на Памире воспитано не одно поколение молодых советских ученых, специалистов по физике космических лучей, атомного ядра, физике высоких энергий.

Прогноз В. И. подтвердился: во время следующей Памирской экспедиции мы действительно первую часть измерений выполняли в Чечекты, а вторую часть проводили на перевале Ак-Байтал на высоте 4650 м, как это и намечал Владимир Иосифович в 1945 г. В 1946 г. Владимир Иосифович был занят в Москве делами, связанными с сооружением первого электронного синхротрона на 30 МэВ, а также более крупного синхротрона на 250 МэВ. Одновременно он вел переговоры с различными организациями о сооружении на Памире в Чечекты большого здания для развертывания стационарных круглогодичных работ нашей экспедиции на Памире.

Поэтому в 1946 г. он приехал на Памир ненадолго, скорее в отпуск, чем на работу. Он сразу втянулся в привычную экспедиционную жизнь, и не было дня, чтобы он не зашел к нам в домик-лабораторию узнать, как идут дела, что получено нового. Хотя мы очень тщательно контролировали работу установки, он каким-то внутренним чутьем чувствовал, когда установка начинала давать сбои, и говорил, глядя на показанные ему результаты: «Ну это, братцы, у вас здесь какая-то "черепаха", проверьте все еще раз». Мы проверяли и обычно «черепаху» находили; «черепахой» назывались неполадки в установке.

Через каждые два-три дня приезжал он к нам и на Ак-Байтал. Приезжал обычно не с пустыми руками, а привозил с собой что-нибудь вкусное: или жареную архарину (у экспедиции было разрешение на отстрел небольшого количества горных баранов — архаров), или свежие

фрукты и овощи, доставленные из Оша, или замечательные маринованные огурчики-пикули. Мы всегда радовались его приезду, так как после разговора с ним снимались все вопросы, все становилось ясно и вставало на свои места.

Летом 1947 г. мы праздновали новоселье на Памире. В рекордный срок, меньше, чем за год, благодаря усилиям и хлопотам В. И. Векслера и Н. А. Добротина в Чечекты было построено большое здание для экспедиции ФИАНа, но Владимира Иосифовича с нами уже не было.

⟨...⟩

К Новому году мне пришла телеграмма от президента Академии наук СССР, директора ФИАНа Сергея Ивановича Вавилова с новогодним поздравлением зимовщикам и сообщением о крупной премии от Президиума АН СССР. Мы поняли, что здесь не обошлось и без Владимира Иосифовича, хотя его подписи в телеграмме не было.

⟨...⟩

Наконец, зимовка окончена. Уложены пухлые рабочие журналы с результатами, десятки графиков, фотографий и в путь — домой, в Москву.

⟨...⟩

Через неделю после подробного обсуждения результатов с Владимиром Иосифовичем я принес ему готовую статью, в которой по алфавиту в числе авторов на первом месте поставил его фамилию, так как он был настоящим руководителем всей нашей работы на всех ее этапах. Владимир Иосифович прочитал статью, сказал, что все хорошо, а потом взял ручку и вычеркнул свою фамилию из числа авторов.

⟨...⟩

А. Л. Любимов

В. И. ВЕКСЛЕР В ПАМИРСКИХ ЭКСПЕДИЦИЯХ 1945–1946 ГГ.

1. ШТРИХИ К ПОРТРЕТУ

В 1945 г., вернувшись из армии в университет, я узнал, что готовится экспедиция на Памир для исследования космических лучей и ее начальником является профессор В. И. Векслер. Слово «Памир» имело тогда, после четырех лет войны, особую притягательную силу, космические лучи были еще мало изученным, во многом таинственным явлением, их исследования (как и физики, их осуществлявшие) переживали романтический период... Я попросил Владимира Иосифовича взять меня участником экспедиции и получил его согласие.

Все лето 1945 г. с утра до позднего вечера кипела работа по подготовке экспедиции.

Владимир Иосифович, человек сам предельно увлеченный, обладал даром увлекать всех, кто рядом с ним работал, и он определял весь стиль работы экспедиции. Работали много, напряженно, но весело и дружно, с неослабевающим интересом, я бы сказал, с азартом.

Про хороших (или очень хороших) руководителей говорят: он всегда в курсе всех работ своих сотрудников. Чтобы передать интерес Владимира Иосифовича к экспериментам, которые велись в экспедиции, таких слов недостаточно: он всегда знал результаты самых последних измерений и всегда с нетерпением ожидал следующих. Приведу чрезвычайно характерный эпизод.

Поздней осенью, когда по ночам стало очень холодно, участники экспедиции из палаток постепенно перебрались в комнатку на биостанции, где жил Владимир Иосифович. Установки работали круглосуточно, автоматизации не было, а измерения надо было производить и по ночам. И вот среди ночи физики потихоньку вставали, шли в свой домик, записывали показания приборов и, крадучись, чтобы никого не разбудить, возвращались на место. И каждый раз, когда так вот крадешься среди ночи, слышишь голос Владимира Иосифовича: «Ну, сколько у Вас там насчитало?». И услышав ответ, он часто тут же его комментировал. Даже ночью, пробуждаясь от чуткого (чересчур чуткого) сна, он не переставал следить за результатами, он не мог ждать до утра, ему нужно было знать немедленно — так велика была его заинтересованность, настолько напряженно, не выключаясь, он работал.

Вникая во все исследования, которые велись в экспедиции, Владимир Иосифович никогда не стремился всеми этими исследованиями руководить, предоставляя самостоятельность более опытным из физиков. Под его непосредственным руководством работы велись по двум направлениям. Одно из них было связано с научной полемикой, которую «космики» ФИАНа во главе с Д. В. Скобельцыным и В. И. Векслером вели с группой «космиков» А. И. Алиханяна, работавших на горе Арагац в Армении. Дискуссия эта длилась ряд лет, и часть последующих работ Памирской экспедиции была направлена на прямую проверку утверждений Алиханяна и его сотрудников. Время показало, что в этом научном споре правыми оказались «космики» ФИАНа: «открытие» группой Алиханяна варитронов — элементарных частиц принципиально новой природы — оказалось ошибкой.

Второе направление работ Владимира Иосифовича было поисковым. В частности, по его инициативе и под его непосредственным руководством были поставлены эксперименты, приведшие к открытию электронно-ядерных ливней, т. е. ядерных взаимодействий высоких энергий, создающих все многообразие вторичных частиц. Об этом будет рассказано во втором очерке.

Другой характерный для Владимира Иосифовича эпизод, который я хочу рассказать, не относится к его деятельности как ученого. От местных жителей мы услышали, что на берегу высокогорного озера Рангкуль в неприступной скале есть пещера, которая светится по ночам. Рассказали нам и легенду, связанную с пещерой: это недремлющий глаз, стерегущий сокровища Рангуля.

И вот в один из очень редких в экспедиции выходных дней мы направились к этой пещере. Подъехали — видим: высоко в отвесной скале чернеет вход в пещеру. Провожавший нас подтвердил, что это «та самая». Поискав, нашли путь, по которому мы — Владимир Иосифович, Л. В. Курносова и я — поднялись на скальную полку, от которой было уже близко до входа в пещеру. Оставалось пролезть по скале небольшой и с альпинистской точки зрения нетрудный, но небезопасный участок: там «было куда падать» — метров на 70 вниз уходила вертикальная стена. У нас была с собой веревка, но, конечно, не было скальных крючьев, и для того, кто полезет первым, на нижнем охранении, возможный срыв был существенно опаснее, чем для двух остальных, которых будут надежно охранять сверху, уже из пещеры.

Мы с Л. В. Курносовой были альпинистами, мы были моложе Владимира Иосифовича, и каждый из нас, конечно, вызвался идти первым. Но Владимир Иосифович твердо сказал: «Первым пойду я, потому что я начальник экспедиции, и я не могу подвергать риску ее участников».

Разгадка тайны светящейся пещеры оказалась очень простой: пещера была сквозная, в лунные ночи ее освещала с другой стороны невидимая за скалой луна. А луна на высоте 4 км несравненно ярче той, которую мы привыкли видеть обычно.

Владимир Иосифович был яркой и многогранной личностью и очень хорошим человеком. Он обладал широким кругом интересов, был жизнелюбив, был энтузиастом и великим тружеником, был страстным и блестящим спорщиком и обладал большим чувством юмора, был демократичен и доступен для всех, был добр и человечен.

Мне представляется, что в условиях ранних памирских экспедиций в относительно небольшом и дружном коллективе все эти черты Владимира Иосифовича как человека могли раскрыться особенно полно.

В 1947 г. благодаря усилиям Владимира Иосифовича для Памирской станции было построено роскошное по тем временам и для того места здание¹, условия стали значительно более комфортабельными, масштабы работ ширились. Владимир Иосифович оставался еще в 1946 г. начальником Памирской экспедиции, но затем ему пришлось покинуть лабораторию космических лучей и памирские экспедиции, чтобы посвятить себя целиком созданию ускорителей. С его уходом стиль работы и жизни памирских экспедиций заметно изменился.

2. ИСТОРИЯ ОДНОГО ОТКРЫТИЯ

Главное в биографии ученого — его вклад в науку. Поэтому нельзя рассказать о В. И. Векслере, как руководителе памирских экспедиций (и просто — как об ученом), умолчав об открытии, сделанном в этих экспедициях под его непосредственным руководством.

Воспоминания о том, кем, как и какое открытие было сделано — не научная статья. Однако и здесь невозможно избежать рассказа, хотя бы короткого и упрощенного, о проведенных исследованиях, а значит и о космических лучах.

В 1945–1946 гг. космические лучи вблизи земной поверхности (так называемое вторичное излучение, в отличие от первичного, приходящего в земную атмосферу извне) представляли себе состоящими из двух основных компонент — «мягкой», т. е. электронно-фотонной, и «жесткой», природа которой была еще неясна. «Мягкая» полностью поглощалась в слое свинца толщиной 10 см, «жесткая» проникала через значительно большие толщи вещества. Интенсивность «мягкой» быстро росла с высотой, интенсивность «жесткой» — медленно. Обе эти

¹Это здание до сих пор является лучшим зданием Восточного Памира.

компоненты могли образовывать «ливни», т. е. группы новых частиц (в данном случае — электронов и фотонов) за счет электромагнитных процессов.

В Памирской экспедиции 1945 г. Владимир Иосифович поручил Жданову и мне, помимо других экспериментов, которые мы выполняли под его руководством, измерить зависимость от высоты количества ливней под толстым слоем свинца, которые заведомо не могли генерироваться мягкой компонентой. Измерения проводились на высоте 3860 м, где была расположена научная база экспедиции, и 900 м (г. Ош), где находилась ее «тыловая» база.

Результат оказался неожиданным: число регистрируемых ливней быстро росло с высотой, что исключало возможность их образования частицами жесткой компоненты и свидетельствовало о существовании в космических лучах на высотах гор какой-то неизвестной компоненты, могущей генерировать ливни².

В следующей Памирской экспедиции эти исследования были продолжены. В них вместе со мной участвовала Л. В. Курносова³.

В 1946 г. эксперименты проводились не только на высотах 3869 и 900 м, как в предыдущей экспедиции, но и на высоте около 4800 м (вблизи перевала Ак-Байтал, высшей точки Памирского тракта), а также на высоте 900 м в пещере под землей, куда могли проникнуть только частицы жесткой компоненты (и где, замечу в скобках, обитало несметное множество летучих мышей). Был поставлен ряд дополнительных и контрольных опытов, получены новые данные как о частицах, генерирующих эти ливни, так и о частицах, входящих в их состав.

Проведенные исследования привели к заключению, что наблюдавшиеся «особые» ливни возникают в ядерных взаимодействиях при больших энергиях, т. е. являются результатом ранее неизвестного процесса множественного рождения частиц⁴.

На этот раз среди авторов статьи был указан и В. И. Векслер.

²Эти результаты были опубликованы в статье, авторами которой были указаны Жданов и я. Владимир Иосифович отказался быть включенным в число авторов, чтобы не «заслонять собой» молодых ученых.

³Она перешла по предложению Владимира Иосифовича из другого института в Лабораторию космических лучей ФИАН, где работал ее муж О. Н. Вавилов, погибший зимой 1946 г. в горах, на Кавказе, при обстоятельствах, не исключающих убийство.

⁴Отметим, что быстрый рост с высотой числа этих ливней указывал, что первичные космические излучения состоят из ядерно-взаимодействующих частиц (а не из электронов, как многие тогда полагали).

После экспедиции 1946 г. Владимир Иосифович передал руководство Лабораторией космических лучей ФИАН и памирскими экспедициями Н. А. Добротину и полностью переключился на создание ускорителей.

В последующих двух памирских экспедициях исследование обнаруженных необычных ливней было основной задачей и к нему присоединился ряд физиков.

В проведенных экспериментах было, в частности, установлено, что в состав этих ливней входят как частицы, способные создавать вторичные ливни такого же рода, так и электронно-фотонная компонента (поэтому они были названы электронно-ядерными ливнями). После открытия (в 1947 г.) π -мезонов эти ливни были интерпретированы как взаимодействие с ядрами частиц высоких энергий, при которых происходит множественное рождение частиц, в основном π -мезонов.

Открытие электронно-ядерных ливней не только позволило понять общую схему процессов, происходящих в космических лучах и определяющую роль в них ядерных взаимодействий высокой энергии — оно явилось существенным вкладом в зарождавшуюся новую науку — физику высоких энергий.

Большая итоговая статья, опубликованная в 1949 г., имела уже 8 авторов.

Спустя некоторое время за открытие электронно-ядерных ливней и ядерно-каскадного процесса была присуждена Сталинская премия 1-й степени. Ее лауреатами стали: патриарх исследования космических лучей академик Д. В. Скобельцын (в то время директор ФИАН), Г. Т. Зацепин, разработавший концепцию ядерно-каскадного процесса и его роль в создании широких атмосферных ливней, и Н. А. Добротин. Векслера среди лауреатов не было...

Много лет спустя, незадолго до своей смерти, Владимир Иосифович рассказал мне, что Добротин просил его не претендовать на включение в список кандидатов на эту премию. В голосе Владимира Иосифовича звучала давняя обида...

Я, с первого дня участвовавший в проводившихся исследованиях, готовивший общую итоговую публикацию и к тому же выдвинутый коллективом лаборатории кандидатом на получение той же Сталинской премии, свидетельствую, что открытие электронно-ядерных ливней является заслугой прежде всего В. И. Векслера: ему принадлежала идея эксперимента, приведшего к открытию этих ливней, он руководил основополагающими экспериментами по их исследованию, он же первым интерпретировал образование этих ливней как результат ядерных взаимодействий частиц высокой энергии.

Открытие электронно-ядерных ливней представляется мне важнейшим из сделанных им открытий, относящимся не к путям исследования процессов, происходящих в природе, а к самим этим процессам.

К рассказу об этом открытии следует, к сожалению, сделать еще одно замечание: проводившиеся в Советском Союзе в годы холодной войны исследования космических лучей, в частности открытие электронно-ядерных ливней, по-видимому, не были известны на Западе, во всяком случае совершенно там не упоминались. Но это не меняет того факта, что в 1945–46 гг. под руководством В. И. Векслера были открыты электронно-ядерные ливни, т. е. процессы множественного рождения частиц в ядерных взаимодействиях высоких энергий.

В. И. Векслер

НОВЫЙ МЕТОД УСКОРЕНИЯ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЧАСТИЦ*

(Представлено академиком Н. Д. Папалекси 25 IV 1944)

Принято считать, что метод резонансного ускорения, который осуществлен Лауренсом [1] для тяжелых частиц (циклотрон), неприменим для ускорения электронов, благодаря релятивистскому изменению массы частиц со скоростью. Эта трудность обойдена в ускорителе с вихревым полем, предложенном Видероз [2] и впервые осуществленном Керстом [3]. В приборе Керста уже достигнуты энергии пучка электронов в 20 млн эВ и скоро, очевидно, будут получены частицы с энергией близкой к 100 млн эВ. Однако дальнейшее увеличение энергий электронов по методу Керста сопряжено, по-видимому, с громадными техническими трудностями.

Поэтому целесообразно указать на одну новую возможность получения релятивистских частиц, основанную на простом обобщении резонансного метода.

П р и н ц и п д е й с т в и я у с к о р и т е л я. Принципиальная возможность получения очень быстрых релятивистских частиц путем использования резонансного метода делается ясной при рассмотрении простейшего случая движения заряженной релятивистской частицы в резонансном ускорителе, т. е. в системе, состоящей в общем случае из N ускоряющих промежутков¹, расположенных на окружности, и постоянного во времени магнитного поля, направленного перпендикулярно плоскости дуантов. Пусть частота переменного поля, наложенного на дуанты, будет ν и амплитуда V_0 вольт. Если напряженность магнитного поля есть H_0 , то, как хорошо известно, время движения частицы по окружности будет

$$T = \frac{2\pi mc}{H_0 e},$$

где $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}}$, e — заряд, c — скорость света. Выразим массу частицы m как функцию ее полной энергии. Тогда время T_n/N обхода $1/N$

* Докл. Академии наук СССР. 1944. Т. XLIII, № 8. С. 346–348.

¹ В циклотроне $N = 2$.

доли окружности после n -го прохождения ее в ускоряющем промежутке будет

$$\frac{T_n}{N} = \frac{2\pi(enV_0 + m_0c^2)}{NeH_0c}. \quad (1)$$

До тех пор пока $enV_0 \ll m_0c^2$, можно считать $T_n = T_{n-1} = T_0 = \text{const}$. Это и есть тот случай, который использован в циклотроне при ускорении протонов.

Очевидно, что в случае электронов, даже при небольших энергиях, нельзя считать T_n постоянным. Легко показать, однако, что возрастание T_n с увеличением энергии частиц не является препятствием к использованию резонансного метода для ускорения частиц. Это утверждение сразу делается очевидным, если определить разницу времени T_{n+1} -го и T_n -го оборота. Для простоты ограничимся случаем $N = 1^2$, тогда

$$T_{n+1} - T_n = \frac{2\pi V_0}{H_0c} = \Delta T. \quad (2)$$

Формула (2) показывает, что разность времен двух последовательных циклов остается величиной постоянной, не зависящей от полной энергии частицы, т. е. от n . На это обстоятельство до сих пор, по-видимому, не обращалось должного внимания. Однако оно позволяет использовать резонансный метод для ускорения релятивистских частиц. Для примера рассмотрим один из простейших вариантов использования постоянства ΔT .

Выберем постоянные V_0 и H_0 так, чтобы

$$T_{n+1} - T_n = \frac{2\pi V_R}{H_Rc} = T_\lambda. \quad (3)$$

Если одновременно будет удовлетворено начальное условие

$$T_1 = T_\lambda + \frac{2\pi m_0c(k+1)}{H_Re} = T_\lambda\gamma, \quad (4)$$

где T_λ — период колебания поля; $k = \frac{eV_H}{m_0c^2}$; V_H — разность потенциалов, соответствующая начальной скорости частицы до первого ускорения; γ — произвольное целое число, то частица попадает в резонанс с полем, несмотря на то, что время ее движения по окружности после каждого ускорения возрастает.

² $N = 1$ может быть реализовано, например, использованием эндовибратора.

Физически это означает, что после каждого ускорения время движения частицы по окружности возрастает как раз на величину периода. Поэтому по мере увеличения энергии частицы она будет все больше и больше отставать по фазе от поля. Однако на каждом новом обороте это отставание будет равно целому периоду или полупериоду (если $N \geq 2$), так что в результате частица непрерывно будет разгоняться.

Формулы (3) и (4) дают все, что нужно для расчета подобного ускорителя. Комбинируя (3) и (4), можно получить

$$V_R = \frac{m_0 c^2 (k+1)}{e(\gamma-1)}; \quad H_R = \frac{m_0 c (k+1) 2\pi}{e T_\lambda (\gamma-1)}.$$

Энергия на выходе в вольтах будет

$$E = \frac{300 \cdot 2\pi m_0 c (k+1)}{e T_\lambda (\gamma-1)} \rho_k,$$

где ρ_k — конечный радиус.

Таким образом, очень простое обобщение резонансного метода³ позволяет применить его (по крайней мере принципиально) для ускорения релятивистских частиц и получения сколь угодно больших энергий.

Необходимо отметить одну крайне важную особенность, которой будет обладать всякий резонансный ускоритель, использующий постоянство величины приращения времени оборота для ускорения частиц. В противоположность обычному циклотрону в этом случае для резонанса необходимо строго определенное по абсолютной величине значение разности потенциалов ускоряющей частицы. Легко показать, что если амплитуда поля V больше, чем резонансная, то частицы сами собой фазируются в точке резонанса $V = V_R$, т. е. резонанс является устойчивым. Для пояснения вернемся снова к разобранным примерам ускорителя с эндовибратором.

Из формул (3) и (4) видно, что в подобном ускорителе устойчивость действительно имеет место⁴. Небольшое уменьшение разности потенциалов ускоряющей частицы при n -ом ускорении приводит к

³Необходимо подчеркнуть, что мы сознательно ограничились рассмотрением простой, хорошо известной схемы резонансного ускорителя с тем, чтобы на ней отчетливее сформулировать основную идею предлагаемого метода. Но она, конечно (по крайней мере в принципе), может быть реализована большим числом способов.

⁴Устойчивой является точка $V = V_R$, которая соответствует второй четверти полупериода, когда разность потенциалов в ускоряющем промежутке уменьшается со временем.

тому, что в $n + 1$ -й раз частицы подходят к ускоряющему промежутку немного раньше, чем через $2T_\lambda$, и поэтому попадают в поле несколько более сильное, чем то, которым они были ускорены в предыдущий раз. Наоборот, если при n -ом обороте частицы пришли в ускоритель при V несколько большем V_R , то они запоздают больше, чем на $2T_\lambda$ и, следовательно, ускоряясь $n + 1$ -й раз, пройдут поле более слабое, чем при n -ом ускорении.

Эта автоматически осуществляемая фазировка, обусловленная тем, что величина интервала времени между двумя последовательными ускорениями зависит от ускоряющей разности потенциалов, является общим свойством ускорителей подобного типа, позволяющим (по крайней мере в принципе) осуществить ускорение самыми разнообразными способами и, в частности, даже в том случае, когда магнитное поле будет возрастать со временем.

Поступило 25 IV 1944

Цитированная литература

1. *Lawrence E. O.* // Phys. Rev. 1936. V. 50. P. 1134.
2. *Wideröe R.* // Arch. f. Elektrotechnik. 1929. XXI.
3. *Kerst D. W.* // Phys. Rev. 1941. V. 60, № 1. P. 47.

В. И. Векслер

О НОВОМ МЕТОДЕ УСКОРЕНИЯ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЧАСТИЦ*

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 19 VII 1944)

В заметке [1] мы показали, что с помощью резонансного метода может быть осуществлен разгон релятивистских частиц в постоянном магнитном поле.

Ниже будет показано, что благодаря автоматической фазировке резонансное ускорение может быть осуществлено не только в постоянном, но и в нарастающем во времени магнитном поле. В отличие от бетатрона Видероз–Керста в подобном ускорителе на магнитное поле ложится задача управления орбитами частиц, ускорение же осуществляется переменным электрическим полем¹. По сравнению с вихревым ускорителем резонансный будет обладать тем преимуществом, что в нем устранено влияние излучения (возникающего при движении частиц в магнитном поле) на процесс ускорения, а также возможно осуществление магнита в виде узкого кольца, что является крайне выгодным.

Принцип действия. Представим себе N ускоряющих промежутков (с наложенным на них переменным полем частоты ν и амплитудой V_0), расположенных в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Пусть кольцевой магнит создает поле, медленно нарастающее во времени. Очевидно, что резонансный разгон частиц в подобном ускорителе будет иметь место, если мы добьемся, чтобы энергия частиц нарастала во времени синхронно с нарастанием магнитного поля. Действительно, резонансный метод требует постоянства

$$T(t) = \frac{2\pi m(t)c}{H(t)e} = \frac{2\pi E(t)}{H(t)ec},$$

где $E(t) = m(t)c^2$ — полная энергия частицы.

*Докл. Академии наук СССР. 1944. Т. XLIV, № 9. С. 393–396.

¹В принципе и здесь, конечно, возможен резонанс более высокого порядка (см. [1]).

На первый взгляд кажется, что для выполнения этого требования нужно как-то специально подобрать зависимость магнитного поля от времени, от радиуса орбиты и т. п.

Можно показать, однако, что для синхронизации достаточно соблюдения всего лишь двух очень общих ограничений, а именно:

1) изменение магнитного поля по радиусу должно быть относительно невелико, т. е.

$$\frac{1}{H_m} \int_{r=R_{\min}}^{R_{\max}} \frac{\partial H}{\partial r} dr \ll 1; \quad (1)$$

2) разность потенциалов, набираемая частицей на длине оборота из-за вихревого поля, должна быть много меньше V_0 . Для случая $N = 2$ последнее может быть записано так

$$\left(\frac{\partial H}{\partial t} \right)_{\max} \ll \frac{4\pi V_0}{T_\lambda^2 c}. \quad (2)$$

В ускорителе, в котором эти простые требования выполнены², синхронизация будет устанавливаться сама собой, автоматически, при любой форме нарастания магнитного поля во времени.

Механизм, поддерживающий постоянство периода обращений частиц по орбите, обусловлен действием автоматической фазировки, в чем легко убедиться, рассмотрев формулу, определяющую длительность T_n n -го оборота частиц в магнитном поле

$$T_n = \frac{2\pi \left\{ e \left[\sum_{i=1}^{i=n} V_0 \cos \varphi_i + u_i \right] + m_0 c^2 (k+1) \right\}}{N \bar{H}_n e c}. \quad (3)$$

Здесь $k = eV_n/m_0 c^2$; V_n — разность потенциалов, соответствующая начальной скорости частиц, $\bar{H}_n$ — среднее значение магнитного поля за время n -го полуоборота; $V_0 \cos \varphi_i$ — разность потенциалов, ускоряющая частицу при i -м ее прохождении в ускоряющем промежутке; u_i — разность потенциалов, набираемая частицей на длине i -го оборота вследствие наличия вихревого градиента.

²Для сильного сжатия пучка в направлении, перпендикулярном плоскости орбит, достаточно, чтобы магнитное поле спадало к краям всего на несколько процентов. Поэтому условие (1) вполне не согласуется с требованиями фокусировки.

Из формулы (3) видно, что длительность каждого последующего обращения частицы в магнитном поле обусловлена разностью потенциалов ускоряющих частиц в предыдущих циклах. Поэтому, если (при $N \geq 2$) выполнено начальное условие

$$T_0 = \frac{1}{2}T_\lambda = \frac{2\pi m_0 c^2 (k+1)}{NH_0 ec},$$

то всякий раз, когда приращение длительности n -го оборота (обусловленное прохождением частицы n -й раз в ускоряющем промежутке) будет больше, чем сокращение длительности (вызванное увеличением магнитного поля за время этого n -го оборота), то частица придет в следующий ускоряющий промежуток позже, чем через $T_\lambda/2$ и поэтому в $(n+1)$ -й раз пройдет в поле, более слабом, чем в n -й раз. Наоборот, если приращение энергии (при n -м ускорении) меньше, чем приращение магнитного поля в течение последующего интервала времени, то T_n будет меньше, чем $T_\lambda/2$, частица придет раньше и пройдет поле более сильное, чем при предыдущем ускорении.

Так как магнитное поле непрерывно нарастает, то отклонение периода обращения от резонансного, почему-либо возникшее при i -м обороте, будет затухать во времени.

Как легко показать, изменение вихревого поля, приходящееся на один оборот, уменьшается с увеличением числа циклов, поэтому в соответствии со сказанным выше, влияние вихревого ускорения вообще будет быстро уменьшаться с увеличением числа оборотов.

Таким образом, наличие вихревого ускорения не мешает осуществлению резонансного ускорения релятивистских частиц в нарастающем магнитном поле.

Высказанные выше соображения могут быть просто подтверждены математическим рассмотрением процесса фазировки. Ограничиваясь, например, случаем $N = 2$, получим для dT_n/dn

$$\frac{dT_n}{dn} = \frac{\pi V_0 \cos \varphi_n}{H_n c} + \frac{\pi u_n}{H_n c} - T_n \frac{1}{H_n} \frac{dH_n}{dn}. \quad (4)$$

Учитывая, что

$$\varphi = \frac{2\pi}{T_\lambda} \left(\sum_{i=1}^{i=n} T_i - \frac{nT_\lambda}{2} \right), \quad \text{а} \quad t = \sum_{i=1}^{i=n} T_i,$$

выразим u_n через R_n и H_n :

$$u(t) = \frac{1}{2c} \frac{\partial \Phi}{\partial t} = \frac{1}{2c} \pi (R_n^2 - R_{\min}^2) \frac{dH_n}{dt}^*.$$

Найдем выражение для R_n через T_n :

$$R_n^2 = \frac{T_n^2 c^2}{\pi^2} - \left[\frac{m_0 c^2}{H_n e c} \right]^2 c^2. \quad (5)$$

Наконец, полагая, что φ_n может быть представлено в виде

$$\varphi_n = \psi_n + \alpha_n, \quad (6)$$

где ψ_n слабо зависит от n , а α_n очень малая величина (такая, что $\sin \alpha_n \approx \alpha_n$), получим следующее уравнение для переменной α :

$$i \frac{d^2 \alpha}{dn^2} \frac{d\alpha}{dn} + m \frac{d^2 \alpha}{dn^2} - A' \frac{d\alpha}{dn} \alpha - A \alpha = B \frac{d\alpha}{dn} + k \left(\frac{d\alpha}{dn} \right)^2 + g^{**}, \quad (7)$$

где i, m, A', A, B, k и g — коэффициенты, содержащие постоянные величины и величины, медленно меняющиеся с n .

Предполагая, что

$$i \frac{d^2 \alpha}{dn^2} \frac{d\alpha}{dn} \ll m \frac{d^2 \alpha}{dn^2}; \quad A' \frac{d\alpha}{dn} \alpha \ll A \alpha; \quad k \left(\frac{d\alpha}{dn} \right)^2 \ll B \frac{d\alpha}{dn},$$

и считая в первом приближении коэффициенты A, B, m, g постоянными, получим решение упрощенного уравнения в виде

$$\alpha_n = A_0 e^{-\delta n} \sin(\gamma n + \Omega_0) + \mu,$$

где δ и μ слабо зависят от n . Подстановка этого (или более точного***) решения в уравнение (7) оправдывает пренебрежение нелинейными членами в (7). Таким образом, при возрастании n фаза стремится к некоторому предельному значению, т. е. действительно имеет место автоматическая фазировка. Можно показать, что и при упрощенном и при более точном решении условие (2) вытекает из того требования, чтобы

*Здесь $R_{\min}$ — внутренний радиус магнита ускорителя, представляющего из себя кольцо площадью $S = \pi(R_{\max}^2 - R_{\min}^2) = \frac{\pi R_{\min}^2}{\beta_n^2} (1 - \beta_n^2)$, где β_n — начальное значение $v/c = v_n/c$.

**Уравнение того же типа получится, конечно, при любом N .

*** Считая коэффициенты A, B, m зависящими от H_n (т. е. от n), легко получить для α_n следующее решение

$$\alpha_n = c_1 (2\sqrt{H_n})^{-(A-1)} I_{A-1}(\sqrt{B H_n}) + c_2 (2\sqrt{H_n})^{-(A-1)} I_{-(A-1)}(\sqrt{B H_n}) + \mu.$$

предельное α_n было много меньше π . Хотя в данном выводе H считалось постоянным по радиусу, очевидно, что медленные изменения H также не изменят результата.

В заключение укажем, что автоматическая фазировка будет компенсировать также расстройку резонанса⁴, вызванную появлением излучения, возникающего при движении релятивистских частиц в магнитном поле.

Возможно, что благодаря этому указанный метод позволит получать частицы с весьма большой энергией.

Исходя из сказанного, очевидно, что энергия, до которой могут быть ускорены частицы, следующим образом зависит от магнитного поля

$$E_{\max} = m_0 c^2 (k+1) \frac{H_{\max}}{H_0} = \frac{H_{\max} e}{\sqrt{1 - \left(\frac{1}{k+1}\right)^2}} R_{\min}.$$

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР

Поступило 8 VII 1944

Цитированная литература

1. Векслер В. // ДАН. 1944. Т. XLIII, № 8.

⁴Компенсация будет иметь место почти до тех пор, пока «резонансная» разность потенциалов, вследствие постепенного сползания, не станет равной V_0 . Очевидно, что это практически означает отодвигание верхнего предела в область громадных энергий.

Б. С. Ратнер

ПЕРВЫЙ СИНХРОТРОН*

Годы, в которые Владимир Иосифович начал заниматься ускорителями, представляются наиболее интересными в его творческой биографии. О них, к сожалению, известно немного. Как ему, занимавшемуся исследованиями в области космических лучей, удалось решить проблему, над которой несколько лет безуспешно бились специалисты — ускорительщики? Нам, его сотрудникам, в период создания первого синхротрона как-то не приходило в голову расспрашивать Владимира Иосифовича об истории открытия, а он не любил рассказывать о себе. Да и напряженная работа не располагала к подобным беседам. И наконец, важность открытия явления автофазировки в то время нельзя было оценить в полной мере; кто мог предугадать, что уже в ближайшие десятилетия последует столь стремительный рост энергии ускорителей? (...) Три работы Владимира Иосифовича, в которых содержалось открытие явления автофазировки частиц, движущихся в резонансных ускорителях, появились в 1944–1945 гг. За рубежом публикации в советских журналах прошли незамеченными, возможно из-за условий военного времени. У нас в стране многие физики, даже весьма высокой квалификации, отнеслись к этим статьям с недоверием — консерватизм свойствен ученым не в меньшей степени, чем и остальным людям. К тому же явление, предсказанное в работах Владимира Иосифовича, еще никем не наблюдалось.

Позднее В. И. Векслер писал об этом периоде так: «Стало казаться, и такая точка зрения получила широкое распространение среди физиков, занимающихся проблемой ускорения заряженных частиц, что получение частиц очень большой энергии не может быть достигнуто с помощью резонансного метода и что эта задача может быть решена только в отдаленном будущем.

Действительность оказалась, однако, гораздо более благоприятной. Автору этих строк в 1944 г. удалось показать, что проблема получения частиц очень большой энергии может быть решена несколькими очень простыми способами. Все эти способы основаны на одном физическом явлении, которое удалось вскрыть при анализе резонансного

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 112–119 (с сокращениями).

ускорения частиц, двигающихся с очень большой скоростью. Это явление получило название автофазировки»¹.

Владимир Иосифович, конечно, понимал необходимость экспериментального подтверждения открытого им явления и уже в 1945 г. с помощью двух молодых физиков — экспериментатора Б. Л. Белоусова и теоретика М. С. Рабиновича — приступил к работе над созданием ускорителя, основанного на новом принципе. С большим трудом удалось ему заказать магнит будущего ускорителя, который весной 1946 г. был установлен в середине большой светлой комнаты в здании ФИАН на Миусской площади. Отношение к идеям В. И. Векслера изменилось после появления в печати статьи американского физика Макмиллана, годом позже и независимо от Векслера также открывшего принцип автофазировки. К лету 1946 г. Владимиру Иосифовичу удалось добиться решения о создании лаборатории для постройки ускорителя, выделения средств и т. д. <...>

В июне 1946 г., когда я приступил к работе, группа, занимавшаяся созданием синхротрона, состояла всего из трех человек: Б. Л. Белоусова, инженера Э. Г. Горжевской и лаборанта И. Д. Кедрова. Вскоре начали приходить новые сотрудники, и к концу года группа, ставшая называться лабораторией В. И. Векслера, насчитывала уже около трех десятков человек.

Рассказывая далее о ходе работы по созданию первого синхротрона, которая интенсивно развернулась с лета 1946 г., я не буду перечислять сотрудников, занимавшихся разработкой того или иного узла ускорителя². В отчете о запуске ускорителя и на семинаре, посвященном 25-летию этого события³, упомянуты почти все участники работы. Исключение хотелось бы сделать лишь для Бориса Львовича Белоусова, в то время совсем молодого человека, незадолго перед этим окончившего физический факультет МГУ. Ему Владимир Иосифович поручил руководство небольшой группой, непосредственно занятой сборкой и запуском синхротрона. <...>

Препятствия, стоявшие на пути создания синхротрона, были разнообразны и поначалу даже не полностью осознаны; ведь ни один из сотрудников лаборатории не имел опыта работы с ускорителями, а ускорителей, в которых использовалось изменяющееся во времени магнитное поле, у нас в стране вообще не было. Необходимо было решать

¹Векслер В. И. Ускорители атомных частиц. М., 1956. С. 15.

²Труды ФИАН. 1963. Т. 19. С. 98.

³Ратнер Б. С. // Атомная энергия. 1973. Т. 34. С. 498.

многочисленные проблемы, связанные с получением нужных характеристик магнитного поля ускорителя, созданием в большом объеме высокого вакуума, получением высокочастотного поля необходимой мощности, конструированием вакуумной ускорительной камеры и т. д. Отсутствие в послевоенное время приборов и оборудования, столь необходимых при проведении исследований, создавало дополнительные трудности. Строящийся ускоритель (он должен был ускорять электроны до энергии 30 МэВ) по своим масштабам не шел ни в какое сравнение с аппаратурой, используемой тогда в физических лабораториях. Несмотря на все это, Владимир Иосифович со свойственной ему смелостью и решительностью принялся за дело.

Первоначально в качестве источника электронов предполагалось использовать радиоактивный препарат; помню, что он был изготовлен и находился в лаборатории. Однако вскоре было решено для предварительного разгона электронов до релятивистских скоростей использовать бетатронный режим ускорения. Впоследствии оказалось, что именно осуществление того первого этапа ускорения электронов потребовало наибольших усилий.

В лаборатории был изготовлен сердечник магнита, обеспечивающий получение вихревого электрического поля. Он был собран из нескольких тысяч пермалловых проволок, вручную изолированных и отожженных в печи. Была разработана методика нахождения положения равновесной бетатронной орбиты. Точность этих измерений должна была быть очень высокой, так как минимум градиента электрического поля, соответствующий положению орбиты, лежал в четвертом знаке. Параллельно велась работа по изготовлению и опробованию инжекторов, созданию проводящих слоев, наносимых на внутреннюю стенку ускорительной камеры. Тогда же была изготовлена первая стеклянная вакуумная камера круглого сечения. Магнитные измерения на постоянном токе позволили подобрать форму полюсного наконечника магнита ускорителя. В ходе измерений азимутальной неоднородности магнитного поля в зазоре ускорителя был понят весьма важный фактор, существенным образом определяющий движение электронов в начале ускорения, — наличие сдвига по фазе магнитного поля на разных азимутах орбиты электрона. Этот сдвиг, обусловленный неодинаковыми потерями в железе, мы научились измерять и компенсировать. Для точного измерения фазовой асимметрии был применен способ подмагничивания обмоток пермалловых датчиков постоянным током. В зарубежной литературе этот способ был описан значительно позже.

Одновременно были начаты исследования по созданию ВЧ-ускоряющего поля. Были разработаны проволочные накладные резонаторы и ВЧ-генератор для их питания, а также системы согласования и управления ВЧ-полем. В подвале под комнатой, в которой находился синхротрон, был установлен трансформатор питания магнита, а в самой комнате — батарея высоковольтных конденсаторов, образующая вместе с высоковольтной обмоткой магнита резонансный контур.

Осенью 1946 г. появилась заметка англичан Говарда и Барнеса об экспериментальном подтверждении принципа автофазировки. Они переделали имевшийся у них маленький бетатрон в синхротрон и получили пучок с энергией 8 МэВ. Следует сказать, что к тому времени в принципе автофазировки уже не сомневались, и опубликование статьи сенсации не вызвало. Было, конечно, жаль, что открытие Владимира Иосифовича не удалось впервые подтвердить в его лаборатории. Однако огромное преимущество, которым обладали физики, в чем распоряжении уже имелся готовый бетатрон, не оставляло шансов опередить их.

В конце 1946 г., всего через полгода после развертывания основных работ, была предпринята попытка запуска ускорителя. Электроны проделывали один оборот, но тормозного излучения, достоверного признака успешного ускорения, обнаружить не удавалось. Много дней было затрачено на поиски пучка. Основная сложность заключалась в том, что существовало множество факторов, способных препятствовать успешному ускорению. Нужно было найти основной, решающий. Между тем не было уверенности ни в том, что получен нужный вакуум (техника вакуума позволяла с трудом измерять значения порядка 10^{-5} мм рт. ст.), ни в том, что правильно выбрано сопротивление проводящего слоя, ни в достаточной величине рабочей области ускорения и т. д. и т. п. Можно перечислить добрый десяток факторов, в отношении которых существовали сомнения. По некоторым из них удавалось осуществить контрольные опыты. Так, например, был сконструирован магнитный шунт, позволявший плавно (сидя на включенном магните!) изменять положение равновесной орбиты, ожидая появления γ -пучка.

Владимир Иосифович пробовал консультироваться у различных специалистов. Помню, как мы ездили на беседу к энергетiku, считавшемуся знатоком в области магнитов. Тот довольно долго рассказывал о вещах, не имеющих отношения к интересующему вопросу, часто употребляя выражение «в терминах существующих представлений». Когда мы возвращались в институт, Владимир Иосифович несколько раз недовольно повторял эту фразу. В попытках запуска прошло больше месяца. Это было самое трудное время. В. И. Векслер не переставал многократно перебирать возможные причины неудачи с пуском уско-

рителя. Вот характерный пример. В то время в ФИАНе по вечерам показывали трофейные фильмы. Некоторые из них очень нравились Владимиру Иосифовичу. И вот, находясь под впечатлением просмотренного фильма, он, не успев выйти из зала, часто обращался с фразой: «Что если...». Мысли, относившиеся к синхротрону, не оставляли его ни на минуту.

Наконец, Владимир Иосифович пришел к кардинальному и весьма смелому решению: прекратить попытки «оживить» ускоритель и приступить к изготовлению нового синхротрона с большей рабочей областью и лучшими характеристиками. Решение это было весьма ответственным — оно было связано с откладыванием запуска ускорителя не менее чем на полг. и, безусловно, содержало немалую долю риска.

Здесь уместно остановиться еще на одной черте Владимира Иосифовича. Он никогда не пытался переложить на своих сотрудников часть забот, связанных со стремлением руководства еще больше форсировать темпы работы. Как бы ни торопили Владимира Иосифовича, обстановка в лаборатории всегда оставалась спокойной и деловой.

После принятия решения об увеличении размеров ускорителя был заказан новый магнит. Он был спроектирован с учетом опыта, приобретенного в исследованиях с первым магнитом, и оснащен различными системами компенсации азимутальной асимметрии. Были изготовлены новые ускорительные камеры эллиптического сечения, также было налажено производство заготовок-полуколец. Уникальное изделие весом около 2 кг с очень тонкими стенками высокой степени однородности удавалось выдувать лишь одному мастеру-стеклодуву. Полукольца спаивали стеклодувы ФИАНа. В камеру вваривали патрубки для откачки, для инжектора и мишени. Была изготовлена новая вакуумная установка, позволившая уверенно получать хороший вакуум.

Был приобретен мотор — генераторный агрегат для питания магнита синхротрона с устойчивым напряжением с частотой 150 Гц и разработана схема его включения. Для синхротрона отвели специальные помещения в новом корпусе, построенном рядом с основным зданием.

Осенью 1947 г. начался монтаж ускорителя, а 28 декабря мы собрались вечером для запуска синхротрона. На магнит подано высокое напряжение, и Белоусов включил импульсный генератор, питающий инжектор. Пучок ускоренных электронов был получен сразу при первом же включении. Защелкали электромеханические счетчики, регистрировавшие импульсы от расположенных в разных местах гейгеровских счетчиков, на экране осциллографа застыл в нужном месте (через 200 мкс после начала ускорения) импульс — результат тормозного излучения, возникающего при сворачивании электронов на

мишень. Пучок сразу выключили (между ускорителем и пультом управления еще не было бетонной защиты) и бросились качать Владимира Иосифовича. Через две недели был осуществлен синхротронный режим, в котором электроны ускорялись до полной энергии. Таким образом задача создания первого синхротрона была решена Владимиром Иосифовичем и небольшим коллективом лаборатории менее чем за два года — срок удивительно короткий, если учесть все факторы, о которых говорилось выше.

Мне кажется, что причина успеха в значительной степени объясняется характером руководства людьми, я бы назвал это системой, применявшейся Владимиром Иосифовичем. В ее основе лежала идея предоставления каждому сотруднику максимальной самостоятельности, возможностей для инициативы. В ту пору одной из любимых его фраз была фраза из книги «Двенадцать стульев»: «Спасение утопающих — дело рук самих утопающих». Интересно, что подобная установка, связанная, казалось бы, с большим риском, применялась в самый напряженный для лаборатории период. Существенным элементом руководства было отношение Владимира Иосифовича к сотрудникам. Его характеризовали доброжелательность и простота, интерес к повседневным результатам работы человека, абсолютный приоритет дела над всеми остальными.

Думаю, если бы во главе лаборатории стоял не Владимир Иосифович, такой способ руководства успеха бы не имел. Нужны были его увлеченность и энергия, обаяние и авторитет, чтобы воодушевить коллектив на столь эффективную работу в течение длительного времени. В оценке людей Владимир Иосифович был очень сдержан. Не помню, чтобы он кого-нибудь ругал за упущение в работе. На похвалы также не был щедр. Его выразительное лицо лучше всяких слов отражало отношение к обсуждавшемуся вопросу. Никаких совещаний, обсуждений планов Владимир Иосифович в то время не устраивал. Их заменял очень короткий разговор почти с каждым из сотрудников один раз в несколько дней. Исключение составляли теоретики, беседы с которыми длились довольно долго.

⟨...⟩

Работы по созданию бетатронов велись в те годы и в других лабораториях страны. Вспоминается в этой связи эпизод в период подготовки запуска первого варианта ускорителя. В Москву на имя академика Бардина, вице-президента Академии наук СССР, пришла телеграмма из Свердловска, в которой сообщалось о наблюдении свечения пучка в камере бетатрона. Это сообщение, вызвавшее поначалу некоторое смещение в нашей лаборатории, однако, не подтвердилось, а через три года

А. П. Комар и я ездили в Свердловск принимать запущенный там бетатрон. Вскоре после запуска синхротрона в ФИАНе состоялась встреча с А. А. Воробьевым и его сотрудниками из Томского политехнического института, на которой мы поделились опытом создания ускорителя. Впоследствии, как известно, ТПИ стал центром создания различных типов ускорителей.

Вскоре после ввода в действие синхротрона и проведения некоторых методических исследований, в том числе вывода пучка электронов, встал вопрос о развертывании на нем физических исследований. Владимир Иосифович предложил для начала измерить форму спектра тормозного излучения. Теоретический спектр Бете–Гайтлера в то время еще не был проверен. Осенью 1948 г. мы приступили к подготовке эксперимента. В основу его был положен метод определения энергии γ -кванта посредством измерения энергии электрон-позитронных пар, образуемых в мишени из элемента с большим Z . В зазор магнита постоянного тока была помещена откачиваемая камера, внутри которой находились мишень и пара самодельных торцовых гейгеровских счетчиков. В ту пору это были единственные детекторы, пригодные для данной задачи.

В последующие годы с одобрения Владимира Иосифовича мы занялись изучением с помощью ядерных эмульсий фотопротонных реакций на ядрах среднего веса. Все результаты мы обсуждали с Владимиром Иосифовичем (в состав группы входили также Е. М. Лейкин и Р. М. Осокина). Он охотно делился своими соображениями, но категорически отказывался от включения его в число авторов статей. Владимир Иосифович проявлял большую осторожность, когда речь шла о выводах из результатов эксперимента. Помню, как я пришел как-то к нему посоветоваться относительно опубликования статьи, результаты которой давали основание для необычных выводов. Владимир Иосифович начал рассказывать об устойчивом недоверии, которое питают физики к авторам ошибочных работ; вспомнил о шайн-мезонах, названных по имени исследователя, открывшего несуществующие частицы и сказал: «Позаботься подстелить соломку, если придется упасть». В результате обсуждения в статье появилась фраза: «...если подобный аномальный ход кривой подтвердится дальнейшими измерениями...»⁴.

Первому синхротрону была суждена долгая жизнь. Он длительное время являлся основным ускорителем лаборатории фотоядерных реак-

⁴Ратнер Б. С., Сженев Ю. К., Козлов В. Ф. Отчет ФИАН за 1949 г.

ций, руководимой Л. Е. Лазаревой, — одной из лабораторий, на которые разделилась в конце 50-х годов лаборатория В. И. Векслера.

⟨...⟩

Я на всю жизнь сохранил теплые чувства к Владимиру Иосифовичу, приобщившему меня к удивительно интересному миру ядерной физики. Эти строки пишутся спустя десятки лет. Забыта большая часть эпизодов, деталей. Но образ В. И. Векслера конца 40-х годов прекрасно сохранился в памяти. Заразительная целеустремленность, сочетающая азарт и хладнокровие, мужественная уверенность в возможности успешного преодоления всех преград — незабываемые черты его характера.

А. М. Балдин

ФИАН И ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ*

Д. В. Скобельцын как руководитель ядерно-физического направления и как директор ФИАН уделял большое внимание созданию ускорителей. Открытие в 1944 г. учеником Д. В. Скобельцына Владимиром Иосифовичем Векслером принципа автофазировки, лежащего в основе всех релятивистских ускорителей, обусловило революцию в физике, сравнимую по своим масштабам с созданием теории электромагнетизма, квантовой механики или теории структуры атома. Имеется в виду открытие и разработка принципов симметрии, которые позволили объединить электромагнитные и слабые взаимодействия, сформулировать теорию сильных взаимодействий, объяснить структуру таких фундаментальных частиц, как протон, изменить основные представления об атомном ядре.

Поразительный факт: уже в 1947 г. в ФИАН был запущен первый ускоритель — электронный синхротрон на энергию 30 МэВ, а в 1949 г. удалось запустить электронный синхротрон на энергию 250 МэВ, на котором было открыто фоторождение мезонов и положено начало физике электромагнитных взаимодействий адронов. Это чудо в тяжелые послевоенные годы оказалось возможным благодаря глубокому стратегическому мышлению и огромному авторитету президента Академии наук С. И. Вавилова, оказавшего неоценимую поддержку созданию ускорителей для физики высоких энергий. Понимание центральной роли этого направления в фундаментальной науке правительствами многих стран пришло много позже кончины Сергея Ивановича.

Под руководством В. И. Векслера было сооружено четыре ускорителя, действующих до сих пор. Создание ускорительных центров представлялось физикам предыдущих поколений чем-то безумно смелым, невероятным, не стоящим таких огромных затрат. Можно привести высказывания Бора, Гейзенберга, Капицы. Необходимо вспомнить, в каких условиях Вавиловым, Скобельцыным и Векслером принимались столь ответственные решения и чем они могли обернуться в 40-х и начале 50-х годов.

*Дубна: Наука. Содружество. Прогресс. 1995. 28 июня (с сокращениями).

В. И. Векслер был, конечно, творческой личностью, лидером мировой науки в ускорительной физике, выдающимся инженером-изобретателем. Но он также обладал чрезвычайно редкими в то время качествами: умел взаимодействовать с очень большим количеством крупнейших специалистов — был коллективистом.

⟨...⟩

Без организации коллективов различных специалистов с общим числом, превышающим весь ФИАН середины 40-х годов, создание ускорительных центров было невозможно. Еще более трудная проблема — выбрать ясную цель деятельности такого коллектива, разработать программу экспериментов. И здесь определяющую роль сыграл Моисей Александрович Марков. Он, видимо, был первым теоретиком, разрабатывавшим программы экспериментов для решения принципиальных проблем физики элементарных частиц на ускорителях, и первым лидером, создавшим школу физиков-теоретиков, понимавших возможности эксперимента. (Знаменитый фиановский тезис: «Постановка задачи составляет более половины результата».)

⟨...⟩

Несколько слов о дубненском синхрофазотроне на 10 ГэВ, который очень тяжело дался В. И. Векслеру. Гигантский электромагнит этого ускорителя (36 тысяч тонн) до сих пор является крупнейшим в мире и входит в Книгу рекордов Гиннеса. Проект ускорителя был разработан в ФИАН. Основы теории синхрофазотрона созданы М. С. Рабиновичем и его сотрудниками. На титульном листе каждого тома технического проекта синхрофазотрона и его физического обоснования заготовлена подпись «Утверждаю. Директор ФИАН, академик С. И. Вавилов», но подписано «За. Д. Скобельцын. 5 января 1951 г.». Дата почти совпадает с датой смерти С. И. Вавилова. Это был самый трудный период в истории ФИАН, когда его пытались расчлениить и когда решительные и энергичные действия Дмитрия Владимировича буквально спасли институт.

Масштаб сооружений синхрофазотрона потребовал предварительного изучения технических решений и некоторых принципиальных вопросов. Было решено создать действующую модель-ускоритель, способную ускорять протоны до энергии 180 МэВ. В дальнейшем она была переделана в электронный синхротрон на энергию 680 МэВ, который до сих пор работает в ФИАН. На этой модели были проверены основные идеи, а также подготовлены специалисты, которые составили ядро ускорительщиков Лаборатории высоких энергий Дубны. Некоторые из них принимали руководящее участие в запуске серпуховского и ереванского ускорителей.

Разработка и сооружение ускорителей — неоценимый вклад в научно-технический потенциал страны. Однако мощные ускорители оказались слишком дорогими. Возникла необходимость международной кооперации. Первая межправительственная организация социалистических государств — Объединенный институт ядерных исследований в Дубне — была образована в 1956 г. на основе принадлежащих Академии наук СССР двух ускорительных комплексов — синхрофазотрона на 10 ГэВ и синхроциклотрона на 0,68 ГэВ. В. И. Векслер стал одним из основателей Института.

⟨...⟩

В 70-е годы коллектив ЛВЭ нашел новое научное направление — релятивистскую ядерную физику, получив впервые на синхрофазотроне пучки ядер, движущихся со световыми скоростями. Это направление позднее получило развитие на крупнейших ускорителях мира. Однако лидирующие позиции ЛВЭ удалось сохранить благодаря созданию нового ускорителя — нуклотрона, основанного на технике сверхпроводимости, с использованием зданий и сооружений синхрофазотрона. Сейчас работают оба ускорителя. Происходит плавный переход исследований с синхрофазотрона на нуклотрон. Уникальность пучков ускорительного комплекса ЛВЭ привлекает (с серьезными материальными вкладами) физиков США, Франции, Японии, ФРГ, Италии и многих других стран. В общей сложности исследования здесь ведут более 120 институтов. В лаборатории обнаружены новые явления и закономерности перехода протон-нейтронной материи в кварк-глюонную.

А. А. Коломенский

В. И. ВЕКСЛЕР И УСКОРИТЕЛИ*

Деятельность В. И. Векслера оставила глубокий след в развитии ряда областей физики: космических лучей, физики ядра, физики высоких энергий, физики плазмы. Он сыграл выдающуюся роль в становлении этих научных направлений в нашей стране в целом, будучи первым академиком-секретарем Отделения ядерной физики АН СССР. Но главным делом жизни В. И. Векслера были, несомненно, разработки новых методов ускорения частиц и создание действующих ускорителей. Я буду больше касаться именно этой стороны деятельности В. И. Векслера, с которым встретился в 1946 г. и с тех пор общался с ним в течение двадцати лет вплоть до его кончины в 1966 г. Большую часть того времени я работал в качестве его непосредственного сотрудника и был участником руководимых им работ и исследований.

Летом 1946 г. я был отозван из армии по рекомендации межведомственной комиссии под председательством Д. В. Скобелевича и направлен в МГУ на кафедру, возглавлявшуюся им же. Там проходили перекавалификацию физики разных профилей, которых набралось несколько десятков человек, с целью подготовки физиков-ядерщиков. На них тогда по очевидным причинам оказался большой спрос.

Понятно, что, занимаясь на спецкафедре, мы интересовались, где и как развивается физика в московских институтах. В частности, у меня в ФИАНе оказались знакомые — довоенные товарищи по учебе в университете. От них я впервые услышал о В. И. Векслере как об известном «космике», который пару лет назад вдруг взял да и изобрел какой-то фантастический прибор, с помощью которого можно получать частицы огромных энергий, чуть ли не космических.

Одним из элементов нашей переподготовки было выполнение чего-то вроде дипломной работы в одном из институтов. И так получилось, что всего через два-три месяца после этих разговоров, т. е. осенью 1946 г., я в силу стечения обстоятельств попал для этой цели именно в ФИАН, в лабораторию В. И. Векслера, где и остался работать. Надо сказать, что лекции на спецкафедре читали С. Н. Вернов, В. И. Векслер, М. А. Марков, И. М. Франк (все — будущие академики). Каждый

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 126–134.

из них стремился наряду с изложением фактического материала проводить своего рода агитацию за «свою» область науки.

На меня, во всяком случае, произвели большое впечатление тот энтузиазм и убежденность, с которыми В. И. Векслер говорил о физике ускорителей и их роли, особенно в перспективе. Замечу, что манера его чтения была несколько своеобразной. Сначала он сравнительно неторопливо и, как говорится, «пальцеобразно» излагал качественную физическую суть явления, а затем в быстром темпе писал на доске формулы, в том числе довольно громоздкие, часто беря их прямо из журнала или книги. Это он делал почти без комментариев, не очень заботясь, видимо, о степени усвоения формул слушателями. Чувствовалось, что эта формальная или «формульная» часть привлекала его гораздо меньше, чем первая, «интуитивная», которую он читал с блеском.

Мне запомнилась первая личная встреча с В. И. Векслером в 1946 г., которую он назначил, чтобы поговорить о теме работы. В комнату, где я находился, быстро вошел или, лучше сказать, вбежал человек невысокого роста с красиво посаженной головой и высоким лбом. Мы поздоровались, и он сразу заговорил так, как если бы мы были давно знакомы и продолжали прерванный разговор. Владимир Иосифович сказал, что главное сейчас — это создание электронного синхротрона на 30 МэВ и я должен буду как можно быстрее войти в курс этого дела. Однако он подчеркнул, что его очень интересуют также возможности кратного резонанса ускорителя — электронного циклотрона. Принцип этого ускорителя (который спустя несколько лет стали называть микротроном) был открыт В. И. Векслером в 1944 г., и это был первый из предложенных им резонансных ускорителей.

Мы начали обсуждать различные схемы ускорения в постоянных во времени магнитных полях, и Владимир Иосифович тут же начал прикидывать их параметры, быстро исписывая мелком доску, округляя и зачеркивая различные цифры. «Чушь собачья» — бормотал он иногда и начинал писать снова. Несколько озадаченный, я сначала больше молчал, но затем, постепенно осваиваясь, начал вставлять свои замечания, заражаясь темпераментом Владимира Иосифовича. Как потом выяснилось, вообще его любимой манерой доискаться до истины было устроить ожесточенный спор, что требовало, как правило, большого напряжения сил и мобилизации мозговых ресурсов. Высказав какую-нибудь мысль, порой парадоксальную, он горячо отстаивал ее, отыскивая все новые аргументы в ответ на возражения и часто переходя в «контрататики». В данном случае его совершенно не смущало, что я был только начинающий физик, не обремененный эрудицией и конкретными знаниями. Он говорил со мной как с равным, хотя в душе, наверное, ду-

мал не столько о том, чтобы убедить меня, сколько о своей логике и ходе мыслей.

С легкой руки Владимира Иосифовича исследования по микротрону стали на некоторое время одним из основных направлений моей работы, в процессе которой была развита адекватная теория на основе исчисления конечных разностей, что в 1949 г. стало предметом моей кандидатской диссертации. Замечу, что исследования по микротрону попутно привели к концепции так называемого стохастического ускорения, к которой В. И. Векслер проявил большой интерес, и первая теория стохатрона была развита в те же годы мной совместно с Э. Л. Бурштейном.

Период разработки и сооружения первых советских синхротронов — электронных и протонных, — длившийся примерно 10–12 лет (1945–1957 гг.), был трудным, можно сказать, героическим временем. Под руководством В. И. Векслера в ФИАНе закладывались, по существу, основы новой области науки и техники — физики частиц высоких энергий. Это происходило в условиях послевоенного времени, когда приобретение необходимых материалов и оборудования, как и разработка даже несложной аппаратуры, оказывалось часто труднейшим делом. Я не буду касаться исполненной драматизма истории разработки и создания в тех условиях первых советских синхротронов на 30 и 250 МэВ небольшим коллективом энтузиастов. Об этом говорится в воспоминаниях других участников этих работ.

Следует отметить только, что в то же время мы начали разрабатывать гораздо больший электронный синхротрон на 1 ГэВ или больше и вскоре столкнулись с серьезной проблемой влияния синхротронного излучения на динамику электронов. Но это уже отдельная большая тема.

Параллельно мы уже с 1947 г. начали поисковые расчеты протонных ускорителей на большие энергии. Было ясно, что благодаря автофазировке магнитное поле на орбите и частоту ускоряющего электрического поля можно изменять по самым разным законам. Ключ к решению состоял в том, что при определенной связи этих законов обеспечивалось примерное постоянство радиуса орбиты, что позволяло иметь кольцевой, а не сплошной магнит, как в циклотроне или фазотроне. Это могло поставить сооружение протонного ускорителя на миллиарды электронвольт на реальную почву. Именно в то время нами было придумано название синхрофазотрон как системы, соединяющей в себе черты синхротрона и фазотрона.

В те годы мой рабочий день часто начинался с того, что называлось «свистать всех наверх», когда секретарь Владимира Иосифовича

Вера Дубровина вызывала нас — обычно М. С. Рабиновича и меня — в его рабочий кабинет, находившийся на втором этаже двухэтажного лабораторного корпуса, а наши комнаты располагались на первом. «Удалось разобраться?» — спрашивал обычно шеф, имея в виду вчерашние споры, и подчас мы вынуждены были отвечать, что «нет, не успели, поскольку вопрос возник только вчера вечером» и т. д. «Жаль, — говорил Владимир Иосифович, — а у меня появилась еще одна идея!». «Бейте меня — я опять ускоритель выдумал», — любил шутить он, сообщая нам очередной предлагаемый им вариант.

В одно такое утро Владимир Иосифович сказал нам: «Вот что, молодые люди, ваши любительские упражнения по протонному ускорителю надо кончать. Начинается настоящее большое дело, и нужно срочно готовить физическое обоснование проекта машины на 10 млрд электронвольт. Принято решение о ее сооружении». Началась новая полоса жизни, посвященная созданию крупнейшего в мире ускорителя, который получил тогда условное название КМ («кольцевой магнит»): напряженная работа над проектом, полные остроты дискуссии с Е. Г. Комаром, А. Л. Минцем и др., частые поездки в Ленинград и Харьков. Было намечено место размещения будущего ускорителя — район поселка Дубна. Как-то Владимир Иосифович взял туда с собой М. С. Рабиновича и меня. Мы долго бродили по слегка заболоченному лесу и слушали, как Владимир Иосифович вслух рассуждал, где можно разместить энергетическое хозяйство, проложить подъездную железнодорожную ветку, построить лабораторный корпус. Масштаб предстоящего сооружения произвел на нас глубокое впечатление. Становилось все яснее, какой тяжелый груз личной ответственности взял на себя В. И. Векслер, который был душой и сердцем всех работ.

Вскоре по инициативе В. И. Векслера мы начали также разработку модельного протонного синхрофазотрона на 180 МэВ (установка МКМ) с целью получения экспериментального опыта, необходимого при создании и запуске большой машины. Исследования на МКМ, сооруженной в ФИАНе и запущенной в 1953 г., возглавил В. А. Петухов.

Прошло несколько лет, прежде чем мы подошли вплотную к запуску синхрофазотрона, который длился примерно в течение 1957–1958 гг. Все то время я прожил и проработал в Дубне, приезжая в Москву только на «побывку» раз в неделю — в воскресенье. Эти поездки происходили, как правило, в автомашине ЗИЛ вместе с Владимиром Иосифовичем, который проводил в ней своеобразные и довольно бурные «производственные совещания». На них подводились итоги за неделю, если мы ехали из Дубны, и обсуждалась программа предстоящих работ, если ехали в Дубну. В тот период часто обнаруживались разного

рода трудности или, как мы их тогда называли, «черепахи»: то с инъекцией, то с вакуумом, то с влиянием опасных гармоник, то с насыщением магнитных полюсов и т. д.

Обстановка была напряженная, и Владимир Иосифович не щадил ни себя, ни сотрудников. Нередко мы оставались ночевать на раскладушках прямо в огромном пультовом зале установки. Нервы были на пределе. Но Владимир Иосифович, сам в общем-то человек импульсивный, обычно находил в себе силы оставаться внешне спокойным и морально поддерживал своих помощников. Большую часть своей неистощимой энергии он обращал при этом на «выколачивание» помощи со стороны внешних организаций или на проведение в жизнь дельных предложений по форсированию запуска. В этой связи хотелось бы отметить роль Л. П. Зиновьева, экспериментальную интуицию которого Владимир Иосифович высоко ценил.

Огромный труд по сооружению и запуску синхрофазотрона в конечном счете завершился успехом, и в 1958 г. В. И. Векслер сделал об этом сенсационное сообщение на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии в Женеве. Уместно вспомнить, что когда в Дубне был Н. Бор, то, стоя на смотровой площадке над гигантским магнитом, он сказал В. И. Векслеру: «Чтобы задумать и построить такое сооружение, нужна была очень большая смелость». Эта смелость фактически дала не только дубненский синхрофазотрон: опыт его проектирования и сооружения позволил заложить физико-технические основы целого нового направления и создать предпосылки для создания следующих поколений синхротронов — протонных и электронных — в разных научных центрах нашей страны.

С конца 40-х годов наряду с развитием традиционных методов ускорения мы по инициативе В. И. Векслера начали заниматься новыми — так называемыми коллективными (или, как тогда их называли, когерентными) методами ускорения. Фактически с 1950 г. центр тяжести научных интересов В. И. Векслера переместился именно сюда — в область ускорения за счет плазменных эффектов и взаимодействия одних коллективов частиц с другими.

Одним из толчков к этим исследованиям послужили наши занятия (наряду с синхротронами) линейными волноводными ускорителями в связи с задачей получения электронов больших энергий. Решался также вопрос об инжекторе для синхрофазотрона, в качестве которого был выбран линейный ускоритель с дрейфовыми трубками. Анализ показал, что возможности «линейных» систем существенно ограничиваются пробоем и «нерациональным» распределением поля в пространстве. Эти и другие недостатки линейных ускорителей заставили В. И. Векс-

лера искать выход. В предложенной им схеме ускорения сгустка, обдуваемого плазмой или электронным пучком, сильное поле при определенных условиях возникает там, где нужно, — в месте нахождения сгустка. Вопросы пробоя, холодной эмиссии ставятся там по-другому, и предел ускоряющего поля может быть в принципе заметно поднят.

В те годы В. И. Векслер начинает читать в университете курс «Прохождение заряженных частиц через вещество». Он много размышляет о характере и величине энергетических потерь при таком прохождении. В 1950 г. очень кстати выходят две книги, в которых этот вопрос рассматривался с разных сторон: Н. Бор «Прохождение атомных частиц через вещество» с приложением, написанным его сыном О. Бором, «Влияние взаимодействия атомов на прохождение атомных частиц через вещество» и книга А. Власова «Теория многих частиц». Они надолго становятся настольными книгами В. И. Векслера и нашими. Его внимание привлекают возможности обращения эффекта энергетических потерь частиц. Обращение черенковских потерь было рассмотрено И. Е. Таммом в 1939 г. для электрона, мимо которого проносится увлекающая его среда с коэффициентом преломления, превышающим единицу.

В. И. Векслер поставил вопрос конкретно: какова может быть на практике эта среда, движущаяся с релятивистской скоростью? И ответ был им найден: этой средой может быть электронная плазма с наложенным продольным магнитным полем. В. И. Векслер поручил мне развить теорию прямого и обращенного эффекта Черенкова в такой плазме, что я и сделал в 1950–1951 гг. Задача отличалась определенной сложностью и громоздкостью, ибо плазма с наложенным магнитным полем приобретает свойства анизотропного гиротропного двоякопреломляющего кристалла. Отмечу, что решение указанной задачи определило некоторое направление моих работ, связанных с исследованием прохождения частиц через анизотропные и гиротропные среды и вообще с электродинамикой этих сред. Результаты этих работ нашли в дальнейшем разные применения, в том числе в астрофизике и физике Солнца.

В самый разгар наших занятий коллективными методами в 1952 г. пришел шведский журнал «Arkiv för Fysik» с короткой статьей Х. Альфвена и О. Вернхольма о возможности ускорения протона в сгустке электронов, образованном в перемещающемся фокусе профилированного (вогнутого) катода. Впоследствии О. Вернхольм присутствовал на Первой советской конференции по ускорителям в 1955 г. и сообщил, что определенных результатов ими получено не было и работы по это-

му направлению в Швеции были прекращены. Однако появление статьи шведских физиков подхлестнуло нашу деятельность. В. И. Векслером были предложены еще радиационное ускорение (за счет светового давления на сгусток), ударное ускорение, ускорение ионов релятивистскими электронными кольцами.

Доложенные В. И. Векслером в 1956 г. в Женеве на Первой Международной конференции по ускорителям идеи по коллективным методам ускорения вызвали большой интерес и послужили толчком к развитию соответствующих исследований в разных странах. Поднятый В. И. Векслером комплекс вопросов, связанных с коллективным ускорением, привлек внимание ряда наших физиков, сделавших в него вклад, среди которых были В. П. Силин, Г. А. Аскарьян, Б. М. Болотовский, М. Л. Левин, В. Н. Цытович, Л. М. Коврижных, А. Н. Лебедев и др. Цикл работ по теории и эксперименту в области радиационного метода проводился под руководством В. И. Векслера и М. С. Рабиновича во второй половине 50-х годов. Затем центр исследований по коллективному ускорению переместился в Дубну, где В. И. Векслер вместе с В. П. Саранцевым начали развертывать энергичную деятельность по исследованию метода релятивистских колец. Основной размах эти работы приняли, к сожалению, уже после кончины В. И. Векслера. Новые возможности для развития коллективных методов ускорения открылись в конце 60-х и особенно в 70-х годах в связи с созданием импульсных сверхсильноточных электронных ускорителей. На их основе в моей лаборатории в ФИАНе были развернуты соответствующие исследования, во многом идейно связанные с предложениями В. И. Векслера.

Говоря о деятельности В. И. Векслера, мы с полным правом можем говорить о «научной школе Векслера», имея в виду и его выдающуюся роль в подготовке и воспитании многочисленных научных кадров разного профиля. Созданные непосредственно В. И. Векслером, его учениками и учениками его учеников научные коллективы впоследствии отпочковывались, расходились по разным институтам и развивались самостоятельно. Вслед за лабораторией ускорителей ФИАНа В. И. Векслер в середине 50-х годов основал и стал директором Лаборатории высоких энергий (ЛВЭ) Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) в Дубне. После кончины В. И. Векслера ЛВЭ некоторое время возглавлял И. В. Чувило, а затем А. М. Балдин.

Протонный синхрофазотрон ЛВЭ впоследствии был применен для ускорения других ионов и послужил базой для развития нового научного направления — так называемой релятивистской ядерной физики. В ЛВЭ В. И. Векслер начал развивать также коллективные методы

ускорения, и впоследствии из ЛВЭ выделился Отдел новых методов ускорения (ОНМУ), возглавляемый его учеником В. П. Саранцевым, основной задачей которого стала разработка указанного выше метода колец.

Большое влияние оказала деятельность В. И. Векслера на становление научно-педагогической работы в области ускорения и физики высоких энергий на физическом факультете Московского государственного университета. В 1949 г. В. И. Векслер организовал там и возглавил кафедру ускорителей, предназначенную в первую очередь для подготовки кадров физиков-ускорительщиков, в которых тогда была особая необходимость.

В начале 1949 г. Владимир Иосифович пригласил меня в свой кабинет и предложил работать на вновь образованной кафедре — читать курс «Ускорители» для студентов отделения ядерной физики физфака. Мне казалось в то время, что любое отвлечение от научной деятельности, в частности от напряженной работы по разработке синхрофазотрона, было невозможно, и я пытался отказаться. В ответ Владимир Иосифович не стал, как часто бывало, горячиться, а как-то подчеркнуто спокойно сказал: «Вы по молодости просто не понимаете, какую незаменимую пользу принесет педагогическая деятельность — и в первую очередь Вам и Вашей работе. Что же касается Вашей занятости, то попробуйте сравнить ее с моей». На следующий день я пришел к Владимиру Иосифовичу, чтобы сказать о своем согласии, и тем самым стал для начала первым его сотрудником по кафедре, которую он возглавлял до 1961 г. Потом он передал заведование мне, а кафедра стала называться кафедрой ядерных взаимодействий и ускорителей. Сам же В. И. Векслер в связи с перемещением центра его интересов в Дубну организовал там новую кафедру — элементарных частиц, которая послужила основой филиала ОЯФ в Дубне и базировалась на установках, имевшихся в лабораториях ОИЯИ. Эту кафедру В. И. Векслер возглавлял до 1966 г. После смерти Владимира Иосифовича ее заведование перешло к Б. М. Понтекорову.

Организованная В. И. Векслером в ФИАНе эталонная лаборатория, впоследствии именовавшаяся лабораторией ускорителей, в 60-х годах разбилась на ряд лабораторий, развивающих различные направления физики, зародившиеся первоначально по инициативе и при участии В. И. Векслера. В конечном счете эти лаборатории оказались в составе трех различных академических институтов: ФИАНа, ИЯИ АН СССР и ИОФ АН СССР.

Владимир Иосифович, будучи крупнейшим ученым и организатором науки, менее всего походил на ученого «сухаря» и педанта. Все,

кому посчастливилось работать и встречаться с ним, хорошо знают, какой это был интересный человек и собеседник, большой любитель и знаток литературы и искусства. Бывая с ним за рубежом, я при посещениях картинных галерей не раз убеждался в незаурядной эрудиции Владимира Иосифовича по вопросам живописи, особенно периода импрессионизма. К числу характерных человеческих черт Владимира Иосифовича относилась его необыкновенная, прямо-таки детская в своей непосредственности любовь к кино. Вечно занятый по горло разными делами, он в обычной московской обстановке мог лишь редко позволить себе это развлечение. Но в командировках, куда он сравнительно часто ездил, особенно в Ленинграде, такая возможность возникала чаще. Хорошо помню, как, наседавший и наговорившись с сотрудниками НИИЭФА или завода, голодные и усталые мы под его нажимом отправлялись в поисках какого-нибудь «боевика» в кинотеатр, нередко расположенный «у черта на куличках».

После перенесенного в 1965 г. тяжелого инфаркта Владимир Иосифович, несмотря на болезнь, продолжал живо интересоваться делами моей лаборатории, и мы обменивались письмами. В середине сентября 1966 г. я позвонил ему домой в Дубну, где он отдыхал. Трубку снял С. Н. Вернов, который на мой вопрос ответил, что Владимир Иосифович чувствует себя гораздо бодрее и может поговорить сам. После взаимных приветствий Владимир Иосифович сказал: «Накопилось много такого, что следовало бы обсудить, и теперь я в состоянии это сделать. Знаете что, отложите-ка свои дела и приезжайте через два дня в Дубну. Сначала мы поговорим, потом Вы побываете в лаборатории, и затем снова зайдете ко мне домой». Я, естественно, согласился, но... этот разговор с Владимиром Иосифовичем оказался последним. Вскоре мне сообщили о том, что его в тяжелом состоянии перевезли в Московскую больницу и через несколько дней Владимира Иосифовича не стало.

М. С. Рабинович

КРАТКИЙ МИГ ТОРЖЕСТВА

(К истории одного открытия)*

Да, каждой истине сужден лишь краткий миг торжества между двумя бесконечностями времени, в одной из которых ее отвергают как парадокс, а в другой третируют как тривиальность. Эти слова, прочитанные где-то еще в студенческие годы, сопровождают меня всю жизнь. Их я вспоминаю каждый раз, когда думаю о своем учителе Владимире Иосифовиче Векслере и двух его выдающихся открытиях, одному из которых краткий миг торжества был сужден уже после смерти автора.

Я имею в виду выдающееся открытие В. И. Векслера — коллективный метод ускорения. У этого открытия длинная и нелегкая судьба. Его долго игнорировали и называли странным, но когда идея коллективного ускорения была понята, то тут же выяснилось, что почти все явления, лежащие в ее основе, известны давным-давно. Случай этот не исключение, он скорее правило. Так же «почти все» было известно и перед первым паровозом, и перед первым квантовым генератором, и перед тысячами и тысячами других — больших и малых — открытий.

История этих открытий показывает, каким необычным образом реагирует научная общественность на новый, революционный подход к проблеме. Когда старые методы продолжают давать хорошие результаты, оказывается, что не только начинающему, но даже очень крупному ученому бывает нелегко объяснить, почему он сошел с проторенных путей.

Но после того как ученые и общество восприняли какое-либо открытие и оно овладело умами, все в нем становится обычным и до удивительности понятным, почти тривиальным. Единственно, что остается непонятным: почему его не сделали вы или я?

Почему же только очень немногим удается их сделать, когда десятки, сотни и тысячи людей знают «все», чтобы совершить переворот в науке? Почему эти знания не помогают им, а ослепляют? Мне кажется потому, что последний шаг к истине — нередко решающий — бывает особенно труден для тех, кто уже прошел 99 частей пути. Знания часто

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 17–24.

делают ученых слишком осторожными, выпячивают все реальные и мнимые трудности, стоящие на пути. Эти знания, как оковы, не позволяют сделать решающего скачка. Но вот этот скачок сделан кем-то другим, и вдруг вы видите, понимаете, что перед вами была не пропасть, а всего только узкая и порой неглубокая трещина. Частые споры о приоритете и авторстве — следствия этой психологической трудности, а не плохого характера или недобросовестности спорщиков.

Еще один урок истории многих открытий: истину невозможно познать по частям, ее нужно охватить целиком. То же самое можно выразить еще резче: если вы знаете 99 процентов истины, то вы не ближе к ней, чем тот, кто не знает о ней ничего.

И последнее — всякое настоящее открытие подобно произведению искусства. Оно само и особенно подходы к нему несут черты личности автора. Поэтому нелепимо говорить о коллективных методах ускорения, не рассказав коротко о жизни Векслера.

Родился в Житомире 4 марта 1907 г. Семи лет остался без отца, с 14 до 18 лет воспитывался в детском доме в Москве. В 1925 г. направлен Хамовническим райкомом ВЛКСМ Москвы на ситценабивную фабрику им. Я. М. Свердлова электромонтером. В 1927 г. поступил в Институт народного хозяйства им. Г. В. Плеханова. В 1930 г. произошла реорганизация этого института, в связи с этим перешел на работу младшим лаборантом во Всесоюзный электротехнический институт. Одновременно продолжал заочно учиться в Московском энергетическом институте, который и закончил экстерном в 1931 г., получив диплом инженера-электротехника.

Я уверен, что это очень существенно и важно для понимания личности Векслера. Почти двадцать лет он сам собирал и монтировал придуманные им установки, не чурался никакой работы. Это позволило ему ясно видеть не только фасад современной физики, ее идейную сторону, но и все, что скрывается за окончательными результатами, за точностью измерений, за блестящими шкафами приборов. Кстати, из крупных физиков нашего века не только Векслер — инженер по образованию. Но, во всяком случае, не следует подходить к В. И. Векслеру и в этом с обычной меркой. Формальный ценз образования для него очень мало значил, он всю жизнь учился и переучивался и до самых последних лет вечерами в отпуске изучал и конспектировал (!) теоретические работы других ученых.

В 1937 г. Векслер перешел в Физический институт им. П. Н. Лебедева Академии наук СССР. Это был важный шаг в его жизни. Небольшой в те годы Физический институт жил напряженной творческой жизнью. Научные вопросы по самым различным разделам физики обсу-

ждались всем коллективом, без деления на младших и старших, оптиков и ядерщиков, теоретиков и экспериментаторов. Не было еще тех границ между физиками разных специальностей, которые характерны для наших дней и нередко оказывают удручающее воздействие на научную молодежь и не только на молодежь.

В. И. Векслера, кстати, интересовали не только космические лучи — главный предмет его исследований в течение десяти лет (1937–1947). Много внимания он уделял методам регистрации заряженных частиц, но больше всего его занимала возможность создания ускорительных установок. Было много безрезультатных поисков, было изобретение уже давно изобретенного, потом был почти пятилетний перерыв в этих поисках. Первый свой ускоритель — микротрон — Векслер предложил в начале 1944 г. Это изобретение лучше слов характеризует методы работы Векслера. Синхронности работы ускорителей, известных до 1944 г., мешало релятивистское возрастание массы частиц с ростом скорости. Основное внимание и усилия многих ученых были направлены на «борьбу» с этим эффектом, а Векслер решил использовать этот эффект, превратить его из вредного в полезный. Если возрастание массы сделать очень большим (в целое число раз), скажем, в два-три раза, то частота обращения частиц уменьшится тоже в целое число раз. Тогда резонанс не нарушится. Действительно, если период обращения частиц и период изменения ускоряющего поля отличаются в целое число раз, синхронность движения не нарушается. Микротрон — это резонансный ускоритель с переменной кратностью.

Ускорители заряженных частиц — это инструмент для исследования явлений, происходящих на очень маленьких расстояниях и за очень короткий промежуток времени. Они антиподы телескопов и в некотором смысле подобны микроскопам, но с разрешающей способностью, в десятки миллиардов раз большей.

Эта аналогия, как и любая другая, не совсем точна: через микроскоп мы видим лучи, отражаемые от малых предметов, в ускорителе же потоки частиц не только отражаются, они способны также рождать новые частицы. Это дает возможность исследовать не только свойства той частицы, которую мы рассматриваем, но и особенности взаимных превращений и распадов в иерархии элементарных частиц, тесно связанных друг с другом, — изучать явления, происходящие с невообразимо малыми объектами в течение невообразимо малых промежутков времени.

Ускорять по-настоящему мы умеем только заряженные частицы, и единственное настоящее средство ускорения — это электрическое поле. Чтобы ускорять частицы до сверхбольшой энергии, нужно не статическое, а индукционное или волновое поле. В индукционном элек-

трическом поле энергия уже зависит от пути, и при многократном вращении по окружности частица постепенно увеличивает набранную энергию. Заряженная частица может также непрерывно набирать энергию, если она движется вместе с электромагнитной волной или хотя бы не сильно отстает от нее. Вся история ускорителей почти до самого последнего времени — это изобретение способов синхронизации движения частиц в такт с переменным электрическим полем.

Для того чтобы читателю были понятны новые идеи в ускорительной технике, мы не можем пройти мимо выдающегося открытия, сделанного в 1944 г. В. И. Векслером. Это так называемый принцип автофазировки, благодаря которому предел достижимых энергий был быстро поднят в тысячи и десятки тысяч раз. Это открытие Векслера до сих пор остается основой всех работающих и строящихся ускорителей на сверхбольшие энергии...

Векслер открыл принцип автофазировки анализируя работу своего микротрона. Без преувеличения можно сказать, что это одно из крупнейших открытий XX века. С того времени все помыслы Владимира Иосифовича были связаны с ускорителями заряженных частиц. Еще несколько лет он не бросал космические лучи, ездил в экспедиции на Памир, но жизнь его уже принадлежала ускорителям.

В конце 1944 г. Векслер представил свои работы о принципе автофазировки, опубликованные в «Докладах Академии наук», на ежегодный научный конкурс института. Решение жюри было необычным: «Если работа В. И. Векслера правильна, то не нам давать ему премию, а если неправильная, то тем более премии не давать... Но работа интересная, ее нужно поддержать, пускай еще немного поработает...».

У Владимира Иосифовича возникла тогда донкихотская идея: построить первый ускоритель на принципе автофазировки — то, что впоследствии было названо синхротроном, своими силами. Еще шла война, и хоть уже и чувствовалось приближение победы, весь институт и Векслер тоже занимались другими, гораздо более важными для того времени делами.

Для будущего ускорителя выделили небольшую комнату, и Владимир Иосифович поручил своему ученику Борису Белоусову сооружать синхротрон... Ему дали в помощь одного инженера и одного лаборанта, через некоторое время появилось еще несколько человек. С большим трудом с помощью академика Сергея Ивановича Вавилова удалось уговорить директора Московского трансформаторного завода соорудить магнит для ускорителя.

Установку, наконец, соорудили, но все попытки запустить ее оказались безуспешными. Нужен был магнит более высокой точности, но

где его достать? И в институте стали появляться теоретические работы, «доказывающие», что принцип автофазировки не верен...

Обстановка изменилась только в конце 1945 г. — на волне взрывного развития ядерной физики сильно вырос интерес и к ускорителям. И еще «помог» известный американский ученый Эдвин Макмиллан. Однажды осенним вечером, когда группа в который раз обсуждала результаты экспериментов, появился взволнованный Белоусов с тонкой зеленой книжкой американского научного журнала «Physical Review». Там была напечатана короткая заметка Макмиллана, излагающая... принцип автофазировки. Это было удивительно, так как работы Векслера уже были опубликованы — и на английском языке — примерно год назад. Расстроенный Владимир Иосифович пошел посоветоваться с С. И. Вавиловым, а мы старательно вчитывались в статью Макмиллана, стараясь найти в ней хоть бы небольшие отличия от уже опубликованного. У Макмиллана были интересные соображения о когерентном излучении электронов, было найдено хорошее название для ускорителя — синхротрон — и больше ничего нового!

Через несколько дней Владимир Иосифович написал письмо в редакцию «Physical Review». Но еще до того как пришел ответ, о В. И. Векслере заговорили агентства всего мира. Многие американские ученые, прочитав статью Макмиллана, послали ему фотокопии работ Векслера. Знаменитый Эрнест Лоуренс (получивший в 1939 г. Нобелевскую премию за изобретение циклотрона — ускорителя протонов и альфа-частиц) выступил с заявлением о приоритете В. И. Векслера: идею автофазировки Э. Макмиллан выдвинул годом позже, хоть и независимо от Векслера. Лоуренс тогда писал, что в развитии науки есть своя логика, которая приводит к почти одновременному рождению открытий в разных частях света.

В 1946 г. в нашем институте была создана специальная лаборатория ускорителей, и первым ее заведующим стал В. И. Векслер. А на следующий год был запущен один из первых в мире электронных синхротронов на 30 МэВ. Еще до того как он был готов, начались проектирование и сооружение в Москве ускорителя электронов на 250 МэВ. Он был пущен в работу в 1949 г., и тогда же по инициативе В. И. Векслера и С. И. Вавилова начались работы по проектированию большого ускорителя протонов — синхрофазотрона на энергию 10 млрд эВ в Дубне. Векслер был назначен руководителем этой работы. Наверное, только тот, кому приходилось участвовать в сооружении крупных физических установок, может представить себе такую работу, всю массу тяжелых, зачастую подавляющих дел, которые взымаются на плечи.

Векслер всегда любил работать с молодыми людьми, особенно с теоретиками. Я объясняю это тем, что ему вечно приходили в голову новые идеи, нередко неверные, но большей частью весьма необычные, фантастические на первый взгляд. Они вызывали у многих физиков, привыкших в медленному, солидному стилю научной работы, возражения, порой даже насмешки и нежелание спорить по существу. И поэтому Владимиру Иосифовичу было проще с теми, кто верил в необычное.

Когда пришла мировая известность, Векслер не изменил своему стилю. Продолжал громкие споры в лаборатории, высказывал рискованные, иногда фантастические мысли. Только теперь он иногда говорил ученикам: «Я прошу не рассказывать пока об этой идее, потому что из нее, может быть, ничего хорошего и не получится».

По мере того как росла известность Векслера, увеличивался и объем организационных, административных дел. Он становится директором Лаборатории высоких энергий в Объединенном институте ядерных исследований, продолжает руководить лабораторией в ФИАНе. Очень трудно было при такой нагрузке продолжать творческую работу. Но как раз в те годы Векслер и выдвинул совершенно новую идею — коллективный метод ускорения.

Да, каждой истине сужден лишь краткий миг торжества. Прошло очень немного времени после триумфа автофазировки, и было на первый взгляд непонятно, почему Владимир Иосифович Векслер занялся поисками принципиально новых методов ускорения.

После открытия принципа автофазировки конструкторы и изобретатели вздохнули свободнее. Оказалось, что можно изменять во времени как угодно магнитное поле и частоту ускоряющего электрического поля: все равно режим резонансного ускорения не будет нарушен. Это означало, что можно легко подобрать такие условия, чтобы частицы все время двигались почти по одной и той же орбите. Экономически это было очень выгодно, потому что в качестве камеры можно было использовать кольцевую трубу с небольшим эллиптическим сечением. Вдоль этой трубы размещаются магниты; весь ускоритель монтируется в туннеле, таком же, как в метро. При удобных с технической точки зрения величинах магнитных полей удастся сообщить частицам энергию до 50 МэВ на 1 м периметра ускорителя. Например, периметр синхрофазотрона в Дубне 200 м, максимальная энергия равна $50 \times 200 = 10000$ МэВ = 10 ГэВ. Периметр ускорителя в Серпухове — 1500 м, энергия 75 ГэВ. Периметр гипотетического ускорителя на 1000 ГэВ был бы 20 км и т. д. Значит (простое умножение!), можно в принципе получить любые энергии... если забыть, что стоимость ускорителя растет в лучшем случае пропорционально его размерам.

Казалось бы, можно вообще отказаться от магнитных полей. На линейном ускорителе — в прямой многокилометровой трубе — можно на первый взгляд создать электрически волновые поля напряженностью 0,5–1 ГВ/м (миллиард вольт на метр). Однако такое поле неизбежно вызовет пробой — холодную эмиссию электронов из стенки камеры. Таким образом, и этот путь (пока?!) был забракован инженерами, положение представлялось безысходным. И когда выход был найден, в него никто сначала не поверил.

Открытие не пришло в результате внезапного озарения. Оно возникло в результате длительного, деятельного поиска.

Примерно с 1952 г. В. И. Векслер начал искать совершенно новые принципы ускорения: когерентный, радиационный, ударный... Но эти новые работы, доложенные на многих всесоюзных и международных конференциях, встречали наряду с естественным любопытством все растущее чувство скепсиса. Конечно, новые идеи, новые принципы — это интересно. Но как их применить к конструкции ускорителя, оставалось неясным. Во всяком случае, нигде в мире у Векслера не нашлось последователей. Тем не менее с небольшой группой учеников он продолжал поиски. В те годы ускорительная техника переживала расцвет. Поэтому, естественно, вызывала раздражение группа «бунтовщиков», которая не хотела идти вместе со всеми. Их не очень сильно ругали — из вежливости. Авторитет выдающегося ученого давал В. И. Векслеру возможность продолжать работы в избранном направлении несмотря на скепсис научной общественности. А чтобы не растрачивать усилия на полемику, Векслер с 1962 г. решил не публиковать больше промежуточных результатов исследований.

После его смерти работы продолжались под руководством В. П. Саранцева, одного из ближайших сотрудников и учеников Векслера. Очевидно, в таких условиях самым правильным было вынести на суд научной общественности достигнутые к тому времени результаты.

Впервые о работах Векслера, Саранцева и их сотрудников было доложено в конце 1967 г. на конференции по технике и физике ускорителей, которую устраивали каждые два г.. Мало кто рассчитывал на то, что доклад этот встретит понимание, а тем более принесет успех. Во всяком случае, никто из авторов работы не поехал в Кембридж (США), где проводилась конференция. Доклад был прочитан от имени авторов одним из членов советской делегации и — произвел сенсацию.

Почти десять лет оружием В. И. Векслера были только чернила и бумага. И лишь в начале 60-х годов начали вырисовываться контуры того, что мы сейчас называем коллективным методом ускорения. И в 1962 г. началось сооружение моделей новой машины.

В обычных ускорителях ускоряющее электрическое поле создается внешними источниками: зарядами, возникающими на неподвижных металлических электродах или в поле электромагнитной волны. В коллективном методе ускорения ускоряющее поле создается потоком электронов, увлекающих за собой частицы противоположного знака: протоны, α -частицы или тяжелые ионы.

Новый принцип состоял в том, что частицы малой энергии и малой массы могут ускорить частицы большой массы до большой энергии.

Для того чтобы осуществить идею коллективного ускорителя, была придумана специальная схема. В устройстве, носящем название компрессора или адгезатора (адиабатический генератор заряженных тороидов), в магнитном поле образуются электронные кольца, имеющие большую плотность заряда. Кольца не разлетаются, поскольку кулоновское расталкивание электронов, имеющих энергию порядка 10–20 МэВ, компенсируется их магнитным притяжением. В электронное кольцо вводятся ионы (порядка процента от количества электронов), которые удерживаются в нем кулоновскими силами. Кольцо в целом можно ускорять, например в системе типа линейного ускорителя. При этом ионы будут увлекаться кольцом, а их конечная энергия будет больше энергии электронов в отношении массы иона к полной массе обращающегося электрона, т. е. в сотни раз. Такой метод оказывается особенно эффективным при ускорении тяжелых ионов, интерес к которым все время возрастает...

Пройдет еще сколько-то лет — не решаюсь сказать сколько, — и новые ускорители дадут нам новые сведения о структуре материи.

Здесь ничего не было сказано об остальных коллективных методах ускорения, предложенных В. И. Векслером: ударном, радиационном, с обращением эффекта Черенкова, пучковым и других... Может быть, через какое-то время и для них придет краткий миг торжества.

А. А. Васильев

ОГРОМНЫЙ ВКЛАД В НАУКУ*

В своем кратком выступлении я не имею возможности сколь-нибудь полно охарактеризовать тот огромный вклад, который внес Владимир Иосифович Векслер в науку. Я хочу лишь сказать несколько слов о той определяющей роли, которую сыграли его идеи в знакомой нам области — физике ускорителей и физике ядерной.

Идеи Владимира Иосифовича позволили продолжить движение в область физики высоких энергий в тот момент, когда казалось, что достигнуты пределы по повышению энергии ускоренных частиц. Открытый им принцип автофазировки, те типы ускорителей, которые он предложил (синхротрон, синхрофазотрон, синхроциклотрон, микро-трон), новые методы ускорения, коллективные методы ускорения — это на долгие годы определило путь как физики высоких энергий, которая получила адекватную базу, так и физики пучков и ускорителей.

Мы уже сейчас с высот 70-х годов видим, какой большой рывок сделала эта наука.

При жизни Владимира Иосифовича работали ускорители: на 10 ГэВ здесь, в Дубне, на несколько большую энергию за рубежом, сейчас работают такие большие ускорители, как ускоритель на 76 ГэВ в Советском Союзе, на 500 ГэВ в Соединенных Штатах Америки и на 400 ГэВ в Европе. Проектируются и сооружаются еще большие ускорители: ускорительно-накопительный комплекс в Советском Союзе, ускорительщики сейчас думают о 10–20 ТэВ, сооружается ускоритель на 1000 ГэВ в США.

Не так часто бывает, когда идеи, предложенные для одного диапазона энергии, получают такое сильное развитие в других областях, и мы видим, что они будут определять наше движение вперед и в последующие годы, потому что здесь не видно никаких принципиальных ограничений, а существующие ограничения больше определяются экономическими, техническими и технологическими соображениями.

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 239–240. (Из вступительного слова на научном заседании, посвященном 75-летию со дня рождения В. И. Векслера, в Дубне).

Ускорители сейчас вошли и в практику: они нужны в промышленности и медицине, для прикладных исследований, так что это действительно было зарождение и развитие громадной области науки и техники. Владимир Иосифович много сделал и для развития научных коллективов институтов. Это все возникло благодаря тем идеям по коллективным методам ускорения, которые он предложил еще очень давно.

В. П. Саранцев, Э. А. Перельштейн

РАЗВИТИЕ КОЛЛЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ УСКОРЕНИЯ ИОНОВ В ОИЯИ*

Коллективные методы ускорения в последние 20 лет неизменно занимают передовое положение среди новых эффективных методов ускорения заряженных частиц. Во многих научных центрах мира ведутся экспериментальные исследования по различным модификациям коллективного метода, создаются ускорительные установки, возникают новые концепции ускорения, обнаруживаются примеры коллективного ускорения частиц в природе, с коллективными методами связываются проекты ускорителей будущего на сверхвысокие энергии, множатся предложения по применению ускорителей, работа которых основана на коллективном методе (коллективных ускорителей).

Мощным стимулом для развития коллективных методов ускорения явились предложения, сделанные советскими физиками Г. И. Будкером, В. И. Векслером и Я. Б. Файнбергом на конференции 1956 г. в Женеве. По сути дела каждое из этих предложений послужило основой для главных направлений развития коллективных методов.

Г. И. Будкер предложил использовать собственное электромагнитное поле самофокусирующегося электронно-ионного кольца для удержания ионов на циклических орбитах и фокусировки их при ускорении до больших энергий — ускоритель с коллективной фокусировкой. Идея коллективной фокусировки ионов прорабатывается сейчас теоретически и экспериментально как для циклических, так и для линейных ускорителей ионов.

В. И. Векслер предложил использовать для ускорения ионов поля, возникающие при взаимодействии ионного сгустка с пучком электронов, потоком электромагнитного излучения, или собственные поля двухкомпонентного сгустка. Эта идея предопределила эксперименты по радиационному ускорению плазменных сгустков, по коллективному

*Орбиты сотрудничества. Дубна, 1987. С. 116–123. (Обзор работ по коллективным методам ускорения после 1987 г. содержится в работе: Fainberg Ya. B. Appearance and Development of Collective Acceleration Methods // The 50th Anniversary of the Discovery of Phase Stability Principle: Intern. Symp. Dubna, 1996. P. 165.)

ускорению ионов в сильноточных электронных пучках, по коллективному ускорению ионов электронными кольцами.

Предложение Я. Б. Файнберга об использовании для ускорения ионов волн пространственного заряда в плазме интенсивно развивалось в последующем, оно лежит в основе управляемых схем коллективного ускорения в сильноточных релятивистских электронных пучках.

Фактически повсеместные и интенсивные исследования коллективных методов ускорения инициированы работой, выполненной в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ и доложенной на конференции в Кембридже (США) в 1967 г. В докладе «Коллективное линейное ускорение ионов», представленном дубненской группой, содержались первые теоретические и экспериментальные результаты по ускорению ионов электронными кольцами. После тщательной проработки предложенной в Дубне концепции коллективного ускорителя, его принципиальной схемы и параметров на симпозиуме 1968 г. в Беркли (США) была признана перспективность нового направления и начаты работы по программе коллективного ускорения протонов до высоких энергий. Экспериментальные исследования электронных колец проводились также в ФРГ (Карлсруэ, Гаршинг), Японии, Италии, в институтах СССР (ИТЭФ (Москва), НИИЯФ (Томск)) и США (Мэриленд). Коллективные методы ускорения стали предметом обсуждения на многочисленных международных симпозиумах.

Коллективные ускорители по сравнению с традиционными имеют более высокий темп набора энергии ионов и, следовательно, большую экономичность и меньшие габариты. Такое преимущество достигается, в частности, в результате использования для ускорения собственного электромагнитного поля электронного сгустка.

Напряженность электрического поля, связанного с пространственным зарядом, внутри сгустка достигает колоссальных значений при сравнительно небольшой плотности заряда электронов. Так, для бесконечного цилиндрического шнура электронов кругового сечения с радиусом a при равномерном распределении заряда по сечению напряженность электрического поля

$$E = 2eN_{\text{л}}/a, \quad (1)$$

где e — заряд; $N_{\text{л}}$ — линейная плотность электронов. При $a \approx 0,1$ см и $N_{\text{л}} \approx 10^{11} - 10^{12}$ см $^{-1}$ напряженность поля $E \approx 10^5 - 10^6$ В/см.

Большие собственные электрические поля приводят к сильному расталкиванию электронов. Чтобы уменьшить этот эффект, в первой дубненской публикации предложено формировать сгусток в виде кольца релятивистских электронов. Тогда силы расталкивания, действующие

щие на электроны, ослаблены в γ^2 раз (γ — релятивистский фактор) и их можно компенсировать сравнительно небольшими внешними полями или полями самих ускоряемых ионов. При ускорении электронного кольца во внешнем поле в направлении, перпендикулярном плоскости кольца, невращающиеся ионы увлекаются сильным собственным полем электронов. Совместное движение электронов и ионов приводит к большому выигрышу в темпе ускорения по сравнению с непосредственным ускорением ионов во внешнем поле. Имея одну и ту же скорость движения (в направлении ускорения), ионы приобретают энергию в $AM/m\gamma$ раз большую, чем электроны (m и M — массы электрона и нуклона соответственно, A — массовое число иона). Для иона с зарядом Z набор энергии на нуклон на единице длины ускорения U , МэВ/(нуклон · м), равен

$$U \approx k(10^{-11} N_e / 2r_0 a) \frac{Z}{A}, \quad (2)$$

где $k \approx 1/4 - 3/4$ в зависимости от условий ускорения; N_e — число электронов; r_0 и a — средний радиус и характерный полуразмер сечения кольца (см). При типичных значениях параметров

$$N_e \approx 10^{13}, r_0 = 3,5 \text{ см}, a = 0,2 \text{ см}, Z/A = 0,1 \text{ и } k = 1/4$$

получаем $U \approx 2 \text{ МэВ/нуклон} \cdot \text{м}^1$.

Чтобы получать электронные кольца с перечисленными параметрами, в Дубне предложена компрессия колец в магнитном поле, растущем во времени, в установке, называемой адгезатором (адиабатическим генератором заряженных тороидов) или компрессором. В камеру адгезатора вводят прямолинейный релятивистский пучок электронов, который сворачивается в кольцо в слабофокусирующем магнитном поле. Магнитное поле нарастает во времени так, что кольцо сжимается в радиальном направлении. Одновременно при сжатии уменьшаются размеры сечения, примерно как средний радиус, а энергия электронов увеличивается обратно пропорционально радиусу кольца. Для установок ОНМУ ОИЯИ характерно большое сжатие: на модели коллективного ускорителя, прототипе коллективного ускорителя тяжелых ионов и коллективном ускорителе тяжелых ионов КУТИ-20 радиус колец уменьшается от 35–40 до 3,5–6 см. В компрессорах, построенных в Беркли (США) и Гаршинге (ФРГ), радиус колец меняется от 18–20 до

¹В традиционных ускорителях напряженности ускоряющих полей составляют 1–1,5 МВ/м, что соответствует $U \approx 0,1 - 0,15 \text{ МэВ/нуклон} \cdot \text{м}$.

2,5–3,5 см. В конце сжатия релятивистский фактор γ становится равным 20–50, т. е. инжектируемые электроны имеют энергию порядка нескольких мегаэлектронвольт. Для получения конечного полуразмера малого сечения около 0,1 см начальный полуразмер должен быть около 1–2 см.

Анализ параметров пучка показывает, что наиболее подходящим инжектором для коллективного ускорителя является линейный индукционный ускоритель, дающий большой ток электронов (примерно 1 кА) с малой длительностью импульса (десятки-сотни наносекунд) и малым относительным энергетическим разбросом (около 1 %). Для экспериментов по коллективному методу ускорения в Дубне сооружен совместно с НИИЭФА (Ленинград) линейный индукционный ускоритель ЛИУ-3000. В дальнейшем в ОНМУ ОИЯИ создан принципиально новый ускоритель индукционного типа СИЛУНД — сильноточный индукционный линейный ускоритель наносекундного диапазона, специально приспособленный к условиям инжекции в адгезатор. И наконец, в ОНМУ ОИЯИ разработан, изготовлен и в 1981 г. запущен линейный индукционный ускоритель электронов СИЛУНД-20. Ток пучка на выходе ускорителя достигает 1 кА, энергия электронов 2 МэВ, частота повторения импульсов 50 Гц, длительность импульса примерно 20 нс, эмиттанс около 3π см · мрад для 60 % тока пучка.

Основным коммутирующим элементом индукционных ускоряющих систем является созданный в СССР мощный тиратрон. Сжатое электронное кольцо в адгезаторе загружается ионами. Загрузка может осуществляться или при сжатии кольца в газовой смеси определенного состава, или с использованием пучков нейтральных атомов (молекул), пересекающих электронное кольцо. Ионизация происходит внутри кольца при соударениях релятивистских электронов с нейтральными атомами. Образующиеся ионы удерживаются в кольце его большим собственным пространственным зарядом, причем кратность ионизации растет со временем вследствие электронно-ионных столкновений. В ОНМУ ОИЯИ детально исследованы теоретические вопросы накопления ионов в электронных кольцах, созданы при участии МИФИ (Москва) уникальные источники нейтральных частиц, перекрывающие весь диапазон массовых чисел атомов вплоть до урана.

Для ускорения электронно-ионных колец в коллективных ускорителях используются два метода. В первом кольца ускоряются в статическом пространственно-неоднородном магнитном поле. Кольцо, как магнитный диполь, ускоряется в градиентном магнитном поле. Во втором методе электронно-ионные кольца ускоряются во внешнем электрическом поле.

Первое экспериментальное коллективное ускорение ионов осуществлено в ОНМУ ОИЯИ на модели коллективного ускорителя в 1971 г. В экспериментах были зарегистрированы ускоренные α -частицы с энергией 30 МэВ при длине ускорения в градиентном поле около 40 см. В конце 1974 г. подобный эксперимент был повторен в Гаршинге (ФРГ) на установке Schuko, где ионы легких элементов (протоны, α -частицы) коллективно ускорялись до энергии около 200 кэВ/нуклон. В конце 1977 г. в ОНМУ ОИЯИ на прототипе ускорителя тяжелых ионов магнитным способом были ускорены ионы азота и других элементов. Параметры электронных колец в экспериментах по ускорению ионов были следующими: $N_e = (1 \pm 0,3) \cdot 10^{13}$, радиус кольца $r_0 = 3$ см, полуразмеры малых сечений $a_r \approx a_z \approx 0,15 - 0,2$ см, в конце сжатия $\gamma \approx 40$. Энергию и число ускоренных ионов определяли впервые в применении к коллективным ускорителям в Дубне с помощью активационного анализа. Прирост энергии ускоренных ионов составлял 4 МэВ/нуклон $\cdot$ м на длине около 0,5 м. Число ионов азота оценивалось как $5 \cdot 10^{11}$ в одном электронном кольце. В камеру адгезатора добавляли также аргон и ксенон, при этом наблюдались ускоренные ионы этих элементов — примерно $2 \cdot 10^{11}$ в кольце.

Повышение энергии при магнитном способе ускорения ограничивается расширением кольца в пространстве со спадающим магнитным полем. При создании коллективных ускорителей ионов на большие энергии необходимо переходить на ускорение колец в электрических полях. Для проверки возможности ускорения электронно-ионных колец в электрическом поле в ОНМУ ОИЯИ впервые была создана и опробована специальная индукционная ускоряющая секция со следующими основными параметрами: длина секции 1,2 м, эффективная напряженность электрического поля около 0,5 МВ/м, длительность ускоряющего импульса примерно 200 нс, индукция ведущего магнитного поля около 1 Тл. Прирост энергии коллективно ускоренных ионов азота соответствовал расчетному и составлял 1 МэВ/нуклон.

Теоретический анализ и эксперименты по формированию и сжатию колец в керамических камерах (Беркли) показали, что основной преградой на пути увеличения темпа ускорения электронных колец являются когерентные азимутальные неустойчивости кольца. Когда камера адгезатора не экранирует электромагнитные поля возмущений кольца, развивается радиационная неустойчивость, связанная с синхротронным излучением азимутально-неоднородного кольца. Эта неустойчивость приводит к увеличению радиального размера сечения и соответственно к уменьшению напряженности собственного электрического поля кольца. Для подавления радиационной неустойчивости

следует экранировать ВЧ-поля возмущений так, чтобы азимутальная компонента электрического поля возмущения в области кольца была мала. Именно это обстоятельство было главной причиной выбора узкой металлической камеры адгезатора при переходе в ОНМУ ОИЯИ от модели коллективного ускорителя к прототипу коллективного ускорителя тяжелых ионов, сооружение которого началось в 1972 г. Коллективный метод ускорения тяжелых ионов привлекателен по следующим причинам. Во-первых, как уже отмечалось, коллективный метод дает выигрыш в эффективной напряженности ускоряющего поля. Во-вторых, выдерживая ионы внутри кольца длительное время, можно получать ионы с такой высокой степенью ионизации и в таком количестве, которые недостижимы в других источниках. Таким образом, эффективность коллективного ускорителя повышается и за счет увеличения отношения заряда иона к его массе. В-третьих, коллективный ускоритель обладает свойством универсальности по отношению к типу ускоряемых ионов. Практически на коллективном ускорителе тяжелых ионов можно ускорять ионы всех элементов периодической системы Д. И. Менделеева и, что очень существенно, получать большие интенсивности ионных пучков тяжелых элементов вплоть до урана (интенсивность уменьшается обратно пропорционально массовому числу ускоряемых ионов). В-четвертых, при ускорении тяжелых ионов легче выполняются условия стабильности электронно-ионных колец (например, ослабляются ограничения, связанные с когерентной поперечной электронно-ионной неустойчивостью).

При переходе на узкие металлические камеры адгезаторов, экспериментально реализованном только в ОНМУ ОИЯИ, выявились специфические проблемы и трудности. Источники магнитного поля, сжимающего кольцо, — токовые катушки — располагаются снаружи камеры, поэтому усложняется задача формирования поля с требуемыми пространственно-временными характеристиками. Металлическая камера экранирует импульсные магнитные поля, что ограничивает их допустимую частоту. Эффекты экранирования сильно проявляются на сжатии колец. Близкие к кольцу боковые металлические стенки адгезатора могут привести к неустойчивости кольца как целого при сдвиге его от медианной плоскости камеры. Развитие в ОНМУ ОИЯИ методики расчета импульсных магнитных полей, экранированных тонкими металлическими экранами, магнитной системы коллективного ускорителя и динамики электронно-ионных колец с учетом требований устойчивости позволило спроектировать и создать прототип коллективного ускорителя тяжелых ионов (КУТИ), на котором получены приведенные выше экспериментальные результаты.

В настоящее время в ОИЯИ сооружается коллективный ускоритель тяжелых ионов КУТИ-20, рассчитанный на получение пучков тяжелых ионов вплоть до урана с энергией 20 МэВ/нуклон и циклическостью $20 \div 50$ Гц (интенсивность $5 \cdot 10^{12}$ для ионов урана). Принципиальная схема КУТИ-20 соответствует схеме ее прототипа, параметры электронных колец этих ускорителей также совпадают. На прототипе КУТИ, работающем на частоте 0,5 Гц, изучены физические процессы, лежащие в основе коллективного ускорения тяжелых ионов, и выяснены главные физические ограничения, которые учитываются при создании КУТИ-20. В 1983 г. в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ при участии сотрудников Технического университета (Дрезден) создана и запущена головная часть ускорителя КУТИ-20. В разработку автоматической системы управления ускорителем внесли вклад научные сотрудники ИИЯЭ БАН и ЦИФИ ВАН. Создается индукционная ускоряющая система КУТИ-20, предназначенная для основного ускорения электронно-ионных колец в электрическом поле. Параметры ускоряющей системы следующие: средняя частота 20 Гц; максимальная частота 50 Гц; напряженность ускоряющего электрического поля 10 кВ/см; номинальная амплитуда напряжения на индукторах 50 кВ; длительность импульса напряжения на индукторах по основанию 200 нс, по вершине 70 нс; индукция ведущего магнитного поля 1,36 Тл; длина ускорения 16,6 м; общая длина 20 м; число ускоряющих секций 10.

Примерно через год после доклада дубненской группы по коллективному методу ускорения совершенно неожиданно в экспериментах С. Е. Грейбилла и Дж. Р. Углума (США) по прохождению сильноточных релятивистских пучков через газ низкого давления было обнаружено ускорение ионов до энергий, в несколько раз превосходящих энергию электронов пучка. Результаты подтвердились в многочисленных экспериментах других групп. Почва для понимания механизма ускорения как коллективного уже была подготовлена, вскоре появились и теоретические модели коллективного ускорения ионов в сильноточных пучках, дрейфующих через газ, хотя наблюдавшееся впервые в мире советским физиком А. А. Плюто коллективное ускорение в прямолинейных пучках в вакуумном диоде долгое время оставалось без должного внимания.

Эксперименты по коллективному ускорению ионов при инжекции сильноточных электронных пучков в газ показали, что ускорение носит нерегулярный характер, срывается на сравнительно небольшой длине и поэтому ускорение ионов до больших энергий получить не удастся. Наилучшие результаты по неконтролируемому коллективному ускоре-

нию в прямых электронных пучках получены на диоде Люса, в котором ионы вытягивались из поверхностной анодной плазмы самим пучком и ускорялись до энергий $(20-25) ZW$ (W — энергия электронов). Предпринятые попытки простыми средствами управлять ускорением ионов не дали ожидаемых результатов.

В настоящее время кроме ускорителей с электронными кольцами разрабатываются главным образом три способа коллективного ускорения ионов до высоких энергий прямолинейными сильноточными электронными пучками.

В методе, предложенном К. Л. Олсоном (США), для коллективного ускорения ионов используется бегущая потенциальная яма на фронте электронного пучка. Движением фронта управляют с помощью лазерного луча, который создает узкую волну ионизации газа на фронте и регулирует движение пучка по тракту. Таким образом обеспечивается синхронность движения ионов с ускоряющим полем пучка.

В предложении М. Л. Слоана и В. Е. Драммонда (США) и его модификациях коллективное ускорение ионов осуществляется в поле замедленной циклотронной волны, возбуждаемой в электронном пучке. Фазовая скорость волны регулируется изменением внешнего продольного магнитного поля.

П. Спрэнгл (США) предложил ускорять ионы ленгмюровской волной, фазовая скорость которой изменяется при конусном сужении ускорительной трубки.

В заключение приведем некоторые примеры возможных приложений коллективного метода ускорения и сильноточных электронных колец. Прежде всего — это проекты коллективных ускорителей на высокие энергии, ускорителей тяжелых ионов на промежуточные энергии (около 300 МэВ/нуклон), коллективного ускорителя — инжектора частиц в тяжелоионный синхротрон. В ОНМУ ОИЯИ предложены сильноточный коллективный ускоритель ионов на низкие энергии на основе многократного использования одного электронного кольца, ускорение поляризованных ионов в электронных кольцах, источник многозарядных ионов на основе длительного удержания электронных колец в сжатом состоянии и др.

В последнее время широко обсуждается использование коллективных ускорителей ионов для решения проблем управляемого термоядерного синтеза, для различных прикладных и исследовательских задач в смежных областях науки и техники. После первых экспериментов в США по использованию электронного кольца как спектроскопического источника многозарядных ионов в ОНМУ ОИЯИ в сотрудничестве с Техническим университетом (Дрезден) проведены

экспериментальные и методические работы, открывающие новые возможности в важной и практически неисследованной области атомной физики — спектроскопии многозарядных тяжелых ионов.

В ОНМУ ОИЯИ совместно с ИПФ АН СССР (Горький) на базе индукционной ускоряющей секции на высоком уровне мощности (10–20 МВт) получено СВЧ-излучение в миллиметровом диапазоне длин волн. Эти эксперименты показали перспективность такой генерации СВЧ-излучения и его использования в новых схемах ускорения.

Разработка коллективных ускорителей существенно влияет на развитие физики и техники получения сильноточных пучков и их применение, на разработку традиционных ускорителей. В ближайшем будущем коллективные ускорители должны стать рабочим инструментом ядерной физики и техники.

Я. Б. Файнберг

В. И. ВЕКСЛЕР И НОВЫЕ МЕТОДЫ УСКОРЕНИЯ*

Большое, если не определяющее значение для становления и развития новой, важной области современной физики — физики ускорителей релятивистских частиц, составляющих экспериментальную основу физики высоких энергий и элементарных частиц, имело то, что у истоков этого раздела физики был В. И. Векслер, заложивший основы, и то, что масштабы деятельности и талант Владимира Иосифовича полностью соответствовали масштабности и значению этого раздела физики. Те, кому выпало большое счастье быть сотрудником или взаимодействовать с В. И., конечно, с большой благодарностью и признательностью расскажут о нем. Я же коснусь только работы В. И. Векслера в одном из наиболее важных и очень любимых им направлений его многогранной деятельности в физике ускорителей — открытия и осуществления новых методов ускорения. Хотя, по существу, вся его работа по физике ускорителей сводилась к поискам и созданию новых методов ускорения, начиная с открытия им (и независимо немного позже Макмилланом) принципа автофазировки. До сих пор все резонансные ускорители заряженных частиц, энергия которых достигла многих гигаэлектронвольт, основываются на этом принципе. Не надо быть провидцем, чтобы с полным основанием утверждать, что еще долгие годы автофазировка сохранит свое значение.

Владимир Иосифович, благодаря своим работам по ускорителям релятивистских заряженных частиц ставший признанным лидером этой области и завоевавший в ней огромный международный авторитет, нашел в себе силы и мужество начинать новую, неизведанную и как всегда в начале зыбкую область — новых методов, и уже одно это решение вызывает огромное уважение. Если к этому добавить целый ряд пионерских, глубочайших и неожиданных, очень плодотворных идей в этой области, часть из которых уже близка к осуществлению либо будет реализована в близком будущем, удивительную свежесть восприятия, благодаря которой он всегда оставался в науке моложе некоторых молодых, но слишком трезво мыслящих, чрезмерно рассудочных, но не всегда дальновидных оппонентов, его надежную поддержку всему но-

*Доклад на семинаре, посвященном 95-летию со дня рождения В. И. Векслера (Дубна, 4–6 марта 2002 г.).

вому и прогрессивному в науке, его доброжелательность, сочетающуюся с глубокой критичностью, то становится ясно, что значение Владимира Иосифовича для становления и развития новых методов ускорения трудно переоценить.

Работы по новым методам ускорения, доложенные на первой международной конференции в Женеве (ЦЕРН) в 1956 г. В. И. Векслером (когерентные методы ускорения), А. М. Будкером (по фокусировке ускоряемых частиц с помощью автостабилизированного релятивистского электронного пучка с учетом сильного влияния процессов излучения) и автора этого доклада (об ускорении с помощью волн плотности заряда, возбуждаемых в плазме или нескомпенсированных пучках заряженных частиц), вызвали большой интерес и серьезную дискуссию.

В 1957 г. В. И. Векслером был предложен метод ускорения тяжелых ионов кольцами релятивистских электронов, усовершенствованный и осуществленный В. П. Саранцевым и сотрудниками. Для развития новых методов ускорения важное значение имели предшествующие работы Альфвена по ускорению сменным фокусом электронного потока (1950 г.) и Беннета по самофокусировке релятивистских пучков электронов (без учета влияния процессов излучения) (1934 г.).

Напомним, что особенность коллективных методов заключается в том, что ускоряющие и фокусирующие поля не создаются сторонними источниками (например, СВЧ-генераторами), а образуются зарядами и токами среды, в которой происходит ускорение (например, в плазме или сильноточных релятивистских пучках электронов — СРЭП). Таким образом, необычность коллективных методов заключается в том, что в них определяющую роль играют коллективные процессы, происходящие в системах, содержащих большое число кулоновски взаимодействующих частиц, отличающихся большей сложностью, чем традиционные ускорители, и поэтому требующих значительно большее время для проверки и осуществления. В таких системах особую роль приобретают вопросы управления дисперсионными свойствами и многочисленными неустойчивостями.

Отличительной особенностью когерентных методов ускорения (ускорение движущейся средой, ударное ускорение, ускорение квазинейтральных сгустков) является то, что ускоряющие силы зависят от числа ускоряемых частиц N , возрастая пропорционально N .

Я уже упоминал о первой международной конференции по ускорителям (Женева, ЦЕРН, 1956 г.), но, наверное, она заслуживает, чтобы более подробно рассказать о ней. Во-первых, она сыграла очень важную роль в развитии физики и техники ускорителей, особенно новых

методов ускорения. Во-вторых, все меньше остается участников этой конференции, которые могли бы рассказать о ней.

В 1956 г. в Женеве состоялась первая международная конференция (симпозиум) по ускорителям высоких энергий, наверное, потому, что это был вообще первый в этой области международный симпозиум, и потому, что встреча проходила после окончания Великой Отечественной (и второй мировой) войны, когда научные контакты были прерваны, а в настоятельной необходимости их возобновления были уверены почти все физики-ускорительщики и, конечно, потому, что в физике ускорителей накопились новые интересные идеи и были достигнуты большие успехи в развитии ускорителей релятивистских частиц. По всем этим причинам симпозиум превратился в могучий поток новых идей, новых поразительных результатов в создании резонансных ускорителей электронов и протонов, основанных на принципе автофазировки, открытом Владимиром Иосифовичем Векслером (1944 г.) и несколько позже (1945 г.), но независимо, Эдвином Макмилланом.

Уже начали свое успешное шествие ускорители с сильной фокусировкой Кристофолоса, Куранта, Снайдера и Левингстона. Напомним, что на симпозиуме впервые было высказано утверждение, что осуществление идеи встречных пучков становится реальным. Об этом говорилось в докладе Керста, посвященном ускорителям на встречных пучках протонов, а также в докладе О'Нила по встречным электронным пучкам.

На симпозиуме были изложены основные идеи коллективных методов ускорения и фокусировки, которые образовали совершенно новое направление развития ускорителей.

Помимо В. И. Векслера и Э. Макмиллана в симпозиуме участвовали: один из создателей первого ускорителя — Кокрофт, циклотрона — Лоуренс, бетатрона — Керст, принципа сильной фокусировки — Кристофолос; Снайдер, Курант, Левингстон; очень много сделавшие для развития ускорителей Видероз и Альварец; Адамс, Блекетт, Уилкиншоу, Маллет, Фрай, Лоусон и другие; наши — Владимирский, Синельников, Желепов, Вальтер, Коломенский, Комар, Балдин, Наумов, Беляев и др. С большим успехом были доложены работы, выполненные под руководством Минца, Рабиновича и других, и работа, выполненная К. Саймоном и А. Сесслером.

Владимир Иосифович, прибывший в Женеву раньше, на заседании оргкомитета предупредил нас, что доклады В. И. Векслера, А. М. Будкера и наш вызывают очень большой интерес и предстоит серьезное обсуждение, но действительность превзошла все ожидания. Большое удовлетворение вызвала длительная и горячая дискуссия.

В ней перемешались глубокие, серьезные и трудные вопросы с вопросами, в которых чувствовалось, что их задают очень хорошие физики, но для которых обсуждаемая область физики была малоизвестной, а идеи — совершенно неожиданными. Через пять-десять лет идеи коллективных методов ускорения и фокусировки стали привычными, а многие из тех, кто задавали вопросы, сами стали авторами интересных исследований в этой области.

Много сделали для развития коллективных методов ускорения лаборатории, руководимые учениками и сотрудниками Владимира Иосифовича В. П. Саранцевым (а затем И. Н. Ивановым и сотрудниками) в ОИЯИ, М. С. Рабиновичем и А. А. Коломенским (а затем А. Н. Лебедевым) в ФИАНе и, конечно, огромное значение имели работы, проведенные А. М. Будкером и сотрудниками (а затем А. Н. Скринским и сотрудниками) в Институте ядерной физики СО АН СССР, особенно в области эксперимента. В настоящее время определяющее значение имеют работы физиков США, Японии, Франции.

Попытаемся сделать короткий обзор некоторых работ по коллективным методам ускорения. В одном докладе это сделать практически невозможно. Поэтому мы рассмотрим только одну из разновидностей коллективных методов — метод ускорения волнами плотности зарядов в плазме и пучках заряженных частиц. Этапы развития этих методов непосредственно связаны с этапами развития способов и источников возбуждения плазменных волн или волн в нескомпенсированных пучках.

На первом этапе эти волны возбуждались с помощью излучения, создававшегося СВЧ-генераторами. На втором этапе — с помощью сильнооточных релятивистских электронных пучков. На третьем — с помощью интенсивного короткоимпульсного лазерного излучения LWFA или коротких электронных или позитронных сгустков ($n_b > n_p$).

Основной задачей первого этапа была проверка самой возможности возбуждения в плазме волн плотности заряда и топографии полей и фазовой скорости, необходимых для ускорения с напряженностью полей порядка существующих в традиционных ускорителях. В результате исследований было показано, что волны пространственного заряда, необходимые для ускорения заряженных частиц в плазме, существуют, а напряженности этих полей достигают 35–50 кВ/см. Впоследствии был предложен, теоретически и экспериментально исследован способ возбуждения плазменных волн с помощью первоначально немодулированного пучка электронов, используя предсказание Ахиезером и нами, и Бомом и Гроссом, и экспериментально подтвержденной пучковой неустойчивости (1949 г.).

Второй этап развития коллективных методов ускорения непосредственно связан с серьезными достижениями в области создания сильнотоочных релятивистских электронных пучков в конце 60-х годов. В 70-х годах был предложен целый ряд способов ускорения протонов и тяжелых ионов с помощью волн плотности заряда, распространяющихся в нескомпенсированных СРЭП. Основная трудность, которую необходимо было преодолеть, заключалась в том, что для соблюдения синхронизма между ускоряющей волной V_z и ускоряемой частицей необходимо было понизить фазовую скорость волн, распространяющихся в СРЭП, движущихся со скоростью порядка c , до скорости ускоряемых протонов и тяжелых ионов, скорость которых много меньше c . Для этого использовались волны, обусловленные аномальным эффектом Доплера, для которых $\omega - k_z V_{ez} = -\omega_{rez}$.

В методе Слоуна–Драммонда ускорение осуществляется медленной циклотронной волной $\omega_{rez} = \omega_{He}$. Близким к этому методу является способ ускорения медленной ленгмюровской волной, возбуждаемой в сходящемся гладком волноводе (P. Sprangle et al., 1976 г.)

$$\omega_{rez} = \frac{\omega_b(z) k_z}{\gamma_b k}.$$

Наибольшее влияние на изменение $V_{ph}(z)$ оказывает

изменение $\gamma_b(z)$. Значительный интерес представляет предложенный в 1973 г. (Н. А. Хижняк, А. Г. Лымарь и др.) способ ускорения модулированных СРЭП, движущихся в гофрированном волноводе $\omega_{rez} = \frac{2\pi V_{ez}}{L}$,

где L — период волноводной структуры. Интересной и важной особенностью медленных циклотронных и ленгмюровских волн, распространяющихся в СРЭП, является то, что это волны с отрицательной энергией, и поэтому ускорение ионов, которое приводит к диссипации энергии сопровождается ростом амплитуды волны в отличие от традиционных систем. Заметим, что волны с отрицательной энергией были известны и ранее, новым является то, что диссипативным элементом являются не волны замедляющей структуры с положительной энергией, взаимодействие которых с волнами с отрицательной энергией пучка приводит к возбуждению и усилению волны в системе «пучок–замедляющая структура», а ускоряемые ионы, которые движутся в СРЭП, являются диссипативным элементом.

В методе Слоуна–Драммонда синхронизм ускоряемой частицы и ускоряющей ее волны поддерживается путем изменения напряженности постоянного магнитного поля. В экспериментах было достигнуто очень большое замедление, минимальная энергия инжектируемых ионов может быть сделана очень малой $\sim 0,06c$, высокая напряженность

ускоряющего электрического поля волны в экспериментах составляла около 100–200 кВ/см, т.к. $E_z \sim V_{ph}^{-1} \sim H_0$, то с ростом энергии напряженность ускоряющего поля падает, ток ускоряемых частиц $I \sim E_z / \lambda$ для коротких волн велик. Нелинейная теория этого метода ускорения была развита в работе В. Д. Шапиро, В. И. Шевченко и др.

Экспериментальное подтверждение возможности возбуждения медленных циклотронных волн, основанных на использовании аномального эффекта Доплера, дано в работах Б. И. Иванова, полномасштабный эксперимент по проверке метода Слоуна–Драммонда осуществлен Е. Cornet, М. Sloan и др., затем Р. А. Мещеровым (МРТИ АН СССР) и основные выводы теории были подтверждены.

Недостаток метода ускорения протонов или тяжелых ионов с помощью медленных ленгмюровских волн, возбуждаемых в сходящемся волноводе, заключается в том, что минимальная фазовая скорость велика, это требует сильного увеличения энергии инжектируемого пучка протонов или тяжелых ионов до 20 МэВ. Правда, существует возможность понижения фазовой скорости ускоряемой волны использованием нелинейного явления: уменьшение фазовой скорости волны с ростом ее амплитуды.

Подводя итоги второго этапа развития метода ускорения с помощью волн плотности заряда, возбуждаемых в СРЭП или в плазме, следует подчеркнуть, что в результате успешно показана высокая эффективность этих вариантов коллективного ускорения с помощью волн плотности заряда, распространяющихся в СРЭП, и достигнуты напряженности ускоряющих полей до 200 кВ/см. Поэтому мне трудно объяснить внезапное прекращение этих исследований.

Третий этап развития метода ускорения заряженных частиц с помощью волн, распространяющихся в плазме или сильнооточных пучках электронов, тесно связан с созданием короткоимпульсных (τ порядка десятков или сотен фемтосекунд) лазеров большой мощности T^3 (терраватт, и даже петаватт) и теоретическими исследованиями, в первую очередь с замечательной работой Т. Tajima J. Dawson (1979 г.), и независимо выполненными работами Л. М. Горбунова и др., Р. Sprangle et al. и ряда других работ «чистых» (неприкладных) теоретиков, например, работы Розенблюта и Лью по возбуждению плазменных волн лазерным излучением, работы Р. В. Половина по нелинейным возмущениям в плазме и А. И. Ахиезера и Р. В. Половина по нелинейным релятивистским волнам в плазме (1956 г.).

Мне представляется уместным подчеркнуть значение работ J. Dawson в развитии теории плазмы, в частности методов численного

моделирования процессов, происходящих в плазме и других средах с большим числом кулоновски взаимодействующих частиц, и в разработке плазменно-лазерных методов ускорения заряженных частиц (LBWA, LWFA), а также в разработке метода PWFA.

В методе LBWA плазменные (ленгмюровские) волны возбуждаются в результате биений двух коллинеарных электромагнитных волн, создаваемых лазером так, что $\omega_1 - \omega_2 = \omega_p$, $k_1 - k_2 = \omega_p / V_{ph}$, $V_{ph} \ll c$, $V_{ph}^{\text{Langm}} = V_g^{\text{laser}} = c \left(1 - \omega_p^2 / \omega^2 \right)^{1/2}$. Возбуждение волн обусловлено пондеромоторной силой, действующей на электроны плазмы в направлении распространения электромагнитной волны $\frac{e}{c} [\tilde{V}_1 \tilde{H}_2]$, $\frac{e}{c} [\tilde{V}_2 \tilde{H}_1]$, где $\tilde{H}_1$ и $\tilde{H}_2$ — напряженности электромагнитных полей, $\tilde{V}_1$ и $\tilde{V}_2$ — скорости электронов плазмы. Напряженность электрического поля плазменной волны равна $E_z^{\text{max}} = (4\pi mc^2 n_p \gamma_p)^{1/2}$, максимальная энергия ускоряемых электронов, определяемая расстройкой скорости волны и ускоряемой частицы, равна $\varepsilon_{\text{max}} = 2\gamma_p^2 mc^2 = 2mc^2 (\omega^2 / \omega_p^2)^{1/2}$.

К третьему этапу развития метода ускорения с помощью плазменных волн относится также предложенный в 1985 г. в работе P. Chen, J. Dawson, R. Huff, T. Katsouleas метод ускорения, тоже основанный на использовании для ускорения плазменных волн, но возбуждаемых не лазерным излучением, а сгустками электронов или их периодической последовательностью. Такие вопросы теоретически и экспериментально исследовались и ранее, новым и важным было то, что ускорение предлагалось осуществить с помощью кильватерных волн, следующих за сгустком. Таким образом, ускоряемый сгусток частиц и возбуждающий волну были пространственно разнесены. Поэтому ускоряющее поле E_- и поле, тормозящее электронные сгустки, возбуждающие волну, E_+ могли значительно отличаться друг от друга. Это же утверждение справедливо для различных частей одного и того же сгустка. Частицы передней части сгустка возбуждают кильватерную плазменную волну, которая ускоряет электроны хвоста сгустка. Таким образом, для рассматриваемого способа ускорения определяющим является так называемый коэффициент трансформации $R = E_+ / E_-$. Так как возбуждаемый сгусток состоит из большого числа электронов, то здесь на

¹Подробнее см. статью: Я. Б. Файнберг // Физика плазмы. 1987. Т. 13, вып. 5. С. 607–625.

первый план выходят вопросы фокусировки и устойчивости сгустков, возбуждающих волну.

Основным результатом работ третьего этапа было подтверждение правильности идей способов ускорения BWA, PWA, LWA и SmLWA (последний метод — это плазменно-лазерный метод, основанный на открытом в работах по плазменно-лазерному методу ускорения интересном явлении самомодуляции лазерного импульса, распространяющегося в плазме (Андреев, Antonsen, Sprangle)). Отметим, что это явление самомодуляции подобно автомодуляции пучка электронов, движущегося в плазме при плазменно-пучковой неустойчивости.

Вторым важным результатом третьего этапа является доказательство в работах по плазменно-лазерным методам ускорения того, что можно на малых длинах (порядка 1 см) получить очень большие напряженности электрических полей: $\sim 3 \cdot 10^8$ В/см в методе LWA и 50 кВ/см на длине 4 см в методе PWA. Сравнительно малые напряженности в методе PWA связаны с относительно малым числом электронов сгустка ~ 4 нКл и небольшим коэффициентом трансформации.

К четвертому этапу нам представляется возможным отнести совместную работу группы лабораторий и институтов SLAC, LBNL, UCLA, USC (проект E-157). Целью эксперимента E-157 является ускорение электронов на больших длинах (порядка 1,4 м) в условиях, когда ускоряющие поля плазменных волн на один-два порядка превосходят максимальные напряженности, достигнутые в традиционных ускорителях электронов ($\sim 10^6$ В/см). Только в этом случае плазменный ускоритель имеет реальные преимущества перед существующими ускорителями. В проекте ставилась задача увеличить первоначальную энергию электронов, инжектируемых из линейного ускорителя SLAC $\sim 28,5$ ГэВ на длине порядка метра на 1 ГэВ.

В этой работе предложено для осуществления PWFA использовать возбуждение релятивистских двумерных в режиме «blow-out», когда $n_b \gg n_p$, и пучок «сдувает» все электроны плазмы и, таким образом, остается только ионный остов, объемный положительный заряд которого фокусирует пучок (сгусток) электронов. При этом суммарное действие радиальных сил на электроны пучка, создаваемых волной, ввиду $V_z \approx c$, равно нулю. В этой работе утверждается необходимость использования именно этого режима для ускорения и фокусировки в методе PWFA. Приведены соображения, по которым использование несимметричных профилированных сгустков, в которых плотность нарастает на сравнительно большой длине (несколько c/ω_p), а затем быстро спадает на расстоянии $< c/\omega_p$, предложенных на раннем этапе развития метода, непригодно, так как в этом случае ради-

альные фокусирующие силы сильно зависят от радиуса и продольной координаты электронов в сгустке. Можно было бы вместо только профилированного сгустка использовать нелинейные одномерные волны, так как в них отклики (response) сильно отличаются для ускоряющих и замедляющих полей (E_- и E_+). Это позволяет получить больший коэффициент трансформации, но, к сожалению, как отмечают авторы, нелинейные кильватерные волны в лабораторной плазме не могут рассматриваться как одномерные ($a_r \gg c/\omega_p$). Эти соображения не применимы к космической плазме.

В методе PWFA возбуждение кильватерных плазменных волн осуществляется электронами сгустка, а в методе LWFA — пондеромоторными силами лазерного импульса. Поэтому процессы ускорения и соответствующая теория этих методов, по существу, очень схожи. Это в первую очередь относится к разнообразным неустойчивостям: модуляционной, шланговой и др.

Несомненно, основными на четвертом этапе развития плазменных методов ускорения являются теоретические и экспериментальные работы по проекту E-157². В этих работах авторы поставили перед собой цель создания модели ускорителя, использующего возбуждение плазменных волн, возбуждаемых компактным плотным интенсивным высокоэнергетичным сгустком электронов (PWFA). Естественно, что при взаимодействии сгустка электронов с плазмой могут возникнуть неустойчивости, характерные для пучков и плазмы, например, модуляционная неустойчивость и модифицированная шланговая неустойчивость. Как можно судить из кратких статей о проекте E-157, именно модифицированная шланговая неустойчивость и помешала полностью выполнить программу проекта E-157. В ходе выполнения проекта были теоретически и экспериментально решены некоторые важные задачи, связанные с осуществлением одного из вариантов плазменных методов ускорения — PWFA, была создана достаточно однородная (степень однородности 15 %, плотность 10^{14}) на длине 1,4 метра, на которой электроны хвоста сгустка должны были приобрести энергию 1 ГэВ. Остроумно была решена задача создания сгустков электронов. Авторы использовали не два сгустка, как обычно, из которых один возбуждает кильватерные волны в плазме, а электроны другого ускоряются этими

²Я с большим удовольствием ознакомился с опубликованными статьями, связанными с проектом E-157. Однако ввиду их краткости мне не удалось получить ответа на возникшие у меня вопросы. Поэтому, излагая результаты и дальнейшие проекты, связанные с E-157, я строго придерживался точки зрения авторов, излагая ее почти дословно.

волнами, а один сгусток электронов, ускоренных линейным ускорителем SLAC, передняя часть сгустка возбуждала кильватерные волны в плазме, а электроны хвостовой части сгустка ускорялись этими волнами. Очень продуктивной была идея использования сгустка электронов, создаваемого в линейном ускорителе SLAC. Параметры сгустка (длина $\sim 0,6$ мм, радиальные размеры 75×75 нм, число электронов сгустка $2 \cdot 10^{10}$, энергия электронов 28,5 ГэВ, ток в импульсе 100 А) почти соответствуют требованиям проекта E-157. Такая большая энергия электрона в большей степени соответствовала предположениям, сделанным при выборе для ускорения режима («blow-out», $\gamma \gg 1$, $V_b \approx c$) возбуждения двумерных нелинейных релятивистских плазменных волн. Кроме того, при больших γ необходимые для компенсации сил рассталкивания электрические поля значительно уменьшаются.

Для исследования процессов, происходящих в сгустках ускоряемых электронов, и для измерения их параметров применяются методы диагностики, основанные на эффектах Черенкова и переходного излучения.

Целью полномасштабных экспериментов по проекту E-157 и являются исследования метода PWFA в условиях, близких к условиям реального ускорителя. Поэтому работы по проекту, как нам представляется, являются последним этапом исследований метода PWFA перед созданием действующего ускорителя, основанного на использовании кильватерных плазменных волн, возбуждаемых плотным сгустком электронов в условиях, когда $n_b > n_p$ и имеет место режим «blow-out».

Следует отметить большой интерес, проявленный в последнее время к созданию коротких плотных сгустков электронов для плазменных методов ускорения, когерентного γ -излучения и инерционного термоядерного синтеза. Осуществление перехода к коротким плотным сгусткам, исследование вопросов их удержания и устойчивости, по нашему мнению, могут оказаться существенным для возрождения и развития когерентных методов ускорения В. И. Векслера.

Помимо решения основных вопросов создания ускорителей на основе PWFA, в работах по проекту E-157 были выполнены заслуживающие внимания две работы, результаты которых представляют значительный интерес. В одной из них экспериментально обнаружено, на первый взгляд, неожиданное явление: заметное отклонение 30-ГэВ электронного пучка (на 1 мрад) при прохождении через границу раздела довольно редкой плазмы ($n \sim 10^{14} \text{ см}^{-3}$) газа — и дано, как нам представляется, правильное объяснение этого явления. В дальнейшем авторы предполагают увеличить плотность газа с 10^{14} до 10^{16} , а длину

сгустка сократить до 100 микрон. В другой работе проведено численное моделирование возбуждения кильватерных волн с помощью сгустка позитронов.

В этой краткой статье я пытался показать, что новые методы ускорения, начатые пионерскими работами В. И. Векслера, успешно развиваются. Они полностью или частями необратимым образом вошли в физику ускорителей заряженных частиц. Время их полного осуществления было бы сильно сокращено, если бы с нами был Владимир Иосифович, которого нам очень не хватает.

И. Н. Мешков

ЧЕЛОВЕК ИЗ ЛЕГЕНДЫ

Есть люди, имена которых входят в историю мировой науки навсегда, а сами они становятся легендой еще при жизни. Сколько таких выдающихся личностей знает отечественная физика! И Владимир Иосифович Векслер, несомненно, в их ряду...

ЛЕГЕНДА ПЕРВАЯ

Впервые имя Векслера я услышал еще студентом физфака МГУ, в конце 50-х, слушая лекции по ускорителям заряженных частиц. Тогда все, что относилось к ядерной физике и, конечно же, ее «оружию» — ускорителям было укрыто завесой секретности, и мы, студенты Отделения строения вещества, давали «подписки о неразглашении», и на нас оформлялись соответствующие «допуски». Проход на отделение в южное крыло физфака (теперь НИИЯФ МГУ) разрешался только по спецпропускам — обычного студенческого билета было недостаточно. Впрочем, такая обстановка «таинственности» отнюдь не мешала нам получать от своих друзей новости о том, что делается на «сверхсекретных» объектах — в ЛИПАНе (теперь — Курчатовский институт), в Обнинске, Дубне. Так мы узнали, что в Дубне строится и скоро будет запущен самый большой в мире (!) ускоритель...

И вот, курс ускорителей, лекция о принципе автофазировки. Идея сразу же покорила своим изяществом и кажущейся простотой. А к ней добавилась еще история о том, как эта идея рождалась. Правда, не у нас, а «у них» — как американцы, чуть ли еще не во время войны, начали строить «ну очень большой» циклотрон, рассчитывая, что появятся генераторные лампы, позволяющие развить необходимое напряжение на дуантах для быстрого ускорения частиц, так что конечная энергия существенно вырастет. Но лампы не появлялись, а магнит был построен и стоял без дела. И тут Э. Макмиллан предложил метод автофазировки: при перестройке частоты частицы продолжают ускоряться! И «суперциклотрон» сразу же заработал, только называли такие ускорители «синхроциклотрон». Когда же «железный занавес» чуточку приподнялся, то выяснилось, что еще в 1944 г., за год до Макмиллана в СССР (была тогда такая Держава) В. И. Векслер предложил точно такой же метод и реализовал его, построив в ФИАНе небольшой электронный синхротрон...

Трудно переоценить значение открытия В. И. Векслера и Э. Макмиллана для физики ускорителей, да и физики колебательных процессов вообще. Сегодня многие понятия, родившиеся и осознанные при развитии теории автофазировки, прочно вошли в физику нелинейных процессов. Этот же принцип лежит и сегодня в основе методов ускорения заряженных частиц до энергий, казавшихся фантастическими еще четыре десятилетия назад.

ЛЕГЕНДА ВТОРАЯ

Ее я слышал в нескольких версиях — почему за «автофазировку» не дали Нобелевскую премию? Наиболее правдоподобной выглядит следующая. Когда Векслера и Макмиллана выдвинули кандидатами на Премию, решение было очевидным. Но! По статусу Премии требовалось представить Нобелевскому комитету документальные свидетельства реализации идеи кандидатов — где, когда, что получено, и т. д. Вот тут и сработала наша «абсолютная» секретность — ведь нужно было раскрыть «тайну государственной важности», рассказав, что в ФИАНе работает электронный синхротрон (к тому времени уже и побольше первого)! Такое было невозможно. И хотя американцы «не уберегли» свои секреты, сообщив данные по своим синхротронам и синхроциклотронам, Нобелевский комитет мудро решил не обижать одного из соавторов открытия, и Премию не присудили обоим. Правда, в 1951 г. Макмиллану воздали-таки должное, отметив его Премией — вместе с Г. Сиборгом, за открытие трансурановых элементов нептуния и плутония.

А работа В. И. Векслера так и осталась символом «большой победы»... советской бюрократии над наукой — страна лишилась своего Нобелевского лауреата. В своем последнем интервью «Известиям» Нобелевский лауреат академик А. М. Прохоров с горечью вспоминал этот факт...

ЛЕГЕНДА ТРЕТЬЯ

Я был свидетелем ее рождения. И связана эта легенда с историей создания второго великого метода в ускорительной технике — метода встречных пучков. Оказывается, и здесь роль В. И. Векслера была весьма существенной. Во всяком случае, для отечественной физики.

События, о которых пойдет речь, происходили во второй половине 50-х — первой половине 60-х годов. За отдаленностью времени и ввиду деликатности проблемы (что видно ниже) я решил перепроверить слышанное в то время и обратился к своим новосибирским дру-

зьям, которые были непосредственными участниками описываемых событий. Так появилась возможность представить коллективную и согласованную версию этой легенды...

Известно, что метод встречных пучков был предложен в 1956 г. независимо Д. Керстом (в варианте протон-протонного коллайдера) и Д. О'Нилом (в варианте электрон-электронного коллайдера с использованием радиационного охлаждения). Работы по электрон-электронным встречным пучкам начались сразу в нескольких лабораториях, в том числе и в лаборатории А. М. Будкера¹ в Институте атомной энергии в Москве. Лаборатория была преобразована в Институт ядерной физики Сибирского отделения АН СССР, и под Новосибирском, в будущем Академгородке, началось строительство зданий Института.

Разработка электрон-электронного коллайдера ВЭП-1 («Встречные электронные пучки») была начата еще в Москве, до переезда в Новосибирск (1962 г.). Тогда были созданы главные элементы коллайдера — оригинальный синхротрон-инжектор и собственно накопитель электронов с двумя магнитными «дорожками». Заработал этот коллайдер на эксперимент по электрон-электронному рассеянию (для проверки квантовой электродинамики) только в Новосибирске в 1965 г. Но уже в 1959 г. А. М. Будкер и его молодой коллектив загорелись идеей электрон-позитронного коллайдера. И это в ситуации, когда в успех встречных пучков абсолютное большинство специалистов не верило! Тем не менее, А. М. пошел к И. В. Курчатову с предложением развернуть в ИЯФ работы по электрон-позитронному направлению. Игорь Васильевич отнесся к предложению ИЯФ с большим интересом, но послал его на отзыв трем самым крупным специалистам отечественной физики высоких энергий. Все они вскоре дали свои ответы на это предложение — очень горячие, заинтересованные и... абсолютно отрицательные: такое сделать вообще невозможно! После этого Игорь Васильевич «провел» специальное решение Правительства по этому вопросу с поручением ИЯФ провести эксперименты на встречных пучках. Но это было только начало истории...

Мы не знали, кто были эти три ведущих специалиста. И узнали только про одного из них — из его собственных уст и при довольно-таки драматических обстоятельствах.

В 1964 г. в ИЯФ бились над доводкой ВЭП-1, в котором уже научились накапливать и удерживать циркулирующие пучки, но никак не удавалось начать сами эксперименты по электрон-электронному рассе-

¹Будкер Андрей Михайлович, или Герш Ицкович. — *Ред.-сост.*

янию (как считалось тогда, главная задача «электрон-электронных встречных» — проверка квантовой электродинамики на малых расстояниях).

Одновременно всюду шло сооружение комплекса ВЭПП-2 («Встречные электрон-позитронные пучки»). И в это время в Новосибирск приехала высокая комиссия, возглавляемая Президентом АН СССР академиком М. В. Келдышем, имевшая задачей проверку выполнения Постановления Правительства. В комиссию входил и академик-секретарь Отделения ядерной физики АН академик В. И. Векслер. И когда он увидел своими глазами свет (синхротронное излучение) электронных пучков на дорожках ВЭП-1 — пучков, живущих непрерывно многие минуты, он на заседании Ученого совета ИЯФ (знаменитого в будущем «круглого стола») заявил: «Я считал встречные пучки авантюрой и дал официальный отрицательный отзыв на предложение Андрея Михайловича. А теперь я вижу, что я был не прав, и желаю всему коллективу новых успехов на этом очень трудном, но таком важном направлении».

И поддержка Владимира Иосифовича была не только словесной. В том же 1964 г. А. М. Будкер был избран академиком по Отделению ядерной физики.

Год спустя первые результаты экспериментов ИЯФ по электрон-электронному рассеянию на встречных пучках были представлены на международной конференции во Фраскати (Италия). Одновременно аналогичные результаты представила американская группа «Princeton–Stanford». Это был триумф мировой ускорительной науки вообще и отечественной в частности!

С тех пор метод встречных пучков уверенно вошел в физику высоких энергий и стал вскоре основным «производителем» новых физических результатов. Если посмотреть сегодня на таблицу стандартной модели, то выяснится, что львиная доля ее «обитателей» была открыта на встречных пучках.

ЛЕГЕНДА ЧЕТВЕРТАЯ

Мне, к сожалению, не пришлось общаться с Владимиром Иосифовичем. Он рано ушел из жизни, не дожив даже до первого Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц (1968 г.). На этом совещании ученики Владимира Иосифовича представили серию докладов по предложенному им методу коллективного ускорения заряженных частиц. Этот метод переживал в те годы свое бурное развитие, и группа во главе с В. П. Саранцевым была, казалось, в шаге от успеха. Природа «объекта» оказалась, однако, гораздо сложнее, и прошли годы, пока

удалось понять все ограничения метода. Сегодня эти работы закрыты. Неудача? Как посмотреть...

Конец 50-х и 60-е годы теперь уже прошлого столетия были временем бурного расцвета физики пучков заряженных частиц, по существу — годами ее становления. «Хрущевская оттепель» не обошла стороной и ускорительную науку. Аналогом знаменитого выступления И. В. Курчатова в Харуэлле для ускорительщиков стал в 1956 г. «Симпозиум ЦЕРН по ускорителям высоких энергий и физике пионов». Три доклада по коллективным методам ускорения, представленные на этом симпозиуме: Я. Б. Файнберг — «Использование плазменных волноводов в качестве ускорительных структур в линейных ускорителях», В. И. Векслер — «Когерентный [коллективный!] принцип ускорения заряженных частиц», Г. И. Будкер — «Релятивистский стабилизированный электронный пучок» — показали, что и здесь «мы впереди планеты всей» и, безусловно, дали стартовый толчок развитию этих методов. И не только — тогда же начались энергичные исследования проблемы устойчивости интенсивных пучков в ускорителях, начала формироваться эта красивая и многосложная область физики.

Закрытие работ еще не означает их бесперспективность. На определенном этапе — да, может быть, это было правильно. И вполне возможно, что энтузиазм был излишний. Но вот сегодня опять делаются попытки найти способ получения сверхвысоких темпов ускорения, использовать плазменные волны, и т. п. В лабораторных масштабах уже получены обнадеживающие результаты. И работы по коллективным методам снова востребованы. Мне до сих пор непонятно, почему был закрыт тяжелоионный коллективный ускоритель в ОИЯИ — казалось бы, принципиальных причин для такого решения в то время не было.

Но — это уже совсем другая легенда...

В. И. Векслер

СО СКОРОСТЬЮ СВЕТА*

В течение последних месяцев в Лаборатории высоких энергий царила напряженная творческая атмосфера. В огромном зале, напоминающем цех современного индустриального гиганта, и днем и ночью можно было видеть профессора В. А. Петухова, руководителей отделов инженеров Л. П. Зиновьева, К. В. Чехлова, Н. И. Павлова и других энтузиастов, готовившихся к пуску новой атомной машины. Сомнений в том, что она начнет работать, ни у кого не возникало. Гигантская установка была создана на основе точнейших расчетов, на прочном фундаменте последних достижений науки и техники.

Но многим работавшим здесь все же казалось, что пуск установки — дело неблизкого будущего.

Гигантский синхрофазотрон представляет собой установку, предназначенную для ускорения «элементарных» частиц материи для придания им сверхвысоких энергий, то есть для создания таких условий, в которых их можно лучше изучать исследователям атомного ядра.

Вот цифры, характеризующие масштабы и необычайную точность новой установки. Вес кольцевого электромагнита синхрофазотрона составляет 36 тысяч тонн, а средний диаметр стального кольца достигает почти 60 метров. Давление в вакуумной камере, внутри которой должны двигаться ускоренные частицы, благодаря непрерывной работе 56 мощных насосов падает до миллиардной доли атмосферы. Магнитное поле, подвергающее частицы в камере своему непрерывному воздействию, выверено с точностью до десятых долей процента.

Ничтожная ошибка, хотя бы малейшее искажение этого поля были бы достаточными для того, чтобы вывести ускоритель из строя. Высокочастотное поле, которое ускоряет частицы, сообщая им новую порцию энергии при каждом прохождении их через ускоряющие устройства, должно быть с чрезвычайно высокой степенью точности согласовано с магнитным полем, в котором движутся частицы.

Большая группа работающих в Физическом институте Академии наук СССР физиков-теоретиков, руководимая М. С. Рабиновичем и А. А. Коломенским, тщательно и всесторонне, в течение длительного времени анализировала условия движения частиц в ускорителе.

*Правда. 1957. 11 апр. (№ 101).

Все ли, однако, предусмотрено? Не осталось ли где-нибудь лазейки для проникновения неточности? Озабоченные этой мыслью, работники лаборатории с нетерпением ждали момента, когда громадная машина проявит первые признаки своей жизни.

И вот этот момент наступил. 15 марта, поздно вечером, руководителю группы запуска Л. П. Зиновьеву и его сотрудникам С. К. Есину, С. С. Нагдасеву, В. П. Саранцеву, инженерам А. А. Капралову, С. А. Машинскому, Г. С. Казанскому и другим впервые удалось осуществить так называемый квазибетатронный режим работы ускорителя. Наличие такого режима означало, что главные трудности, стоявшие на пути пуска огромной машины, уже преодолены, что созданное в ней магнитное поле удовлетворяет поставленным требованиям. Присутствовавшие здесь отчетливо понимали значение момента. Прогремело дружное «ура».

Успех являлся несомненным, но была решена только первая, хотя и наиболее трудная часть задачи. Предстояло заставить частицы миллионы раз обращаться в растущем со временем магнитном поле, постепенно увеличивая их энергию. За 3,3 секунды они должны сделать внутри камеры четыре с половиной миллиона оборотов и пройти при этом путь в миллион километров, двигаясь почти со скоростью света.

Процесс ускорения частиц, происходящий в синхрофазотроне, можно кратко охарактеризовать так. В некоторый момент они как бы «впрыскиваются» внутрь вакуумной камеры из линейного ускорителя, разработанного в Харьковском физико-техническом институте под руководством профессора К. Д. Синельникова. Магнитное поле, управляющее движением частиц, медленно возрастает во времени. При этом сокращается и период, в течение которого протоны совершают полный оборот внутри вакуумной камеры. В точном соответствии с изменением длительности одного оборота протонов увеличивается и частота электрического поля, ускоряющего частицы.

Механизм, благодаря которому осуществляется ускорение частиц, получил название автофазировки. Этот принцип в настоящее время лежит в основе действия всех современных мощных ускорителей. Он используется и в нашем синхрофазотроне.

Через неделю после осуществления квазибетатронного режима на синхрофазотроне удалось придать частицам энергию в два миллиарда электронвольт, а затем энергия частиц была повышена до 8,3 миллиарда электронвольт.

Коллектив сотрудников лаборатории добивается сейчас того, чтобы в ближайшее же время предоставить синхрофазотрон в распоряжение физиков Объединенного института ядерных исследований.

Для этого, однако, здесь придется проделать еще очень большую работу.

Следует признать, что, несмотря на очень быстрый рост наших знаний, современная физика до сих пор не создала еще сколько-нибудь единой картины природы ядерных сил. Она не знает, например, как связаны между собой различные мезоны, как они связаны с нуклонами, не имеет представления о закономерностях их взаимных переходов. Именно эти вопросы могут быть решены путем использования мощных ускорителей, дающих пучки заряженных частиц с энергией во много миллиардов электронвольт.

Государства, являющиеся членами Объединенного института ядерных исследований, с пуском самого мощного в мире ускорителя получат новое сильнейшее орудие научного исследования и прогресса.

А. Л. Минц

НОВАЯ ОТРАСЛЬ НАУКИ*

Несколько лет назад совместно с В. И. Векслером, Д. В. Ефремовым и Е. Г. Комаром коллектив Радиотехнической лаборатории Академии наук СССР приступил к составлению технологического проекта синхрофазотрона. Тогда же начались разработка и конструирование уникального радиотехнического оборудования этого ускорителя.

Разработанная радиоспециалистами Академии наук СССР и радиотехнической промышленности система электроники синхрофазотрона Объединенного института занимает особое положение в комплексе оборудования этого гигантского ускорителя. Радиотехническая и электронная аппаратура отличается необычайной сложностью схемы и исключительно высокими точностями.

В процессе разработки этой аппаратуры фактически родилась новая отрасль технической науки — радиотехника и электроника мощных ускорителей заряженных частиц.

Особые условия работы и необычайно широкий диапазон изменения частоты ускоряющего напряжения потребовали совершенно новых радиотехнических устройств. К ним относится разработанный С. М. Рубчинским и Ф. А. Водопьяновым задающий широкодиапазонный высокочастотный генератор с тщательно отработанной системой поддержания (с точностью до 0,1 процента) соответствия между магнитным полем и частотой генератора.

Высокочастотные колебания задающего генератора усиливаются устройствами, заканчивающимися 200-киловаттными выходными каскадами. Они питают ускоряющие электроды, выполненные по предложению Ю. М. Лебедева-Красина.

Разработка высокочастотных усилителей оказалась весьма трудной технической задачей, в решении которой под руководством профессора И. Х. Невяжского большое участие принимали В. Ф. Трубецкой, Г. М. Драбкин и др.

Для правильной работы синхрофазотрона необходимо весьма точно, в отдельных случаях с точностью до одной стотысячной доли секунды, управлять процессами включения и выключения системы «впрыскивания» частиц, включения ускоряющего радиочастотного на-

*Правда. 1957. 11 апр. (№ 101).

пряжения и другими процессами. «Привязка» всех этих процессов к определенным значениям магнитного поля осуществлена при помощи оригинальной системы, разработанной М. М. Вейсбейном и А. А. Васильевым.

Работа по созданию уникальной измерительной аппаратуры, без которой пуск установки был бы невозможен, проводилась под руководством С. М. Рубчинского, С. С. Курочкиным, М. П. Зельдовичем, А. А. Кузьминым и В. Ф. Кузьминым.

Большую работу при проектировании крупнейших комплексных сооружений синхрофазотрона провели П. П. Иванов, И. В. Тарковский, М. И. Басалаев, а при конструировании аппаратуры электроники — В. М. Лупулов, Н. В. Ковалев.

ВЫДАЮЩЕЕСЯ ДОСТИЖЕНИЕ ТЕХНИКИ*

Беседа с министром электротехнической

промышленности СССР тов. И. Т. Скиданенко

Новый гигантский ускоритель Объединенного института ядерных исследований представляет собой выдающееся достижение современной науки и техники.

Масштабы установки, сложность и новизна технических вопросов, связанных с ее проектированием, сооружением, монтажом, наладкой и пуском, делают ее несравнимой с какой-либо другой машиной электротехнической промышленности.

Она явилась плодом вдохновенного труда большой группы ученых и инженеров различных специальностей, воплощением творческих усилий коллективов научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро и промышленных предприятий.

Разработку и наладку значительной части специального оборудования осуществил Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры под руководством Е. Г. Комара. Изготовление этого оборудования проводилось при активном участии тт. А. В. Мозалевского и Л. Н. Федулова.

Основным оборудованием синхрофазотрона является кольцевой электромагнит, изготовленный из специальной марки стали, разработанной Кузнецким металлургическим комбинатом.

Обмотка электромагнита представляет собою изолированную медную шину, охлаждаемую дистиллированной водой и весящую около 600 тонн. Изготовление обмотки производилось в процессе монтажа электромагнита, так как размеры ее и сложность конструкции исключали транспортировку с завода, изготавливавшего электромагнит.

Значительные трудности вызвало конструирование и создание вакуумной камеры, внутренний объем которой достигает почти 160 кубических метров. Ее проектирование и испытания проводились группой сотрудников института под руководством тов. И. Ф. Малышева. Камера состоит из нескольких сотен деталей, изготовленных из нержавеющей стали и алюминия, уплотненных между собою специальной вакуумной резиной. Пришлось сконструировать камеру с двойными

*Правда. 1957. 11 апр. (№ 101).

стенками, а для откачки воздуха применить высоковакуумные агрегаты большой производительности, расположенные равномерно с ее внутренней и внешней стороны. Наладкой камеры руководил тов. Я. Л. Михелис.

Монтаж электромагнита и вакуумной камеры потребовал высокой технической культуры. Для обеспечения его исключительной точности были разработаны специальные механические, гидравлические и оптические приспособления.

Для электропитания электромагнита создана специальная мощная подстанция. Вырабатываемая основными электрическими машинами энергия поступает в сложные выпрямительные устройства, в состав которых входят 96 мощных высоковольтных игнитронов, сконструированных лабораториями Всесоюзного электротехнического института имени В. И. Ленина. Проектирование игнитронов возглавлял тов. Т. А. Суетин.

Разработку электромагнита и его системы питания в Научно-исследовательском институте электрофизической аппаратуры возглавлял тов. Н. А. Моносзон, проектирование электромагнита — тов. Н. С. Стрельцов, проектирование системы питания — тов. А. М. Столов. Конструктивная разработка устройств питания, проектирование защиты установки и питания вспомогательных устройств проводились под руководством тов. М. А. Гашева.

Монтаж электромагнита, камеры и другого специального оборудования проводил монтажный трест, управляющим которого является тов. А. А. Ефимов, а главным инженером — тов. С. Д. Николаев. Большую работу, связанную с монтажом, выполнили тт. Н. К. Черемхин и В. В. Куликов. Руководство сооружением всей установки осуществлял тов. К. Н. Мещеряков.

О масштабах сооружения красноречиво говорят следующие цифры. Объем основных производственных зданий составляет 335 тысяч кубических метров. В этих зданиях смонтированы, кроме основного технологического оборудования, 500 панелей, щитов и пультов, состоящих в свою очередь из 6000 различных реле контакторов, автоматов, 2000 контрольно-измерительных приборов и свыше 2000 различных аппаратов управления. Для соединения воедино всей этой аппаратуры проложены кабели протяжением около 1000 километров.

В процессе проектирования синхрофазотрона была построена и исследована модель ускорителя, спроектировано и исследовано несколько моделей, макетов, предназначенных для разработки методов корректировки магнитных полей, для проверки схем питания и управления электротехнических устройств и автоматики.

Сооружение ускорителя потребовало решения многих проблем в области электромашиностроения, аппаратостроения и специальных материалов.

Управление всеми агрегатами ускорителя осуществляется дистанционно с центрального пульта управления, связанного с синхротроном тысячами проводов, проложенных в специальном кабельном туннеле.

Работы, связанные с проектированием электротехнических схем и выполнением электромонтажных работ, осуществлялись под руководством гг. Н. И. Кисина и Е. А. Алиева.

Строительным организациям пришлось решать сложные задачи при возведении фундамента под электромагнит и при сооружении производственных корпусов.

В сооружении ускорителя принимали активное участие организации и предприятия министерств радиотехнической промышленности, электростанций, строительства предприятий металлургической и химической промышленности и других отраслей промышленности.

Накопленный опыт позволяет осуществить еще более грандиозный проект — разработку и сооружение ускорителя, рассчитанного на получение протонов с энергией в пятьдесят миллиардов электронвольт¹.

¹Имеется в виду протонный ускоритель, построенный впоследствии в ИФВЭ, Протвино, на энергию 70 ГэВ. — *Ред.-сост.*

Л. П. Зиновьев

«ОГРОМНАЯ МЕРА ОТВЕТСТВЕННОСТИ...»

(О запуске синхрофазотрона на 10 ГэВ и его модели)*

В конце 40-х годов Физический институт им. П. Н. Лебедева Академии наук СССР приступил к научной разработке проекта синхрофазотрона на энергию 10 ГэВ. Главным научным руководителем был назначен Владимир Иосифович Векслер.

В распоряжение В. И. Векслера передавалась группа инженерно-технических работников, занимавшихся в Обнинске под руководством известного физика Александра Ильича Лейпунского подготовкой к разработке протонного ускорителя на 1–1,5 ГэВ. В эту группу входил и автор этих строк.

⟨...⟩

Мы с группой товарищей стояли у входа в малый ФИАН¹ на Миусах в ожидании Векслера, которого в то время в институте не было. Через некоторое время один из ожидавших воскликнул: «Векслер идет!» Я обернулся и увидел приближающегося к проходной ФИАНа человека небольшого роста, худощавого, в черной шляпе, в черном демисезонном пальто, в ботинках с галошами, на носу очки в тонкой золотой оправе, в руках непомерно большой портфель. Это был момент, когда я впервые увидел Векслера.

⟨...⟩

Для меня начался фиановский период работ, связанный с сооружением 10 ГэВ синхрофазотрона.

⟨...⟩

Грандиозность задачи, ее важность и огромную меру ответственности, которую взял на себя в то время Владимир Иосифович, трудно себе представить.

Синхрофазотрон, построенный и запущенный в 1957 г. на Волге около деревни Иваньково (ныне город Дубна), до 1960 г. был единственным ускорителем в мире, дающим возможность получать прото-

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 192–203 (с сокращениями).

¹Так называли площадку на 3-й Миусской ул., где находилось старое здание института. — *Ред.*

ны с энергией 10 ГэВ. На его сооружение ушло около 10 лет напряженного труда многих людей. Трудности создания дубненского синхрофазотрона в очень большой степени усугублялись тем, что в то время в нашей стране (так же как и за рубежом) отсутствовал опыт сооружения таких больших ускорительных установок. В процессе проектирования синхрофазотрона создавался ряд моделей для решения многих технических и физических вопросов, которые, естественно, не могли быть решены только на основе теоретических расчетов. Особое место в этом плане занимает действующая модель синхрофазотрона с условным названием «МКМ». Эта модель была сооружена в Москве на территории ФИАНа на Ленинском проспекте в специальном здании, которое было названо «складом № 2». Модель МКМ была запущена в 1953 г., она позволила ускорять протоны от 0,8 до 180 МэВ. В. И. Векслер придавал этой модели огромное значение, так как она позволяла исследовать основные вопросы, связанные с работой ускорителя в целом.

В частности, на МКМ был изучен вопрос ввода частиц в ускоритель от внешнего инжектора. Этот вопрос особо волновал Владимира Иосифовича, так как такой ввод частиц в ускоритель осуществлялся впервые. В начале 1951 г. Владимир Иосифович возложил на меня ответственность за все работы по МКМ, включая монтаж оборудования, наладку и комплексный запуск установки. Постепенно на «складе № 2» собрался небольшой, но хороший коллектив. Все работали увлеченно и с большим энтузиазмом, преодолевая многочисленные трудности, которые возникали на пути к цели.

⟨...⟩

В качестве инжектора на МКМ использовался электростатический генератор, работавший в непрерывном режиме, что давало большие преимущества для подбора начальных условий инжекции. Однако наш оптимизм не оправдался. Захвата в бетатронный режим сразу получить не удалось. Стали выяснять, в чем дело. Оказалось, что инжектор давал очень большую нестабильность энергии инжектируемых частиц от цикла к циклу (7–8 %), что исключало захват частиц.

Стали искать способ стабилизировать энергию инжектируемых протонов. Решение было найдено, но оно требовало больших работ по ремонту инжектора и, следовательно, задержки запуска МКМ. Однако работы по ремонту инжектора и создание новой аппаратуры и оборудования были закончены в рекордно короткий срок. Немалую помощь в этом оказал Владимир Иосифович, организовав быстрое изготовление необходимого оборудования в мастерских ФИАНа. После этого запуск МКМ был осуществлен сравнительно быстро, в 1953 г. Когда произошел запуск МКМ, Владимир Иосифович не замедлил прийти к

нам, чтобы порадоваться с нами успехам. Он был в чрезвычайно приподнятом настроении. Мне запомнилось, как он при этом сказал: «Ну все! Ивановский синхрофазотрон работать будет». Вскоре после запуска МКМ появилось сообщение в газетах о запуске американского синхротрона со слабой фокусировкой — «Космотрона». В качестве инжектора на этом ускорителе использовался также электростатический генератор.

Велико было наше удивление, когда мы узнали, что американские специалисты выполнили систему стабилизации инжектора точно таким же способом, как это было сделано на МКМ.

После запуска МКМ на нем был проведен целый комплекс экспериментальных исследований различных процессов, связанных с работой ускорителя. Эти работы продолжались до марта 1955 г., после чего модель МКМ была переделана в электронный синхротрон.

⟨...⟩

Следует заметить, что МКМ сыграла немаловажную роль и для подготовки кадров к предстоящим работам на синхрофазотроне. В работах на МКМ принимали участие молодые специалисты, только что окончившие институты. Среди них С. К. Есин, К. П. Мызников, И. Б. Иссинский, Л. М. Попиненкова, Э. А. Мяз, Е. М. Кулакова, И. М. Баженова и др. Они получили на МКМ хорошую практику для работ на синхрофазотроне. Владимир Иосифович этому вопросу придавал большое значение, и при наборе молодых специалистов для работы на синхрофазотроне многих, хотя бы на короткое время, посылал на МКМ для ознакомления с работами на ускорителе.

Работая на МКМ, мне неоднократно доводилось ездить с Владимиром Иосифовичем в Иваново на строительную площадку синхрофазотрона. Возвращаясь к тем далеким временам, каждый раз не перестаешь удивляться, как Владимир Иосифович мог выносить бесконечные поездки из Москвы в Иваново и обратно. Обстоятельства, связанные с работой по организации сооружения ускорителя, и работа в Московском университете вынуждали Владимира Иосифовича к этим частым поездкам.

Во время этих поездок разговор в машине редко шел на отвлеченные темы, обычно на неисчерпаемые производственные. В теплые летние дни, возвращаясь из Москвы, Владимир Иосифович любил завернуть на канал и искупаться, вообще вечером на пляже в Дубне часто можно было встретить Владимира Иосифовича. Он хорошо плавал и обычно на дубненском пляже переплывал Волгу, чем вызывал большое неудовольствие работников спасательной службы.

5 апреля 1955 г. я вместе с семьей переехал в Дубну. В то время на строительной площадке заканчивались сборка электромагнита синхрофазотрона, монтаж и наладка других важных узлов ускорительного комплекса. Когда все эти работы подходили к концу, возникло чрезвычайно неприятное обстоятельство. На форинжекторе линейного ускорителя (ЛУ) начал пробиваться высоковольтный трансформатор (700 кВ), предназначенный для питания ускоряющей трубки форинжектора. Многократные ремонты, перемотка каскадов трансформатора не дали положительного результата. Сложилось тяжелое положение. Заканчивался монтаж всего оборудования ускорителя, а начать запуск его было нельзя, так как инжектор был в нерабочем состоянии.

⟨...⟩ сотрудники УФТИ² переделали начальную часть ускоряющей системы линейного ускорителя таким образом, чтобы снизить энергию инжектируемых из форинжектора протонов. Это позволило снизить напряжение высоковольтного трансформатора до 515 кВ. Такое напряжение трансформатор после ремонта надежно выдерживал.

Неприятности с трансформатором заставили серьезно подумать о будущем. НИИЭФА было предложено разработать высоковольтный импульсный трансформатор для форинжектора. Разработанный высоковольтный трансформатор ИТ-800 обеспечивал импульс напряжения до 800 кВ.

⟨...⟩

При наладке вакуумной системы синхрофазотрона мы столкнулись с довольно серьезной неприятностью. На синхрофазотроне вакуумная камера вследствие больших размеров и конструктивных особенностей представляет собой сложное устройство. Она состоит из двух отдельных камер. Высоковакуумная внутренняя часть камеры окружена форвакуумной. При наладке системы обнаружилось большое натекание из форвакуумной камеры в высоковакуумную, с которым 50 паромасляных вакуумных агрегатов ВА-5 не могли справиться, и давление в рабочем пространстве ускорителя существенно превышало проектное значение. Все попытки понизить давление в форкамере и уменьшить натекание в высоковакуумный объем не дали положительных результатов. Трудность заключалась в том, что обе камеры синхрофазотрона конструктивно органически связаны с магнитной системой синхрофазотрона. Поэтому устранение натекания невозможно выполнить без разборки магнита, а это существенно затягивало время пуска ускорителя. Но был другой путь — увеличение мощности вакуумной откачной системы.

²Украинский физико-технический институт (Харьков). — *Ред.-сост.*

К тому времени промышленность освоила выпуск более мощных вакуумных агрегатов ВА-8. Предложение увеличить мощность системы вакуумной откачки не встретило общей поддержки. Следует заметить, что конструкцию камеры ускорителя разрабатывал НИИЭФА, а систему вакуумной откачки — РАЛАН³, где директором был Александр Львович Минц, он же исполнял обязанности главного технолога сооружения синхрофазотрона. Минц категорически возражал против повышения мощности вакуумной системы. Он требовал доведения натекания в камеры синхрофазотрона до требований проекта. Попытка Владимира Иосифовича склонить Минца на переделку системы не имела успеха несмотря на то, что Векслер и Минц были друзьями. Чтобы решить этот вопрос, по инициативе Владимира Иосифовича была создана авторитетная комиссия под председательством А. И. Алиханова, которая вынесла решение — переделать систему откачки.

Надо отдать должное Владимиру Иосифовичу, который в сравнительно короткий срок сумел добиться приобретения нового вакуумного оборудования и его быстрого монтажа. Новая система откачки хотя сразу и не дала вакуума, близкого к проектному, но она обеспечила нормальные условия для ускорения протонов.

Наконец все было готово для комплексного запуска.

Владимир Иосифович издал распоряжение, по которому я был назначен ответственным за работы по запуску ускорителя.

В начале запуска много неприятностей доставляла система питания главной обмотки синхрофазотрона частыми внезапными отключениями цикла возбуждения, которые иногда сопровождались заметными разрушениями в системе игнитронных преобразователей.

Эти ненормальности в системе питания были тогда вполне закономерным явлением, так как они сопровождали период обкатки и наладки впервые созданного уникального устройства, каким являлась система питания синхрофазотрона. При циклическом возбуждении обмотки синхрофазотрона в системе питания циркулируют огромные потоки энергии. Достаточно сказать, что пиковая мощность питания обмотки магнита достигает ~ 140 000 кВт. При нарушениях в такой системе, приводящих к коротким замыканиям, возникают огромные токи короткого замыкания, пондеромоторные силы, от которых способны разрушиться огромные изоляторы и стальные конструкции, удерживающие их.

³Радиотехническая лаборатория Академии наук. — *Ред.-сост.*

Тщательное изучение каждой аварийной ситуации и создание специальных систем защиты, не предусмотренных проектом, постепенно сделали систему питания весьма надежной.

Работы по запуску ускорителя с протонным пучком начались в конце декабря 1956 г. Вначале мы исследовали прохождение пучка по инжекционному тракту до выхода пучка из инфлекторных пластин. С помощью магнитных и электростатических элементов инжекционной оптики формировали пучок при входе его в камеру ускорителя. Затем исследовали движение пучка в первом квадранте при возбуждении в нем постоянного магнитного поля. Завершался этот этап получением полного оборота пучка при возбуждении постоянного поля во всех четырех квадрантах.

Следующий этап был связан с изучением динамики пучка в рабочей области ускорителя при циклическом возбуждении магнитного поля.

Большая сложность этого и последующих этапов заключалась в том, что в то время мы располагали слишком скудной диагностической аппаратурой. Единственным средством наблюдения за пучком в камере синхрофазотрона были мишени с нанесенным на них люминофором. Вспышка света с мишени от попадания на нее протонов наблюдалась визуально через соответствующие окна и с помощью фотоумножителя на осциллографе. Кроме того, использовались мишени, расположенные равномерно по азимуту. Эти мишени дистанционно с пульта могли перемещаться в радиальном направлении и перехватывать протоны, попадавшие на мишень с люминофором. С помощью таких средств определяли траектории пучков. Изучая движение частиц в камере ускорителя при различных условиях инжекции пучка, мы обнаружили внезапное появление сильных искажений магнитного поля в рабочей области, которые вызывались, как выяснилось, появлением в магнитной системе ускорителя короткозамкнутых контуров, обусловленных нарушением электрической изоляции в различных конструктивных деталях. Потребовалось много труда и времени, пока исчезли условия появления таких короткозамкнутых контуров.

Изучение траекторий описанным выше способом было весьма кропотливым и непростым делом. Этот процесс отнимал много времени. Иногда на снятие интересующей траектории уходила целая смена, а то и больше. Поэтому наладка ускорителя в рабочем режиме продвигалась очень медленно. В то время режим работы был с 8 часов утра до 23–24 часов вечера. С утра каждого дня много времени уходило на подготовительные работы. Поэтому для ускорения дела в феврале 1957 г. мы перешли на непрерывную трехсменную работу.

В то тяжелое и напряженное для нас время Владимир Иосифович занимался подготовкой предстоящих физических экспериментов на будущем пучке ускоренных протонов. Кроме того, тогда же образовывался Объединенный институт ядерных исследований. Однако, несмотря на огромную занятость, Владимир Иосифович находил возможность и часто появлялся в ускорительном корпусе и интересовался, как у нас идут дела. Часто он приезжал в конце рабочего дня, узнавал о результатах, планах на ближайшие дни и часов в 11–12 ночи развозил нас на своей машине по домам. Владимир Иосифович старался быть в курсе событий, происходящих на ускорителе, поэтому часто приходилось вести с ним разговоры по телефону. Он много помогал нам, особенно в организационных делах. В начале февраля мы получили один оборот пучка при циклическом возбуждении магнитного поля.

Наступила самая ответственная задача — получение так называемого бетатронного режима. Режим, при котором протоны, введенные в камеру синхрофазотрона без включения ускоряющего поля, продолжают циркулировать после прекращения инжекции, принято называть квазибетатронным режимом или просто бетатронным.

Для получения бетатронного режима необходимо было включить ионный источник точно в тот момент, когда магнитное поле в зазоре ускорителя достигает величины, соответствующей энергии инжектируемых протонов. При этом напряжение на инфлекторной системе должно быть таким, чтобы протоны влетали в камеру ускорителя по касательной к мгновенной орбите, проходящей через инжектор.

Поиск бетатронного режима путем постепенного изменения ряда параметров долго не давал успеха. Было безрезультатно потрачено много времени. После этих неудач разработали метод⁴, который кратко заключался в следующем.

После поворотного магнита инжекционного тракта пучок диафрагмировался двумя узкими (1 мм) вертикальными щелями, находящимися на некотором расстоянии друг от друга. Щели располагались в ядре пучка. В результате такого диафрагмирования в камеру ускорителя выпускался пучок с очень малым угловым разбросом частиц и узким энергетическим спектром. По форме траектории одного оборота такого пучка можно было довольно точно настроить правильный угол влета частиц в ускоритель и момент привязки запуска источника к нужному

⁴Метод был разработан Л. П. Зиновьевым (см.: Зиновьев Л. П. Этапы большого пути // Дубна: Наука. Содружество. Прогресс. 1997. 12 марта). — *Ред.-сост.*

значению магнитного поля. Подготовка эксперимента по этой методике заняла несколько дней. Наконец все было кончено. Получена необходимая форма траектории пучка. Оставалось открыть заслонку, перекрывающую камеру ускорителя в конце 4-го квадранта. Это было 15 марта 1957 г. На наладочном пульте в зале ускорителя дежурство нес Сергей Константинович Есин, который в 16 часов сменил Кирилла Петровича Мызникова. На пульте в это время находился Валентин Афанасьевич Петухов, наш непосредственный шеф. Помню, как он подошел ко мне и задал вопрос: «Леонид Петрович, вот сейчас уберем заслонку, а циркуляции пучка не получим, что тогда?», на что я, показывая на миллиметровке траекторию, ответил вопросом на вопрос: «Валентин Афанасьевич! Вы видите траекторию частиц, впускаемых в камеру. Как, по-Вашему, такие частицы должны циркулировать или нет?» — «Должны». — «Ну а все-таки, вдруг не будут циркулировать?» На что я ему ответил: «Тогда нас завтра утром встретит солнце, которое взойдет с запада». Такие мои ответы, конечно, диктовались чувством уверенности за свой эксперимент. Но, несмотря на это, чувство волнения достигло предела. Хорошо помню, как перед открытием заслонки сердце билось так, что готово было выпрыгнуть. Наконец все было готово. Примерно в 17–18 часов подается команда: «Открыть заслонку!», дежурный вакуумщик пошел выполнять команду, а мы все устремили свои взоры на экран осциллографа. Он напряжения резало глаза. И вдруг, о радость! На экране осциллографа появился четкий сигнал от циркулирующих протонов. Кто-то крикнул «Ура!». Эксперимент удался! Немедленно удалили диафрагмирующие щели на пути инжектируемого пучка, и бетатронный импульс, который мы так долго с нетерпением добивались получить, сиял при каждом цикле ускорения на экране осциллографа. Начались поздравления. Звонили в город тем, кто ушел отдыхать после смены. Около пульта собралось много сотрудников от разных служб, дежуривших в сменах. Помню, какое сильное облегчающее чувство вызвал во мне первый бетатронный импульс.

Когда прошло короткое время радостей и поздравлений, начали включать ускоряющее высокочастотное напряжение. Довольно быстро настроили начальные условия высокочастотной системы и получили захват протонов в синхротронное ускорение, сначала на короткой «пачке»⁵ ускоряющей системы. Затем постепенным удлинением «пачки» достигли предельной энергии ускорения протонов, соответствующей максимальному магнитному полю.

⁵Имеется в виду цуг импульсов высокочастотного ускоряющего поля. — *Ред.*

В это время номинальный ток в обмотку электромагнита синхροфазотрона давать было нельзя. Это ограничение было наложено разработчиками системы питания для того, чтобы снизить степень разрушений при аварийных режимах, которые еще имели место в системе питания. Поэтому 15 марта максимальной энергии ускоренных протонов (10 ГэВ) получить не удалось.

Владимира Иосифовича при получении бетатронного режима в лаборатории не было. Он приехал поздно вечером и, конечно, был очень обрадован тому, что синхροфазотрон заработал. Ему нетерпелось получить предельную энергию на синхροфазотроне. Для этого он немедленно стал добиваться снятия ограничения на подачу в обмотку ускорителя номинального тока. 17 марта 1957 г. вечером в обмотку синхροфазотрона был дан ток в 12500 А и энергия ускоренных протонов была доведена до 10 ГэВ⁶. Владимир Иосифович прямо с пульта ускорителя доложил об этом Дмитрию Ивановичу Блохинцеву — первому директору Объединенного института, который не замедлил приехать к нам в ускорительный зал и горячо поздравил с успехом.

Синхροфазотрон заработал.

С того момента пучок ускоренных протонов стал использоваться для физических экспериментов, сначала для облучения фотоэмульсий, а затем и для облучения вторичными пучками физических установок.

В начальный период работы ускорителя много времени еще требовалось для получения оптимальных режимов работы основных устройств синхροфазотрона и оптимальной настройки оборудования. Надо заметить, что в то время было много и перерывов в работе из-за неисправностей, возникавших в различных узлах. Постепенно слабые места были ликвидированы.

Большие неприятности происходили из-за ненадежной работы инжектора — линейного ускорителя УФТИ. Поэтому мы предложили Владимиру Иосифовичу сделать самим в мастерских лаборатории новый линейный ускоритель с сеточной фокусировкой на энергию 10 МэВ.

Владимир Иосифович одобрил это предложение, и мы довольно быстро сделали такой инжектор (ЛУ-9), который был запущен в 1961 г.

В 1964 г. было решено построить более мощный современный линейный ускоритель на энергию протонов 20 МэВ — ЛУ-20 с трубками дрейфа, оснащенными магнитными линзами жесткой фокусировки. По-

⁶Здесь неточность: энергия пучка 10 ГэВ была получена 16 апреля. Физические эксперименты начались раньше, на более низких энергиях. — *Ред.-сост.*

пытка разместить заказ на разработку и изготовление ЛУ-20 в других организациях нам не удалась. Тогда решили сооружать такой ЛУ своими силами.

Владимиру Иосифовичу удалось разместить заказ на изготовление высокочастотных генераторов для возбуждения резонатора на заводе в Ленинграде; в центральных экспериментальных мастерских (ЦЭМ) ОИЯИ был изготовлен вакуумный кожух для ЛУ-20, все остальное изготовлялось в мастерских ЛВЭ.

Владимир Иосифович всячески поддерживал эту работу. Он помог приобрести высокоточные станки для изготовления трубок дрейфа. Особенно ценной для нас была его моральная поддержка. По независящим от нас причинам сооружение ЛУ-20 сильно затянулось. ЛУ-20 был запущен летом 1974 г. уже после смерти Владимира Иосифовича.

В первые годы работы синхрофазотрона большое беспокойство у Владимира Иосифовича и у нас тоже вызывала низкая интенсивность пучка ускоренных протонов. Владимир Иосифович этому вопросу уделял очень большое внимание. Исторически проблема увеличения интенсивности ускоренных протонов на синхрофазотроне решалась так: после ввода в действие инжектора ЛУ-9 в 1961 г. интенсивность протонного пучка возросла примерно в 10 раз ($7 \div 8 \cdot 10^{10}$ p/имп.). Ввод в действие ЛУ-20 в 1974 г. и создание группирователя и разгруппирователя на инжекторе, ввод в действие модуляции энергии инжектируемого пучка, улучшение характеристик магнитного поля в рабочей области синхрофазотрона и переход ускорения на вторую кратность дали увеличение интенсивности еще примерно в 20 раз. Рекордная интенсивность протонного пучка составила $4 \cdot 10^{12}$ протонов/имп. К большому сожалению, она была достигнута уже после смерти Владимира Иосифовича.

В течение прошедших 27 лет синхрофазотрон — детище В. И. Векслера — постоянно развивался и совершенствовался. На базе нашего синхрофазотрона в ЛВЭ ОИЯИ родилась релятивистская ядерная физика. (...) Мы делаем все возможное для того, чтобы наш синхрофазотрон хорошо работал, чтобы интерес к его пучкам возрастал. Этим мы поддерживаем добрую память о замечательном советском ученом В. И. Векслере. (...)

Ф. А. Водопьянов

ПУСК СИНХРОФАЗОТРОНА НА ЭНЕРГИЮ 10 ГэВ*

Радиотехническая аппаратура, разработанная для синхрофазотрона на энергию 10 ГэВ Радиотехнической лабораторией АН СССР, была поставлена на объект в конце 1954 г.

К маю 1955 г. были произведены предварительные испытания от имитатора.

Проведенные затем детальные испытания аппаратуры при работе от имитатора позволили выявить и устранить слабые места в нашей аппаратуре, освоить метрику характеристик в статике и в динамике, выявить и устранить погрешности метрики, «подогнать» закон изменения частоты с нужной точностью, тщательно испытать аппаратуру выходных устройств, поставленную заводом МРТП, и, наконец, обучить правильной эксплуатации аппаратуры персонал ОИЯИ.

В результате этих работ в конце 1956 г. рабочий комплект аппаратуры был полностью готов для работы в режиме ускорения частиц. В январе 1957 г. были произведены сдаточные испытания и аппаратура была передана в опытную эксплуатацию. В первых числах марта были подготовлены остальные части синхрофазотрона и сотрудники лаборатории В. И. Векслера осуществили так называемый квазибетатронный режим.

Получение квазибетатронного режима было очень важным для запуска машины. Наличие бетатронного импульса от мишени характеризовало правильность юстировки главного электромагнита — наиболее дорогого сооружения объекта. Недаром о получении бетатронного импульса жители города Дубны были оповещены по местному радио, а В. И. Векслер добровольно «выставился», послав свой ЗИМ в город для закупки шампанского.

После этого можно было включать ускоряющее поле, наступила очередь испытания «радиотехники».

И вот испытание началось!

14 марта 1957 г. вечером в первый раз высокочастотное напряжение было включено для ускорения частиц и получено ускорение в течение 40 мс. Энергия частиц достигла 40 МэВ. 15 марта в 15 часов процесс

*Объединенному институту ядерных исследований — 40 лет. Хроника. Воспоминания. Размышления. Дубна, 1996. С. 65–66.

ускорения был повторен при двух работающих генераторах системы питания электромагнита, обеспечивающих изменение тока в его обмотке от 0 до 2000 А в течение примерно 500 мс. Длительность «пачки» ВЧ-напряжения постепенно увеличивалась, и после выключения ВЧ-напряжения ускоренные частицы нарастающим магнитным полем сворачивались на внутреннюю стенку камеры, где установлена индикационная мишень. По импульсу от этой мишени, по времени сворачивания частиц можно было судить о том, насколько правильно подобран закон изменения частоты. По селекторной связи передается команда: «Дать пачку 40 мс». Пачка дается. Внимание всех присутствующих сосредоточено на экране осциллографа. Появляется хороший импульс от ускоренных частиц. Длительность пачки увеличивается до 70 мс. «Ускоренный» появляется на месте. Затем, при нарастающем напряжении и волнении участников запуска, идут команды об увеличении длительности пачки до 100, 150, 200, 270, 400 мс. «Ускоренный» появляется уверенно. Наконец, пачка растягивается до ~ 480 мс, весь диапазон изменения магнитного поля при работе двух машин перекрыт за предельно короткий срок с 15 часов до 18 часов 30 минут. Достигнутая энергия составляет примерно 2 ГэВ. При этом диапазон изменения частоты практически использован: частота изменяется от ~ 190 кГц до 1350 кГц.

До предела изменения частоты (1440 кГц) остается немного. Становится ясно, что радиооборудование практически полностью испытано, так как трудности перекрытия широкого диапазона при высоких точностях — позади.

И действительно, после включения всех машин системы питания магнита 29 марта сразу была получена энергия 8 ГэВ (при неполном использовании мощности машины).

С 30 марта в течение нескольких дней шла уверенная работа при энергии 8,3 ГэВ и затем при 9,0 ГэВ, а 16 апреля в 23 часа 30 минут была достигнута проектная энергия 10 ГэВ.

В течение месячного периода пуска ускорителя радиооборудование, изготовленное РАЛАН, работало безотказно и не требовало никаких регулировок.

УСКОРИТЕЛЬ РОДИЛСЯ*

(К десятилетию запуска синхрофазотрона)

Прошло 10 лет. Это и мало и очень много. Сейчас синхрофазотрон на 10 ГэВ уже никого не удивляет, не поражает своими габаритами и весом... Обыкновенный труженик на ниве познания в области физики высоких энергий. А ведь было время, когда он не работал!.. Когда эта огромная машина в своем величавом безмолвии приводила в трепет даже самих создателей... Много воды утекло с той (1957) поры, когда вопреки элементарным правилам производственной дисциплины на главном пульте управления в корпусе № 1 дружным залпом взрывались бутылки с шампанским, когда под ликующий возглас «Поше-е-е-ел!!» железная машина, получившая жизнь ускорителя из рук наших замечательных советских людей, отправилась в «плавание» по безбрежному океану ядерной физики.

Прошло много времени... Ушел от нас огромнейшей души человек, человек яркого и редкого таланта — Владимир Иосифович Векслер. Безвременно ушли от нас талантливые инженеры Алексей Анатольевич Капралов, Иван Иванович Соловьев. А ведь они были вместе с нами, когда поднимались бумажные бокалы, консервные банки, колбы электронных ламп с пенящимся шампанским... Запуск ускорителя. Давно это было... Как и сегодня всюду светило весеннее солнце, но мы его не видели. Оно было там, где-то за железными экранами, перекрытиями, за толстой бетонной стеной. Многие из нас потеряли счет времени... День и ночь шла напряженная работа по подготовке ускорителя к запуску. Тысячи кабелей несли информацию о состоянии всех узлов и узелков оборудования к контрольно-измерительным приборам главного наладочного пульта, за которым, равнодушно пережевывая сухие бутерброды (не до обедов), уже который день заседал научный штаб запуска ускорителя.

15 марта 1957 г. Сегодня должна быть закончена проводка пучка по кольцу ускорителя. С красными от бессонницы глазами К. П. Мызников свистит в колпачок авторучки. Где-то на внешнем кольце ускорителя раздастся ответный свист... Мишени нащупывают пучок... Пучок в

*За коммунизм. 1967. 15 апр. (г. Дубна).

IV секторе у края рабочей области! С. В. Федукон склонился над схемой управления коррекцией. 400 миллиампер в средние витки! Хорошо! Прошел в третий! 12 час. 30 мин. К. П. Мызникова сменяет В. П. Саранцев. Леонид Петрович Зиновьев докладывает штабу о результатах работы. Вид у него хотя и серьезный, но чувствуется, что он внутренне уже торжествует победу: через час-два... свершится — родится на свет самый мощный ускоритель в мире! 14 час. 50 мин. На магнит подается рабочее напряжение. Ребята Николая Ивановича Павлова осторожно поднимают ток в магните... 2 килоампера, 4 килоампера! Стоп! Проверка! Телефонный звонок. В. И. Векслер берет трубку. Голос Н. И. Павлова: все в порядке, можно увеличивать ток в магните! Хорошо! Кажется, все готово! У пульта Л. П. Зиновьев. Десятки пар внимательных глаз прикованы к зеленым экранам осциллографов. 18 час. 45 мин. Сигнал на экране осциллографа вдруг начал изменять свою форму... «Передвиньте импульс инжекции вверх по полю, — командует электронщикам Л. П. Зиновьев. — Еще немного...». Дальше его уже не было слышно. Многоголосое «ура!» вырвалось одновременно у всех, кто стоял у осциллографов в корпусах № 1 и № 2.

«Родился ускоритель! — воскликнул В. И. Векслер. — Шампанского!!». «Зал электроники запрашивает разрешение на ускорение», — сообщает Векслеру В. П. Саранцев. «Передайте радистам «добро» от нашего штаба». Во втором корпусе переполох! Шутка ли?! Первое ускорение! Ф. А. Водопьянов, А. И. Михайлов с волнением замерли у ручек управления.

22.00. Частота 198 килогерц... 199... 200... 200,25...

Есть ускорение! Генератор космических частиц действует!!! Первая более-менее спокойная ночь. На другой день вся лаборатория ходила в именинниках. Даже Михаил Афанасьевич Старцев¹ выглядел не таким уж строгим, когда наконец выпавшие герои вчерашнего запуска со значительным опозданием прошествовали через проходную.

Физиков не узнать. Опустели библиотека и читальный зал, тишина и покой третьего корпуса рассыпались взволнованными голосами электромонтеров. Третий корпус был похож на вокзал, от которого вот-вот должен был отойти поезд. Физики-экспериментаторы готовились к отъезду в измерительный павильон. По первому этажу, сгибаясь под тяжестью какой-то детали от камеры, пронесся М. И. Соловьев. Скорее! Время не ждет! Эмульсионщики уже висели на подножках экспериментального поезда. Наконец-то!

¹Зам. директора ЛВЭ по организационным вопросам. — *Ред.-сост.*

А в первом и втором корпусах опять напряженная работа. Страна узнала о запуске ускорителя. Наука ждет 10 ГэВ! Нужны 12 тысяч ампер, закон частоты и 3 сек. ускорения! Задачи не из легких. Справочников никаких. Не идет пучок! В зале электроники — клубы табачного дыма, жаркие научные дискуссии! Горячится Николай Борисович Рубин в полемическом споре с Алексеем Аркадьевичем Кузьминым, А. Б. Кузнецов — с Г. С. Казанским, а А. П. Царенков атакует Ф. А. Водопьянова. Теорию за теорией выдвигают Моносзон и Столов. Матвей Самсонович Рабинович спокоен: все в порядке! Разберемся! В. И. Векслер, Л. П. Зиновьев, В. А. Петухов непрерывно созывают, так сказать, кустовые совещания здесь же у пульта. Защищается Н. И. Павлов: «Будет 12 килоампер!» С. М. Рубчинский: «Будет закон частоты!» К. В. Чехлов: «Ускорение обеспечим!» 5 апреля... 10 апреля. Уже есть частицы с энергией несколько миллиардов электронвольт. Физики в страшном нетерпении пробивают заслоны вокруг первого корпуса. Норовят лично влезть в камеру ускорителя! 11 апреля... Эмульсионщики в диком восторге: первое облучение!! 12 апреля... 15 апреля...

16 апреля. Накал дискуссий спал. М. С. Рабинович спокойно корректирует гранки своей докторской диссертации. На пульте В. А. Петухов: «Давайте, ребята, осталось совсем немного!» Взмыленные электронщики заканчивают последние приготовления... Звонок А. А. Капралова: «Могу дать максимум!» 21 час. 55 мин. Появился В. И. Векслер. Настроение у него отличное. Л. П. Зиновьев сообщает о готовности всех служб обеспечить расчетный режим работы синхротрона. 22.00 — 6,3 ГэВ... 8,3 ГэВ. Оторвать от осциллографа никого невозможно. Словно в пустыне заливаются телефонные звонки... 2,5 сек... 2,8 сек... 2,9 сек. Ускорение идет!

23 час. 40 мин. 3,163 сек! 10 миллиардов!!! 10 ГэВ! И вдруг стало необыкновенно тихо. Все смотрели друг на друга с некоторым удивлением. Все? Оглушительно рявкнул динамик громкой связи... Это вывело всех из оцепенения... Поздравления, объятия и счастливый смех... шутки. Трудности позади. По громкой связи коллектив лаборатории поздравляют В. И. Векслер, Д. И. Блохинцев, В. П. Желепов... Каждое поздравление встречается аплодисментами. Люди аплодируют друг другу... Люди аплодируют труду... Люди аплодируют новому достижению отечественной науки и техники.

ОПЕРАТИВНЫЙ ЖУРНАЛ ПО ЗАПУСКУ СИНХРОФАЗОТРОНА*

Журнал открывается датой 3 октября 1956 г. дежурным диспетчером А. П. Царенковым. По журналу шаг за шагом можно проследить всю историю запуска ускорителя, состояние узлов его необъятного хозяйства. Записи ведут А. И. Михайлов, В. Н. Перфеев, С. В. Федук, А. П. Царенков и др. Здесь отражены данные о вакууме в камере, о высокочастотной ускоряющей системе, форме магнитного поля, состоянии инжектора, времени ускорения частиц в кольце, интенсивности ускорителя. Журнал несет в себе информацию об отклонениях в режиме работы всех систем. Деловой, лаконичный стиль. Лишь изредка, в самые ответственные моменты рождения гиганта скупно прорываются эмоции.

Ниже приводятся выдержки из этого журнала в начальный период запуска синхрофазотрона.

15 марта 1957 г.	18 часов 45 минут 22 часа	Получен бетатронный режим. Реализован захват частиц в синхротронный режим ускорения.
29 марта 1957 г.	23 часа 15 минут	Впервые получен ускоренный пучок, энергия протонов — 8,3 БэВ!!! ¹ . Время ускорения — 2,75 секунды. <i>Всех сотрудников сектора поздравляем с крупным успехом — запуском машины.</i>
11 апреля 1957 г.	23 часа 30 минут	Получена энергия 9 БэВ. Начата работа на физический эксперимент (облучение пластинок с толстослойной эмульсией).
16 апреля 1957 г.	21 час 55 минут 23 часа 40 минут	Началось ускорение. Получена энергия 10 БэВ!!!!!! <i>Директор ОИЯИ Д. И. Блохинцев и директор ЛВЭ В. И. Векслер поздравляют сотрудников ЛВЭ с достижением расчетной энергии. Директор ЛЯП В. П. Дзелепов поздравляет сотрудников ЛВЭ с 10 млрд!!!</i>

*Подготовлено М. Г. Шафрановой по материалам, предоставленным А. П. Царенковым.

¹Ныне ГэВ.

Н. И. Павлов, И. Н. Семенюшкин

КРАТКАЯ БИОГРАФИЯ*

(К десятилетию запуска синхрофазотрона)

Итак, 10 миллиардов электронвольт есть! Теперь нужно налаживать регулярную и надежную работу всех систем и начинать эксперименты на ускорителе. Физики, ждавшие ускоренный пучок, «набросились» на работу! Но физики были молоды и не имели опыта, и поэтому выяснилось, что к ускорителю «кто соломку тащит в ножках, кто пушок в носу несет». Самой активной группой была группа эмульсионщиков. Для них хватило и интенсивности ускоренных пучков, и времени. Для более серьезных работ, например, камерных, необходимо было и повысить интенсивность, и заставить ускоритель регулярно работать. Это и явилось главной заботой инженерных отделов.

Установленный в качестве инжектора линейный ускоритель был строптив — не давал нужного тока, да и малый ток давал с большими перебоями. Поэтому перед коллективом отдела, возглавляемого Л. П. Зиновьевым, стояла задача обуздать это непослушное устройство, дававшее 25–30 процентов простоя ускорителя. Над решением этой задачи упорно трудились В. П. Саранцев, Ю. Д. Безногих, Г. А. Иванов и другие товарищи.

В процессе работы стало ясно, что лучшим решением было бы избавиться от этого ненадежного во всех отношениях инжектора. Возникла идея поставить вместо линейного ускорителя электростатический генератор Ван де Граафа, который к тому времени заканчивали разрабатывать в ленинградском институте. Решение такое было принято, деньги отпущены, и началось срочное сооружение здания для генератора. Здание было построено, а генератор все еще продолжали разрабатывать, физики уже заседали и требовали улучшения характеристик ускорителя, требовали расширения экспериментальных залов, требовали увеличения количества и качества каналов ускоренных частиц и... требовали, требовали.

В этой ситуации отдел, возглавляемый Л. П. Зиновьевым, взял на себя труд создать новый линейный ускоритель с лучшими параметрами. В отделе закипела работа по разработке новых ускоряющих систем,

*За коммунизм. 1967. 15 апр. (г. Дубна).

резонатора, вакуумного бака и т. д. В радиотехническом отделе под руководством К. В. Чехлова развернулись работы по созданию высокочастотного генератора на мощной лампе, который мог бы один заменить 14 генераторов старого инжектора. Этот напряженный труд был успешно закончен, и линейный ускоритель введен в эксплуатацию в 1960 г.

Но требования к ускорителю растут. И начиная с 1965 г. коллектив лаборатории приступил к работам по созданию линейного ускорителя с жесткой фокусировкой на 20 МэВ.

Однако не от одного линейного ускорителя зависела работа по повышению интенсивности пучка синхрофазотрона. Чтобы уменьшить, например, потери «на газе» группы С. С. Нагдасева пришлось много потрудиться для того, чтобы сократить «натекание» воздуха в камеру, а с другой стороны, усилить откачку. Другой группой был разработан целый комплекс ранее не предусмотренной аппаратуры для проведения одновременно нескольких физических экспериментов в одном цикле ускорителя и обеспечения заданных параметров пучка. В этих работах принимали участие Г. С. Казанский, А. И. Михайлов, А. П. Царенков и Г. П. Пучков.

В это же время в отделе синхрофазотрона велась кропотливая работа по изучению искажений магнитного поля ускорителя, в которой большое участие принимали К. П. Мызников, И. Б. Иссинский, Е. М. Кулакова, С. В. Федукон и др. На основании большого экспериментального материала теории отдела синхрофазотрона Н. Б. Рубин и А. Б. Кузнецов произвели расчеты необходимых коррекций магнитного поля.

Группой, возглавляемой М. И. Жучковым, были сконструированы необходимые обмотка и система ее электропитания. Результатом всех этих работ явилось увеличение интенсивности ускоренного пучка синхрофазотрона более чем в 10 раз.

На протяжении 10 прошедших лет в отделе синхрофазотрона велась непрерывная работа по совершенствованию вывода вторичных пучков из камеры ускорителя. Недавно эти работы завершились крупным успехом, когда коллективу группы вывода (рук. И. Б. Иссинский) удалось осуществить вывод протонного пучка.

Для обеспечения бесперебойной работы синхрофазотрона требовалась стабильная и безаварийная работа системы электропитания обмоток синхрофазотрона. Обмотка синхрофазотрона потребляет большую мощность, которая достигает в импульсе 144 тысячи кВт. Оригинальная, не существовавшая до этого система импульсного питания большой мощности была разработана и впервые применена на синхрофазотроне. В этой системе все было ново, необычно и применялось

впервые. Коллектив электротехнического отдела, возглавляемый Л. Н. Беляевым, преодолел много серьезных трудностей. С. А. Машинский, О. Н. Радин, Н. И. Малашкевич, В. С. Григорашенко, А. Ф. Фокин и др. — взяли на себя ремонт и замену всех роторов синхронных генераторов, которые не выдержали импульсной нагрузки.

Система выпрямления в свое время была разработана научными сотрудниками НИИЭФА Н. А. Моносоном и А. М. Столовым, а в монтаже, наладке и усовершенствовании систем самое активное, творческое участие приняли А. А. Капралов и Н. И. Соловьев, а также А. А. Смирнов, Д. И. Калмыков и др.

Совершенствование системы протекало в течение всего десятилетия и заключалось прежде всего в создании системы строгого и селективного наблюдения за работой каждого элемента схемы, системы надежной защиты от любых аварийных режимов в работе по повышению частоты циклов, по созданию новых режимов работы и т. д. и т. п.

Душой всех совершенствований игнитронного преобразователя был А. А. Смирнов. Новшество, осуществленное этой группой сотрудников, — режим «стул в кривой главного тока» — вдвое расширило возможности физиков.

В то время в Советском Союзе фактически не было никакого опыта по проектированию и наладке ионооптических систем для пучков частиц, в которых используется большое количество квадрупольных линз, магнитов, коллиматоров и других устройств, необходимых физикам.

Под руководством научных сотрудников В. В. Миллера, С. В. Мухина, Н. Б. Рубина и др. и при участии инженеров А. Д. Кириллова, А. С. Гаврилова и др. в короткий срок были разработаны методы расчета сложных ионооптических систем, разработаны и изготовлены необходимые для их наладки приборы. Уже первые π -мезонные пучки, полученные для 50-литровой пузырьковой камеры, камеры Вильсона и других установок, позволили получить весьма ценную экспериментальную информацию.

Интенсивно велись работы по созданию чистых пучков частиц. Коллективом физиков, инженеров (Н. И. Малашкевич, Н. Г. Борисов и др.) были спроектированы электростатические сепараторы и необходимые для их работы системы питания. Выполнению требований к их конструкции способствовали творческие находки механиков и рабочих Б. К. Курятникова, А. И. Бычкова, Н. А. Курныкова, И. П. Волкова, Н. И. Шарыгина и многих других.

Наладка первого чистого пучка была закончена в 1962 г. Это дало возможность получать K -мезоны, π -мезоны, протоны и дейтоны с им-

пульсом частиц до 2 ГэВ/с. На этом пучке были облучены 50-литровая жидководородная и 50-см ксеноновая пузырьковые камеры.

Для налаживания строгой эксплуатации ряда камерных установок и оборудования каналов вторичных пучков был создан отдел во главе с Н. И. Малашкевичем. Работе в этом отделе много сил отдали С. А. Аверичев, О. Н. Радин, А. В. Копылов, В. М. Головин, Ю. В. Куликов и др.

Большой труд по наладке агрегатов питания и систем стабилизации вложили руководитель группы электротехнического отдела В. С. Григорашенко, ст. инженеры Б. Д. Омельченко, Г. Д. Борисова и др.

Не менее важным было исследование и разработка новых принципов сепарации частиц, поскольку электростатический метод сепарации из-за технических трудностей был пригоден для пространственного разделения частиц с энергией не выше нескольких миллиардов электронвольт.

В 1957 г. В. И. Векслер и В. А. Петухов первыми в мире предлагают использовать для сепарации частиц высоких энергий применительно к синхрофазотрону анализирующие свойства высокочастотного электрического поля. С. В. Мухин, В. А. Попов, В. Л. Степанюк, С. В. Рихвицкий и др., несмотря на большие трудности, имевшиеся на пути нового принципа сепарации частиц, в конце 1965 г. совместно с большой группой физиков, инженеров и техников осуществили запуск электродинамического сепаратора частиц высоких энергий ЛВЭ.

Усложнялись задачи, поставленные перед коллективом лаборатории, росла и энерговооруженность лаборатории. Количество электроустановок за десятилетие удвоилось.

Коллектив отдела главного энергетика под руководством Л. Г. Макарова, А. С. Филиппова, Н. К. Соболева и П. И. Никитаева умело организует работу и добивается хороших показателей.

Расширение экспериментальных работ показало, что в лаборатории узким местом была мастерская, и было принято решение о создании новой мастерской. За короткий срок была построена новая механическая мастерская, которая позволила значительно расширить фронт работ по созданию нового экспериментального оборудования и установок. Коллектив мастерских, руководимый Д. В. Уральским, А. В. Сабаяевым, Б. К. Курятниковым, А. Ф. Кирьяновым, В. А. Барановым, В. Ф. Кокшаровым и имеющий в своих рядах таких высококвалифицированных специалистов, как В. И. Клементьев, Б. С. Куликов, А. И. Бычков, Н. А. Курныков, В. Ф. Исаев, А. С. Маляренко, Н. В. Нукин, А. В. Хватов, П. А. Щербаков и др., решает возложенные на него задачи.

Оглядываясь назад, мы видим, как поднялся уровень исследований на синхрофазотроне, качество работы ускорителя, качество его пучков. Из молодежи, пришедшей в ЭФЛАН и ЛВЭ после окончания вузов и техникумов, выросли опытные специалисты, которые в состоянии решать любые сложные проблемы сегодняшнего физического эксперимента. В эти дни мы еще раз с большой теплотой вспоминаем имя создателя нашей лаборатории, который так много сделал для роста и становления коллектива — Владимира Иосифовича Векслера.

СМЕЛОЕ РЕШЕНИЕ*

Сегодня совершенно очевидно, что создание современного ускорителя связано не только с решением задач физики ускорения и использования заряженных частиц для экспериментальных исследований, но и с решением сложных инженерных проблем. Сегодня без преувеличения можно сказать, что именно инженерные проблемы определяют достижимый уровень энергии и качественные характеристики ускорителей высоких энергий.

Однако это далеко не было ясно в финансовый период работы В. И. Векслера в конце 40-х — начале 50-х годов, когда была начата разработка первого отечественного протонного синхротрона — синхрофазотрона ОИЯИ на 10 ГэВ, который должен был, будучи первым в нашей стране, стать рекордным ускорителем, на котором планировалось достижение максимальной в мире энергии ускоренных частиц. Такое решение — первый ускоритель сделать одновременно рекордным — свидетельствовало о большой смелости В. И. Векслера.

В тот период В. И. Векслер с его сотрудниками установили контакт с нашим институтом (НИИЭФА), который в то время состоял из группы в несколько десятков человек.

В. И. Векслер, прекрасно понимая важность и значимость решений инженерных проблем, привлек для разработки проектов уникального оборудования синхрофазотрона научно-инженерные коллективы, возглавлявшиеся Д. В. Ефремовым и А. Л. Минцем. Хочется отметить, что разработка физического задания на беспрецедентный по тем временам ускоритель, потребовавшая детальной разработки теории, проходила в тесном сотрудничестве теоретиков лаборатории В. И. Векслера со специалистами нашего и Радиотехнического института. Сотрудничество физиков и инженеров, являющееся одной из основных черт школы В. И. Векслера, который сам по образованию был инженером, позволило на основании требований теории определить инженерные проблемы и в то же время с учетом инженерных проблем направить развитие теории. В то время под руководством В. И. Векслера при сотрудничестве физиков и инженеров по существу закладывались основы новой области техники — ускорительной. Несколько слов об инженерных решениях синхрофазотрона ОИЯИ. В период разработки задания в нашей стране не было ни одного действующего протонного синхротро-

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 203–205.

на, а инженерные решения, апробированные на электронных синхротронах С-3 и С-25, не могли быть использованы при создании протонных синхротронов. Необходимо было находить совершенно новые технические решения. В качестве примера остановлюсь лишь на электромагнитной системе и системе его питания. Эти системы принадлежат к числу наиболее сложных и дорогих систем ускорителя.

Вес магнита, как известно, составляет несколько десятков тысяч тонн. Пиковая мощность питания около 150 МВт, и сегодня она приближается к рекордным мощностям систем такого типа. Требования к полю очень жесткие. Низкое поле инжекции, которое было принято на синхрофазотроне из-за невозможности в то время получить инжектор на достаточно высокие энергии, привело к тому, что большое влияние на его характеристики оказывало, в частности, остаточное намагничивание. По существу, для того чтобы создать магнитную систему такого масштаба с достаточно хорошим начальным магнитным полем инжекции, следовало бы поставить вопрос о разработке специальных марок стали. Однако было совершенно ясно, что это привело бы к значительной затяжке срока сооружения ускорителя, и такой вариант был отброшен несмотря на определенный риск неудачи.

После рассмотрения ряда вариантов было принято решение использовать для магнитной системы серийно выпускаемую промышленностью сталь, а систему питания электромагнита построить на основе электромашинных агрегатов с маховиками в качестве накопителей энергии и синхронных машин, питающих игнитронные преобразователи, которые должны были работать в выпрямительном и инверторном режимах. Меры, разработанные для компенсации возмущений магнитного поля из-за недостаточно хороших характеристик стали, оказались успешными, позволили запустить ускоритель в 1957 г. и получить на нем рекордную в мире энергию. Что касается системы питания с использованием игнитронных преобразователей, то, во-первых, следует отметить, что в Советском Союзе в то время вообще не было игнитронов, а в мировой практике, где были игнитроны, не было опыта создания систем, по мощности приближающихся к мощности, требующейся для синхрофазотрона ОИЯИ. Создание этих и других подобных систем было сопряжено со значительными техническим риском, и успехом в решении этой задачи в значительной степени мы обязаны В. И. Векслеру, который активно поддерживал эти, не прошедшие апробации, решения.

Очень большую роль сыграл В. И. Векслер в становлении подразделений НИИЭФА и других институтов, занимающихся разработкой ускорителя. По существу, многочисленные специалисты — физики и инженеры, прошедшие школу В. И. Векслера, внесли решающий вклад в создание протонного синхротрона ИФВЭ и в настоящее время заняты разработкой уникальных установок, основанных на использовании принципа автофазировки, открытого В. И. Векслером.

В. И. ВЕКСЛЕР ДОКЛАДЫВАЕТ
УЧЕНОМУ СОВЕТУ ОИЯИ
О ЗАПУСКЕ СИНХРОФАЗОТРОНА*

16 апреля 1957 г. на синхрофазотроне ОИЯИ была достигнута проектная энергия протонов — 10 ГэВ. Уже в процессе наладки ускорителя на внутреннем его пучке были облучены первые партии ядерных фотоэмульсий. 15 мая В. И. Векслер выступает на 2-й сессии Ученого совета с докладом «О запуске синхрофазотрона». Председательствует директор Института Д. И. Блохинцев. Владимир Иосифович приводит технические характеристики систем синхрофазотрона, демонстрирует первые «звезды» — следы ядерных взаимодействий, зарегистрированных в первых облученных ядерных фотоэмульсиях. Доклад был встречен аплодисментами. В дискуссии выступили члены Ученого совета Вацлав Вотруба (ЧССР), Вацлав Петржилка (ЧССР), директор ЛЯП Венедикт Петрович Желепов. Дмитрий Иванович отмечает «очень большой, в сущности исторический успех ЛВЭ в запуске синхрофазотрона».

20 ноября на 3-й сессии Ученого совета В. И. Векслер докладывает уже о результатах исследования 300 «звезд» в ядерных фотоэмульсиях, облученных уже с помощью плунжирующей, то есть подвижной мишени. В этом случае в отличие от первого опыта была гарантирована монохроматичность пучка. Владимир Иосифович приводит средние характеристики взаимодействия: число «испарительных», «каскадных» и релятивистских частиц. Леопольд Инфельд (ПНР) говорит, что доклад произвел очень большое впечатление на делегацию Польши. Комментируя доклад В. И. Векслера, Игорь Евгеньевич Тамм (СССР) отмечает важность автоматизации трудоемкой процедуры просмотра и обработки фотоэмульсий, спрашивает, какие пучки ожидаются в ближайшем будущем. Присутствующий на сессии румынский инженер Эли Кац кратко поясняет принципы начатой работы по автоматизации просмотра фотоэмульсии. Вопросы из зала: «Когда будет обнаружен антипротон?»

*По стенограммам 2-й и 3-й сессий Ученого совета ОИЯИ (15 мая и 20 ноября 1957 г.) подготовила М. Г. Шафранова.

А. Н. Несмеянов

ЛАУРЕАТЫ ЛЕНИНСКОЙ ПРЕМИИ ЗА СОЗДАНИЕ СИНХРОФАЗОТРОНА НА 10 БэВ*

Огромным достижением советской науки и техники является крупнейшая в мире установка для изучения элементарных частиц и их взаимодействия — синхрофазотрон на 10 миллиардов электронвольт, в основе действий которого заложен принцип автофазировки, открытый академиком В. И. Векслером.

Синхрофазотрон предназначен для ускорения «элементарных» частиц вещества, для придания им сверхвысоких энергий, что необходимо для дальнейшего изучения атомного ядра. Крупнейшая атомная машина обладает огромными размерами и действует с необычайной точностью. Вес кольцевого электромагнита синхрофазотрона составляет 36 тысяч тонн, а его внешний диаметр — около 70 метров. Давление в вакуумной камере, внутри которой двигаются ускоренные частицы, снижено до одной миллиардной доли атмосферы.

В синхрофазотроне частицы вещества миллионы раз обращаются в растущем со временем магнитном поле, постепенно увеличивая свою энергию. За 3,3 секунды эти частицы делают внутри камеры четыре с половиной миллиона оборотов и проходят при этом миллион километров, приближаясь к скорости света.

За решение этой труднейшей научной и инженерной задачи Ленинская премия присуждена академику В. И. Векслеру и начальнику отдела Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований Л. П. Зиновьеву, заместителю начальника Главного управления по использованию атомной энергии при Совете Министров СССР Д. В. Ефремову, работникам научно-исследовательского института — Е. Г. Комару, Н. А. Моносзону и А. М. Столову, академику А. Л. Минцу, старшим научным сотрудникам Радиотехнического института Академии наук СССР Ф. А. Водопьянову и С. М. Рубчинскому, старшим научным сотрудникам Физического института имени П. Н. Лебедева Академии наук СССР А. А. Коломенскому, В. А. Петухову и М. С. Рабиновичу.

*Правда. 1959. 22 апр. (с сокращениями).

И. Н. Семенюшкин

СИНХРОФАЗОТРОН СЕГОДНЯ

XX век отмечен великими открытиями и свершениями, во многом определившими облик современной цивилизации. Достойное место в этом ряду занимает знаменитый принцип автофазировки В. И. Векслера, открывший дорогу космическим энергиям частиц. Построенный под руководством В. И. Векслера дубненский синхрофазотрон — первая крупномасштабная реализация этого принципа в СССР. Запуск синхрофазотрона состоялся в 1957 г. Весьма показательно, что этот год вошел в историю человечества как год запуска в Советском Союзе первого в мире искусственного спутника Земли. И свершились эти поистине сказочные события спустя немногим более десяти лет после окончания самой кровопролитной и тяжелой для нашего Отечества войны! Такое невозможно было представить иностранным гостям Лаборатории высоких энергий, когда они знакомились с синхрофазотроном. Они удивлялись: «Как, и это все советское оборудование? Спроектировано и изготовлено в СССР?» Ответ на этот вопрос был на марках машин и агрегатов, созданных на заводах Москвы, Ленинграда, Харькова и других городов нашей страны.

Основные проектные параметры синхрофазотрона: максимальная энергия протонов — рекордная в это время — 10 ГэВ, интенсивность 10^9 протонов в импульсе, частота повторения 5 импульсов в минуту. Эксперименты с ускоренным пучком протонов можно было проводить внутри вакуумной камеры ускорителя, а эксперименты со вторичными частицами — в небольшом измерительном павильоне и внутри кольца синхрофазотрона.

С началом физических исследований главной и постоянной задачей персонала, обслуживающего ускорительный комплекс, было не только надежное обеспечение требуемых физиками режимов, но и дальнейшее развитие ускорителя и каналов транспортировки пучков. Последнее стало особенно значимым после запуска в начале 60-х годов протонных синхротронов с большей энергией и интенсивностью пучков в США (BNL) и Швейцарии (ЦЕРН).

Внимание многих физиков привлекала возможность изучения процессов взаимодействия ядер высоких энергий с веществом. Запросы нового научного направления — релятивистской ядерной физики, активно развиваемого А. М. Балдиным, ставшего с 1968 г. директором ЛВЭ, — требовали существенного повышения интенсивности прото-

нов и получения ядерных пучков. Успешное осуществление ускорения дейтронов в синхрофазотроне показало принципиальную возможность превращения его в ускоритель релятивистских ядер. Намеченная в конце 60-х годов стратегия развития синхрофазотрона была нацелена прежде всего на модернизацию инжекционного комплекса: повышение энергии инжектируемых частиц — создание нового линейного ускорителя протонов на энергию 20 МэВ, способного также ускорять и легкие ядра до энергий 5 МэВ/нуклон, совершенствование существующего и создание новых источников высокозарядных ионов: электронно-лучевого и лазерного, а несколько позднее — источника поляризованных дейтронов.

Ожидаемое получение ускоренных высокоинтенсивных пучков протонов и легких ядер можно было реализовать лишь создав эффективный медленный вывод частиц из синхрофазотрона и разветвленную сеть каналов, позволяющих в одном цикле ускорителя проводить одновременно несколько экспериментов, обеспечив при этом безопасную радиационную обстановку. Модернизация системы электропитания синхрофазотрона, создание уникальных выводных магнитов, аппаратуры диагностики и управления пучком и многое другое не имели аналогов в мировой практике. Во многих случаях технические вопросы решались на уровне изобретений. Исключительно трудная задача была успешно решена. Фактически это стало вторым рождением синхрофазотрона. Ученые получили практически бесструктурный во времени выведенный пучок ускоренных частиц с длительностью импульса 0,5 с, энергию которого можно было изменять по требованию экспериментаторов в широких пределах. Был построен современный измерительный корпус 205 с разветвленной сетью каналов транспортировки первичных и вторичных пучков. К уже имевшемуся быстрому выводу частиц длительностью до 1 мс добавился и медленный вывод ускоренных частиц с энергией до 2 ГэВ.

Разработанные в ЛВЭ новые источники высокозарядных ионов и источник поляризованных дейтронов, модернизация инжектора ЛУ-20 и высокочастотной системы ускорения синхрофазотрона позволили получить ускоренные пучки легких ядер, включая ядра серы, рекордных в то время энергий, векторно- и тензорно-поляризованные дейтроны. Была значительно увеличена (до $4 \cdot 10^{12}$ в цикле) интенсивность протонов. Стало возможным одновременно проводить в одном цикле работы ускорителя до 5–6 экспериментов и использовать протонный и ядерный пучки для медико-биологических целей и других задач.

Синхрофазотрон отработал на физические эксперименты более 100 тысяч часов. К настоящему времени надежность всех его систем су-

щественно повышена — время отказов оборудования составляет не более 5 % от запланированного времени работы. Сегодня синхрофазотрон, несмотря на свой почтенный возраст, имеет уникальные пучки, привлекающие в ЛВЭ физиков многих стран.

При проведении модернизации ускорительного комплекса всегда высокий приоритет получало развитие тех систем, которые были необходимы для нуклотрона — сверхпроводящего ускорителя ядер, принявшего от синхрофазотрона эстафету исследований по релятивистской ядерной физике и другим актуальным проблемам физики.

М. Г. Шафранова

КРАТКО О ФИЗИЧЕСКОМ ОБОСНОВАНИИ К ПРОЕКТУ СИНХРОФАЗОТРОНА (ОБЪЕКТА «КМ»)*

Физическая программа исследований на синхрофазотроне была подготовлена к 1952 г. и сформулирована М. А. Марковым, И. В. Чувило, В. И. Гольданским, А. А. Коломенским, А. Н. Горбуновым, А. Е. Чудаковым.

В статье М. А. Маркова «К тематике исследований на установке "КМ"» ставятся задачи исследования характера связи пи-мезонного поля с нуклонами, сечения упругого и неупругого пи-мезон-протонного взаимодействия, множественного образования пи-мезонов. «Не исключено, что множественное рождение пи-мезонов связано с рождением одного короткоживущего мезона большой массы». Высказывается предположение о кратковременном существовании вещества, состоящего из пи-мезонов, о том, что в новой, неизведанной области энергий возможны всякие неожиданности. Как одни из главных задач рассматриваются поиск антинуклонов и новых частиц, исследование их свойств, постановка поисковых экспериментов. Приводятся оценки сечения рождения антипротона. В подготовке материалов приняли участие А. Н. Горбунов и А. Е. Чудаков.

В то время антипротон не был еще открыт. В связи с проблемой его существования М. А. Марков пишет: «Отсутствие антинуклонов привело бы к катастрофическим или, во всяком случае, к далеко идущим следствиям для современной теории. Обнаружение антипротона мало что изменило бы в наших теоретических представлениях»¹.

М. С. Рабиновичем был подготовлен раздел «Основные данные о пучках протонов и нейтронов на установке "КМ"», А. А. Коломенским — «О выводе мезонов из установки "КМ"», А. Н. Горбуновым — «О применении камер Вильсона». В. И. Гольданский пишет о примене-

*По материалам архива ОИЯИ. КМ — кольцевой магнит — кодовое название объекта.

¹Антипротон был впервые обнаружен экспериментально в 1955 г. О. Чемберленом (O. Chamberlain), Э. Серге (E. Segre), К. Вигандом (C. Wiegand) и Т. И. Ипсилантисом (T. Ypsilantis) в Беркли (США) на ускорителе протонов с максимальной энергией 6,3 ГэВ.

нии электроники, схем совпадения, делает оценки фона. В статье И. В. Чувило говорится о возможностях метода толстослойных ядерных фотоэмульсий при постановке опытов, об использовании «сэндвичей», проволочек, вкраплений материалов в эмульсии, о способах идентификации частиц, измерении ионизационных потерь, о применении метода многократного рассеяния, измерении пробега частиц в веществе, об использовании импульсных магнитных полей. Среди задач он особо выделяет исследование рождения пи-мезонов и изучение множественных процессов.

Нельзя забывать, что физическая проблематика исследований на синхрофазотроне формулировалась на заре физики высоких энергий и элементарных частиц, и сейчас, в начале XXI века, мы не можем не отдать должного первооткрывателям этой фундаментальной науки. Подавляющее большинство предложений, сформулированных в проекте, были впоследствии реализованы в экспериментах на синхрофазотроне и других ускорителях.

Определяющим фактором высокого уровня знаний в физике высоких энергий оказался незаменимый опыт исследований космических лучей на Эльбрусе и Памире, которые велись в ФИАНе под руководством В. И. Векслера.

И. В. Чувило

**В. И. ВЕКСЛЕР
И НАЧАЛО ИССЛЕДОВАНИЙ
НА СИНХРОФАЗОТРОНЕ***

Встреча с В. И. Векслером, определившая мою научную судьбу, произошла во время Памирской экспедиции по космическим лучам летом 1948 г. Владимир Иосифович к тому времени практически полностью переключился на работу по ускорителям заряженных частиц, но, будучи одним из научных идеологов тогдашней физики космических лучей, продолжал активно работать и в этом направлении. Появившись в лагере, он все время пропадал в экспедиционных домиках, дотошно вникая в ход работы, с характерной для него непосредственностью обсуждал ход экспериментов и понимание их результатов. Естественно, появлялся он и в домике, где мы с А. Н. Горбуновым занимались изучением ядерно-активной компоненты космического излучения на высоте гор Памира. А вскоре после его отъезда в экспедицию пришла телеграмма, согласно которой А. Н. Горбунову и мне предписывалось вернуться в ФИАН в Москву, где нам сразу было объявлено тогдашним директором Института академиком С. И. Вавиловым, что мы направляемся в распоряжение В. И. Векслера. Началась наша научная жизнь в корпусе Б ФИАН, в котором В. И. Векслер разрабатывал различные аспекты теории ускорителей заряженных частиц и физических экспериментов в пучках от них.

Жизнь в корпусе Б была ключом. В угловых комнатах справа от входа «визжал» маленький бетатрон, на котором А. М. Прохоров изучал свойства излучения ускоряемых в нем электронов. В комнатах прямо и налево располагались «тройка», электронный синхротрон на энергию 30 МэВ и ее экспериментальный зал. Здесь тоже полным ходом шли эксперименты по различным аспектам ядерной физики. На втором этаже готовилась аппаратура для новых экспериментов на здешнем синхротроне и на сооружавшемся в другом месте электронном синхротроне на энергию 250 МэВ. Это была «епархия» П. А. Черенко-

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 187–192.

ва. Работали теоретики М. А. Марков, А. М. Балдин, В. М. Михайлов. Кипела под руководством В. А. Петухова жизнь группы проектирования и сооружения гигантского протонного ускорителя — синхрофазотрона на энергию 10 ГэВ, который был потом запущен в ОИЯИ в Дубне в апреле 1957 г. И казалось, одновременно везде в этих центрах кипения бурной научной жизни был В. И. Векслер.

А жизнь ядерно-физической науки в то время, на грани конца 40-х — начала 50-х годов, была исключительно трудной и ответственной, богатой проблемами и тяжелой в реализации... Все было пионерским. Непривычно для лабораторной науки огромными выглядели ускорители, масштабы которых к тому же непрерывно росли, — электронные синхротроны на 30 МэВ, потом на 250 МэВ... протонные ускорители — фазотрон на 680 МэВ, потом синхрофазотрон на 10 ГэВ. И в чертежах все это выглядело достаточно внушительно, но натура просто потрясала даже внутренне подготовившегося ко всему человека: в зал, где монтировался синхрофазотрон, заезжал паровоз с платформами, загруженными огромными деталями магнита ускорителя, до боли в ушах сигнала о своем присутствии в этом лабораторном помещении. Под стать выглядели и экспериментальные установки для проведения исследований в пучках частиц больших энергий, генерируемых такими гигантскими ускорителями.

Учиться было не у кого. Вспомним и времена, когда это происходило. Страна вставала из пепла после огненным смерчем пронесшейся над нами Великой Отечественной войны, бесконечно трагичной для нас по людским и материальным потерям. Порой не хватало самого необходимого. Но развивались электротехника и электроника, создавались фотоумножители, вырабатывалась рецептура приготовления сцинтилляторов, возникали новые отрасли науки и техники, легшие в основу создания необходимой экспериментальной техники в новых разделах науки.

Где-то высоко на вершине пирамиды ядерно-физической науки был И. В. Курчатов, но такой близкий, потому что он возникал в самый нужный момент для принятия самого важного решения. Его все любили, на него все надеялись. Огромную роль играли наши ближайшие «патроны», и в первую очередь директор ФИАН, академик С. И. Вавилов. Он имел обыкновение даже при встрече на лестнице хотя и в нескольких словах, но весьма по существу обговорить важные вопросы, чтобы затем принять по ним необходимые решения.

Но душой научных коллективов, решавших в ФИАНе проблемы создания ускорительной техники и установок для экспериментов в пучках ускорителей заряженных частиц, был, конечно, В. И. Векслер. Работы велись широким фронтом. Это была фундаментальная наука, но реализовывалась она путем создания крупномасштабных, исключительно прецизионных технических установок. Поэтому в реализации проектов постоянно участвовали научно-технические коллективы под руководством таких корифеев электротехники и электроники, как Д. В. Ефремов, Е. Г. Комар, А. Л. Минц, Н. Н. Пальмов и др. Создание серии таких установок было научным подвигом, а люди, решившиеся на их реализацию, и в первую очередь В. И. Векслер, характеризовались высоким личным мужеством и огромной работоспособностью. Недаром они отмечены высокими наградами Родины.

Работа шла день и ночь. С раннего утра и до позднего вечера В. И. Векслер был в самых горячих точках. Живой и экспансивный, искренний в своих формулировках, иногда и неправильных, но готовый всегда на открытую и откровенную дискуссию до окончательного установления истины, ибо ошибаться было нельзя: слишком дорога была бы цена ошибок. Для проб не было ни времени, ни средств, ни ресурсов. Он буквально горел на работе. Дела были пионерские, и не все было гладко. Достаточно вспомнить случай, когда после одной из профилактик перестал работать синхротрон на 250 МэВ. Чего только ни делалось, какие эксперименты ни ставились. От Владимира Иосифовича и Валеры Писарева остались, как говорится, кожа да кости. Но синхротрон не работал. Оказалось, что сместилась медианная плоскость магнитного поля ускорителя. Какие только меры ни принимались, чтобы ее поправить. Но ускоритель упорно не работал. С отчаяния его решили опять разобрать. Сняли верхнюю половину магнита и сразу нашли причину бед. Оказалось, что по расхлябанности уронили болт между половинами магнита. Снова все собрали и ускоритель прекрасно заработал. Но скольких нервных усилий это потребовало! Это горение сказывалось на здоровье Владимира Иосифовича, и весной 1953 г. он тяжело заболел. Он предложил мне быть его первым заместителем. Так получилось, что много значительных научных и важных научно-организационных вопросов жизни и деятельности этого замечательного сподвижника науки прошли у меня на глазах.

Владимир Иосифович был прирожденным дискуссионщиком, он не мог не обсуждать. Поэтому его научная жизнь прошла открыто. Многие прекрасные идеи сгенерированы в таких долгих, иногда многократно

возникавших дискуссиях. Часто к истине приходили от заблуждений. Но все было искренне до конца. Многие вовлекались в такие дискуссии. Многие обязаны В. И. Векслеру своим научным рождением. Векслер остро и долго переживал, если что-то им выстраданное не реализовывалось. Сейчас мало кто знает, что по первоначальной идее В. И. Векслера самым большим ускорителем в мире конца 40-х — начала 50-х годов должен был быть электронный синхротрон на энергию в несколько ГэВ. Но тогда верх взяла необоснованная и недальновидная, как потом выяснилось, другая точка зрения: надо сооружать такой ускоритель, как протонный. Векслер реализовал это созданием протонного синхрофазотрона на энергию 10 ГэВ. Это был крупнейший по тем временам ускоритель заряженных частиц. Но как только возникла идея построить большой электронный синхротрон в Ереване, Владимир Иосифович был ее горячим сторонником и постоянным участником обсуждений проблем его проектирования и сооружения. Так в конце концов была утолена его научная жажда.

Из того, что написано выше, может сложиться впечатление, что В. И. Векслер был чистым ученым-«ускорительщиком». Открыв принцип автофазировки в процессе ускорения заряженных частиц в резонансных системах и реализовав идею в серии гигантских (по лабораторным масштабам) физических приборов, В. И. Векслер неоспоримо является создателем нового направления в современной физике — физики элементарных частиц, реализуемой в строгих лабораторных условиях. Физика элементарных частиц, родившись в недрах ядерной физики, получила свое развитие в исследованиях космического излучения. Это была природная лаборатория. Чтобы получить результаты в таких условиях, приходилось постоянно исхитряться, ждать милостей от природы. Владимир Иосифович как яркий физик-исследователь родился, конечно же, в экспериментах с космическим излучением. И идея, как избавить экспериментатора в этой области проблемной физики окружающей нас материи от игры милостей природы, постоянно владела им. Так родился принцип автофазировки. Остальное было уже детищем характера Владимира Иосифовича: страстного энтузиаста науки, сумевшего убедить многих в своей научной правоте, правильности намеченной им принципиальной научно-технической линии и практически (по тогдашним понятиям) бесконечной перспективы научных исследований фундаментальных аспектов физики микромира, одного из разгаданных теперь великих таинств природы, существенно определивших современное понимание физической картины мироздания. Уже

только в силу этих обстоятельств его имя навсегда останется в истории науки.

Но, создавая ускорители, В. И. Векслер одновременно активно готовил кадры для подготовки и проведения экспериментов в пучках от ускорителей. Типичной в этом отношении была обстановка при создании синхрофазотрона, протонного ускорителя на энергию 10 ГэВ.

Выпускники физфака МГУ, МИФИ, МЭИ и других вузов 40–50-х годов составили костяк научно-технического коллектива Лаборатории высоких энергий теперешнего Объединенного института ядерных исследований — международного научного центра социалистических стран по ядерной физике. Молодые люди инженерного профиля попадали под руководство таких признанных знатоков своего дела, как Н. И. Павлов, К. В. Чехлов и др. А как предстояло работать молодым людям, призванным в Дубну готовить эксперименты в пучках от синхрофазотрона? Ведь реального опыта работы с частицами с энергиями от ускорителей такого масштаба не было. Я уже говорил, что даже в расчетах и на чертежах предстоящее выглядело внушительно, но когда это приходило в экспериментальные залы, то просто потрясало своими непривычностью, габаритами и весами. И только Владимир Иосифович, казалось, чувствовал себя при этом в своей стихии. Он регулярно бывал в различных группах, готовивших аппаратуру для экспериментов. Подробно обсуждал ход работы, заинтересованно и внимательно поддерживал молодежь в ее трудных поисках методически максимально адекватных поставленным задачам путей решения возникавших проблем. Особенно он радовался «домашним» методическим «изюминкам», позволившим кардинально определить пути решения какой-либо научной проблемы. Например, в изучении упругого рассеяния частиц высоких энергий он горячо поддерживал поиски М. Г. Шафрановой и Э. Н. Цыганова в методике перпендикулярного облучения фотоэмульсионных слоев, Л. Н. Струнова по этой же задаче в методике с камерой Вильсона, В. А. Никитина и В. А. Копылова-Свиридова в методике со сверхтонкими, затем газовыми мишенями. Как известно, последняя методика прошла по всем крупнейшим ускорителям мира: Дубна — Протвино — Батавия (США). Выдающиеся научные результаты этой серии работ были отмечены Государственной премией СССР. Можно привести еще не один такой пример.

Я не был бы до конца откровенным, если бы не сказал, что некоторые вопросы, и, как потом оказывалось, очень важные, В. И. Векслер поначалу воспринимал отрицательно. Известно многим его сначала

скептическое в смысле возможностей ее осуществления отношение к идее жесткой фокусировки. Он сам прекрасно понимал, например, что первый инжектор синхрофазотрона — линейный протонный ускоритель, построенный с сеточной фокусировкой, был весьма несовершенный. С появлением идеи жесткой фокусировки всем стало ясно, что надо создавать новый инжектор, основанный на ее использовании. Но Владимир Иосифович решил сделать инжектором генератор Ван де Граафа на энергию 5 МэВ. И только посетив Бэватрон в Беркли, он стал горячим сторонником новой идеи, немедленно реализовав ее в новом инжекторе для своего ускорителя. Человек быстрой формулировки своих мнений, он заблуждался поначалу и в ряде других вопросов. Но в процессе продолжительных, иногда и трудных дискуссий его взгляды эволюционизировали в сторону восприятия новой идеи, и он часто становился ее самым горячим сторонником. Много трудных минут пережил, например, М. И. Соловьев, на долю которого выпала работа по пропановым пузырьковым камерам. Но зато потом Владимир Иосифович дневал и ночевал около этой работы, горячо ее поддерживая, был соавтором многих результатов, выполненных с помощью этой методики. Все понимали, что людей без слабостей не бывает. Не было исключением из этого правила и Владимир Иосифович, но ему все прощали, потому что каждый знал, что Владимир Иосифович в конце концов поймет, о чем идет речь, и станет горячим сторонником новой идеи. Нужно только терпеливо изо дня в день обращать его в свою веру. Зато сколько творческого удовлетворения доставляла последующая работа с Владимиром Иосифовичем!

Лаборатория высоких энергий с момента создания ОИЯИ была творческой лабораторией ученых стран социализма. Страстный ученый-коммунист, В. И. Векслер горячо поддерживал идею совместной работы ученых разных стран. Со многими из них имел теплые дружеские отношения. Среди них мог бы назвать Петржилку (ЧССР), Цицейку (СРР), Ван Ганчана (КНР), Нгуен Дин Ты (СРВ). Он был одним из крупнейших научных авторитетов мировой физики высоких энергий своего времени. Ни одна крупная конференция по этим проблемам не была мыслима без его участия. Он имел широкие научные контакты, и его глубоко уважали такие ученые, как Р. Вилсон, Э. Макмиллан, Р. Маршал (США), Д. Адамс (Англия) и мн. др.

К сожалению, не очень долгой была жизнь В. И. Векслера. Сгоревший на работе, он скончался, не дожив полгода до своего шестидесятилетия. Но он оставил после себя богатое научное наследие, на базе

которого возникли большие научно-технические направления: современная техника ускорения заряженных частиц и развивающаяся на этой основе фундаментальная физическая наука — физика элементарных частиц и их взаимодействий при высоких энергиях. Это будет навсегда ему нерукотворным памятником.

М. Д. Шафранов

КАК ЭТО БЫЛО

На наших глазах столько великих людей позабыто, что нужно предпринять нечто поистине монументальное, дабы сохраниться в памяти человеческой.

Ривароль

В 1949 г. в СССР в Гидротехнической лаборатории (ГТЛ) был запущен первый и самый крупный синхроциклотрон — ускоритель дейтронов, альфа-частиц и протонов. Принцип его работы был основан на идее автофазировки В. И. Векслера. Открытие группой С. Ф. Пауэла в 1947 г. положительно заряженного пи-мезона в космических лучах, получение заряженных пионов в 1948 г. в лабораторных условиях в Беркли послужили основанием для систематических исследований по физике элементарных частиц. Первые эксперименты на синхроциклотроне под руководством М. Г. Мещерякова, В. П. Джелепова, М. С. Козодаева и Б. М. Понтекорво явились началом новой области исследований в физике высоких энергий и элементарных частиц в СССР на ускорителях тяжелых частиц. Следующим шагом в этом направлении было сооружение синхрофазотрона и эксперименты при энергии ускоренных протонов, не достижимых ни на одном ускорителе мира. Это должно было стать осуществлением мечты В. И. Векслера о создании самого крупного в мире ускорителя.

Поиск антипротона, в существовании которого не было никаких сомнений, конечно, являлся одной из главных задач создаваемого ускорителя. К моменту утверждения проекта синхрофазотрона на существовавших ускорителях мира антипротон не мог быть открыт из-за недостаточной энергии ускоренных протонов.

При подготовке к пуску синхрофазотрона необходимо было разработать программу работ и создать соответствующую экспериментальную базу. Богатый опыт проведения экспериментов по физике космических лучей и руководства Памирской космической станцией, широкий научный кругозор, творческое общение с выдающимися учеными, в первую очередь ФИАНа, позволили Владимиру Иосифовичу Векслеру выделить основные направления программы, методов исследований и создания соответствующих приборов и аппаратуры для физических исследований.

Вначале предполагалось использование традиционных методов: камер Вильсона, метода толстослойных эмульсий и электронных. В ФИАНе подготавливался персонал из инженеров и научных сотрудников, способный выполнить поставленные задачи. В основном выбор пал на молодых выпускников вузов. Костяк специалистов составили выпускники физического факультета МГУ 1951 г., в дальнейшем в основном пополнение шло также из выпускников физфака МГУ 1952–1956 гг. После завершения строительства жилых и лабораторных зданий, официального утверждения организации, занимающейся строительством нового ускорителя и получившей название Техническая дирекция строительства-533 (ТДС-533), уже набранный персонал в 1953 г. был переведен в будущую Дубну.

Конструирование и изготовление камеры Вильсона со всей аппаратурой управления и фотографирования были поручены группе Э. В. Козубского. Группа консультировалась с фиановскими физиками-камерщиками и активно с ними сотрудничала. Для использования камеры в магнитном поле необходимо было оснастить лабораторию электромагнитами. Электромагниты различных назначений и размеров, а также электромагнитные линзы были необходимы и для оснащения будущих каналов частиц. Подготовку задания на эти устройства, курирование заказов на изготовление выполнял Э. В. Козубский. Он же обеспечил выполнение заказов на расчет и изготовление фотообъективов в Ленинграде в Институте точной механики и оптики (ЛИТМО), руководимом М. М. Русиновым — разработчиком знаменитых объективов «Руссар» для авиационной фотосъемки. В дальнейшем все пузырьковые камеры ЛВЭ оснащались объективами «Руссар», изготовленными в ЛИТМО.

Создание камеры Вильсона было завершено под руководством Л. Н. Струнова. Им был предложен и осуществлен специальный режим ее работы, при котором регистрировались только сильноионизирующие частицы. Этим методом был впервые исследован процесс рассеяния пионов на водороде на малые углы. Результаты имели принципиально важное значение для проверки основополагающих принципов теории. В эту «камерную» группу после окончания физфака МГУ пришел М. И. Соловьев, который активно включился в методические исследования и возглавил программу создания серии пропановых пузырьковых камер. Здесь уместно отметить, что приоритет создания первой в практике ОИЯИ пузырьковой камеры принадлежит группе сотрудников ЛЯП ОИЯИ, которая возглавлялась М. П. Баландиным.

К моменту пуска синхрофазотрона в апреле 1957 г. единственно доступными для исследований на внутреннем пучке оказались ядерные

фотоэмульсии, сыгравшие большую роль в первых экспериментах на синхрофазотроне. В то время уже был опыт применения толстослойных фотоэмульсий при исследовании космических лучей на Памирской станции при подъеме стопок фотоэмульсий на самолетах и шарах-пилотах в верхние слои атмосферы. Методом фотоэмульсий проводились исследования и на синхроциклотроне ГТЛ.

Организация фотоэмульсионной группы была поручена Н. М. Вирясову. Из ФИАНа по приглашению Владимира Иосифовича в лабораторию перешли Р. М. Лебедев, М. И. Подгорецкий и К. Д. Толстов. Последние из них возглавили два фотоэмульсионных сектора. Чуть позже в лабораторию перешел И. М. Граменицкий, имевший большой опыт исследований методом толстослойных эмульсий. В дальнейшем Р. М. Лебедев и И. М. Граменицкий создали научные международные коллаборации, в которых велись исследования с помощью жидководородных пузырьковых камер.

В Научно-исследовательском кинофотоинституте (НИКФИ) была создана методика изготовления толстослойных фотоэмульсий и организовано их производство. Методика их обработки создавалась в Институте атомной энергии, ФИАНе и НИКФИ. В ТДС-533 был создан проявочный центр, организаторами которого были Н. А. Лони́на, А. К. Попова, затем С. И. Любимов и Л. А. Бокова.

Для подготовки электронных экспериментов по прямому указанию В. И. Векслера в группе, руководимой М. Н. Медведевым, с 1953 г. началась активная разработка методов получения различных сцинтилляторов. Разработку возглавили Е. Н. Матвеева, Л. Я. Жильцова и О. Г. Рубина. В это время фактически не было промышленного производства сцинтилляторов, лишь в некоторых институтах Москвы, Ленинграда и Харькова в этом направлении проводились лабораторные исследования. В экспериментах на американских ускорителях начали применять сцинтилляционные счетчики на основе неорганических, кристаллических органических сцинтилляторов и сцинтилляторов на основе жидких и твердых растворов.

Опыт исследований, выполненных в ТДС-533, а также мировой научный опыт позволили выбрать наиболее перспективное направление изготовления сцинтилляторов на основе твердого раствора, получаемого путем полимеризации стирола с растворенными в нем сцинтиллирующими соединениями. При создании технологии широко использовались консультации и обмен опытом со специалистами институтов Москвы, Ленинграда, Харькова и Сухуми. На первом этапе разработки технологии даже сцинтиллирующие добавки, например р-терфенил, синтезировались в группе химиков. На основе спектрофо-

тометрических исследований, выполненных Л. Я. Жильцовой, измерения спектров излучения тонких микронных образцов методом, разработанным автором этой статьи, была отработана технология и началось практически массовое производство пластмассовых сцинтилляторов, которые по своим свойствам не уступали, да и теперь не уступают лучшим зарубежным фирменным образцам. Производство сцинтилляторов обеспечило постановку всех электронных и камерных экспериментов ЛВЭ на синхрофазотроне, а в дальнейшем на серпуховском ускорителе и на ряде зарубежных ускорителей. Коллективом химической группы были выполнены многочисленные и разнообразные заказы институтов и организаций стран-участниц ОИЯИ, в частности, большой заказ на оснащение сцинтилляторами Баксанской нейтринной лаборатории.

Истории разработки сцинтилляторов отведено столько места, поскольку без сцинтилляционных счетчиков практически не обходится ни один эксперимент на ускорителях. К этому времени (1953 г.) промышленностью был освоен выпуск фотоэлектронного умножителя ФЭУ-19, а для ликвидации обратных положительных связей между диодами и катодом освоен выпуск умножителя с «перетяжкой» ФЭУ-19м. Фотоумножители можно было заказать, но их характеристики — спектральная чувствительность и коэффициент умножения — имели очень большой разброс. С каждым умножителем было необходимо «знакомиться лично» и отбирать в соответствии с условиями эксперимента. Таким образом, была создана основа для постановки электронных методов исследований — сцинтилляционный счетчик, состоящий из пластмассового сцинтиллятора и фотоумножителя.

Параллельно велись разработка и создание электронной аппаратуры: источников питания, широкополосных усилителей, формирователей импульсов, разветвителей, схем совпадений, электронных счетных устройств и даже высоковольтных источников напряжений. Работы в этом направлении велись под руководством А. С. Гаврилова. Над разработкой и изготовлением электронной аппаратуры, первоначально ламповой, а затем полупроводниковой, полупроводниковой гибридной и микросхемной, трудился сильный коллектив инженеров, техников, монтажников. Различными направлениями руководили, создавая оригинальную аппаратуру, А. Ф. Грачев, С. С. Кириллов, Н. С. Мороз и мн. др.

Прежде чем переходить к истории постановки первых электронных экспериментов на синхрофазотроне, немного и о себе (см. эпиграф). В январе 1943 г., когда мне исполнилось 17 лет, из десятого

класса я был призван в ряды Красной Армии, в марте 1948 г. был демобилизован и в том же году был принят на физфак МГУ.

В 1951 г. мы — несколько студентов третьего курса, в том числе В. П. Саранцев, решили поехать в качестве рабочих-лаборантов в экспедицию на Памир, где исследовались широкие атмосферные ливни. С одной стороны, очень хотелось побывать в горах, на крыше мира, немножко заработать, но самое главное — увидеть, чем занимаются ученые-космики.

Лично меня заинтересовала возможность воочию познакомиться с лучами из мировых глубин. В 1937 г. двенадцатилетним школьником я прочитал в журнале «Техника — молодежи» очень интересную статью о космических лучах, опубликованную в связи с присуждением в 1936 г. физикам К. Д. Андерсону и В. Ф. Гессу Нобелевской премии за открытие и исследования космических лучей. Хотя В. Ф. Гесс открыл неизвестное излучение еще в 1912 г., этому, по-видимому, в то время не придали большого значения. По аналогии с X-лучами Рентгена это излучение Р. Милликен назвал космическими лучами.

В лаборатории космических лучей в ФИАНе мы — студенты знакомимся с аппаратурой, с которой предстояло работать в высокогорье, готовились досрочно сдать сессию: начало работы — июнь. Вот мы уже на Памире. Место, где располагалась экспедиция, оказалось очень живописным. Здесь в «поселке» Чечекты находилась Памирская биологическая станция, и в 1944 г. В. И. Векслером была организована постоянно действующая экспедиция ФИАНа. За станцией была видна вечно снежная вершина горы Зор, недалеко от нее — вторая, менее высокая, — Мухор, а напротив станции за дорогой, соединяющей Ош с Хорогом, — небольшая гора, названная биологами пиком Комарова в честь президента АН СССР академика ботаника В. Л. Комарова. С гор из-под ледников текла быстрая речушка Чечектинка. На вершине Зора физики устанавливали для исследований фотоэмульсии, которые с большими предосторожностями в сухом льду привозили из Ленинграда.

Одной из установок экспедиции была камера Вильсона в магнитном поле. В. Ф. Вишневский, который впоследствии работал в ЛВЭ ОИЯИ, проводил исследования космических лучей на аппаратуре, погружаемой в глубины озера, находившегося на расстоянии нескольких десятков километров от станции.

В декабре 1953 г. после окончания физфака МГУ мы вместе с женой М. Г. Шафрановой были распределены в один из подмосковных «ящиков». Нам предстояла работа совсем не по специальности, мне пришлось бы заниматься полупроводниковой техникой, с которой я был практически мало знаком и которая только начинала разрабаты-

ваться и внедряться. «Не корысти ради, а токмо волею пославшей мя жены», я обратился к Владимиру Иосифовичу с просьбой о распределении нас в ТДС-533. Все переговоры в основном велись по телефону с референтом Владимира Иосифовича. Раза два или три я разговаривал с ним самим, когда Владимир Иосифович находился в ФИАНе. Несмотря на большую занятость, он принял горячее участие в наших судьбах. Так в марте 1954 г. я стал инженером ТДС-533.

В начале 1954 г. в поселок окончательно переехал Иван Васильевич Чувило, участник Великой Отечественной войны, потерявший на ней под Сталинградом кисть правой руки. В свое время И. В. Чувило прошел суровую школу Памирских экспедиций, был добровольным участником невероятно трудных зимовок на высоте 3860 м над уровнем моря. Зная по опыту его бесспорные деловые, человеческие качества и преданность науке, Владимир Иосифович назначил Ивана Васильевича своим единственным заместителем по науке и начальником научного отдела. Впоследствии он разделил с В. И. Векслером всю меру ответственности за подготовку и осуществление научной программы экспериментальных исследований на синхрофазотроне. Иван Васильевич занимался подбором кадров и подготовкой экспериментов, созданием дозиметрической службы лаборатории и многими другими проблемами. Вчерашние студенты с энтузиазмом предлагали множество проектов, которые не всегда встречали поддержку В. И. Векслера, целиком поглощенного проблемами запуска синхрофазотрона. И тогда они шли к Ивану Васильевичу, который вникал в суть дела, давал «добро» или критиковал. В ряде случаев он служил буфером между нетерпеливыми физиками и эмоциональным В. И. Векслером. Многим сотрудникам ЛВЭ Иван Васильевич близок и дорог как сподвижник В. И. Векслера в трудный период становления Лаборатории высоких энергий.

Всех физиков-экспериментаторов фактически объединили в научный отдел, который Иван Васильевич взял под свое крыло. Началась более целенаправленная работа. Впоследствии, с увеличением числа сотрудников научного отдела и расширением тематики исследований из научного отдела были созданы три научно-экспериментальных отдела: электронный (руководитель И. А. Савин), камерный (руководитель М. И. Соловьев), и отдел водородных камер (руководитель Н. М. Вирясов). В них сгруппировались физики по интересам и технический персонал, обслуживающий установки.

Под неусыпным оком И. В. Чувило развивались электронные методы регистрации частиц. При активном содействии со стороны Ивана Васильевича и при его участии было создано целое семейство пропановых пузырьковых камер: жидководородных и ксеноновой. Этим

устройствам была уготована длительная и плодотворная жизнь в науке как в программе исследований на синхрофазотроне, так и позднее в экспериментах на серпуховском ускорителе. Исключительно велики заслуги И. В. Чувило в постановке первых в ОИЯИ экспериментов на линии связи с ЭВМ в реальном масштабе времени, которые были осуществлены в проектах Э. Н. Цыганова, Л. Н. Струнова, В. А. Свиридова и В. А. Никитина.

В целом Иван Васильевич сыграл основную организаторскую роль в создании методов исследований в Лаборатории высоких энергий, которые обеспечили успех всей ее дальнейшей деятельности. Много сил отдал И. В. Чувило организации работ на синхрофазотроне, созданию каналов пучков и их оснащению оборудованием. Он добивался размещения заказов на оборонных предприятиях, лично ездил в Ленинград на завод, изготавливавший корабельные пушки, чтобы заказать на нем коллиматоры для системы каналов пучков синхрофазотрона. Этому, естественно, предшествовала длительная и мучительная процедура согласования в министерствах.

Благодаря своему конструктивному подходу к решению организационных задач, Иван Васильевич скромно и, казалось, незаметно проводил в жизнь многие эксперименты. Трудно переоценить его роль в подготовке программы исследований ЛВЭ на серпуховском ускорителе и в сотрудничестве с ЦЕРН. Культуру обработки камерных снимков привнесли в Лабораторию и в ОИЯИ в целом научные контакты с физиками и инженерами этого научного центра. Эти контакты в значительной мере способствовали внедрению в практику электронных экспериментов режима on-line. Я уверен, что всех знавших Ивана Васильевича не покидает ощущение, что все мы остались в долгу перед этим незаурядным, достойным и мужественным человеком.

В 1956 г. для постановки экспериментов электронными методами формируется коллектив, который возглавил А. Л. Любимов, один из соратников В. И. Векслера, занимавшийся ранее исследованиями космических лучей на Памирской станции. В его группу вошли М. Ф. Лихачев, Б. А. Кулаков, И. А. Савин, А. Д. Кириллов, Ю. А. Матуленко, В. С. Ставинский, В. Ф. Грушин, А. С. Вовенко и др. Основным направлением ее деятельности была разработка электронных методов регистрации и идентификации частиц для предстоящих экспериментов на синхрофазотроне. Здесь создавались сцинтилляционные и черенковские счетчики, которые отлаживались вместе с электронной аппаратурой на пучках синхроциклотрона ЛЯП. Здесь же разрабатывались и исследовались газовые пороговые черенковские счетчики, поскольку в основном такие счетчики могли быть использованы в будущих экспе-

риментах на синхрофазотроне. Большое внимание было уделено простоте конструкции и технологичности при изготовлении и надежности при их эксплуатации.

К 1958 г., вскоре после запуска синхрофазотрона, мной и И. С. Саитовым были сформированы каналы пучков отрицательных пионов с энергией до 8 ГэВ для облучения пропановой и ксеноновой пузырьковых камер. Это были пучки частиц максимально возможных энергий. Для наладки использовались сцинтилляционные счетчики и регистрирующая ламповая аппаратура, созданная в ЛВЭ. В. И. Векслер и И. В. Чувило очень высоко оценили эту работу как первый электронный эксперимент на нашем ускорителе. По результатам работы мной был сделан доклад на Ученом совете ОИЯИ, который впоследствии был представлен на Женевскую конференцию по ускорителям и опубликован в ее материалах.

На синхрофазотроне шли наладочные работы на пучке пионов для экспериментов на ксеноновой пузырьковой камере. С руководителем этих работ Г. М. Сташковым я согласовал вопросы использования канала и пучка не только для ксеноновой камеры, но и для других экспериментов. В результате я мог предложить И. А. Савину поставить эксперимент по измерению полного сечения взаимодействия отрицательных пионов на протонах. Была сформирована неформальная группа, и эксперимент начался. Измерения проводились разностным методом на полиэтиленовой и углеродной мишенях. В то время широкое промышленное производство полиэтилена еще не было налажено. Мне и М. Н. Медведеву пришлось заниматься размещением заказов на изготовление блоков полиэтилена с высокой степенью чистоты на Охтинском химкомбинате в Ленинграде.

Заказ на изготовление блоков чистейшего углерода был размещен И. В. Чувило в Москве на электродном заводе, производившем графит для ядерных реакторов. Согласование техусловий было поручено М. Ф. Лихачеву и мне, по нашим условиям были изготовлены блоки углерода с плотностью, эквивалентной его плотности в полиэтилене. Использование такого углерода сводило к минимуму геометрические поправки при обработке полученных данных.

Поначалу подготовка и выполнение измерений полных сечений проводились под предлогом отладки аппаратуры без согласования не только с В. И. Векслером, но даже и с начальником отдела И. В. Чувило. В какой-то момент после окончания рабочего дня Иван Васильевич пришел в измерительный павильон ознакомиться с ходом работ на ксеноновой камере, которые он курировал, и увидел, что мы делаем. Нам пришлось «расколоться». С подпольным экспериментом был ознаком-

лен В. И., и с этого времени он приобрел официальный статус. Более того, В. И. предложил форсировать эксперимент, чтобы результаты могли быть доложены на ближайшей Рочестерской конференции. Доклад был представлен. Впоследствии эксперименты по измерению полных сечений в широком диапазоне энергий пионов были продолжены, но уже без моего участия. В результате исследований было установлено, что полные сечения отрицательных пионов на водороде убывают с ростом энергии, хотя по общепринятым в то время представлениям они должны были оставаться постоянными. Обнаруженный эффект оказался очень важным для теории.

Исследования группы А. Л. Любимова методом черенковских счетчиков завершились экспериментом по упругому рассеянию положительных пионов на протонах на углы около 180° . Из пучка частиц, выводимого внутрь ускорителя, из всего спектра положительных частиц необходимо было выделять пионы, и использование черенковских счетчиков помогло решить эту непростую задачу. После первых результатов и совершенствования черенковских счетчиков аппаратура пополнилась искровыми камерами с оптическим методом регистрации, эксперименты были продолжены. Измерение сечений упругого пион-нуклонного рассеяния назад на новой аппаратуре, впервые выполненное в группе физиков, руководимой А. Л. Любимовым, стало важным направлением исследований на многих крупнейших ускорителях мира.

В. И. Векслер поддерживал в первую очередь оригинальные эксперименты, которые имели «изюминку» или их нельзя было поставить на других ускорителях. К ним с полной определенностью относятся исследования полных сечений нейтрон-протонных взаимодействий, выполненные под руководством М. Н. Хачатуряна с помощью методики черенковских счетчиков полного поглощения. Их радиаторы были изготовлены из стекла с большим содержанием свинца.

В. И. Векслером были поддержаны исследования поляризации в протон-протонных взаимодействиях. Работа выполнялась в основном физиками «сторонней» организации — ИТЭФ под руководством «отца русской поляризации» И. И. Левинтова. По просьбе И. В. Чувило я принял участие в этом эксперименте. После создания поляриметра нам пришлось решать очень сложную проблему: установить механику поляриметра таким образом, чтобы он независимо от перемещения всегда был нацелен на мишень, скрытую внутри камеры прямолинейного промежутка синхрофазотрона. Контроль за пучком частиц, наводимых на мишень, осуществлялся ионизационной камерой, установленной на

мишени. Эксперимент был успешно завершён и доложен на Сиенской международной конференции в 1963 г.

Про многие научные результаты того времени можно уверенно сказать: они были первыми.

С открытием антипротона¹ группой Э. Сегре и О. Чемберлена в 1955 г. исследования с антипротонами В. И. Векслер поставил как одну из первоочередных задач. Работой по созданию аппаратуры и подготовкой экспериментов стал руководить кандидат физ.-мат. наук В. В. Миллер — участник Великой Отечественной войны, потерявший на фронте ступни обеих ног. К сожалению, отсутствие соответствующей аппаратуры: черенковских счетчиков и времяпролетной техники — не позволило решить всех запланированных задач. Тем не менее на Рочестерскую конференцию 1959 г. в Киеве доклад был представлен. Основной докладчик по антинуклаонам Э. Сегре упомянул об этой работе в своем докладе.

Позже Владимир Иосифович организовал два направления создания каналов сепарированных частиц: первое с электростатической сепарацией и второе — с радиочастотной. Первое возглавил В. В. Миллер. Основным его помощником стал А. Д. Кириллов, на плечи которого впоследствии легла забота создания и наладки практически всех каналов частиц, включая разветвленную сеть каналов для многих экспериментов. В сепарированном пучке положительных пи-мезонов была облучена 40 см водородная камера. Имя В. В. Миллера, хорошего лыжника и страстного автолюбителя, осталось в памяти многих в названии двойного поворота на шоссе около Темпов как «интеграл Миллера».

Работу по антипротонному каналу с радиочастотной сепарацией возглавил И. Н. Семенюшкин. Радиочастотный сепаратор был спроектирован и изготовлен в Ленинграде на заводе им. Коминтерна и в НИИЭФА. В лаборатории под руководством К. И. Чехлова была создана система разбиения ускоренного пучка протонов на несколько ступков-банчей. Сложная аппаратура для захвата пучка в систему банчировки была настроена под руководством В. Л. Степанюка, радиочастотная аппаратура — В. А. Поповым и В. Н. Зубаревым.

Электронная аппаратура, в том числе времяпролетная техника, была создана в группе С. В. Мухина инженерами С. В. Рихвицким и Миланом Высочанским. Высочанский, сотрудник Братиславского политехнического института, специалист высочайшего класса, был ду-

¹Нобелевская премия по физике 1959 г.

шой группы. Он оставил о себе в лаборатории самые светлые воспоминания.

Моя практическая деятельность с самого начала была связана с «электронными» экспериментами и с методикой пузырьковых камер. В этой связи мне пришлось несколько раз общаться с Владимиром Иосифовичем. Сегодня трудно восстановить детали разговоров. В памяти остались только эпизоды, характеризующие некоторые черты сложного характера В. И. Векслера.

Мною был предложен эксперимент на внутреннем пучке синхрофазотрона по измерению полных сечений протон-протонных взаимодействий. Эксперимент был принят, начался этап создания экспериментальной установки. Предполагалось применить разностный метод с использованием мишеней из полиэтилена и углерода. Одним из элементов оборудования был механизм установки рассеивателей (МУР). Я предложил кинематическую схему установки разных мишеней в одном и том же положении, подобную схеме фиксации букв в пишущей машинке. Конструктором механизма и куратором его изготовления в мастерских лаборатории был И. И. Карпов. Многие детали механизма уже были готовы, когда работа приостановилась. В. И. Векслер пришел в мастерскую, чтобы ускорить изготовление отдельных деталей для ускорителя. Начальник мастерских начал жаловаться на физиков, которые загружают мастерскую ненужными работами. В качестве примера он привел механизм МУР. В. И. с присущим ему юмором спросил: «Что это за Московский уголовный розыск? Кому он нужен?» и принял решение приостановить его изготовление. Через несколько дней он вызвал меня к себе, поинтересовался ходом работ и с извинением сказал, что он просил только временно приостановить работу, что им уже дано указание ее продолжить. Впоследствии этот механизм нами был использован в поляризационных экспериментах.

Помню и такой эпизод. Из-за ряда просчетов при конструировании пропановой пузырьковой камеры физикам пришлось отказаться от механизма расширения из восьми сильфонов и даже перенести его в другое место корпуса. Эти переделки вызвали задержку с получением рабочих фотографий на пучке отрицательных пионов синхрофазотрона. Однажды Владимир Иосифович взял нас с М. И. Соловьевым в Москву на своей машине. Мы с ним ехали в Клин с заказом на изготовление черного стекла для пропановой камеры. Во время поездки, после некоторого молчания Владимир Иосифович обратился к Соловьеву и сказал, чтобы он не огорчался по поводу разноса, который был ему устроен на партбюро лаборатории за эту задержку. Повернувшись к нам, он сказал примерно следующее: «Вы, Михаил Иосифович,

поймите, что критиковать за просчеты сотрудника, который ничего не делает, совсем не интересно». Затем заметил, что Комитетом по чистой и прикладной физике принято решение провести одну из очередных Рочестерских конференций в СССР, поэтому очень важно получить возможно больше новых физических результатов. Продолжая разговор, добавил, что пересмотрел свое скептическое отношение к пузырьковым камерам. Более того, в лаборатории создается отдел специально для изготовления водородных пузырьковых камер.

Продолжая разговор, он сказал, что от молодых начинающих исследователей предложения поступают как из рога изобилия, что поддерживает хорошие идеи, но особенно тех экспериментаторов, которые эту идею способны воплотить в жизнь. Он закончил в полушутливой форме, сравнив себя с хозяином, отбирающим лишь нескольких породистых щенков из целого выводка. Хозяин оказывает помощь и поддержку тем щенкам, брошенным в воду, которые борются и сами плывут к берегу.

Возвращаясь мысленно к тому времени, отчетливо сознаешь, что В. И. Векслер оказывал молодым сотрудникам большое внимание. Владимир Иосифович подбадривал молодых физиков, когда они выступали на семинарах. Понятно, что это была забота о развитии лаборатории и науки, о ее будущем. Вспоминаю выступления Е. Н. Кладницкой об исследованиях нейтральных K -мезонов и гиперонов в космических лучах, Б. А. Шахбазяна — о планах работы и поддержку его В. И. Векслером, молодого талантливый П. А. Авакова — об экситонной теории.

Всегда приветливый, благожелательный, подчас бесконечно терпеливый, Владимир Иосифович производил впечатление человека полного сил и несокрушимого здоровья. Его появление в среде сотрудников лаборатории давало заряд бодрости и полной уверенности в успехе дела. Таким он остался в нашей памяти.

В. А. Никитин

ПЕРВЫЕ ОБОРОТЫ ПУЧКА УСКОРИТЕЛЯ*

Один случай может определить всю жизнь.

В. И. Вернадский

Наиболее успешные исследования, в которых мне довелось участвовать, были выполнены на первых оборотах пучка ускорителя, когда его создатели еще едва осознавали, что машина обретает жизнь, еще кружилась голова от успеха и шампанского, а корреспонденты еще не успели взять интервью об установлении рекорда в ускорении частиц. Так было в 1957–1959 гг. на дубненском синхрофазотроне при энергии протонов 10 ГэВ, потом в 1968 г. в Серпухове (энергия 70 ГэВ) и в 1972 г. в Батавии в США (энергия 200 ГэВ). Оперативность получения данных определялась методикой эксперимента — использованием тонкой внутренней мишени. Я расскажу о первых шагах на пути, который привел к широкому распространению метода.

Зимой 1956 г., будучи студентом пятого курса физического факультета МГУ, я сдавал экзамен по нейтронной физике Константином Дмитриевичем Толстову. Он поставил мне отличную оценку и пригласил приехать на практику в Дубну. Я, не задумываясь, согласился и в апреле оказался в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ. Неизгладимое впечатление произвела на меня первая встреча с ускорителем, когда нам, студентам, показывали лабораторию. Мы вошли в огромный круглый зал через железнодорожные ворота. Как раз в это время паровоз проталкивал туда платформу с блоками магнита. Они были подхвачены краном и перенесены на бетонное основание. Монтаж магнита близился к завершению. Разорванное кольцо воспринималось как хребет фантастического дракона. Взгляд не мог охватить его целиком. Изгибаясь, оно терялось в полумраке огромного цирка. В голубом тумане сыпались искры электросварок. На первом плане среди хаоса труб и кабелей угадывалась камера ускорителя. Здесь будет циркулировать пучок протонов с космической энергией! Я заглянул внутрь черной полости, и сомнение мурашками пробежало по моей спине: неужели существуют воля и технология, способные с ювелирной точностью привести тысячи тонн

*Объединенному институту ядерных исследований — 40 лет. Хроника. Воспоминания. Размышления. Дубна, 1996. С. 139–147.

разнородного оборудования к гармоническому целому, к воплощению идеи?! Вот они, последние ступени на тысячелетнем пути к Тайне Бытия!

Романтичность восприятия, конечно, была подготовлена блестящими лекциями и семинарами на физфаке. Мы учились у выдающихся педагогов и ученых: Л. Д. Ландау, А. А. Власова, М. А. Маркова, Д. Д. Иваненко. Последний будоражил воображение открытием в космических лучах странной материи и созданием систематики элементарных частиц. Он полагал, что на наших глазах в структуре материи проявляются важнейшие недостающие звенья, и за этим в ближайшее время последует теоретическое обобщение, не менее значимое, чем открытие атомного ядра и квантовой механики в начале века. Впечатляющий прогресс в создании ускорителей в США и СССР дает базу для этого прорыва.

Ощущение уникальности происходящих событий, их исторической значимости наполняло жизнь особым ароматом. Физика и физики были в моде и в фокусе общественного внимания.

Сектор К. Д. Толстова, где я работал, использовал для регистрации частиц методику ядерных эмульсий. Основную часть времени экспериментатора поглощали «мелочи жизни»: освоение техники работы с микроскопом, исследование образцов эмульсий и др. Вскоре добавились задачи, требующие инженерных знаний и понимания динамики пучка ускорителя. Передо мной и Виктором Алексеевичем Свиридовым была поставлена задача облучения эмульсии на внутреннем пучке ускорителя. Вывод пучка представлялся сложной и отдаленной проблемой. Поэтому нужно было ловить протоны на орбите, в вакуумной камере ускорителя. Мы проработали три варианта облучения. В первом варианте пучок сначала попадает на вспомогательную мишень, которая забрасывает его на эмульсионную камеру. Процесс должен быть рассчитан так, чтобы эмульсия облучалась равномерно и с заданной интенсивностью. Во втором варианте пучок с большой интенсивностью облучает только тяжелую вольфрамовую мишень. На рядом расположенную эмульсионную камеру попадают только вторичные частицы. Первичный пучок не должен ее засвечивать. Таким способом предполагалось искать странные частицы и другие экзотические события. Третий способ был весьма изощренным: пучок забрасывается на водородную мишень, стационарно помещенную в нерабочей зоне камеры ускорителя. Вторичные частицы от водородной мишени регистрируются эмульсионной камерой.

Все три варианта были реализованы! Для первых двух был изготовлен герметический цилиндрический сосуд, в котором помещалось около литра эмульсии. Этот сосуд назывался жбаном. Его укрепляли на

штоке пневматической мишени. В конце цикла ускорения пневматическое устройство «выстреливало» жбан на заданный радиус в вакуумной камере ускорителя. Вариацией частоты ускоряющего поля пучок наводился на предварительную мишень — флажок. Толщина флажка рассчитывалась так, чтобы в результате ионизационных потерь равновесная орбита частиц сдвигалась в область эмульсионной стопки. На последующих оборотах пучок облучал эмульсию.

Эта программа начала выполняться сразу после запуска ускорителя в марте 1957 г. Первые же результаты доставили нам эстетическое удовлетворение. Оказалось, что вся эта механика довольно точно работает в соответствии с расчетом. В проведении облучений активно участвовали В. Б. Любимов и М. Г. Шафранова. Большое внимание уделял нам первый вице-директор института польский ученый, профессор Мариан Янович Даныш. Он был большим знатоком метода ядерных эмульсий, поэтому совещания с ним оказывались продуктивными. Часто он приглашал нас вечером к себе домой. Мы устраивались за круглым столом. Хозяин раскуривал трубку. Никто из нас не курил, поэтому жена М. Я. Даныша ставила перед нами чашу с шоколадными драже. Мне это казалось шикарным и радушным жестом. Впрочем, про лакомство вскоре забывали, так как хозяин настраивал всех на плотную работу.

Последний вариант с водородной мишенью потребовал довольно длительной обработки. Сложными оказались расчеты движения пучка в рассеянном поле ускорителя. На моем столе часами скрежетал электромеханический арифмометр «Рейнметалл» — чудо вычислительной техники пятидесятых годов: одна операция с плавающей запятой в секунду, не считая времени набора данных на клавиатуре. В случае ошибки оператора машину заклинивало. Приходилось залезать внутрь или вызывать мастера. Сейчас об этом страшно вспомнить. Где-то я прочитал, что если бы Энрико Ферми в 1940 г. подарили современный калькулятор, то реактор и ядерный взрыв были бы осуществлены значительно раньше. С этим я согласен — знаю по собственному опыту.

Директор лаборатории Владимир Иосифович Векслер часто заходил к нам. Смотрел на графики траекторий частиц и скептически улыбался. Ускоритель не был рассчитан на такие фокусы с пучком. Технически приемлемого решения не просматривалось. Нужно было делать специальный шлюз для водородной мишени на линейном участке ускорителя. А это означало длительный перерыв в работе машины. К. Д. Толстов ходил к В. И. Векслеру с таким предложением, но получил отказ. Наконец, мы нашли компромиссное решение. Пришлось применять две пневматические мишени одновременно. Одна несла флажок, забрасывающий пучок глубоко в нерабочую зону камеры уско-

рителя, а другая, называемая перехватчиком, защищала водородную мишень от частиц, выбывших из ускорения и создающих фон.

Интересно вспомнить и криогенную часть этого проекта. Удивительно, но факт: никто не требовал от нас соблюдения правил техники безопасности. Мы заносили 20-литровый сосуд Дьюара с жидким водородом на линейный участок ускорителя, соединяли коммуникации с мишенью и начинали заливку водорода в сосуд, расположенный в камере ускорителя. Испаряющийся водород с угрожающим шипением выходил прямо в зал синхрофазотрона. Специальную вентиляцию было нелегко сделать, да и не было у нас на это ни времени, ни желания. Остается только удивляться, почему мы ни разу не взорвались и не погорели. Сейчас такая «работа» представляется немыслимой дерзостью. Но все хорошо, что хорошо кончается!

Конечно, технику безопасности необходимо соблюдать. И все-таки как приятно вспомнить времена, когда бумажная бюрократическая работа не перегружала физиков! Не было комиссий по технике безопасности, темпланов, письменных проектов экспериментов и их многоступенчатых утверждений. Доверяли конкретному исполнителю. По современной политической терминологии, это было время сильной директорской власти. Что делать и чего не делать — В. И. Векслер решал быстро и однозначно. Иногда с его резким суждением не соглашались на том основании, что для принятия решения или выполнения конкретной работы у исполнителя не хватало времени или ресурсов. Коронный ответ Векслера был лаконичен:

— Считайте, что Вы выпали из тележки. Все!

Помню заседание НТС, которое, как всегда, начал Владимир Иосифович. Но в самом начале его вызвали на ускоритель. Обсуждение продолжили под председательством В. Г. Гришина. Оно было долгим и неясным. Наконец, возвратился В. И. Векслер. Гришин коротко сообщил ему проект решения. В. И. отреагировал мгновенно и резко:

— Чепуха! Поступим по-другому...

Гришин возразил:

— Владимир Иосифович, но Вы же не участвовали в обсуждении и не знаете наших аргументов.

— Да, но я приехал не из Нигерии и не первый раз сажусь в это кресло.

На этом НТС закончился.

Говорят, что были ошибки и были жертвы этих ошибок. Моя память этого не сохранила... Однако я увлекся эмоциями. Кстати, еще одна коронная фраза В. И.:

— Это все Ваши эмоции. Переходите к делу!

Следуя этому завещанию, возвращаюсь к моей теме.

Одна из решаемых физических задач состояла в исследовании упругого рассеяния протонов на протонах. Теоретически этот процесс происходит по крайней мере по двум причинам. Между протонами действуют электромагнитные, ядерные и другие силы, которые приводят к рассеянию пучка на протонах, содержащихся в мишени. Это называется потенциальным (силовым) рассеянием. Второй механизм — дифракция. Она происходит из-за того, что часть падающей волны поглощается. (В квантовой механике движущаяся частица описывается волной.) Образуется тень. А по правилам оптики волна огибает препятствие, отклоняясь в область тени, т. е. дифрагирует. Измеряя на опыте угловое распределение рассеяния, можно «сфотографировать» частицу: определить ее размер, прозрачность, коэффициент преломления. На более точном и формальном языке задача эксперимента формулируется так: измерить дифференциальное сечение упругого pp -рассеяния, восстановить действительную и мнимую части амплитуды рассеяния, т. е. найти амплитуду и фазу рассеянной волны.

Оптическая аналогия и рассуждение о тени справедливы, если длина зондирующей волны (пучка) меньше характерного размера области взаимодействия частиц. Согласно квантовой механике длина волны уменьшается с ростом энергии частиц. В области выше 1 ГэВ задача о «фотографировании» частиц становится правомерной.

Экспериментальные данные служат основанием для развития теории. Очень важно проверить основные аксиомы квантовой теории поля. Из них вытекает определенная связь между действительной и мнимой частями амплитуды рассеяния — дисперсионное соотношение. В 50-х годах это направление успешно развивали Н. Н. Боголюбов, И. Я. Померанчук и их ученики.

Директор института Дмитрий Иванович Блохинцев проявлял интерес к нашим работам и оказывал нам моральную поддержку. Обсуждая с нами аксиоматику квантовой теории поля, он обращал внимание на возможность нарушения принципа причинности при высоких энергиях. На малых расстояниях пространство-время может быть квантованным, т. е. иметь ячеистую структуру и свойства, отличные от тех, что известны в макромире. Можно даже ожидать нарушения законов сохранения энергии-импульса! Поэтому Д. И. Блохинцев обращал внимание на важность прецизионной проверки кинематики ядерных процессов.

Итак, речь идет об исследовании дифракции протонов. Как и в оптике, дифракция характеризуется малыми углами рассеяния. При энергии 10 ГэВ дифракционный конус лежит в области меньше $1,5^\circ$, причем особый интерес представляют углы меньше $0,5^\circ$, где смешива-

ются и интерферируют волны от электромагнитного и ядерного взаимодействий, что позволяет с большой точностью определить фазу рассеянной волны. Поиск событий рассеяния на малые углы и их измерение достаточно успешно проводятся в ядерной эмульсии. Но этот классический метод весьма трудоемкий: один опытный просмотрщик за день работы с микроскопом находит несколько десятков событий упругого *pp*-рассеяния. Было выдвинуто несколько остроумных предложений по усовершенствованию техники эксперимента с эмульсией: быстрый просмотр по следу (М. И. Подгорецкий), обогащение эмульсии водородом (М. Г. Шафранова), облучение эмульсии в жидком водороде (К. Д. Толстов), перпендикулярное облучение эмульсии (Э. Н. Цыганов). Но радикального решения проблемы увеличения статистики это не дало. В лучшем случае удавалось набрать и обработать около тысячи событий упругого рассеяния за разумный срок порядка года.

Наш опыт манипуляции пучком и облучения внутренней мишени подсказал новый подход к решению задачи. В классической постановке опыта эмульсия совмещает функции мишени и регистратора. Она не допускает облучения большим потоком первичного пучка — темнеет, и найти в ней нужное событие становится невозможно. Следовательно, нужно разделить функции мишени и регистратора: в ускоритель поместить водородосодержащую мишень, а эмульсию удалить на безопасное расстояние и регистрировать в ней частицы отдачи от упругого *pp*-рассеяния. Эта идея была осознана достаточно быстро. Но потребовалось значительное время на преодоление психологического барьера. Простой расчет показывал, что для устранения многократного рассеяния частиц отдачи мишень должна быть тонкой, очень тонкой — не более одного микрона полиэтилена. А это значит, что пучок будет с ней редко взаимодействовать, и мы опять остаемся с малой статистикой. Стали размышлять о применении магнитных фокусирующих линз для увеличения телесного угла установки. Но за этим следовали другие трудности. В. А. Свиридов, кажется, первым превозмог сомнения, и мы быстро вышли на финишную прямую. Об этом написал В. И. Векслер в институтской газете «За коммунизм» в 1963 г. Его статья называется «Эксперимент года». Вот выписка из статьи:

Эксперимент проводился следующим образом. В камеру синхрофазотрона помещалась очень тонкая мишень. При этом удалось осуществить такой режим работы ускорителя, при котором один и тот же протон проходил через мишень не один раз, а несколько тысяч раз. Таким образом, эффективность ускоренного пучка в этом случае возросла в тысячи раз. Поэтому от мишени получен достаточно интенсивный пучок протонов отдачи. Группе экспериментаторов, ведущих

исследование под руководством В. А. Свиридова, удалось зарегистрировать 22 тыс. случаев протонов отдачи. Применяя различные статистические методы обработки, удалось доказать, что мы имеем здесь дело с упругим рассеянием и с большой точностью измеряем характеристики этого процесса. Метод открывает возможность исследовать рассеяние на очень малые углы, когда взаимодействие происходит на больших расстояниях между частицами. Бомбардирующая частица (протон) взаимодействует только с верхними слоями протона-мишени, если можно так сказать, с его стратосферой. В этом новизна эксперимента и его результатов. Обнаружены новые свойства процессов упругого рассеяния, которые являются либо проявлением до сих пор неизвестных свойств строения нуклонов, либо проявлением каких-то новых сил взаимодействия между ними.

Этот метод был впервые применен в Дубне и в настоящее время используется в исследованиях в научных центрах стран-участниц Института. У нас есть сведения, что в ЦЕРН будут проводить исследования в области физики частиц этим новым методом. Экспериментаторам не часто удается находить подобные методы, открывающие новые возможности для исследований. Вот почему я считаю возможным назвать этот эксперимент экспериментом года нашей лаборатории и отметить его авторов В. А. Свиридова, В. А. Никитина, Л. Ф. Кириллову, Л. Н. Струнова и М. Г. Шафранову.

Новое свойство нуклонов, упоминаемое В. И. Векслером, на языке оптики можно назвать преломляющей способностью ядерного вещества. Это приводит к значительному сдвигу фазы рассеянной волны, или к действительной части амплитуды рассеяния. То есть нуклон не просто серый шарик, на котором происходит только поглощение и дифракция падающей волны. Механизм взаимодействия при высокой энергии оказался сложнее, чем предполагалось априори. Позже этот результат был интерпретирован теоретически с помощью дисперсионных соотношений и других моделей. Он зарегистрирован в СССР как открытие.

Зарубежные лаборатории интенсивно работали над этой же задачей. Наши результаты были повторены всего через полгода в Брукхейвене (США) и в ЦЕРН.

Метод тонкой внутренней мишени получил признание и широкое распространение после создания в ЛВЭ газовой струйной сверхзвуковой водородной мишени. Эта техника пришла из термоядерных установок. Для ускорителя задачу впервые сформулировал в 1964 г. К. Д. Толстов. Модель мишени была создана в ЛВЭ в 1967 г. (Л. Н. Золин, В. А. Никитин, Ю. К. Пилипенко). В 1968 г. струйная мишень была установлена на серпуховском ускорителе. Другой качественный

скачок произошел в 1965 г. По предложению и при участии Л. И. Лапидуса и Ю. К. Акимова эмульсия как регистратор была заменена на кремниевые полупроводниковые детекторы. Это открыло дорогу для автоматизации метода на базе ЭВМ, что и было достигнуто в серпуховской серии работ.

Я начал эти воспоминания с романтических 50-х годов. В заключение попытаюсь оценить, что из ожиданий тех далеких лет воплотилось в реальность, а что оказалось иллюзией.

В области ускорительной техники действительность превзошла самые смелые предположения. В год запуска синхрофазотрона никто не мог представить себе современных сверхпроводящих коллайдеров с длиной кольца 27 км. Антипротоны тогда с трудом наблюдали единицами. Никто бы не поверил в возможность накопления и ускорения антипротонов. Важно при этом отметить, что идея ускорителя со встречными пучками и многие другие идеи в области ускорителей были выдвинуты советской школой физики.

В области техники эксперимента действительность тоже оказалась богаче фантазии. Мы начинали с того, что записывали в журнал одно событие за другим и потом долго рассматривали каждое из них. Невозможно было представить установки с миллионами каналов регистрации и скоростью передачи и обработки данных в сотни миллионов байт в секунду. Еще 10 лет назад телекс был самым оперативным видом связи, а доступ к нему ограничен. Мировая система электронной связи совершила непредсказуемую революцию и в мышлении, и в технологии исследований.

Технологии, развитые для физики высоких энергий или под ее влиянием, нашли широкое применение в смежных областях науки и практики. Это особенно касается информатики (базы данных), вычислительной техники (многопроцессорные суперЭВМ), медицине (томографы и радиологическая диагностика), производстве сверхпроводящих материалов. Интеллектуальный потенциал фундаментальной науки в полной мере служит образованию.

Д. Д. Иваненко оказался прав, ожидая существенных изменений в представлениях о сущности элементарных частиц. Был открыт более глубокий уровень структуры материи. В 80-х годах была сформулирована стандартная модель частиц, которая базируется на весьма ограниченном числе фундаментальных принципов и параметров. Главный из них — понятие калибровочного поля. Аналог таблицы Менделеева в физике частиц включает 6 кварков, 6 лептонов и несколько калибровочных бозонов — переносчиков взаимодействия. Это на данном этапе исследований элементарные составляющие материи. Огромный

«зоопарк» частиц — их в таблице более 500 — сводится к этим консти- туентам. (Интересно, что еще В. Гейзенберг в своей последней обзор- ной работе, опубликованной в 1977 г., считал кварковую модель неудачной и временной. Великие тоже могут ошибаться!)

Итак, ожидаемая революция действительно произошла. Но, к со- жалению, ее прямые последствия весьма скромны. Открытие механики Ньютоном, электродинамики Фарадеем и Максвеллом, создание тео- рии относительности и квантовой механики последовательно преобра- жало духовное и материальное лицо цивилизации. Ничего подобного не последовало (и не предвидится) за созданием стандартной модели. Наши знания об элементарных частицах остаются в стенах наших лабо- раторий. Может быть, еще не пришло время? Ясно видно, что объекты, энергии и масштабы, которыми оперирует фундаментальная физика, на 3–6 порядков величин лежат впереди (или сбоку?) от области примени- мости практической технологии. Но мы желаем остаться оптимистами и сохранить энтузиазм и преданность профессии. Нам необходимо убе- дить правительство в нашей правоте: мы работаем на эпоху, когда чело- вечество станет космическим фактором. В космосе будут отлавливаться черные и белые дыры. Черные дыры послужат лаборато- рией для исследования квантовой гравитации. Белые дыры дадут изо- билие света и тепла. Топологические неоднородности пространства в виде космических монополей и червей будут работать как реакторы для полного разложения вещества, благодаря чему цивилизация будет опе- рировать источниками энергии, сравнимыми по мощности со звездами.

А. А. Тяпкин

О ПОИСКЕ АНОМАЛЬНОГО РАССЕЯНИЯ МЮОННОГО НЕЙТРИНО

В 1961 г. в связи с высказанной теоретической гипотезой о том, что мюонное нейтрино должно иметь сечение взаимодействия с ядрами во столько же раз большее, во сколько масса мюона превышает массу электрона, Б. М. Понтекорво решил провести проверочный эксперимент в Дубне на синхрофазотроне ЛВЭ. Интенсивности пучка хватало для обнаружения такого аномального большого взаимодействия при условии достаточно массивного детектора и надежной защиты от остальных частиц (прежде всего от мюонов и нейтронов), генерируемых на внутренней мишени ускорителя. Этот многообещающий эксперимент возглавил В. И. Векслер. Он распорядился собрать весь металл от неиспользованных магнитов и построить из него домик для размещения в нем аппаратуры нейтринного детектора, а также выложить бетонную защиту от ускорителя до этого домика. В качестве детектора была выбрана имевшаяся в отделе А. А. Тяпкина годоскопическая система из больших счетчиков Гейгера. Между коврами счетчиков размещались металлические фильтры.

Система годоскопических счетчиков включалась в момент сброса внутреннего пучка на мишень и отдельно для измерения фона — в середине промежутка времени между моментами сброса пучка на мишень. Превышение счета во время облучения мишени ускорителя над измеряемым фоном означало бы, что генерируемые протонным пучком мюонные нейтрино действительно взаимодействуют с ядрами в детекторе с аномально большим сечением. Но это только если обычные частицы от ускорителя не нашли путей для проникновения внутрь защищенного домика. Первая экспозиция показала, что счет детектора в момент сброса пучка на мишень в два раза превышал регистрируемый фон. Этот результат вызвал, естественно, большое волнение в авторском коллективе. Стали вновь смотреть, надежно ли уложена бетонная защита перед металлическим домиком. Убедились, что в бетонной защите не было никаких щелей для прямого проникновения частиц от ускорителя. Тогда во главе с Б. М. Понтекорво стали обсуждать возможные окольные пути проникновения обычных частиц. В результате нашли только один — это отражение частиц от металлических конструкций верхнего перекрытия экспериментального павильона. Положить дополнитель-

ную защиту сверху домика не представлялось возможным из-за мостового крана, который едва проходил над верхними металлическими плитами защитного домика. Тогда решено было перекрыть путь частицам от мишени к верхнему перекрытию павильона, уложив бетонную балку над мишенью непосредственно на квадранты самого ускорителя. Это было сделано по распоряжению В. И. Векслера вопреки возражению главного инженера. После этого включили ускоритель и, к великому разочарованию, убедились в отсутствии эффекта. А Владимир Иосифович так надеялся на открытие! Природа не избрала этот, казалось бы, естественный путь осуществления нетождественности двух нейтрино.

И. М. Граменицкий

РАБОТЫ НА ПУЗЫРЬКОВЫХ ВОДОРОДНЫХ И КСЕНОНОВОЙ КАМЕРАХ

Время многое стирает в памяти, и ее абerrации неизбежны. Дневников я не вел, и даже события собственной жизни иногда оказываются искаженными и сдвинутыми по времени. Но основные вехи остаются, и чаще всего они связаны со встречами с великими людьми, к числу которых я безусловно отношу Владимира Иосифовича Векслера. Мне не охватить всю его богатую научную биографию, и поэтому я ограничусь лишь несколькими эпизодами, в которых мне посчастливилось иметь с ним научные контакты.

Главное дело жизни Владимира Иосифовича — конечно, ускорительная техника. Но он отлично понимал, что ускоритель — это средство для физических исследований и большое внимание уделял развитию экспериментальной методики и получению физических результатов.

В то время к моменту начала работы синхрофазотрона (1957 г.) одним из важных детекторов в космических лучах и на ускорителях являлись ядерные фотоэмульсии. Поэтому Владимир Иосифович организовал два больших фотоэмульсионных сектора под руководством М. И. Подгорецкого и К. Д. Толстова, и первые эксперименты были проведены с помощью фотоэмульсионной методики. Фотоэмульсии облучались на внутреннем пучке синхрофазотрона, и первые результаты о взаимодействии протонов с ядрами фотоэмульсии при энергии 9 ГэВ появились в 1958 г. В этой работе при самой большой для того времени энергии были получены общие характеристики протон-ядерных взаимодействий.

В дальнейшем большой цикл работ был посвящен исследованию взаимодействий протонов с квазисвободными протонами и нейтронами. При изучении этих взаимодействий наблюдалась анизотропия вторичных частиц в протон-протонных столкновениях и асимметрия в протон-нейтронных столкновениях. Именно Владимир Иосифович указал авторам на существенную роль периферических взаимодействий и их связь с пионным обменом. Следует отметить и идею Владимира Иосифовича о возможности определения знака заряда вторичных частиц в магнитном поле синхрофазотрона, которая была реализована в эксперименте.

Практически одновременно с ядерными фотоэмульсиями по инициативе Владимира Иосифовича развивалась техника пузырьковых камер. Речь идет о пропановых, создаваемых коллективом под руководством Ван Ганчана и М. И. Соловьева, ксеноновой — под руководством И. В. Чувило и Г. М. Сташкова и жидководородных камер — под руководством А. Г. Зельдовича, М. Д. Шафранова и Р. М. Лебедева.

Я останавлиюсь лишь на некоторых результатах, полученных на ксеноновой и 40-см жидководородной камерах.

Ксеноновая камера была облучена пучком отрицательных пионов при импульсе 9 ГэВ/с. Основной ее особенностью является малая длина конверсии и, следовательно, высокая эффективность регистрации гамма-квантов, генерирующих электромагнитные ливни. Большая энергия первичных частиц порождала, как правило, при взаимодействии пионов с ядрами ксенона события большой множественности заряженных частиц, сопровождающихся электронно-фотонными ливнями от распада нейтральных вторичных пионов. Владимир Иосифович высказал мысль, что высокая эффективность регистрации гамма-квантов может быть использована, так сказать, наоборот: для регистрации процессов без образования π^0 -мезонов или с малым их количеством. Эта идея была реализована для изучения процесса генерации π^- -мезонов в кулоновском поле ядра ксенона в реакции $\pi^- + \text{Xe} \rightarrow \pi^- + \pi^0 + \text{Xe}$. Это оказалось возможным при выделении событий с малым углом рассеяния π^- -мезона без развала ядра ксенона и при образовании двух гамма-квантов, дающих эффективную массу π^0 -мезона. Отсутствие гамма-квантов позволило исследовать квазиупругие π^-p - и π^-n -взаимодействия и оценить полное упругое сечение последних. Был также исследован процесс перезарядки π^- -мезонов на квазисвободных протонах.

После завершения работ над созданием 40 см жидководородной камеры по предложению Владимира Иосифовича она была облучена сепарированным пучком положительных пионов при импульсе 2,34 ГэВ/с. На полученном материале были широко исследованы характеристики рождения резонансов. К сожалению, обсуждение этих работ с Владимиром Иосифовичем проводились лишь на начальном этапе.

Хочу отметить, что, несмотря на то, что в большинстве, а скорее во всех перечисленных работах, идейный вклад Владимира Иосифовича являлся определяющим, он не считал для себя возможным быть соавтором, не принимая непосредственного участия в процессе эксперимента. Это служило нам, в то время молодым сотрудникам, предметным уроком научной этики, и, надеюсь, этот урок не прошел даром.

П. С. Исаев, М. И. Широков

КОРОТКО О ТЕОРЕТИЧЕСКИХ РАБОТАХ В ГРУППЕ М. А. МАРКОВА

Начиная с 1952 г. в ТДС-533 под руководством М. А. Маркова начала функционировать теоретическая группа. К числу первых работ относились расчеты по протон-протонному и пион-протонному рассеянию. Последние представляли большой интерес в связи с пионерскими экспериментальными работами Э. Ферми. Использовалась теория возмущений (А. С. Мартынов). Одной из главных научных задач создания ускорителя было открытие антипротона, поэтому велись расчеты сечения процесса аннигиляции протона и антипротона (П. С. Исаев, Л. Г. Заставенко).

Работа теоретического сектора, возглавляемого М. А. Марковым, все более сосредотачивалась на тематике, связанной с новыми частицами. П. С. Исаевым была рассчитана модель Λ^0 -частицы как возбужденного состояния нуклона, исследовалась закономерность распадов частиц. К этой работе В. И. Векслер проявлял большой интерес.

В секторе занимались разными аспектами теории новых частиц, в частности, вариантом нелокальной теории для описания гиперонов (Р. А. Асанов, Л. Г. Заставенко), применением четырехфермионных контактных взаимодействий для описания пионов и каонов как связанных состояний барионов и антибарионов (Р. А. Асанов, И. В. Полубаринов, Б. Н. Валуев), теорией фазового анализа с учетом произвольных спинов (М. И. Широков, А. М. Балдин и Л. Г. Заставенко). В. И. Огиевецкий занимался теорией гиперядер. Появились первые работы по нейтринной тематике (И. В. Полубаринов).

Итоги работы сотрудников сектора М. А. Маркова за 1952–1956 гг. составили существенную часть книги М. А. Маркова «Гипероны и K -мезоны», в которой он предложил и обосновал обширную программу возможных экспериментов на синхрофазотроне. Заходя к теоретикам, Владимир Иосифович Векслер часто говорил: «Как хочется спокойно посидеть с карандашом в руке». Векслеру не нравились стандартные эксперименты, он всегда искал «изюминку», «красивую идею».

После создания ОИЯИ сектор М. А. Маркова был переведен в созданную в 1956 г. Лабораторию теоретической физики.

РАБОТЫ М. И. ПОДГОРЕЦКОГО, Г. И. КОПЫЛОВА*

В 1955 г. В. И. Векслер приглашает в Дубну Михаила Исааковича Подгорецкого, а затем Э. О. Оконова и Г. И. Копылова. Тесные контакты В. И. Векслера и М. И. Подгорецкого начались в 1946 г. в руководимой В. И. Векслером лаборатории космических лучей Физического института им. П. Н. Лебедева.

В своих ранних работах М. И. Подгорецкий впервые предложил и обосновал способ селективного поглощения γ -лучей, что положило начало систематическому изучению резонансного поглощения γ -квантов.

Широкое признание получили работы М. И. Подгорецкого по исследованию широких атмосферных ливней, по статистике отсчетов и обработке экспериментальной информации. В организованном им секторе на синхрофазотроне шли первые исследования протон-протонного взаимодействия при рекордных в то время энергиях, совершенствовалась эмульсионная методика. Изотопические соотношения для средних множественностей пионов, механизм захвата K -мезонов и свойства гиперфрагментов, корреляции вторичных частиц при ядерных взаимодействиях и когерентные взаимодействия частиц высоких энергий с ядрами, резонансы в системе мезон-ядро, разработка метода получения и идентификации гиперядер, систематический анализ интерференционных явлений в квантовой физике — это не полный перечень проблем, над которыми работал М. И. Подгорецкий. Им совместно с В. Г. Барышевским было предсказано новое явление — ядерная прецессия спина нейтрона в поляризованной мишени.

Исследование интерференционных осцилляций при распаде нейтральных K -мезонов привело его совместно с Э. О. Оконовым к идее эксперимента по наблюдению интерференции двухпионных распадов короткоживущего и долгоживущего состояний, позволяющего определять модуль и фазу параметра, характеризующего нарушение CP -инвариантности. Впоследствии эти эксперименты были осуществлены в лабораториях разных стран.

В эти же годы в лаборатории начинает работать Герцен Исаевич Копылов. Большая часть его работ была посвящена теоретической разработке и апробации методологических подходов к исследованию взаимодействий элементарных частиц. Он был крупнейшим специалистом в области прикладной релятивистской кинематики. Результаты его ра-

*По материалам, предоставленным В. Л. Любошицем.

бот по косвенным методам идентификации резонансов в условиях неполной кинематической информации использовались многими экспериментаторами. Другое научное направление, начало которого было в значительной степени положено пионерскими работами Г. И. Копылова, — это разработка принципов моделирования многочисленных процессов при высоких энергиях. Им был предложен универсальный метод численного моделирования множественных процессов — так называемый метод «случайных звезд», который широко используется в экспериментальной практике большинства научных центров мира; им же написана монография «Основы кинематики резонансов», ставшая настольной книгой для физиков-экспериментаторов, работающих в физике элементарных частиц.

Ю. К. Пилипенко

СТАНОВЛЕНИЕ КРИОГЕНИКИ В ЛАБОРАТОРИИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Я думаю, что мне в жизни несколько раз сильно повезло. Я имею в виду цепь случайных событий, позволивших мне оказаться в научной среде и в меру возможностей реализовать свои творческие замыслы.

4 мая 1955 г., в пятницу, в 23 часа, после почти четырехчасового громохання по окружной и разбитому, как всегда, паводковыми водами Дмитровскому шоссе, ПАЗик остановился у крошечного магазина «Галантерея» на площади, где впоследствии появилась столовая «Дружба». Первое впечатление: кругом мертвая тишина... В том году было небывалое весеннее половодье, и после спада воды ребяташки руками вылавливали рыб из луж в районе будущего ДК. Этот паводок был поводом для будущего директора ОИЯИ Дмитрия Ивановича Блохинцева построить набережную — украшение нашего города... Еще об одном событии не могу не упомянуть. На следующее утро, войдя на общую кухню общежития на ул. Инженерной, я увидел человека, складывающего больших рыб-судаков в корзины. На мой вопрос, тяжело ли ловить, он односложно ответил: «Носить тяжело...»

Евгений Петрович Устенко, руководитель азотного завода, поручает мне работу «на будущее» — готовить материалы для создания жидководородной станции. Лаборатории потребуется жидкий водород для работы мишеней.

В 1956 г. после организации Объединенного института ядерных исследований начались работы по созданию эффективных трековых детекторов, жидководородных пузырьковых камер. Владимир Иосифович Векслер вернулся с Международной конференции по физике высоких энергий под большим впечатлением от доклада Л. Альвареца о создании полуметровой жидководородной камеры в Беркли. Он четко уловил преимущества этого прибора и решил, что аналогичная методика исследований должна быть развита на пучках готовящегося к запуску синхрофазотрона.

Жидководородная камера, в отличие от других пузырьковых камер, предложенных Глезером, — криогенный прибор, работающий при экзотических даже сейчас температурах 20–27 К. Тогда это было совсем диковинно. Со свойственной В. И. Векслеру решительностью он попросил Михаила Иосифовича Соловьева, занимающегося камерны-

ми разработками, связаться со специалистами по низким температурам в Институте физических проблем и организовать ему встречу с ними. Три старших научных сотрудника ИФП АН СССР — Александр Григорьевич Зельдович, Абрам Борисович Фрадков и Игорь Борисович Данилов — любезно согласились. Такая встреча состоялась в октябре 1956 г. в Дубне. Валентин Афанасьевич Петухов (В. И. Векслера срочно вызвали в Москву) рассказал об ускорителе и в общих чертах сформулировал задачу. Результат встречи был положительный. Александр Григорьевич Зельдович понял, что намечается большая перспективная работа и серьезно заинтересовался ею. Появился человек, который хорошо представлял, что надо делать, и который смог организовать работу и направить энергию молодых.

Александр Григорьевичу стало ясно, что в первую очередь надо создать криогенную базу, добавив к запланированной установке для ожижения водорода экспериментальные помещения для работы с криогенными жидкостями. По его рекомендации срочно переписываю задание на проектирование корпуса. Главный инженер лаборатории К. И. Блинов берет меня с собой в Ленинград для обсуждения задания с проектантами. Вскоре А. Г. Зельдович снова приехал в Дубну вместе с сотрудником ИФП Александром Васильевичем Белоноговым (в войну летчиком-бомбардировщиком дальнего действия). Наконец состоялась встреча с В. И. Векслером. Александр Григорьевич согласился перейти на работу в ОИЯИ и изложил В. И. Векслеру конкретный план организации работ по водородным камерам. В. И. Векслер план одобрил. Для работ был выбран корпус, который планировался ранее как склад изотопов. С первого взгляда стало ясно, что лучшего места для работ с водородом, требующих автономии, не найти. В. И. Векслер был чрезвычайно доволен.

В. И. Векслер обратился к П. Л. Капице с просьбой о переводе А. Г. Зельдовича и А. В. Белоногова в ОИЯИ. Капица согласился и, чтобы ускорить начало экспериментальных работ, передал некоторое оборудование, в том числе маленький лабораторный ожижитель водорода ВОС-3. Так образовался научно-исследовательский криогенный сектор, а затем отдел, руководителем которого А. Г. Зельдович был более 25 лет.

Для работы нужны были специалисты, знакомые с низкотемпературной тематикой. Оказалось, что в лаборатории и в Институте такой потенциал есть. В работу включились Л. Б. Голованов, Н. И. Баландиков, А. А. и В. А. Белушкины, Э. В. Комогоров, И. Н. Гончаров. Из московских организаций перешли Р. А. и И. Н. Буяновы, Н. К. Зельдович, Л. П. Белоногова, И. С. Хухарева. А. Г. Зельдович пригласил на работу выпускника МВТУ им. Н. Э. Баумана Е. И. Дьячкова. Создавался кол-

лектив механиков и аппаратчиков: Н. Д. Рылов, Н. И. Никонов, А. А. Демин, Г. Г. Хорев, Е. А. Козырева, А. И. Иванов и другие. Служащими земля полнится — из далеких зауральских организаций к нам прибыли Ю. А. Шишов, А. И. и В. А. Вальевичи, А. А. Носова и ряд других. В очень короткое время сложилась основа коллектива. Работа шла в атмосфере всеобщего энтузиазма и добросовестности, и результаты не замедлили сказаться.

К концу 1957 г., благодаря неиссякаемой энергии Н. И. Баландикова, был запущен ожижитель водорода ВОС-3, появился жидкий водород для экспериментов. В. И. Векслер пришел поздравить нас с успехом и сказал: «А он выглядит совсем не страшно». Однако через год в другом ожижителе подобного типа, смонтированном рядом для обеспечения работы 40-сантиметровой камеры, произошел взрыв-хлопок смеси водорода и кислорода. Хлопок разворотил трубки аппарата, и произошло загорание водорода. К счастью, все обошлось благополучно, если не считать выбитых оконных стекол и слегка опаленных бровей и волос у меня и А. Г. Зельдовича. Через 15 минут понаехало много начальства. Этот почти «тренировочный» взрыв сыграл положительную воспитательную роль. Коллектив на практике понял, что такое производство жидкого водорода и каково его коварство. Стало ясно, что необходимо совершенствовать технологию очистки газов, беспрекословно соблюдать производственный регламент и технику безопасности.

Активно шли конструкторские работы по двум направлениям: водородно-гелиевым ожижителям и связанному с ними оборудованию для оснащения уже строящегося криогенного корпуса и термостатирования камеры, а также работы по созданию 40-сантиметровой жидководородной пузырьковой камеры с малыми окнами¹. В короткие сроки техдокументация была нами разработана: чертежи ожижителей были переданы для изготовления в промышленность, а изготовление непосредственно пузырьковой камеры было поручено лабораторным мастерским. Работу по камере вел А. В. Белоногов, разработку ожижительных установок — я. Осенью 1958 г. узлы камеры поступили на сборку, а весной 1959 г., в том же 20-м корпусе состоялся ее запуск с наблюдением космических треков и треков от источника. Первые треки увидел опытный камерщик В. Т. Смолянкин из ИТЭФ, с группой кото-

¹Стекла вакуумного кожуха и собственно водородной камеры для систем освещения и фотографирования были изготовлены Г. А. Королевым. В. И. лично пригласил его из ФИАН как профессионала высочайшей квалификации для выполнения разнообразных особо сложных и точных оптических работ. (*Примеч. М. Д. Шафранова.*)

рого мы тесно сотрудничали. Всю эту деятельность координировал заместитель В. И. Векслера по научной работе Иван Васильевич Чувило. У меня сохранились очень теплые воспоминания об этом времени.

14 июля 1959 г. состоялся первый запуск 40-сантиметровой жидководородной камеры в измерительном павильоне синхрофазотрона. М. Д. Шафранов, И. М. Граменицкий и А. М. Моисеев провели сначала методические исследования, а затем эксперименты по изучению π -взаимодействий. В первый год работа шла очень трудно. В нержавеющей камере оказалась коварная микротечь, открывающаяся только в присутствии жидкого водорода. Ведущему по камере А. В. Белоногову и его сотрудникам потребовалась масса усилий, чтобы найти течь и ликвидировать ее. Я в своей практике такого тяжелого случая больше никогда не встречал. Начало работы камеры свидетельствовало, что первый рубеж взят. Начались обсуждения о создании в криогенном отделе другой, большей по размеру камеры. В начале 1960 г. В. И. Векслер пригласил к себе Р. М. Лебедева, В. В. Глаголева и ряд других сотрудников, занимающихся эмульсионной методикой, и предложил им переключиться на камерные эксперименты. Заседание завершилось организацией еще одной камерной физической группы. Ведущим по камере от криогенного отдела А. Г. Зельдович назначил Е. И. Дьякова, Ю. А. Шишов вел работы по корпусу камеры. Тогда же были начаты и другие работы. Л. Б. Голованов возглавил направление криогенных мишеней, а В. А. Белушкин сконцентрировался на детандерах — расширительных машинах для получения холода в ожижительных установках. И. Н. Гончаров готовился к исследованиям по сверхпроводимости.

Создание криогенного корпуса шло очень быстро. К этому времени строительство здания было практически завершено, а лабораторные и конструкторские помещения уже начали обживать. Мне часто приходилось бывать на заводах. Московский завод кислородного машиностроения и ленинградский «Балтийский» завод заканчивали изготовление ожижителей водорода и гелия. Н. И. Бalandиков руководил монтажом системы трубопроводов и оборудования в криогенном корпусе.

Завершалась подготовка технической документации для сдачи оборудования в эксплуатацию, шла подготовка персонала. Мы торопились, хотели запустить водородно-гелиевую ожижительную установку к началу Всесоюзного совещания по физике и технике низких температур осенью 1961 г. Запуск начался, система заполнена водородом. По просьбе Александра Григорьевича Зельдовича несколько пожарных машин стояли наготове у корпуса. Борис Степанович Неганов, мечтавший о созда-

нии твердотельной поляризованной мишени, бросил свои дела в ЛЯП и проводил все смены у нас, принимая активное участие в запуске, разделяя с нами все тревоги и волнения.

Жидкий водород получили легко и без проблем, жидкий гелий тоже ожижался, но со сливом в дьюар были трудности. После ряда обсуждений и манипуляций Алексей Иванович Иванов, прекрасный аппаратчик, который, казалось, интуитивно чувствовал процесс, слегка увеличил давление в дьюаре, и через некоторое время жидкий гелий начал медленно сливаться из сборника ожижителя.

Наконец мы увидели наш первый жидкий гелий. Прозрачная, легко текущая жидкость с экзотической температурой 4,2 К слегка кипела и волнилась за двойными зеркальными стенками стеклянного дьюара. Сейчас мы это не смогли бы сделать, стеклянных дьюаров практически нет — стеклодувное мастерство исчезло из наших стен.

По нашим чертежам промышленность страны изготовила водородно-гелиевые установки не только для ОИЯИ, но и для многих других физических институтов, например, первая криогенная служба ИФВЭ была целиком оснащена аппаратами нашей разработки. В современных крупных рефрижераторах КГУ-1600/4,5 сейчас используются теплообменники из оребренных трубок, примененные впервые в наших ожижительных установках.

Создание криогенной базы в ЛВЭ ОИЯИ не осталось незамеченным, и к нам обращались сотрудники многих институтов за консультациями и помощью.

В 1963 г. к директору ОИЯИ Дмитрию Ивановичу Блохинцеву приехали крупные ученые — организаторы космических программ для знакомства с технологией производства и использования жидкого водорода. Д. И. Блохинцев попросил А. Г. Зельдовича оказать максимальное содействие и помощь. Через много лет, прочитав в журнале «Наука и жизнь» статьи о ракетно-космической системе «Энергия», работающей на жидком водороде, я узнал, во что воплотились усилия ученых и инженеров, случайными свидетелями и участниками начала работ которых мы были.

Использование жидкого водорода в качестве топлива в летательных аппаратах давало серьезные преимущества. В связи с этим в космической отрасли намечались крупные организационно-технические мероприятия. Как П. Л. Капица до этого помог ОИЯИ, так ОИЯИ оказал помощь в наладке производства жидкого водорода для создания летательных аппаратов. По чертежам, разработанным в ОИЯИ, промышленность изготовила несколько ожижительных установок, и на одном из предприятий был построен специальный цех для получения жидкого

параводорода. Наши сотрудники оказывали помощь в его запуске. А до этого к нам в ОИЯИ обратились с просьбой заполнить крупную цистерну жидким водородом для первого испытания двигательной установки. А. Г. Зельдович дал согласие помочь. По нашим масштабам это была уже большая работа, и мы ее сделали. А. Г. Зельдович и все мы были очень довольны и даже горды. Испытания прошли успешно.

Это только один пример, когда развитая для фундаментальных наук технология сразу же нашла применение в совершенно другой области.

Но вернемся к нашей главной задаче — 100-сантиметровой жидководородной камере. В конструкцию камеры была заложена концепция дьюарной изоляции, успешно использованная нами ранее в ожигательных установках. Это решение должно было повысить ее надежность. Работы по созданию камеры шли очень активно. Узлы камеры разрабатывались, изготавливались и испытывались параллельно, что позволило рассредоточить работу. Особое внимание А. Г. Зельдович уделял вопросам надежности и вакуумной плотности.

В конце 1964 г., через 4 года после начала эскизной проработки, работа была завершена. Камера была смонтирована в специально построенном здании, предназначенном для работы с водородом. Начался ее запуск. Хотя система была совсем новая и еще не изучена — рабочий режим вскоре был получен. В оптическую трубу мы смогли наблюдать в камере треки от источника. А. Г. Зельдович позвонил В. И. Векслеру. Векслер пришел, поднялся по лесенке к камере, прильнул глазом к окуляру оптической трубы. Долго не отрываясь, смотрел, выжидая, пока аккомодировалось зрение. Затем молча слез и сказал: «Вы меня расстроили». — «Почему мы Вас расстроили?» — «Я думал, что это произойдет не ранее чем через полгода. Я ошибся, мне надо было раньше форсировать работу по каналу для пучка». Он улыбнулся, блеснул очками... Вскоре Владимир Иосифович заболел, и через два года, будучи в смене на камере, я узнал, что его не стало...

Поставленные В. И. Векслером перед нами задачи были выполнены. От первых организационных разговоров до этого момента прошло всего семь лет. Это очень короткий срок. Я и мои коллеги гордимся своими последующими успехами, но эти первые годы мне особенно дороги.

В. И. Векслер

СЛАВНОЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ*

23 марта исполняется 10 лет с тех пор, как была создана Лаборатория высоких энергий. В момент своего возникновения она называлась Технической дирекцией установки «КМ». К этому времени уже полным ходом шло сооружение самого большого в мире ускорителя-синхрофазотрона на 10 миллиардов электронвольт. Советское государство широко разворачивало исследование в области фундаментальных проблем физики. Физический институт им. П. Н. Лебедева Академии наук, физики которого накопили большой опыт в деле создания синхротронов, в течение ряда лет уже вел напряженную работу по руководству проектированием и сооружением крупнейшего протонного синхротрона.

Группа теоретиков тт. М. С. Рабинович, А. А. Коломенский, А. Б. Кузнецов, Н. Б. Рубин, М. А. Марков, физики-экспериментаторы В. А. Петухов, Л. П. Зиновьев, В. П. Саранцев, инженеры Н. И. Павлов, К. С. Чехлов, К. П. Мызников, А. А. Журавлев, Г. С. Казанский, Е. М. Кулакова, Л. М. Попиненкова, В. П. Рашевский и мн. др. вели расчетные работы, принимали участие в экспериментальных исследованиях магнитных свойств блоков электромагнитов на заводе, вели исследования действующей модели синхрофазотрона, дававшей пучок протонов с энергией 150 миллионов электронвольт, совместно с ведущими проектными организациями участвовали в решении бесчисленного количества научно-технических вопросов. Разработку технических проектов всех основных узлов ускорителя вел ряд руководящих научных организаций нашей страны: Институт электрофизической аппаратуры, Радиотехническая лаборатория Академии наук и др. Целый ряд ленинградских заводов изготовлял и помогал налаживать созданную ими аппаратуру.

Ведущие специалисты многих институтов, и в первую очередь академик А. Л. Минц, профессора Е. Г. Комар, Н. А. Монозон, А. М. Столов, С. М. Рубчинский, Ф. А. Водопьянов, и многие другие инженеры и техники этих исследовательских учреждений и заводов приняли деятельное участие в создании этой огромной машины.

*За коммунизм. 1963. 21 марта (г. Дубна).

Большая роль в деле создания всех ускорителей Дубны — я имею в виду и фазотрон Лаборатории ядерных проблем, и синхрофазотрон Лаборатории высоких энергий — принадлежит ныне покойному Д. В. Ефремову. Он был выдающимся инженером-электриком, его личное участие в решении важнейших технических вопросов, его неутомимая поддержка всего нового, кипучая энергия и вера в творческие силы коллектива советских ученых, инженеров, техников и рабочих в огромной степени способствовали успеху труднейшей задачи — созданию уникальных ускорителей.

Родители обычно не замечают, как растут их дети. Так и для людей, которые с самого начала принимали активное участие в создании ускорителя, в возникновении лаборатории, в росте и развитии этой лаборатории, время прошло быстро. Маленькая группа людей, которая начала свою деятельность в Дубне в Технической дирекции, обязанной руководить сооружением и запуском ускорителя, превратилась в течение нескольких лет в большой коллектив, насчитывающий сотни специалистов самых разнообразных специальностей.

С образованием Объединенного института ядерных исследований Лаборатория высоких энергий стала одной из основных лабораторий Института. В настоящее время в лаборатории сложился дружный высококвалифицированный коллектив, состоящий в подавляющем своем большинстве из молодых специалистов, окончивших советские вузы в течение последних 10–15 лет.

Несмотря на очень короткий для научного учреждения срок, лаборатория высоких энергий быстро стала пользоваться международной известностью. Достаточно напомнить, что в этой лаборатории была впервые открыта новая частица антисигма-минус-гиперон, впервые установлен действующий при столкновениях в области высоких энергий общеизвестный сейчас закон инерции барионного заряда, установлено существование двух пиков в импульсном распределении лямбда-гиперонов, изучены угловые характеристики генерации гиперонов. Впервые в лаборатории был установлен быстрый рост сечения генерации K -мезонных пар с энергией, обнаружено (при сильных взаимодействиях) рождение резонансных состояний π -мезонов, распадающихся с испусканием гамма-фотонов, и ряд новых резонансных состояний странных частиц. Изучен ряд закономерностей распада нейтральных K_2 -мезонов, в частности, установлен новый тип распада (распад с участием нейтральных мезонов). С помощью очень остроумной методики получены совершенно новые данные о рассеянии нуклонов на очень малые углы при больших энергиях.

Впервые поставлены очень тонкие эксперименты по «лобовым» соударениям π -мезонов и нуклонов (рассеяние на 180 градусов).

Ряд важных достижений имеет коллектив нашей лаборатории и в области разработки новых методов исследования. Э. Н. Цыгановым, М. Г. Шафрановой и другими была разработана получившая широкое распространение среди всех лабораторий мира методика перпендикулярного облучения фотопластинок.

Методика рассеяния в тонких слоях, предложенная В. А. Никитиным и В. А. Свиридовым, позволила получить совсем новые данные о рассеянии нуклонов. Большие перспективы имеет оригинальный метод использования камеры Вильсона, разработанный Л. Н. Струновым. Вот по необходимости очень краткий и сжатый перечень тех основных научных результатов, которые сделали Лабораторию высоких энергий широко известной как у нас, так и за рубежом.

Отрадным является тот факт, что практически все указанные достижения связаны с именами совсем молодых ученых, пришедших в лабораторию из университетов, учебных институтов нашей страны и братских стран за последние 5–6 лет.

К поколению старших ученых, которых лаборатория обязана вспомнить в день своего десятилетия и которым обязана многими из своих достижений, относятся проф. Ван Ганчан, проф. В. Петржилка, доктор П. Марков. Многого ценного дало нам непродолжительное пребывание у нас и проф. М. Даныша. Обширные и тщательные исследования, выполненные М. И. Соловьевым, Е. Н. Кладницкой, Нгуен Дин Ты, А. А. Кузнецовым, А. В. Никитиным, Н. М. Вирьсовым, М. Н. Хачатуряном, В. Б. Любимовым, Э. О. Оконовым, И. А. Савиным, И. М. Граменицким, В. С. Ставинским, А. С. Вовенко, китайскими сотрудниками Дин Дацао, Ван Цуцзеном, Вань Юньчаном, корейским физиком Ким Хи Ином, румынским ученым А. Михулом, польскими физиками Т. Хофмоклем и другими, немецкими специалистами Клуговым и другими, чешскими специалистами И. Враной и другими (я не могу перечислить их всех), показывают, что научный отдел лаборатории превратился в настоящую кузницу научных кадров, способных самостоятельно прокладывать новые пути в таком трудном разделе современной физики, как физика элементарных частиц и высоких энергий. За последние два года 9 молодых ученых защитили диссертации, среди которых одна докторская. В настоящее время в лаборатории имеется 41 соискатель.

К молодым ученым, конечно, следует отнести и И. В. Чувилу, М. И. Подгорецкого, А. Л. Любимова, К. Д. Толстова, которые внесли

решающий вклад как в подготовку научной молодежи, так и в те замечательные достижения, которые я вкратце перечислил выше.

Наряду с напряженной исследовательской работой в лаборатории успешно решаются задачи создания самой современной аппаратуры для физических исследований. Отделу новых научных разработок, и в первую очередь руководителю этого отдела молодому специалисту Ю. А. Каржавину, принадлежит в этом деле очень большая заслуга. Работе товарищей Ю. А. Каржавина, Н. И. Малашкевича, А. С. Гаврилова, многих других молодых инженеров мы обязаны тем, что лаборатория сейчас оборудована двумя автоматами для просмотра фотопленок (в ближайшее время входит в строй третий автомат) с пузырьковых камер, один полуавтомат (заканчивается второй), что в лаборатории создана и настраивается такая уникальная аппаратура, как электростатические сепараторы на 2 миллиарда для K -мезонов и на 3 миллиарда для антипротонов. Большая работа проведена группой инженеров и физиков под руководством И. Н. Семенюшкина, создающих совершенно новый тип сепаратора — высокочастотный сепаратор антипротонов на 5 миллиардов электронвольт. Много творческого труда вложили в этот сепаратор С. В. Мухин, В. Л. Степанюк, В. В. Вагин, Ю. А. Бычков и другие инженеры и техники. Создание электростатических сепараторов — дело изобретательности и огромного труда тт. В. В. Миллера, А. Д. Кирилова, Г. Г. Воробьева, А. В. Фролова, О. Н. Цисляка и ряда других специалистов, нашедших при создании этой аппаратуры ряд новых решений, впервые осуществляемых в нашей лаборатории.

Лаборатория высоких энергий по праву гордится своим криогенным отделом. Руководитель отдела профессор Зельдович — один из ведущих специалистов нашей страны в этой области — в короткий срок сумел создать прекрасный коллектив, решивший ряд труднейших задач криогенной техники. Криогенный отдел лаборатории известен далеко за пределами Дубны.

Оснащение лаборатории уникальными по величине жидководородными мишенями, создание 40-сантиметровой водородной камеры, руководство всеми работами по метровой водородной камере и криогенным разделам 2-метровой — вот далеко не полный вклад в общую работу, внесенный А. Г. Зельдовичем, А. В. Белоноговым, Ю. К. Пилипенко, Г. М. Часовиковым и многими другими сотрудниками этого отдела.

Фотоэмульсионная группа лаборатории была исторически одной из первых групп, возникших непосредственно перед запуском ускорителя. Достижения этой группы широко известны как у нас в стране, так и в ряде наших братских стран.

Под руководством С. И. Любомилова коллектив специалистов этой группы (особенно необходимо здесь отметить Н. А. Лонину, Л. Г. Баранову, А. К. Попову и ряд других товарищей) наладил высококачественную маркировку и обработку разнообразных камер из толсто-слойных фотопластинок, передаваемых в десятки лабораторий нашей страны и стран-участниц Объединенного института ядерных исследований. Силами этого маленького коллектива был спроектирован и создан находящийся на самом современном уровне эмульсионной техники проявочный центр.

Небольшой по объему, но важной по значимости ведущихся работ является группа химиков. Под руководством Е. Н. Матвеевой химии добились замечательных достижений. Их «продукция» — разнообразные по свойствам пластики размером от пуговицы до пластика, на котором может спокойно улежаться человек, — обеспечивает все электронные работы лаборатории, и демонстрировалась на международной выставке, как одно из достижений Объединенного института.

Большой, хотя со стороны и не так бросающийся в глаза, путь проделали все эксплуатационные отделы лаборатории. Стоит напомнить, что когда ускоритель был запущен, его проектная интенсивность составляла только 10^9 частиц в импульсе. В настоящее время максимальная интенсивность составляет $4 \cdot 10^{10}$ протонов в импульсе, средняя же интенсивность, на которой ведется работа — $2,5 - 3 \cdot 10^{10}$. Большим достижением является увеличение числа импульсов работы машины в единицу времени. В настоящее время ускоритель дает в полтора раза больше импульсов, чем это было перед последней конференцией по физике частиц высоких энергий в Женеве. По отношению к прошедшему году в результате проведенной работы средняя интенсивность потока частиц в единицу времени возросла в 5 раз.

Силами эксплуатационных отделов за это время переделана по существу вся автоматика и внедрено много новых систем, обеспечивающих слаженный режим работы огромного числа разнообразных агрегатов, участвующих в работе ускорителя.

Прежде всего, необходимо сказать о заслугах начальников эксплуатационных отделов, главного инженера лаборатории Н. И. Павлова, начальника электротехнического отдела Л. Н. Беляева, высокочастотного отдела К. В. Чехлова, отдела синхрофазотрона Л. П. Зиновьева, инженеров — руководителей различных подразделений эксплуатационных отделов: И. Н. Колоколкина, Л. Г. Макарова, В. С. Григорашенко, О. Н. Радина, С. А. Машинского, С. С. Нагдасева, Е. Е. Полбенникова, Ю. Д. Безногих, В. П. Саранцева, К. П. Мызникова, Г. С. Казанского, А. И. Михайлова, С. Н. Юрова, бывшего главного

энергетика В. П. Заиконникова, А. А. Смирнова и многих, многих других инженеров, техников и рабочих.

За последние годы практически все эксплуатационные отделы, помимо обеспечения непрерывной эксплуатации ускорителя, разрабатывали и запускали новые, подчас очень сложные установки и устройства. Отдел синхрофазотрона под руководством Л. П. Зиновьева и В. П. Саранцева (с участием Ю. Д. Безногих, В. П. Рашевского, П. П. Павлова и др.) создал новый ускоритель-инжектор, позволивший резко улучшить режим работы синхрофазотрона. Группа С. С. Нагдасева непрерывно улучшала вакуумную систему синхрофазотрона и одновременно принимала в эксплуатацию все новые и новые вакуумные системы на вступающих в строй сепараторах. Высокочастотный отдел подготовил и осуществил перенос ускоряющего промежутка на внутреннюю сторону, освободив место для многочисленных пучков частиц, направленных в корпус 1-Б. Этот отдел оказал существенную помощь в создании генераторов нового линейного ускорителя, в разработке дробящих резонаторов и генераторов высокочастотного сепаратора протонов. Товарищи К. П. Мызников, И. Б. Иссинский и др. создали совершенно новый тип мишеней, разработали совместно с высокочастотным отделом систему программного управления мишени, впервые осуществили (одновременно с американскими физиками) короткий сброс пучка частиц, столь важный для работы экспериментаторов.

Большой, тяжелый и подчас неблагодарный труд несла все эти годы группа диспетчеров, в первую очередь С. В. Федук, М. И. Яцута, И. Н. Яловой, А. Н. Журавлев, Е. М. Кулакова, Л. М. Попиненкова. Днем и ночью, в любую погоду диспетчер должен уметь быстро найти и устранить причину остановки машины, вызвать на работу кого-нибудь из ответственных специалистов (если авария серьезна и необходим старший товарищ), уметь правильно организовать работу многих групп экспериментаторов, наилучшим образом согласовав режим работы необходимого для них оборудования. Эта не заметная, но трудная работа много велась нашими специалистами с полным чувством ответственности в независимости от того, сколько часов и в каких условиях приходилось подчас трудиться.

Всякая научная лаборатория, основанная на использовании научных приборов такого масштаба, как синхрофазотрон, представляет из себя сложный организм, все части которого должны работать слаженно. Большие достижения научного отдела, отделов эксплуатации были бы, конечно, невозможны без огромного труда, вкладываемого в общее дело рабочими и техническим персоналом наших мастерских.

Мастерские лаборатории освоили изготовление сложнейшей и уникальной аппаратуры. Разнообразие этой аппаратуры легко видеть из того перечня установок, используемых в лаборатории, о которых я уже говорил выше. От автоматов для просмотра фотоснимков с их сложнейшей электронной и оптической аппаратурой до сепараторов, размеры полированных пластин которых достигают многих десятков метров, — вся эта работа не могла бы быть выполнена, если бы замечательные механики, токари, слесари, оптики, такие как Н. А. Курныков, С. Я. Герасименко, А. С. Маляренко и другие специалисты наших мастерских, если бы руководители этих мастерских А. В. Сабаев, Д. В. Уральский, Б. К. Курятников, А. Ф. Кирьянов, В. А. Баранов и бывший начальник мастерских И. Н. Потапов не отдавали всех своих творческих сил работе. В настоящее время мы достигли такого положения, когда наши мастерские могут сделать буквально любой физический прибор почти независимо от масштабов этого прибора. Лучшим примером этого является создание двухметровой пропановой камеры и метровой водородной камеры, которые изготовлены с помощью заводов нашей страны силами наших замечательных мастерских. Наши мастерские — это золотой фонд нашей лаборатории. Мы можем смело ставить перед лабораторией любые задачи, так как знаем, что изобретательность и творчество наших инженеров, техников, рабочих сумеют преодолеть все трудности.

За десять лет работы в Лаборатории высоких энергий образовался большой и дружный творческий коллектив ученых, инженеров, техников, рабочих. На всех этапах нашей работы партийная организация нашей лаборатории, партком Института, городской комитет партии неустанно помогали нашей лаборатории, сплачивали ее коллектив, мобилизовывали коммунистов на преодоление трудностей. Огромную повседневную помощь оказывает лаборатории дирекция Объединенного института. На протяжении всех 10 лет мы чувствовали большую поддержку всех отделов и особенно руководства Государственного комитета по мирному использованию атомной энергии.

Оглядываясь сегодня на проделанный лабораторией за десять лет путь, мы вправе гордиться сделанным. Однако было бы не умно, если бы, радуясь проделанной работе, мы не подумали о том, как нам добиться еще больших успехов, как преодолеть еще имеющиеся у нас недостатки, если бы мы забыли о том, что праздники существуют не только для того, чтобы гордиться достигнутыми успехами, но и для того, чтобы подумать, как эти успехи преумножить.

Задачи, которые стоят перед лабораторией в 1963–1964 гг., — это трудные и большие задачи. Нам необходимо в ближайшее время по

крайней мере в 2–3 раза увеличить интенсивность пучка синхрофазотрона. У нас есть для этого все необходимое и достаточное. Нужно только работать. Очень большой объем работ необходимо нам провести по наладке и вводу в строй каналов чистых пучков. Нам необходимо быстрее всего изготовить 5–6 новых полуавтоматов, без которых мы потонем в километрах пленки, оснастить лабораторию разнообразным набором искровых камер, прогрессивным методом исследования. Мы должны сделать все возможное для того, чтобы в 1963 г. собрать и наладить 2-метровую пропановую камеру и метровую водородную камеру. Надо не забывать, что в 1964 г. будет новая конференция по физике высоких энергий, и мы должны добиться того, чтобы наша лаборатория пришла к этой конференции с новыми значительными достижениями.

Говорят, что кому много дано, с того и много спрашивается. Государства социалистических стран создали замечательную обстановку для работы ученых. Естественно поэтому, что наш интернациональный коллектив не может довольствоваться достигнутыми результатами. Задача состоит в том, чтобы стремиться к новым достижениям и сделать все необходимое, чтобы ознаменовать будущее десятилетие важными открытиями.

*И. В. Чувило, М. И. Соловьев,
Н. М. Вирясов, В. А. Свиридов*

ТРУДОВОЙ СТАЖ — 10 ЛЕТ*

(К десятилетию запуска синхрофазотрона)

Завтра исполняется десять лет со дня достижения на этом ускорителе проектной энергии ускоренных протонов — 10 миллиардов электронвольт. Институт был молод. Молод был и коллектив научного отдела лаборатории. Ни в Советском Союзе, ни в странах-участницах Объединенного института не было специалистов, которые имели бы опыт работы на гигантских ускорителях, подобных синхрофазотрону.

В первые дни работы специалистов со степенями доктора или кандидата наук можно было перечест по пальцам одной руки. Остальные сотрудники — вчерашние студенты — сразу выходили на передний край физики элементарных частиц. Сами овладевали методикой эксперимента, сами учились и учили техников и лаборантов, дерзали, ошибались, исправляли ошибки, мужали.

Большой вклад в формирование новых представлений внесли и исследования, проведенные физиками социалистических стран в пучках синхрофазотрона. Несмотря на значительный срок — 10 лет, синхрофазотрон и сейчас трудится на переднем крае ядерной науки. Он продолжает совершенствоваться. Физика высоких энергий в лаборатории сразу же начала развиваться на уровне мировых стандартов. На международных конференциях регулярно обсуждаются полученные результаты, делаются новые предложения.

Рассмотрим итоги нашей работы на синхрофазотроне. Лето 1959 г., Киев. Международная конференция по физике высоких энергий, которая стала для нас первым серьезным выходом на международный форум ученых. Большинство наших результатов было получено фотоэмульсионной методикой. Ученые почти всех стран-участниц ОИЯИ приняли участие в этих работах. Исследования с использованием пузырьковых камер и электроники только что начинались, и коллективы физиков в этих группах были сравнительно малочисленными.

Обзорный доклад о нуклон-нуклонных и пион-нуклонных взаимодействиях сделал Владимир Иосифович Векслер. Наряду с анализом

*За коммунизм. 1967. 15 апр. (г. Дубна).

работ, выполненных в разных лабораториях мира, большое место в докладе заняли новые результаты, полученные в Дубне. Первые эксперименты дали новые сведения о структуре нуклона. Было установлено два класса взаимодействий — периферические и центральные. Началось их детальное изучение. Это были первые работы лаборатории. Вот их участники: В. А. Беляков, В. И. Векслер, Ван Ганчан, Ван Цуцзен, Т. Вишки, Ван Шу Фень, К. Гроте, В. В. Глаголев, И. М. Граменицкий, В. Г. Гришин, Дин Дацао, Н. Далхажав, Жан Най Сень, Е. Н. Кладни-кая, Л. Ф. Кириллова, Р. М. Лебедев, В. Б. Любимов, А. Л. Любимов, М. Ф. Лихачев, П. Марков, Н. Н. Мельникова, Нгуен Дин Ты, В. А. Никитин, А. В. Никитин, А. А. Номофилов, С. Отвиновский, М. И. Подгорецкий, В. А. Свиридов, Р. Сосновский, М. И. Соловьев, В. С. Ставинский, И. С. Саитов, М. Сук, В. Н. Стрельцов, К. Д. Толстов, Э. Н. Цыганов, И. В. Чувилло, Б. А. Шахбазян, М. Г. Шафранова, М. Д. Шафранов.

В первых работах принимали участие ученые других лабораторий ОИЯИ, Физического института им. Лебедева, Института теоретической и экспериментальной физики, Института физических проблем в Москве.

В работу постепенно включались научные коллективы многих лабораторий стран-участниц. Нарастали темпы исследований, менялось их качество, назревали открытия. Между конференциями в Киеве и Рочестере произошло важное событие. В марте 1960 г. был обнаружен первый случай образования и распада заряженного антигиперона, называемого антисигма-минус гиперон. Он был зарегистрирован в 24-литровой пропановой пузырьковой камере интернациональной группой в составе Ван Ганчана, Ван Цуцзена, В. И. Векслера, И. Враны, Н. М. Вирясова, Дин Дацао, А. А. Кузнецова, Ким Хи Ина, Е. Н. Кладни-цкой, А. Михула, Нгуен Дин Ты, А. В. Никитина, М. И. Соловьева.

В 1960 г. X Международная конференция по физике высоких энергий состоялась в США, в Рочестере. От Лаборатории высоких энергий на этой конференции было сделано уже несколько докладов обзорного характера:

В. И. Векслер — «Упругие и неупругие протон-нуклонные взаимодействия при высоких энергиях»,

В. В. Петржилка — «Неупругие взаимодействия отрицательных пионов с нуклонами при энергии 7 ГэВ»,

М. И. Соловьев — «Образование странных частиц в пи-минус протонных взаимодействиях при энергии 7–8 ГэВ».

И. В. Чувило представил ряд результатов, выполненных в Дубне исследований свойств странных частиц и сечений взаимодействия пионов и каонов больших энергий.

В выполнении всех этих работ приняло участие еще большее число физиков из стран-участниц ОИЯИ. Представленные доклады содержали новые данные о структуре нуклонов, о свойствах элементарных частиц.

На Рочестерской конференции были представлены также первые результаты исследований, проведенных на 28 ГэВ ускорителе в ЦЕРНе. Они подтверждали результаты Дубны. Осенью 1960 г. вступил в строй еще один гигантский ускоритель протонов в Брукхейвене. Он ускоряет протоны до энергии 33 ГэВ.

Лето 1962 г., Женева. На XI Международную конференцию от Лаборатории высоких энергий было представлено более десяти докладов.

Результаты исследований многочастичных резонансов впервые показали, что они преимущественно распадаются каскадным образом. В протон-протонном рассеянии на малые углы была обнаружена и измерена действительная часть амплитуды упругого рассеяния. Эта работа была начата Б. Беккером, Л. Ф. Кирилловой, А. Номофиловым, В. А. Никитиным, В. С. Пантуевым, В. А. Свиридовым, Л. Н. Струновым, М. Н. Хачатуряном, М. Г. Шафрановой. В дальнейшем она была продолжена как в Дубне, так и в лабораториях Софии, Праги, Улан-Батора, Ханоя. Полученные в этой серии работ результаты имеют фундаментальное значение.

Осень 1964 г., Дубна. XII Международная конференция по физике высоких энергий на этот раз проводится в городе мирного атома. На конференцию нами было представлено около 10 докладов. Надо признать, что на этот раз не удалось сделать работ нового типа большой научной значимости, как это понималось на том этапе развития исследований по физике высоких энергий. Это заставило физиков ЛВЭ критически оценить свою работу, начать поиски новых научных путей, готовить новые методики. Совершенствуется работа синхрофазотрона, создается аппаратура нового типа. Широко внедряется в эксперимент техника электронных вычислительных машин. Очень много сделали тогда для этой цели Ю. А. Каржавин, И. А. Голутвин, Н. Н. Говорун, В. И. Мороз и мн. др.

Осень 1966 г., Беркли (США). На эту международную конференцию было представлено почти полтора десятка работ. Среди них следует выделить исследования упругого рассеяния протонов на дейтонах на малые углы в интервале 1–10 ГэВ, измерение вещественной части упругого протон-дейтонного рассеяния; исследование упругого рассеяния

пи-мезонов на протонах на угол 180 градусов при разных энергиях; исследования бозонов, распадающихся на пи-ноль-мезоны и гамма-кванты; поиски распадов омега-мезона на электрон и позитрон; наблюдение лямбда-эта-резонанса и др. Изучение радиационных эффектов выгодно выделило работы Дубны.

Таков краткий перечень основных результатов научных исследований, проведенных с помощью синхрофазотрона. И конечно, мы не можем не отметить еще один существенный результат нашей 10-летней работы на пучках ускорителя: в горниле большого и сложного труда вырос первоклассный научный коллектив Лаборатории высоких энергий, способный успешно решать современные проблемы. Физики, которые начинали работать в ЛВЭ, сейчас очень высоко ценятся и прекрасно работают в различных лабораториях мира.

Конечно, получение всех этих результатов было бы немыслимо без четкой работы инженерных отделов, обеспечивающих работу ускорителя, проектирование и создание аппаратуры и т. д. И здесь также выросло много мастеров своего дела. Именно в комплексе всех этих достижений, научных, технических, в росте квалификации кадров мы видим основной итог нашей работы в прошлом 10-летии. И мы надеемся еще большими успехами оправдать то доверие и те возможности, которые даны в наше распоряжение правительствами стран-участниц ОИЯИ.

А. Хрынкевич, Е. Яник, Р. Сосновский

РОЛЬ ПОЛЬШИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОИЯИ.

40 ЛЕТ СОТРУДНИЧЕСТВА

Физика высоких энергий*

Когда формировался Объединенный институт ядерных исследований, в Польше уже существовали коллективы, занимающиеся физикой высоких энергий и физикой элементарных частиц. В Кракове под руководством Мариана Менсовича велись работы, связанные с космическим излучением. В Варшаве же после открытия Марианом Данышем и Ежи Пневским первого гиперядра продолжались главные исследования по гиперядерной физике. (Впрочем, традиция исследований по физике высоких энергий восходит в нашей стране еще к 30-м годам.) Это позволило польским физикам организовать сотрудничество с ОИЯИ в этой области уже вскоре после его создания. Первые совместные исследования проводились с использованием ядерных эмульсий, к чему были уже подготовлены коллективы в Варшаве и Кракове. Установление близких контактов польских физиков с физиками из Дубны облегчалось благодаря личности Мариана Даныша, который был одновременно вице-директором ОИЯИ и руководителем варшавской группы по физике высоких энергий.

Очень важным событием для ОИЯИ, а также для польской физики стал ввод в действие синхрофазотрона на энергию 10 ГэВ. Ядерные эмульсии, облученные пучками частиц из этого ускорителя, позволили проводить исследования в лабораториях и вне ОИЯИ. Они анализировались физиками Дубны совместно с польскими сотрудниками. Созданная в Лаборатории высоких энергий 24-литровая пропановая пузырьковая камера также сделала возможным проведение работ на удалении от ускорителя. В Варшаве, а затем в Кракове появились коллективы, анализирующие сфотографированные в этой камере треки взаимодействующих частиц. Это означало использование в исследованиях по физике высоких энергий, проводимых в Польше, нового оборудования — пузырьковой камеры. Первая работа, выполненная в Варшаве при помощи этой камеры, касалась рассеяния π -мезонов с энергией 7 ГэВ на квазисвободных протонах.

*Объединенному институту ядерных исследований — 40 лет. Хроника. Воспоминания. Размышления. Дубна, 1996. С. 212 (с сокращениями).

Е. В. Сидорова

ОБ ОТЦЕ*

Известно, что родные и близкие выдающихся людей при жизни воспринимают их не как великих ученых, писателей или государственных деятелей, а как самых обычных смертных с массой недостатков, которых, может быть, даже больше, чем у менее одаренных людей. Это уже потом, осмысливая жизнь и деятельность такого человека, начинаешь припоминать те или иные слова и поступки, свидетельствующие о его неординарности, оригинальности, одержимости и, к сожалению, о полном неумении и нежелании щадить себя, приведших не достигшего 60-летнего возраста человека к нелепой смерти от инфаркта.

Писать о близком человеке всегда непросто: ведь все, что при этом вспоминается, проходит через призму твоего восприятия, а ты сам значительно мельче этого человека, и, значит, твои воспоминания могут умалить и исказить его истинный облик. Поэтому я долго не решалась приступить к этим коротким запискам. В то же время я понимаю, что остается все меньше и меньше людей, знавших отца не только по работе и могущих рассказать о том, как он жил и каким был в повседневной жизни. Умерли мама и бабушка, прожившие с отцом более 35 лет, ушли из жизни и многие друзья его юности. Не претендуя ни на какую особенную глубину и художественность изложения, я попытаюсь просто рассказать о том, где и как мы жили, когда отец был еще совсем молодым и никому не известным физиком, какая у нас была семья, какие вкусы и представления, радости и огорчения. Может быть, из этих разрозненных деталей у читателя возникнет более живой образ человека, чем если бы я старалась сознательно «вылепить» такой образ.

Мое первое отчетливое воспоминание об отце связано с нашей комнатой в небольшом доме на 3-й Мещанской. Утро. По-видимому, воскресенье. Отец лежит на низенькой самодельной кушетке на деревянных козлах, а я прыгаю у него на животе и требую сказку. Любимой была придуманная отцом сказка про «тобиасов». Кто это такие, ни я, ни, как выяснилось позднее, отец не знали. В сказке был страшный припев: «Придем, придем в избушку, съедим старика и старушку», произносившийся зловещим шепотом. В этом месте я, сколько помню, всегда пугалась, и отец, не дожидаясь рева, быстро придумывал какой-нибудь

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 249–273.

незатейливый благополучный конец. После сказки следовала ритуальная игра в «бух», в которую, по-видимому, играют все папы мира со своими детьми. Отец подбрасывал меня вверх и «бух!» — ловил. Я восторженно визжала, а мама уговаривала прекратить это занятие, пока ребенок не упал и не разбился.

Еще из смешных воскресных сцен отчетливо помню «обезьяну». У нас дома была, да есть и сейчас, фарфоровая обезьянка, сидящая на корточках и почесывающая спину. Отец иногда изображал эту обезьяну. При этом он корчил жуткие рожи, прыгал по комнате и приговаривал что-нибудь смешное, совершенно несвойственное обезьянам, но имеющее непосредственное отношение ко мне или к маме. В молодости у него было даже домашнее прозвище «март» (от мартышки), которым он часто подписывал письма к маме.

Отец был маленького роста с некрасивым, но очень подвижным и выразительным лицом, чрезвычайно быстрый и в движениях, и в решениях. Он был очень остроумным человеком, способным на скорые и далеко не всегда безобидные реплики. Это давало маме повод напоминать ему известные строчки из «Горя от ума»: «Случалось ли, чтоб Вы, смеясь или в печали, ошибкою, добро о ком-нибудь сказали? Хотя не теперь, а в детстве, может быть...» Состязаться с отцом в спорах, даже шуточных, было очень трудно. С помощью логических, а иногда и чисто софистических аргументов он всегда ухитрялся доказать, что прав. Когда я стала постарше, я догадалась, что в спорах со мной он иногда «передергивает», но делает это так искусно, что не всегда удается найти подвох. Мама рассказывала, что в юности отец был отчаянным спорщиком и что переспорить его почти не удавалось. Родители росли и учились в такое время, когда очень модны были всякого рода диспуты. Отец был секретарем комсомольской организации в детской коммуне и, конечно, с великим азартом участвовал во всех этих словесных перепалках. Мама, которая училась с ним в одной школе (она была на три года моложе), вспоминала, что, помимо серьезных аргументов, отец обычно пускал в ход и свое остроумие, отнюдь не щадя при этом противников, поэтому спорить с ним было небезопасно и решались на это немногие.

Сказать по правде, в детстве я нечасто видела родителей. Уходили они на работу, когда я еще спала, а возвращались, когда я уже спала. Оба работали, по выражению моей бабушки, «как одержимые» и, опять же с ее слов, «ничего, кроме работы, знать не хотели». Эта одержимость сохранилась у них до самой смерти, и я считаю, что мне невероятно «повезло» в том, что значительную часть жизни я прожила с очень интересными людьми, по-настоящему увлеченными своим делом, на-

учившими меня не словами, а образом всей своей жизни относиться с глубоким уважением к творческому труду, понимать, насколько он интересен и в то же время сложен и требователен и какое это на самом деле счастье — найти в жизни любимое занятие.

В будни я оставалась с няней — Мариной Васильевной Козыревой, появившейся у нас, когда мне было около года, не имевшей своих детей и любившей меня как родную. Няня жила у нас вместе с мужем — дядей Ваней (Иван Никитич Козырев). Дядя Ваня тоже с утра уходил на работу (он был первоклассный столяр), и мы с няней целый день были одни. Когда няня на меня сердилась, то называла «золотце самоварное». Отцу очень нравилось это определение, и он меня часто поддразнивал, с самым серьезным видом расспрашивая, чем самоварное золото отличается от обычного.

По воскресеньям меня часто «подкидывали» бабушке — маминей маме, но иногда мы всей семьей отправлялись в зоопарк или просто в какой-нибудь парк, чаще всего в Сокольники. Кажется, мама неподалеку тогда работала. Поскольку я первым делом интересовалась, пойдём ли мы в кафе и купят ли мне лимонад, папа всегда надо мной подсмеивался и говорил, что у меня «все чувства проходят через желудок». Эта фраза прочно вошла в семейный обиход, и много лет спустя те же слова в аналогичных ситуациях повторялись уже моей дочке. Кстати, лимонад отец иначе как «отравой» не называл и удивлялся, как можно пить такую гадость, когда есть нарзан или боржом. Я, в свою очередь, не понимала, как это можно предпочитать воду такой вкусной вещи, как лимонад. С возрастом я перешла в «лагерь отца», но моей дочке, как когда-то мне, покупался по ее требованию, конечно, лимонад.

В детстве под влиянием рассказов и радиопередач о наших знаменитых летчиках: Валерии Чкалове, Марине Расковой, Валентине Гризодубовой и других — я мечтала стать летчицей. Помню, что отец дразнил меня, говоря, что «летчик — это тот же извозчик, только воздушный» (а извозчики, хоть и редкие, в Москве тогда еще были). Я страшно на него сердилась и спорила. Думаю, что на самом деле отец просто старался отучить меня слепо поддаваться моде и заставить думать и поступать самостоятельно, а не «как все». Его любимыми сказками были: «Еще в Библии сказано, что дураков много» и «Голова дана человеку для того, чтобы думать, а не для того, чтобы забивать голы» (футбол отец не любил). Он всегда сердился, если я бездумно повторяла чьи-то чужие слова, и требовал собственного мнения.

Чрезвычайно характерным для отца было полное отсутствие «веры в авторитеты». Обаяние имени никогда не значило для него слишком много. Более того, он был убежден, что преклонение перед ав-

торитетами губит научную самостоятельность и творческую активность, и считал, что оно особенно вредно в молодости при становлении ученого, так как приводит к «научной импотентности». Правда, при этом он всегда добавлял, что тот, чью творческую активность можно таким способом задавить, ничего лучшего и не заслуживает и что толковый человек всегда пробьется. Я думаю, что это убеждение он вынес из собственного опыта и жизни окружавших его людей. Действительно, подавляющее большинство друзей его молодости стали известными и уважаемыми специалистами.

Только не подумайте, читая вышенаписанные строки об «отсутствии веры в авторитеты», что отец был таким нигилистом и никого и ничего не признавал. Он с огромным уважением отзывался о весьма многих, как уже известных, так и не очень еще известных в те времена, физиках. С самого детства я знала имена Сергея Ивановича Вавилова, Дмитрия Владимировича Скобельцына, Абрама Федоровича Иоффе, Ильи Михайловича Франка, Игоря Евгеньевича Тамма, Льва Давыдовича Ландау, Сергея Николаевича Вернова, Павла Алексеевича Черенкова, Моисея Александровича Маркова и др. С признательностью вспоминал отец и своего преподавателя математики, фамилию которого я, к сожалению, сейчас уже забыла. Но уважение и даже восхищение каким-либо человеком никогда не ослепляли отца и не приводили к огульному приятию любых его высказываний или действий.

Я помню только одного человека, в отношении которого отец не допускал никакой критики, — это Сергей Иванович Вавилов. Отец не просто глубоко уважал, но и любил его. Он всегда говорил о нем как о «светлом Человеке».

Дом на 3-й Мещанской, в котором мы жили с 1933 или 1934 по 1940 г., раньше был конюшней. Он был построен из красного кирпича и стоял в глубине небольшого двора, посредине которого зимой делали горку из снега. Мы, малыши, катались с нее на санках, а ребята постарше — даже на лыжах. Во дворе часто гуляла большая и очень важная овчарка по имени Реджи. Если она делала что-нибудь непотребное, хозяин укоризненно говорил ей: «Реждик, фу!», и пес очень смущался. Отец взял эти слова «на вооружение» и время от времени применял их ко мне. Вообще дома существовало правило, по которому всегда полагалось говорить правду. Отец, смеясь, часто повторял: «Никогда не надо врать по пустякам». Если я что-нибудь натворила, но честно призналась, меня никогда не наказывали. Нужно прибавить, что рассказывать я должна была только о своих проступках, о провинностях моих друзей меня никогда не спрашивали. Не принято было и жаловаться на кого-нибудь. И мама и отец всегда отвечали: «Доносчику первый

кнут», а отец еще и учил «давать сдачи, если тебя обидели», но не плакать и не бежать к взрослым за помощью.

Наше жилье состояло из комнаты, в которой стояли моя и мамина кровати, папина кушетка, пианино, книжный шкаф и старенький письменный стол; кажется, был еще обеденный стол, но не наверняка. Свободного места практически не оставалось. В комнате было окно во двор. Из комнаты был выход в маленькую комнатку, вернее, коридор, в котором за занавеской стояла широкая нянина кровать, застеленная покрывалом с кружевным подзором (предмет моего тогдашнего восхищения; у нас были какие-то простые покрывала). Коридорчик выводил в кухню, которая и была основным местом пребывания в дневное время.

Комната, в которой мы жили, зимой отсыревала, на стенах появлялся лед. Именно там мама заболела туберкулезом легких. Я была еще совсем маленькой, когда мама (единственный раз на моей памяти) легла в больницу, и даже не сразу узнала ее после возвращения. До болезни у нее были длинные толстые косы, а из больницы мама вернулась коротко остриженной. Потом косы снова выросли и навсегда остались предметом моей горячей зависти, так как до самой маминой смерти они были ниже колен и в руку толщиной. Отец часто говорил: «Мама у нас красавица»; он очень гордился ею и особенно тем, что у нее не просто красивое, а «хорошее» лицо. Вообще отец всю жизнь относился к маме не просто с любовью, но и с глубоким уважением, говоря, что она «настоящий человек», а в его устах это была высшая похвала. Правда, он не отрицал, что у мамы «взрывчатый» характер. Однако единственные ссоры, которые я помню с детства, возникали только по поводу нежелания мамы лечиться и ездить в санатории; она их совершенно не признавала. Эти ссоры бывали очень шумными и горячими, так как отец и мама были «холериками» по темпераменту, и я, пока была маленькой, пугалась и даже начинала плакать. Став постарше, я поняла, что это не плохие, а «хорошие» ссоры, и принимала в них посильное участие, конечно, на стороне отца. Обычно они заканчивались какими-то неопределенными мамиными обещаниями поберечься, и в доме снова наступали мир и согласие (а в санатории мама так ни разу и не была).

Отец любил рассказывать, что в молодости, когда они с мамой только поженились и бродили где-то по Кавказу с компанией друзей, простая деревенская женщина, узнав, что маминым мужем является не самый высокий и красивый из всех мужчин, а, наоборот, самый маленький и невзрачный, внимательно на него посмотрела и, вздохнув, сказала: «Ну что ж, видать, человек хороший». Действительно, жили родители очень дружно, и детство у меня было поэтому счастливое.

Я была убеждена, что мне необычайно повезло с родителями, и со слов взрослых знаю, что в пять лет, строя планы на будущую жизнь, я соглашалась только на мужа, которого будут звать Володя и который будет «физик, как папа». Очень хорошо к отцу относилась и бабушка — Екатерина Алексеевна Сидорова, знавшая его со школы (она преподавала в этой школе русский язык и литературу). Она всю жизнь считала, что у отца «золотой характер» и что мама должна это ценить. И еще я помню старомодное выражение «великая любовь», которое всегда фигурировало, когда бабушка с кем-либо разговаривала о нашей семье. Нужно сказать, что и отец относился к бабушке с любовью и уважением. Он считал ее очень умным и хорошим человеком, всегда апеллировал к ней в спорах с мамой и, как правило, получал ее полную поддержку.

Жили мы, как я теперь понимаю, крайне скромно. Зарабатывали родители немного, и все деньги уходили в основном на еду. Еда тоже была простая. Почему-то больше всего мне запомнились щи и котлеты с картошкой, наверное, они готовились чаще всего. Вообще все это решала няня, родители в такие «мелочи» не вникали.

Отец очень любил сладкое, особенно клубничное варенье. В семье бытовало предание, что, только-только выкарабкавшись из брюшного тифа, от которого он чуть не умер, и получив банку варенья в передаче, он эту банку съел за один присест, чем немало перепугал и врачей и маму. Тиф был, когда я, по папиному выражению, «была лишь в проекте», так что я знаю об этом только по рассказам. Болел отец очень тяжело, врачи опасались за его жизнь. Надо сказать, что тиф не прошел бесследно. Отец не мог есть ничего жирного, острого, недоваренного. Это сильно осложняло его жизнь, особенно в экспедициях, в которые он ездил вплоть до 1950 г. и где «выбирать», естественно, не приходилось.

Еще одно из воспоминаний. Будний день. Почему-то отец дома, то ли болен, то ли по какой-то другой причине — не помню. Мама на работе. Няни тоже нет, так что мы вдвоем. Сначала все хорошо. Но затем к папе приходит какой-то незнакомый мне дядя, и они начинают обсуждать свои рабочие дела. Про меня оба забывают намертво. В разговоре фигурируют непонятные мне «варитроны» в сочетании с «братьями-разбойниками», более понятными, так как я знаю сказку «Али-баба и 40 разбойников». Все это продолжается бесконечно долго, без передышек и, главное, без какой-либо надежды на конец. В свои четыре или пять лет я уже знаю, что вмешиваться в разговоры взрослых не полагается. Однако все это так скучно и непонятно, что я наконец решаюсь и самым светским тоном, на который способна, спрашиваю: «Папа, а не

могли бы вы поговорить о чем-нибудь более интересном?» Пришедший дядя разражается хохотом, с моей точки зрения совершенно неуместным, а папа, фальшиво улыбаясь, так что я сразу понимаю, что сделала что-то ужасное, ласковым голосом говорит: «Поиграй еще немножко во что-нибудь, мы должны позаниматься».

После ухода дяди мне достается. Отец говорит, что я такая большая девочка и такая невоспитанная, что я его просто навек опозорила своим глупым замечанием, что они разговаривали вовсе не для моего удовольствия и что я им сильно помешала. Судя по тому, что я помню об этом до сих пор, меня вполне «проняло», и впредь в научные дискуссии отца с его коллегами я не вмешивалась. А разговоров было много. К отцу часто приходили его товарищи по работе, и поскольку все тогда были молодые, увлеченные и горячие, то дебаты бывали достаточно бурными. Со временем я узнала, что варитроны — это открытые братьями Алихановыми (Алихановым и Алиханьяном) частицы, в существовании которых фиановцы (а отец тогда уже работал в ФИАНе), мягко говоря, сильно сомневались.

Уже после смерти отца я познакомилась с одним из «братьев-разбойников» — Артемом Исааковичем Алиханьяном, который оказался интереснейшим человеком, очень живым, «заводным» и обаятельным, с большим уважением и теплотой отзывавшимся об отце и весело посмеявшимся над моим рассказом о том, каким я представляла его в детстве. Справедливости ради следует сказать, что и отец в зрелые годы с уважением отзывался о своих бывших оппонентах, но в молодости споры носили очень страстный и непримиримый характер. Да это и понятно, ведь речь шла об основном деле жизни этих людей, равнодушию здесь не могло быть места.

В гостях у Артема Исааковича я познакомилась как-то и еще с одним человеком, знавшим, как выяснилось, отца в детстве и юности, — Лилей Юрьевной Брик. Здесь я позволю себе рассказать о вещах, мало кому сейчас известных. У меня немного родственников, и почти все они с материнской стороны. Мать отца Регина Владиславовна умерла, когда мне было лет пять. Жила она отдельно с отчимом отца Николаем Михайловичем Швейцером, я ее видела очень редко и помню в основном по фотографии, которую очень люблю, так как на ней папа в юности.

Первый муж бабушки, Иосиф Векслер, умер в 1915 г., когда отцу еще не было восьми лет, так что «дедушку» я вообще видеть не могла. Однако с детства знала, что у папы есть дядя — Давид Петрович Штеренберг, которого папа очень любит. Изредка мы всей семьей ездили к нему в гости. Он был художником и жил на Масловке вместе со второй

женой Марусей и сыном Додиком, примерно моим ровесником. Давид Петрович очень ласково относился к маме и ко мне. Я до сих пор жалею, что мама, портрет которой он хотел написать, так и не выбрала для этого времени.

Давид Петрович был большим художником, хотя я поняла это значительно позже. Он родился в 1881 г. в Житомире. Живописью начал заниматься в индивидуальных мастерских художников в Одессе, а когда участились еврейские погромы (видевший их в детстве отец вспоминал о них с ужасом), выехал как политэмигрант за границу. Он долгое время жил в Париже и в Россию вернулся только после Великой Октябрьской социалистической революции осенью 1917 г. В 1919 г. он был назначен правительственным комиссаром по делам искусств и заведующим отделом изобразительных искусств Наркомпроса, ему первому из художников было присвоено звание заслуженного деятеля искусств РСФСР.

В середине 30-х годов Д. П. Штеренберга зачислили в «формалисты», в связи с чем его картины долгое время вообще не выставлялись. Сейчас они экспонируются в Третьяковской галерее, Русском музее в Ленинграде и в ряде других музеев страны, несколько раз организовывались персональные выставки в Москве, а сравнительно недавно его полотна возили на выставку во Францию.

Когда мне было лет 12, Давид Петрович заболел и мы с мамой поехали его навестить. Почему-то разговор зашел о бабушках и дедушках. Я сказала, что читала книжку, написанную в молодости маминым отцом, на что Давид ответил: «Ну, второй дед у тебя тоже не хуже». На это я возразила, что второго деда не знаю, так как он давно умер. Давид удивленно посмотрел на маму, засмеялся и спросил: «Нина, неужели вы с Володи ей до сих пор ничего не сказали?», а затем объяснил мне, что он-то и есть мой второй дед с отцовской стороны. Поскольку Давид мне очень нравился, то меня это только обрадовало, хотя и вызвало, естественно, массу вопросов, которыми я мучила маму на обратном пути.

Дома родители рассказали мне, что бабушка — очень красивая в молодости женщина, — уже будучи замужем за инженером И. Векслером, полюбила молодого и талантливого художника Давида Штеренберга, который и стал папиным отцом. Поскольку в год папиного рождения он был вынужден эмигрировать за границу, ребенок получил фамилию Векслер, которую и сохранил на всю жизнь. В те годы эта история, по-видимому, была известна многим. Во всяком случае, Лиля Юрьевна Брик, когда меня представили ей как дочь Векслера, сразу же сказала: «А, так Вы дочь Володи, у меня есть очень хорошая картина

Вашего деда. Если хотите, приезжайте посмотреть». К сожалению, я все откладывала этот визит «на потом», а сейчас уже и не к кому ехать... С годами между отцом и Давидом усилилось и чисто портретное сходство. Глядя на их фотографии, нетрудно догадаться о близком родстве.

Отец любил живопись и хорошо разбирался в ней. Из старых мастеров он любил Рембрандта, Веласкеса, Ван Дейка, Леонардо да Винчи, а из поздних — французских импрессионистов. Я хорошо помню, как он и мама радовались, когда вновь открыли залы западной живописи конца XIX и начала XX в. в Музее изобразительных искусств им. А. С. Пушкина и они смогли снова увидеть и показать мне любимые ими прекрасные произведения Ренуара, Моне, Сезанна, Ван Гога, Гогена и др., о большинстве из которых я знала только по рассказам. Из русских художников отец больше всех любил Серова и Врубеля.

У отца было то, что можно назвать «цветным видением мира». Он очень тонко чувствовал цвет и, описывая какие-либо свои впечатления, обычно всегда использовал цветовую гамму. По-видимому, ему передались по наследству какие-то способности к изобразительному искусству. Я помню, как он рассказывал, что еще совсем маленьким он нарисовал однажды мелом на асфальте какие-то дома, деревья и дорогу. И тут вдруг рядом с ним остановился совершенно незнакомый человек, посмотрел на рисунок, взял кусочек мела, быстро исправил несколько линий и показал, как надо нарисовать, чтобы появилась перспектива. Очевидно, что-то в неумелом детском рисунке привлекло его внимание.

Во взрослом возрасте рисованием отец никогда не занимался, но зато любил вырезать из дерева различные фигурки. У меня хранится вырезанный им лягушонок на листе кувшинки, подаренный когда-то маме. Бабушка рассказывала, что он переловил множество лягушат, которых пытался «уговорить» посидеть спокойно на листике, но они, конечно, упрыгивали. Так и пришлось ему вырезать готовящегося к прыжку лягушонка (чтобы не отступать от истины). Тем не менее деревянный лягушонок получился похожим на живого и очень симпатичным. К сожалению, времени для таких занятий у отца практически не оставалось. Все же как-то во время отпуска уже в 1959 или 1960 г. он вырезал из дерева нож для разрезания бумаг с рукояткой, увитой виноградной лозой, и, конечно, тоже подарил его маме.

Вообще в редкие часы отдыха на природе отец с удовольствием рассматривал разных букашек. Он мог долго наблюдать за пауком, изредка дразня его травинкой, подкармливать муравьев кусочками сахара, строить «баррикаду» для какого-нибудь трудолюбивого жука, волочащего добычу, и смотреть, как он ее преодолевает.

Особенно отец любил собак. Он без колебаний подходил к любому псу, как бы злобно тот ни выглядел, трепал его, гладил, и ни разу его ни одна собака не укусила. Отец совершенно всерьез был убежден в том, что собаки понимают, что он их любит и не боится, и поэтому они не кусают. Меня он тоже с самого детства научил никогда не убегать от собак и не бояться их. Хорошо помню, как за нами как-то увязался огромный лохматый пес, почти с меня ростом. Поскольку у нас при себе никакой еды не было, а пес явно был голоден, папа, оставив меня и пса на улице, зашел в булочную, купил белую булку (тогда они назывались французскими) и всю ее скормил псу, который в благодарность проводил нас до самой двери (это было, когда мы жили еще на Мещанской).

Многие старые сотрудники Института ядерных исследований в Дубне, вероятно, помнят нашего Балу, появившегося после гибели Ун-каса. Иногда он провожал отца до работы и затем лежал у него в кабинете. В Москве Балу любил сидеть в большом мягком кабинетном кресле отца. Помогавшая нам в те годы по хозяйству Дарья Тимофеевна (няня умерла от рака пищевода в 1948 г.), глядя на Балу, с важным видом восседавшего в кресле, со смехом говорила: «Ну чисто академик!» (А отец в то время уже был академиком.) Балу появился у нас незадолго до маминой смерти (1961 г.), он был целиком «папиным» псом и любил папу настолько, что когда отец куда-нибудь уезжал, то первые дни пес отказывался от еды и только лежал у дверей и ждал. После смерти отца (1966 г.) Балу переселился из Дубны к нам. Я помню, какое это было душераздирающее зрелище, когда несколько месяцев спустя как-то приехал к нам водитель отца — Михаил Петрович Арапов — и привез из Дубны какие-то папины вещи вместе с его портфелем. Балу облизывал портфель, «плакал» и никак не желал отойти, по-видимому надеясь, что вслед за портфелем появится и его владелец.

Я уже писала о том, что мы жили в очень сырой и темной комнате, где мама «заработала» туберкулез, а я за свои 6 лет успела пять раз переболеть воспалением легких. Надо сказать, что в те годы это была серьезная болезнь, так как хороших лекарств не было; сульфидин появился только перед самой войной, и достать его было трудно. Поскольку врачи в один голос предсказывали туберкулез и мне, если мы останемся в этой квартире, отец, который болезненно не любил обращаться с какими-либо личными просьбами к начальству, пересилил себя и обратился за помощью к человеку, которого он любил и уважал всю жизнь, — к Сергею Ивановичу Вавилову. С. И. Вавилов был в то время директором ФИАН. Он очень хорошо относился к отцу и сразу же обещал помочь. Действительно, в 1940 г. мы переехали из бывшей конюшни в роскошные апартаменты — четырехкомнатную квартиру в

академическом доме на улице Чкалова, где отец и прожил почти до самой смерти. Вместе с нами туда, естественно, переехали и няня с дядей Ваней.

У отца была непоколебимая убежденность в том, что просить о чем-нибудь для себя и использовать служебное положение в личных целях совершенно недопустимо и неприлично. В отношении собственной семьи эта установка работала безотказно. Зато за посторонних людей отец просить совершенно не стеснялся; к нему часто обращались за помощью по самым разным вопросам, и, насколько мне известно, если в его силах было помочь, он никогда не отказывал, причем первым его вопросом был: «А может быть, Вам нужны деньги?», независимо от того, были ли эти деньги у него самого или же ему надо было их где-то доставать. Через несколько лет после смерти отца мне позвонил совершенно незнакомый человек, спросивший, не нуждаюсь ли я в какой-нибудь помощи, и объяснил, что ему когда-то очень помог отец и сейчас он хотел бы, если сможет, чем-нибудь быть полезным его дочери. Приходили в то время и письма от незнакомых мне адресатов с выражениями благодарности отцу за помощь, о которой мне ничего не было известно.

Мама в шутку говорила, что к чужим отец относится гораздо лучше, чем к своим. В качестве характерного примера можно привести следующий. У отца по роду его работы довольно рано появилась служебная машина. Однако он никогда не разрешал использовать ее для каких-нибудь домашних дел. Я хорошо помню, как мама возила в рюкзаке продукты и вязанки дров из Москвы в Удельную, где мы с братом и бабушкой жили в 1945–1949 гг. на снятой даче, а попросту в сарайчике, дверь в который одновременно служила и окном.

Отец в те годы был так занят на работе, что к нам даже по воскресеньям практически не выбирался. Уже начиналось строительство в Дубне, обстановка была напряженная, отец без конца ездил из Москвы в Дубну и обратно, ему было не до нас. Он, конечно, понимал, что маме с ее больными легкими и тяжело и вредно ездить к нам по два раза в неделю после работы и возить необходимые припасы, тем более что от станции до дома нужно было еще минут 30 идти. Он часто уговаривал ее отказаться от «этой проклятой дачи» и оставить нас на лето в Москве, но о том, чтобы хотя бы раз отвезти ее и продукты на государственной машине, не было и речи. И как-то никого из нас это тогда не удивляло, и мама никогда на это не рассчитывала.

Родители надолго сохранили закалку «комсомольцев 20-х годов», и только много позже, став академиком и ученым с мировым именем, отец немного «помягчал» в этом плане и изредка разрешал своему води-

телю Михаилу Петровичу Арапову (очень хорошо к нему и к нам относившемуся и часто за нас ходатайствовавшему), куда-нибудь подбросить маму, а иногда даже и меня. Правда, до самых последних лет он все-таки предпочитал снабдить меня деньгами на такси, а не служебной машиной.

Совсем недавно мы с мужем вспоминали, что когда у меня родилась дочка и нужно было перевозить ее и какие-то вещи уже на снятую нами дачу в Малаховке, то перевозил нас товарищ мужа на своей старенькой машине. На той же машине мы, случалось, забрасывали туда и продукты; просить же машину у отца мы считали неудобным. Такое же «комсомольское» отношение у него и у мамы было и к другим вещам. Так, я помню, что, когда мы были детьми и работали на субботниках (воскресниках) и на огороде в пригороде Казани (почему-то это называлось «в обсерватории»), родители всегда внушали нам, что мы должны работать наравне со всеми, чтобы им «не пришлось за нас краснеть». Сам отец всегда норовил взяться за наиболее тяжелую работу, и мама очень боялась, что он надорвется, так как, честно говоря, физической силой в отличие от силы духа он никогда не отличался, хотя был очень ловок и изобретателен.

Наверное, еще стоит сказать о том, что меня с детства приучили к тому, что нет работы «черной» и «белой», а есть просто работа, которая может быть более или менее интересной и более или менее нужной. Отцу даже после того, как он стал академиком, ничего не стоило подхватить ведро с мусором и вынести его на помойку (у нас в доме нет мусоропровода) или «сбегать», как он говорил, в булочную за хлебом (причем он действительно почти бегал, во всяком случае, оборачивался быстрее нас с братом). Правда, бабушка всегда на это сердилась и говорила, что обойдутся и без него и что есть люди и помоложе, имея в виду нас, но отец только смеялся и говорил, что это совершенно не имеет значения и что его авторитет от этого, безусловно, не пострадает (и, конечно, был прав).

Отец до старости (если это слово применимо к человеку, не дожившему до 60 лет!) был чрезвычайно подвижным, «легким на подъем» и быстрым. Он прекрасно ходил по горам и любил горы. Только, к сожалению, с годами у него оставалось для этого все меньше и сил и времени. Он был фанатично влюблен в свои ускорители и все время отдавал им. Я помню, что он часто сетовал на то, что получил недостаточно хорошее образование и что поэтому ему необходимо постоянно учиться. Действительно, он занимался и вечерами после работы, и по воскресеньям. Характерно, что ему при этом совершенно не мешал шум. Он мог заниматься под разговоры, любил работать под тихую (фоновую) музы-

ку. По-видимому, он настолько погружался в занятия, что просто отключался от всего происходящего вокруг. В этом между ним и мамой была большая разница. Мама требовала, чтобы, когда она занимается (она была профессором, доктором исторических наук, зав. сектором истории средних веков и много работала дома), было тихо, а отец разрешал шуметь сколько душе угодно, чем мы с братом, к маминому неудовольствию, и пользовались.

Интересно, что наряду с постоянным стремлением «образоваться» отец был убежден в том, что избыток знаний вредит творчеству. Он считал, что людям, которые «все знают», сделать что-нибудь мешает «внутренний цензор», напоминающий либо о том, что нечто подобное уже сделано, либо о том, что существуют данные, противоречащие возникшей идее. В результате человек разоружается и пасует. А менее образованный исследователь, который не знает, что «такого быть не может, потому что не может быть никогда», оказывается в более выгодном положении. В частности, он утверждал, что принцип автофазировки он смог «выдумать» только благодаря тому, что был не так образован, как физики-теоретики. Это не относилось, разумеется, к идеям, противоречащим основным законам физики (вроде вечного двигателя, например), или к профессионально безграмотным начинаниям. Но все же отец считал, что творчеству способствует некий не максимальный уровень образованности, хотя сам всю жизнь стремился к последнему.

Устав от занятий, отец перед сном часто шел прогуляться по Садовому кольцу. Проходил он за вечер километров 5–8 быстрым шагом и утверждал, что когда ходит, то значительно лучше думает и вообще лучше себя чувствует. Это было уже в 50-е годы, когда здоровье его ухудшилось. Нагрузка у него была огромная, а способов отдохнуть очень немного, да и не умел и не хотел он отключаться от рабочих дел.

Годы были непростые, требования предъявлялись жесткие и далеко не всегда разумные, силы часто тратились не на дело, само по себе требующее огромного напряжения как нервного, так и физического, а на различные мешающие этому делу вещи. В качестве иллюстрации — выдержка из письма к маме: «Вообще недели две у нас абсолютно ничего не клеилось, можешь понять мое состояние. С одной стороны, меня не пускают на точку... а с другой стороны, тот самый прибор, который так хорошо работал раньше, вдруг перестал работать и начал черт знает что показывать. Я дошел до того, что ночи две совсем не спал (в довершение беды к нам на точку каждые два-три дня приезжал начальник и все спрашивал, как дела). Теперь все вошло, конечно, в норму, чудес на свете не бывает, но это я понимал всегда, а нервы были совсем не в по-

рядке вопреки пониманию. Оказалась тривиальная дрянь. Сейчас все исправили, и дело пошло как надо, но пришлось помучиться!» Такая была жизнь.

Помимо вечерних прогулок, способом отдохнуть было кино. Отец любил кино, но предъявлял к нему высокие требования. Если картина была плохая, ему ничего не стоило встать и уйти, если только мы «не пускали корешки», как он говорил, и не высиживали «до победного конца». В театре же на моей памяти он вообще был считанное число раз, хотя в молодости любил театр Мейерхольда, Камерный и, кажется, Вахтанговский. Я помню, как смотрела вместе с ним пьесу Брехта «Добрый человек из Сезуана» в Театре на Таганке. Я была в совершенном восторге, а отец, усмехнувшись, сказал: «Ну мы-то все это уже видели».

Музыку отец любил, но предпочитал слушать дома, а не в концерте. У него был абсолютный слух, он прекрасно свистел и мог насвистеть любой сложный мотив. У отца был какой-то удивительно красивый глубокий тембр свиста; когда я попыталась научиться, отец объяснил, что такой звук получается, если не выдувать воздух, а, напротив, втягивать его в себя. У него это получалось очень здорово. Когда я была маленькой, мама еще изредка играла на пианино, отец очень любил ее слушать и всегда просил сыграть еще. К нашему общему сожалению, постепенно за неимением времени мама совсем перестала играть. Пожалуй, камерную музыку отец любил больше симфонической. Он всегда с удовольствием слушал произведения Шопена, Моцарта, фортепьянные пьесы Бетховена, Шуберта, Шумана. У Чайковского любил балеты. Музыка Вагнера отца раздражала. В то же время он честно старался понять музыку Шостаковича, но быстро сдался и сказал, что он для нее устарел.

Я помню, как в Москве вдруг появились из-под полы пластинки с записями Вертинского (где-то в 50-е годы, незадолго до возвращения Вертинского на родину). Записан он был «на костях», так тогда называли самодельные диски из использованной рентгеновской пленки. Я услышала Вертинского впервые, а родители, как выяснилось, знали его романсы и многие из них любили. Я выучила понравившиеся мне песни и летом во время отпуска даже исполняла их для «узкого круга», тщательно стараясь сохранить интонации автора. По-видимому, это было не слишком плохо, так как отец, несмотря на достаточно скептическое отношение к моим «талантам», нередко просил меня «спеть Вертинского». Позднее, когда появился Окуджава, отец влюбился в его песни. Он считал Окуджаву самым талантливым из всех наших «бардов», хотя ему нравились и песни Новеллы Матвеевой, и песни Высоцкого. Из зарубежной эстрады отец признавал, по-моему, только Эдит Пиаф.

Я уже упоминала о том, что отец любил живопись. Мы не раз бывали вместе на различных выставках. Ходить с ним было очень интересно. У него был свой взгляд на вещи, далеко не всегда совпадающий с официальной точкой зрения. Так, он очень высоко ценил скульптуру раннего Коненкова и Голубкиной, которых я увидела значительно позже, поскольку долгое время их не выставляли и не пропагандировали, записав в «упадочное» искусство. Помню, как он и мама сокрушались по поводу того, что у нас совершенно не выставляют Шагала и Фалька — художников, произведений которых я в то время тоже не знала.

Отец был широко образованным человеком, хотя сам этого не считал. В юности он увлекался философией, читал Канта, Гегеля, Юма, серьезно штудировал труды Маркса, Ленина. Его интересовали соотношение живой и мертвой материй, возникновение в природе способности к ощущению, развитие сознания. Он показывал мне рассуждения на эти темы в «Философских тетрадах» В. И. Ленина, специально для меня купил книги Хасхачика «Развитие сознания» и Шредингера «Что такое жизнь с точки зрения физики», считая, что будущий биолог обязан интересоваться этими кардинальными вопросами биологии. К сожалению, большую часть разговоров на эти темы я в свое время пропускала мимо ушей, так же как и обсуждение с мамой и ее коллегами вопросов, связанных с развитием культуры и религии и закономерностями исторического прогресса и социальных отношений.

Несмотря на занятость, отец всегда много читал и был в курсе практически всех литературных новинок. Правда, чтением «макулатуры» он никогда не занимался. В доме выписывались все основные журналы, как научные, так и художественные. Поскольку хорошую книгу или рассказ, естественно, хотелось прочесть всем как можно скорее, у нас существовало правило, по которому преимущественное право на чтение принадлежало тому, кто первый начал читать эту книгу. И если я, скажем, в отсутствие отца или мамы брала начатую ими книгу или журнал, то по первому требованию должна была ее отдать, как бы мне ни хотелось дочитать. То же самое делали и родители. Поскольку они были заняты значительно больше, чем я, то обычно мне везло и я успевала «застолбить» за собой право на первопрочтение, но, когда отец «клянчил» книжку, произнося разные «жалкие слова» о том, что у него больше не будет времени, мы все проявляли милосердие и уступали ему свои «права». Если вещь была интересной, то иногда отец прибегал к «нечестным» приемам и просто умыкал книжку в Дубну, чтобы там в спокойную минуту почитать. За это ему всегда доставалось, а он хитрил и говорил, что сделал это неумышленно, по рассеянности (которой он в других обстоятельствах вовсе не отличался).

Любимым поэтом отца всю жизнь был Пушкин. У нас дома был целый набор различных изданий «Евгения Онегина». Отец часто цитировал Пушкина и считал его одним из умнейших людей России. Из русских прозаиков он высоко ценил Льва Толстого, хотя раздражался назойливостью его нравоучений, и Чехова, повести и рассказы которого часто и с удовольствием перечитывал, открывая в них все новые и новые созвучные ему настроения и мысли. Из современных произведений отец выделял «Тихий Дон», очень любил вещи М. Булгакова, особенно «Мастера и Маргариту», с удовольствием читал Фазиля Искандера. Он восхищался также мощью поэтического дарования Маяковского, но читать его не любил. В последние годы отец полюбил стихотворения Марины Цветаевой и Беллы Ахмадулиной. Из зарубежных писателей отец любил Стендаля, Шекспира, Мопассана, а из более поздних — Хемингуэя и Дос Пассоса. С ним было очень интересно обсуждать прочитанное, поскольку у него всегда был какой-то свой, нетривиальный подход и восприятие, подкрепленные, впрочем, вполне четкими аргументами, а не только эмоциями. Сплошь и рядом высказывания и замечания отца носили на первый взгляд парадоксальный характер, однако через несколько минут начинало казаться, что и ты думал точно так же; вообще убеждать он был великий мастер.

Перечитала я написанное и вижу, что у меня получилась унылая инвентаризация привычек и вкусов, далеко не отражающая и не исчерпывающая симпатий и антипатий живого, впечатлительного, умного и тонко чувствующего человека, умеющего образно мыслить, точно и остро формулировать свои мысли и ощущения, прибегающего иногда к сознательному эпатированию публики, страстного и неутомимого спорщика с неисчерпаемыми запасами сарказма, стремящегося всегда отстоять свою точку зрения, убедить противника и умеющего это делать. На самом деле ведь все пристрастия человека, и литературные, и музыкальные, и художественные, сложнее и противоречивее, чем об этом удастся сказать. Вот я пишу, что отец любил Стендаля, но ведь, кроме этого, он с удовольствием читал и многие другие вещи, совершенно непохожие на книги Стендаля: например, очень любил книгу Шодерло де Лакло «Опасные связи» и потратил много труда на то, чтобы ее достать, отдыхал на рассказах Честертона и Агаты Кристи, с наслаждением перечитывал стихи Киплинга и т. д. Вообще из «вещей» книги были его самой большой любовью. В доме никогда не жалели денег на книги, даже когда этих денег было совсем немного. Первая собранная родителями библиотека погибла во время войны. От нее остались только разрозненные тома сочинений Л. Толстого и Майна Рида и большой красный том стихотворений А. С. Пушкина (еще доре-

волюционное издание). После войны, как только появилась возможность, родители начали собирать новую библиотеку. По воскресеньям отец отправлялся в поход по книжным магазинам и возвращался обычно с увесистой стопкой книг. Много книг было куплено и на импровизированных книжных базарах.

Кроме книг, у отца было и еще несколько пристрастий. Так, он очень любил радиотовары; по-видимому, это было частью его любви к приборам вообще. У нас много раз менялись радиоприемники, дольше всех держался благородной формы «Телефункен», купленный в какой-то комиссионке. Однако и он уступил место, с моей точки зрения, куда более худшему «Люксу». По вечерам, уставший от шумного и напряженного рабочего дня, отец часто ложился на диван в столовой, включал радио и с наслаждением начинал крутить ручки, перебирая разные длины волн и диапазоны, пока не добирался до какой-нибудь устраивающей его мелодии, иногда классической, иногда легкой. После этого он на некоторое время оставлял приемник в покое и погружался в книгу, успевая в самые неожиданные моменты вставлять реплики в наши разговоры. Нам, впрочем, всегда казалось, что самое большое удовольствие отцу доставляет сам процесс кручения ручек. Как только выпустили первые телевизоры, маленький ящик появился у нас дома. Справедливости ради следует сказать, что первым его бросил смотреть сам отец. Но за маленьким ящиком тем не менее последовал ящик побольше, и я уверена, что если бы отец был жив, то сейчас у нас стоял бы уже огромный цветной телевизор.

Следующее пристрастие представляется мне совершенно удивительным. Отец, в общем глубоко равнодушный к вещам, почему-то любил ковры и, когда мог, покупал их. При наличии в доме собаки это было достаточно обременительно с точки зрения поддержания их в надлежащем состоянии. Проблема решалась просто: за коврами никто специально не ухаживал, их не берегли и обращались с ними, как с обычными дорожками и половиками. Еще отец любил меховые вещи. Свою самую первую денежную премию, полученную за какие-то усовершенствования физических приборов, он, не слушая никаких возражений, истратил на меховую шубу для мамы. Я не знаю, что это был за мех, вероятно какой-то недорогой, но помню, что шуба была очень мягкая, и я в детстве любила ее гладить. Маме с ее больными легкими эта шуба сослужила, конечно, большую пользу, она была теплой и легкой, и мама носила ее много лет.

Когда я поступила в университет, на очередную премию была куплена меховая шубка из мерлушки и мне. У самого же отца из «мехов»

была только бобровая «боярская» шапка, которую он много лет носил зимой с толстым ратиновым демисезонным пальто.

В остальном его вкусы были простыми. Он был совершенно непривередлив в еде. Многие годы по вечерам он регулярно съедал небольшую тарелку гречневой каши, которую очень любил, и выпивал стакан простокваши или кефира. Утром он обычно пил кофе и ел бутерброды с сыром или яичницу. Очень любил приготовленные мамой блинчики с творогом или вареньем и, как я уже упоминала, чрезвычайно любил сладкое. Он был основным «поставщиком» конфет, которые покупал во время вечерних прогулок на улице Горького. Из конфет он предпочитал шоколадный или театральный (были такие) наборы. Приезжая из Дубны, он обычно еще с порога спрашивал, «есть ли в доме что-нибудь вкусненькое», и, если не было, готов был идти за ним.

Обстановка в доме была простая. Основным предметом мебели являлись многочисленные книжные шкафы разных стилей, цветов и размеров, но все равно книгам не хватало места, и они лежали на всех плоских поверхностях, включая холодильник. Значительную часть площади занимали письменные столы. У мамы и отца было по большому двухтумбовому столу, у меня — тоже двухтумбовый, но поменьше (правда, заниматься и читать все почему-то норовили за большим обеденным столом). Посуда была самая обыкновенная, фарфоровая или стеклянная; никаких хрустальных ваз, салатниц или конфетниц не было. Поскольку отец любил пить чай из стакана, ему на день рождения часто дарили подстаканники, и в доме до сих пор хранится набор разных подстаканников, которыми редко кто пользовался.

Как это ни удивительно, я не помню никаких разговоров о бытовых неурядицах, которых, конечно, хватало. По-видимому, к ним относились как к досадным помехам, но никогда не поднимали «на принципиальную высоту». Зато все вопросы, касающиеся работы, горячо и подолгу обсуждались. Ближе к лету начиналось обсуждение летних планов. К сожалению, в послевоенные годы отец уже редко выбирался с нами в отпуск, так как в связи с ухудшением здоровья вынужден был отдыхать в санаториях, чтобы восстановить силы к новому рабочему году. Как он говорил: «Сейчас надо стараться не о том, чтобы стало лучше, а о том, чтобы не стало хуже». Мы же с мамой обычно проводили отпуск «дикарями-туристами» в горах, без которых мама не мыслила отдыха. На самом деле для ее здоровья горы вряд ли были особенно полезны, ей из-за больных легких было трудно быстро ходить, да еще с рюкзаком, и она сильно задыхалась на подъемах. Тем не менее она отдыхала там от городской суеты, очень любила горные снега и реки, и мы почти до самой ее смерти на месяц уезжали в горы,

чаще всего на Кавказ, в Теберду, которую она хорошо знала и любила с молодых лет, в Цей или Терскол. Отец же летом, как правило, работал, а в сентябре уезжал в Кисловодск.

Когда началась война, отец пошел в военкомат и подал заявление об отправке его на фронт. Меня с бабушкой, женой Сергея Николаевича Вернова, его маленьким сыном Юрой и их домработницей Марусей отправили в Сибирь, а мама осталась в Москве дожидаться, как решится вопрос с отцом. У них была договоренность, что если отец уйдет на фронт, то мама тоже подаст заявление в военкомат. Мы устроились в небольшой деревеньке под г. Омском и стали с нетерпением ждать письма от родителей. Наконец оно пришло. Отца на фронт не взяли. Ему было поручено как парторгу института обеспечить эвакуацию ФИАНа в Казань и в максимально короткие сроки наладить там работу на оборону страны. Мама поехала вместе с ним, а няня и дядя Ваня остались в Москве. Няня пошла на работу — шить для фронта. Летом 1942 г. мы с бабушкой тоже перебрались из Сибири в Казань.

К тому времени у меня появился взрослый брат, который был ровно на год и один день старше меня. Звали его Артур. Произошло это следующим образом. По приезде в Казань мама поступила на работу в Институт истории. Когда немцы подошли к Москве, под Казанью тоже начали возводить линию обороны и рыть окопы. Активное участие в этих работах приняли сотрудники Института истории. Поехала туда и мама, несмотря на то, что по состоянию здоровья ей это было совершенно противопоказано: в начале войны у нее началось сильное обострение туберкулеза. Отец пытался ее удержать, но не смог (хотя, как гласило предание, разбил единственную имевшуюся дома тарелку).

Жили «на окопах» люди чрезвычайно тяжело, в условиях, конечно, абсолютно неподходящих для больного человека, и примерно через месяц маму оттуда вывезли. Но за это время она подружилась с семьей Сагадеевых, которые были «на окопах» с девятилетним сыном Артуром. Мать Артура Нафиса, очень милая женщина, тоже была некрепкого здоровья. Вскоре по возвращении в Казань она заболела сыпным тифом и умерла, а спустя неделю от тифа умер и отец Артура Сагеджан. Мальчик остался в семье тетки, жившей с сыном Накием, работавшим на одном из заводов (ему было лет 18). Старший брат Артура Марс в то время находился на Севере в морском училище. Родители очень жалели мальчика, за одну неделю лишившегося и отца и матери, и предложили Артуру жить у них. Сначала Артур отказался.

Однако жизнь у тетки оказалась голодной и тяжелой, у мальчика началась куриная слепота от недоедания, и тогда он сам пришел к маме и сказал, что будет у нее жить. Родители тогда же усыновили Артура, и

до 16 лет он носил фамилию отца, а при получении паспорта в 1947 г. взял свою родную фамилию. Отец, детство которого было не слишком счастливым, очень жалел Артура и позволял ему гораздо больше, чем мне. Мотивировка была одна: «Он сирота, а у тебя есть отец и мать». На этом основании я должна была отдавать Артуру свои карандаши (он прекрасно рисовал), книги, игрушки... А тогда, в войну, всего этого было очень немного, а мне было всего восемь лет, и я часто считала себя несправедливо обиженной. Конечно, по-настоящему понять, как плохо моему приемному брату, очутившемуся без родных, в семье с совершенно непривычным для него укладом жизни, я тогда была не в состоянии, но отцу это как-то не приходило в голову, и он на меня сердился «за черствость». Вообще воспитателем он был неважным. Мама была и значительно строже, и гораздо справедливее к нам обоим, и, повзрослев, Артур это прекрасно понял и всю жизнь относился к маме с любовью и глубоким уважением.

Отцу никогда не хватало терпения объяснить спокойно какую-нибудь не получающуюся задачку по физике или математике. Он быстро начинал раздражаться и недоумевать, как это можно не понимать таких простых вещей, а это, естественно, приводило к тому, что, обидевшись на его язвительные замечания и заупрямившись, мы вообще переставали понимать что-либо, и дело, как правило, кончалось ссорой. Может быть, в конечном счете это оказалось даже полезным, так как я предпочитала помучиться подольше самой, но не обращаться к нему за помощью и в конечном счете проклятая задачка как-то решалась. Возможно, по тем же причинам отец не любил и читать лекции. Он всегда говорил, что для него это сущее наказание. В отличие от него мама любила преподавательскую работу и, даже став заведующим сектором истории средних веков в Институте истории АН СССР, не оставила чтение лекций в МГУ. Я помню (уже в бытность мою студенткой биофака), что на ее лекции ходили не только истфаковцы, но и студенты с других факультетов, так хорошо она читала.

Но вот если спрашивать отца о примитивных задачах было бессмысленно, то обсуждать с ним интересующие меня вопросы биологии было не только интересно, но и полезно. Несмотря на то, что «моя» наука была от него, казалось бы, очень далека, он интуитивно улавливал, что правильно или неправильно, интересно или не очень. Так, в самом начале моих занятий иммунохимией отец, услышав, что я придумала некое парадоксальное объяснение одного непонятного явления, убедил меня отнестись к этой мысли «не как бандерлог» (обезьянье племя из «Маугли»), а серьезно и попытаться найти способы ее экспериментальной проверки. Действительно, сейчас эти исследования превратились в

самостоятельное направление и являются одной из тем, изучаемых в моей лаборатории.

Будучи настоящим ученым, отец необычайно быстро улавливал «фальшь» в, казалось бы, далеких от него областях науки.

Отец был очень скромным человеком. Он, конечно, понимал свою незаурядность, но я никогда не видела, чтобы он чванился своим положением или пришедшей к нему известностью. Он никогда не стремился использовать ее для получения каких-либо материальных благ. У нас не появилось ни собственной машины, ни дачи, ни каких-либо ценностей. У мамы никогда не было ни золотых цепочек, ни колец, ни серег — в те годы, когда формировался духовный мир родителей, это было совершенно не принято и считалось мещанством. Я помню, что в детстве, если я восхищалась увиденными на ком-нибудь украшениями — бусами, брошками, отец всегда говорил: «А как насчет кольца в нос?» Правда, с возрастом он стал относиться к этому вопросу более философски и даже как-то подарил нам с мамой по гранатовой брошке (но обычно маме в день рождения он неизменно дарил цветы — розы или корзину с белой сиренью).

Сколько я себя помню, основное время и силы у отца уходили на работу. Он не «выключался» даже во время отдыха. Недавно Артур вспоминал, как мы с папой не то 1, не то 2 мая гуляли по улице Горького и уже свернули на Садовое кольцо в сторону дома, как вдруг по улице понеслись пожарные машины в сторону Белорусского вокзала. Отец бросил нас и бегом помчался в ФИАН (тогда институт помещался еще недалеко от Белорусского), хотя вероятность того, что машины мчатся именно в ФИАН, была ничтожной. Действительно, институт стоял как ни в чем не бывало, но реакция отца была совершенно типичной. Из Кисловодска, где он лечился, он писал маме, упрекавшей его в том, что вместо спокойного отдыха и лечения он регулярно звонит на работу и выясняет, как идут дела: «Неужели ты хочешь, чтобы я в один прекрасный день вдруг взял и полностью забыл о том, что делаю в последние 10 лет моей жизни, чтобы это меня вдруг, по щучьему велению, перестало интересовать, беспокоить, радовать или печалить! Что ж я был бы в этом случае за человек? И какой вред для моего здоровья в том, что я узнаю, как идут дела на работе?.. Я не могу руководить на расстоянии 1200 км, да и надеюсь, что в этом нет никакой необходимости, не говоря о возможности. Однако знать, как идет дело, хотя бы в двух-трех словах мне хочется и нужно. Ведь я еще человек, а не покойник!»

Чрезвычайно характерны и следующие строки: «Больше всего меня, пожалуй, расстраивает то, что я совершенно не хочу работать, т. е. читать и учиться, и даже думаю о «своем» очень плохо, урывками и

без всякого желания. Это, пожалуй, болезнь похуже всякого «пищика»... Увы, хорошего здесь мало. Кроме головы, у меня ничего нет, а если нет желания работать головой... Эта перспектива в принципе очень страшная». Надо учесть, что это написано человеком, которому врачи незадолго до этого поставили страшный диагноз — рак пищевода («пищик»). С этим ужасом мы жили несколько месяцев, пока отца не посмотрел профессор М. С. Вовси, который снял роковой диагноз и объяснил, что болевые симптомы и сужение пищевода являются результатом колоссального нервного перенапряжения и могут быть почти полностью сняты при отдыхе и разумном образе жизни (к чему отец, как и мама, увыв, был совершенно неспособен).

Отец, как и мама, очень любил горы и почти до самых последних лет прекрасно ходил и лазал по скалам. В Кисловодске он обычно тоже «бегал» на Большое седло (и на Малое — сразу) почти каждый день и гордился тем, что в свои 58 лет добирается от речки до верха за час сорок, а обратно вниз — за час. Он был очень цепким и всегда со смехом говорил, что лазает немного хуже обезьяны, и то исключительно из-за отсутствия хвоста. В молодости у него было очень хорошее сердце. «Сорвал» он его, по-видимому, на Памире, где в течение ряда лет был начальником высокогорной экспедиции, занимавшейся изучением космических лучей. Сам он считал, что это произошло, когда в один редкий свободный день пошли целой группой на какое-то восхождение (на ~ 6000 м). В числе участников был Дмитрий Иванович Блохинцев. При спуске Д. И., опытный альпинист, никого не предупредив, решил идти своим путем, который ему казался короче. Однако когда группа под руководством отца спустилась с вершины, Блохинцева внизу не оказалось. Отец страшно встревожился и, не передохнув, отправился снова вверх на поиски. За это время Д. И. успел вернуться в лагерь и даже лечь спать, а отец сильно перенервничал, да и физически очень устал. С этих пор у него появились боли в сердце. Правда, сам он считал, что они носят главным образом «нервный» характер и что для улучшения самочувствия ему ни в коем случае нельзя ложиться, а надо, напротив, побольше ходить. Лечиться он, как и мама, терпеть не мог, и врачи из поликлиники АН СССР всегда были на него в обиде за отказ проходить ежегодную диспансеризацию и выполнять различные их предписания.

Следует сказать, что условия жизни на Памире и сами по себе были достаточно тяжелыми. Приходилось заниматься не только наукой, но и «строить дома, сколачивать столы, заряжать и таскать аккумуляторы» (из письма к маме) и при этом решать еще кучу самых разных снабженческих вопросов (хлеб, например, на станцию доставляли за

25 км). Если учесть к тому же, что вся жизнь протекала на высоте около 4000 м, то станет ясно, что и без дополнительных нагрузок было нелегко.

Отец очень скучал на Памире без мамы, но боялся брать ее с собой из-за легких. Практически во всех письмах той поры он пишет, как ему хотелось бы, чтобы мама была с ним. У меня сохранился замечательный кусок горного хрусталя, который он привез из одной экспедиции маме в подарок. Искал он этот камень, как было написано в письме, «специально для тебя в течение многих часов на высоте 4700». В конце концов мама убедила его, что высота для нее не так опасна, поскольку воздух на восточном Памире очень сухой, и три раза ездила с ним на месяц-полтора в свой летний отпуск. Два раза брали туда и меня (в 8-м и 10-м классах). При этом, чтобы я не «сидела без дела, когда все работают» (а работали там с утра и до ночи практически без выходных), отец приспособил меня сначала паять аккумуляторы (это получалось «так себе», и таскать их было очень тяжело), а затем проявлять бесчисленные пленки (это оказалось более доступной мне работой, хотя и не слишком интересной). На Памире рядом с физической станцией находилась биостанция, с начальником которой Олегом Вячеславовичем Заленским отец очень подружился. Я рассматривала на биостанции занятые образцы высокогорных лишайников и растений и с удовольствием вслушивалась в научные разговоры биологов.

Отец прекрасно играл в настольный теннис, называвшийся тогда пинг-понгом. Поскольку он был маленького роста, стоять далеко от стола ему было крайне невыгодно. Поэтому он стоял почти вплотную к столу и молниеносно отражал шарик. У отца была необычайно быстрая реакция, пожалуй самая быстрая по сравнению со всеми, кого я знаю. Казалось, шарик еще не коснулся стола, а отец уже точным и резким ударом, да еще и с подкруткой, посылал его в угол противника, а затем также молниеносно в противоположный. Это называлось «раскладывать шарик по углам». Глазомер у отца был очень хороший, хотя он и носил очки, и мячик всегда попадал на стол. В большинстве случаев реакция партнеров оказывалась намного медленней и отец неизменно выигрывал.

На Памирской станции игра в пинг-понг была одной из главных форм отдыха после напряженного рабочего дня. Там всегда было много молодежи, так как на станцию брали студентов-физиков. Обычно после нескольких партий, в которых отец оказывался победителем, ребята принимали «жесткое» решение о том, что чемпион «вылетает» после трех игр, иначе отец простаивал за столом весь вечер. Он пытался возражать, но бывал вынужден подчиниться большинству (то, что он начальник, никакой роли не играло). Зато какое бурное ликование

поднималось среди молодежи, когда кому-нибудь удавалось «выставить» отца. Несмотря на родственные связи, я, грешным делом, этому тоже радовалась: меня-то он практически всегда обыгрывал, да еще и издевался при этом! Изредка у него умудрялась выиграть мама, я думаю, потому, что адаптировалась к этой противной манере «тыка мяча» с молодости. Отец страшно гордился быстротой реакции и тем, что его почти никто не мог обыграть, а соперники, среди которых были даже перворазрядники, доказывали ему, что он играет совершенно не по правилам, а как варвар, но выиграть, как ни старались, не могли, потому что отец всегда «навязывал» свою манеру игры. В молодости отец, кажется, хорошо играл в крокет, хотя, по маминым словам, отчаянно жульничал и спорил. При мне этой игры уже не было.

Из интеллектуальных игр он любил шахматы, и в детстве я часто наблюдала, как после длительных и горячих споров о своих рабочих делах папа с пришедшими к нему товарищами садились за шахматы и с не меньшим упоением допоздна играли. Еще отец очень хорошо играл в «слова», набирая благодаря своим незаурядным способностям к комбинаторике максимальное количество осмысленных буквосочетаний. Но вообще со мной и братом в детстве отец возился мало. На наших детских праздниках (елках, днях рождения) он обычно не бывал, и устраивали их мама и бабушка, которая была прирожденным педагогом и очень любила возиться с детворой.

Из домашних обязанностей на отце лежала одна — чинить перегоревшие пробки и перегоравшие электроприборы (на правах бывшего электромонтера). Я помню, что, приезжая из Дубны, он с удовольствием возился с какой-нибудь испортившейся настольной лампой или торшером и бывал страшно горд, когда исправлял их. С энтузиазмом брался он и за починку будильников. Обычно дело начиналось с их полного демонтажа. Почему-то при сборке всегда оставались «лишние» винтики. Отца это не очень смущало, но я не помню случая, когда вновь собранный будильник заработал бы. С электроприборами дело обстояло много лучше, что доказывает пользу профессионализма!

Будничные дела, связанные с обуванием, одеванием, кормлением и уборкой, лежали на маме и няне. Характерно, что, совершенно не интересуясь нашими домашними делами, отец всегда входил в аналогичные заботы окружающих и делал это с видимым удовольствием. Я помню, что мы все порой сердились на готовность отца помочь совершенно посторонним людям при полном равнодушии к собственным делам и даже называли его лицемером, однако от этого ничего не менялось. Он был глубоко убежден, что у нас все в порядке и его вмешательства не требуется или же что мы вполне можем справиться сами.

Думаю, что маме это сильно усложняло жизнь, но она всегда стремилась создать отцу оптимальные условия для спокойной работы и не отвлекать его на мелкие повседневные заботы. Конечно, огромную помощь по дому ей оказывала няня, а после выхода на пенсию и бабушка. Фактически мы с братом выросли под ее присмотром.

Отца с трудом удавалось «вытащить» для покупки каких-нибудь вещей для него же. Он приводил массу доводов в пользу того, что ему ничего не нужно, и всегда утверждал, что в старой одежде чувствует себя значительно лучше, чем в новой. Из смешных штрихов вспоминаю его любовь к обычным резиновым галошам. Однажды, уже будучи академиком и приехав на какое-то «высокое» заседание, он, оставляя свои любимые галоши в гардеробе, попросил поставить их так, чтобы их никто не спутал со своими. На это гардеробщик со смехом сказал ему: «Да что Вы, таких галош, кроме Вас, в Москве ни у одного человека нет». Отец приехал домой и очень веселился по этому поводу, но от галош не отказался.

Постоянное огромное нервное и умственное напряжение и накопившаяся физическая усталость привели к тому, что в последние годы отец стал чувствовать себя все хуже и хуже. Поездки в Кисловодск и короткие передышки в подмосковном санатории «Узкое» на некоторое время возвращали отцу силы и работоспособность, и он все их, как и в молодости, вкладывал в свое новое любимое детище — когерентный ускоритель. Он часто повторял, что это гораздо лучше синхрофазотрона, и радовался, что «голова у него еще работает!». Много сил отнимали у него и различные умножившиеся общественные и административные дела. Последние он очень не любил, но заниматься ими был вынужден «для пользы дела». Я знаю, что до самых последних дней своей жизни он думал над физическими задачами, хотел, как он говорил, «успеть еще хоть что-то сделать в жизни». Он очень надеялся на своих учеников, среди которых много одаренных физиков, продолжающих и развивающих сейчас его дело.

Я ничего не пишу о полученных отцом наградах и ученых степенях. Для него это никогда не было главным, хотя, конечно, как каждый человек, он радовался признанию. Однако самой большой радостью для него являлось творчество. Всю свою жизнь он «боролся и искал, находил и не сдавался».

И. М. Франк

НЕСКОЛЬКО СЛОВ О В. И. ВЕКСЛЕРЕ*

Со дня кончины Владимира Иосифовича (22 сентября 1966 г.) прошло уже двадцать лет. Много в воспоминаниях о нем за эти годы утратило яркость и свежесть непосредственного восприятия. То, что сохранила память, само собой непонятным образом уложилось в какую-то почти логическую схему, безусловно обедняющую облик этого замечательного человека. Впечатления, ранее казавшиеся противоречивыми, теперь сгладились. Возможно, при этом утерялось нечто наиболее ценное.

Хорошо помню начало деятельности В. И. Векслера в Физическом институте АН СССР. Работая во Всесоюзном электротехническом институте, он стремился к исследованиям в области ядерной физики. В 1937 г. С. И. Вавилов помог ему в этом, приняв своим докторантом в ФИАН (в то время в Академии наук был вид аспирантуры, готовившей докторов наук). О том, как это произошло, Владимир Иосифович рассказал сам в своих очень автобиографических воспоминаниях о С. И. Вавилове¹.

Ядерная физика в то время была совершенно непохожа на современную ни по размаху работ, ни по оснащению. Многие тогда считали ее бесполезной и малоперспективной наукой, а С. И. Вавилов подвергался критике за то, что по его инициативе работы в этой области начались в ФИАНе.

В 1934 г. при переводе Академии наук СССР из Ленинграда в Москву нас, занимавшихся ядерной физикой, было всего несколько человек: Л. В. Грошев, Н. А. Добротин, П. А. Черенков, С. Н. Вернов, работавший первое время на базе Радиевого института, К. И. Алексеева и я. Все мы не имели или почти не имели опыта работы в ядерной физике. В Москве наша группа начала понемногу, очень медленно пополняться. Появились лаборанты и вскоре, кажется, уже при В. И. Векслере, даже радиотехник (неслыханная в то время роскошь). Главным событием был, конечно, переезд из Ленинграда Д. В. Ско-

*Вестник АН СССР. 1986. № 8. С. 104–109; Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 7–13.

¹Сергей Иванович Вавилов: Очерки и воспоминания. 3-е изд. М., 1981. С. 209–215.

бельцына, обеспечившего научное руководство. По-прежнему много внимания нам, и особенно П. А. Черенкову, уделял С. И. Вавилов. Все же группа была маленькая, и, когда впервые возник разговор о переходе к нам В. И. Векслера, С. И. Вавилов сказал: «Вы все в ядерной физике по-настоящему еще не стали на ноги, и пока не следует расширяться». Однако, познакомившись с В. И. Векслером, он изменил свое мнение. Талантливость Владимира Иосифовича была настолько очевидна, что таким опытным руководителем, как С. И. Вавилов, не могла не быть замечена.

Так появился Владимир Иосифович в нашем небольшом коллективе и сразу же стал его неотъемлемой частью — умным и энергичным товарищем по работе, а для меня навсегда близким другом. Авторитет его для нас с самого начала был очень высок, хотя мы были почти ровесники и никаких административных постов он тогда еще не занимал.

В то время весь Физический институт был еще небольшим. Физики в нем хорошо знали друг друга и постоянно общались. Работа в ФИАНе таких выдающихся ученых, как С. И. Вавилов, Л. И. Мандельштам и другие наши учителя, была, конечно, большой притягательной силой для талантливой молодежи. Это, конечно, было существенно и для В. И. Векслера. Все же мне не вполне ясно, почему он, ранее занимавшийся электротехникой и рентгеновскими лучами, уверенно выбрал для себя в ФИАНе ядерную физику, еще не получившую в институте большого развития.

В. И. Векслер пришел к нам с готовой методикой — пропорциональными счетчиками. Теперь этот метод обычен, но тогда это было своего рода искусство, которым вряд ли кто, кроме него, владел. Проблемой было получение очень стабильного напряжения, необходимого для питания счетчиков, которое и было им разработано. Насколько актуальным представлялось в то время владение методикой пропорциональных счетчиков, говорит то, что основная часть докторской диссертации Владимира Иосифовича (если не вся она) была посвящена механизму работы счетчиков. Диссертация заслуженно получила высокую оценку. Пропорциональные счетчики были им применены в работах, посвященных космическим лучам, которые он начал уже в 1937 г. и затем много лет продолжал под руководством Д. В. Скобельцына. Экспериментальные данные получались главным образом во время эльбрусских экспедиций 1937, 1938, 1939, 1940 гг. Сначала Владимир Иосифович руководил группой по исследованию космических лучей, а затем стал начальником экспедиции, сменив на этом посту моего брата Г. М. Франка. Работы эти в то время были и актуальны и интересны. Однако интерпретация результатов при существовавшем в то время

уровне знаний о космических лучах, и особенно получаемых с помощью несовершенной экспериментальной методики, была неоднозначна. В. И. Векслер развивал на основании своих результатов очень интересные соображения.

С тех пор, однако, в учении о космических лучах многое переменилось, и я не знаю, сохранило ли что-либо из его гипотез свое значение сейчас. Все же начало систематическим исследованиям космических лучей в горах было положено, и в послевоенные годы в ФИАНе они получили большое развитие, хотя и не на Эльбрусе, а на Памире.

Уже в работах по космическим лучам проявился интерес В. И. Векслера к свойствам частиц высоких энергий. Ядерная физика высоких энергий наряду с ускорителями, необходимыми для этих работ, со временем стала главным делом его жизни. В дальнейшем он настолько был увлечен физикой высоких энергий, что другие разделы ядерной науки его, в сущности, не интересовали. С самого начала своей деятельности он думал об использовании для таких исследований ускорителей, однако лучшие в то время ускорители частиц — циклотроны были способны ускорять частицы только до ограниченных энергий, при которых масса частиц еще не начинает возрастать, как этого требует теория относительности. Уже в первые годы работы в ФИАНе В. И. Векслер искал пути к тому, чтобы преодолеть этот релятивистский порог энергий. Он развивал в связи с этим разные идеи, но время решения задачи еще не пришло. Впрочем, создание в институте большого обычного циклотрона было намечено, но начать его строительство до 1941 г. не успели.

Наступили годы Отечественной войны. Физический институт был эвакуирован в Казань и занял крыло одного из этажей Казанского университета. Вся лаборатория, и, думаю, не только она, разместилась в одной большой торцевой комнате. Работали по десять часов в сутки, занимаясь военной тематикой. Особенно трудной была зима 1941/42 г. Помещение института отапливалось плохо — температура была близка к нулевой, а иногда даже ниже ее. Питались, как все, очень скудно, причем у каждого были семьи, требовавшие и забот, и пропитания. Очень велика была физическая нагрузка. Институт вывез из Москвы почти все научное оборудование. Мест для его размещения не хватало, и большая часть оставалась в ящиках, загромождавших штабелями коридоры университета. Когда требовалось достать какой-либо прибор (а это было часто), приходилось переставлять множество больших и тяжелых ящиков — нужное, как всегда, находилось в нижнем. Затем ящики снова заколачивались и взгромождались друг на друга. Заядлым «грузчиком» был В. И. Векслер и, разумеется, все мы вместе с ним. В первое время

нас в этом деле нечем было заменить. Однако позже, вероятно, можно было бы реже отрывать от работы молодых докторов наук.

В то время мы, конечно, стремились всеми силами помогать фронту, и не только своей работой в лаборатории. Неудивительно, что физически трудоспособная мужская часть института была постоянным участником воскресников: грузили уголь на электростанции, разгружали вагоны и баржи, расчищали от снега посадочную полосу аэропорта и т. д. И здесь застрельщиком неизменно был Владимир Иосифович. Он брался за самую тяжелую, а иногда и небезопасную работу. Его можно было видеть с тяжелым ящиком на плечах, балансирующим по ненадежному дощатому трапу, проложенному из вагона или баржи. Других он старался уберечь от риска и если не всегда мог запретить работу, то старался по крайней мере нас подстраховывать.

Научная жизнь в институте не прерывалась и в то трудное время. Проходили научные семинары, обсуждались и свои идеи, и новинки, узнанные из приходивших с большим опозданием иностранных журналов. Помню, какое впечатление произвело на Владимира Иосифовича сообщение о пуске в США нового ускорителя — бетатрона. Видимо, его собственные размышления о методах ускорения частиц не прерывались и тогда.

Осенью 1943 г. институт вернулся из Казани в Москву и начал осваивать свое старое помещение на Миусской площади, занятое в его отсутствие каким-то производством.

Перед ядерной физикой уже стояла проблема освоения атомной энергии. И. В. Курчатов почти сразу же пригласил к себе В. И. Векслера и меня и предложил включиться в работу над проблемой. Что касается конкретного участка работы, за который следовало взяться, то для Владимира Иосифовича вопрос вскоре решился сам собой. Возникло новое направление, созданное его работами, — ускорители высоких энергий. Уже в 1944 г. он пришел в институт окрыленный совершенно новыми соображениями. Идея ускорителя — микротрона, о которой он рассказал, сразу же покорила меня своим изяществом. Но значение главного из сделанного им — принципа автофазировки, лежащего в основе современных ускорителей, было понято мною, и, думаю, не только мною, хотя и быстро, но не сразу. Однако сам Владимир Иосифович прекрасно понимал значение своей работы. Он уехал на короткий срок в подмосковный санаторий «Узкое» и в дни, проведенные там, буквально измучил себя работой (знаю об этом с его слов). Вернулся оттуда с рукописями двух теперь знаменитых работ, и С. И. Вавилов немедленно представил их в «Доклады Академии наук СССР». Большая удача, что они были тогда опубликованы. Это закрепило приоритет со-

ветской науки, и ученые США должны были его признать. Немногим позже напечатать статьи В. И. Векслера уже не удалось бы. Все, что прямо или косвенно было связано с ядерной физикой, вскоре после этого в течение нескольких последующих лет не публиковалось.

В жизни В. И. Векслера эти работы стали поворотным пунктом. С того времени он целиком был поглощен созданием ускорителей, а затем и исследованиями на них. С тех пор наши контакты с ним перестали быть каждодневными, хотя все же мы встречались часто. Думаю, об этом периоде жизни Владимира Иосифовича лучше знают те, кто непосредственно с ним тогда работал.

Скажу несколько слов о другом. В конце 50-х годов закончился монтаж и началась эксплуатация созданного под руководством В. И. Векслера синхрофазотрона в Дубне. Связи его с ФИАНом и Академией наук ослабли, но не прервались. Толчком к их новому развитию послужило создание в 1963 г. Отделения ядерной физики Академии наук СССР.

После решения проблемы атомной энергии усилия специалистов по ядерной физике все в большей степени направлялись на решение задач фундаментальной науки. Исторически дело, однако, сложилось так, что институты, в которых проводились эти работы, оказались сосредоточенными главным образом в системе Государственного комитета по атомной энергии и в Объединенном институте ядерных исследований в Дубне. Лишь небольшая часть работ выполнялась в Академии наук. Роль Академии наук в возложенной на нее работе по координации фундаментальных исследований применительно к ядерной физике оказалась сниженной. Видимо, учитывая это, президент АН СССР М. В. Келдыш поручил В. И. Векслеру создать в Академии наук новое отделение — Отделение ядерной физики.

Первоначально Владимир Иосифович осторожно и даже отрицательно отнесся к этой идее. Он исходил из того, что академиков — специалистов по ядерной физике немного. Отделение не будет иметь большой опоры в институтах Академии наук и тем самым займет второстепенное место по сравнению с Отделением общей физики. Действительно, в отделение первоначально вошли только семь академиков, правда очень авторитетных. Назову только тех, кого с нами уже нет: В. И. Векслер, И. Е. Тамм, Л. Д. Ландау, А. И. Алиханов.

Конечно, условия работы отделения первое время были не простыми. Однако энергии В. И. Векслера отделение обязано тем, что оно очень быстро стало на ноги. За те немногие годы жизни, которые у него еще оставались, удалось достичь весьма значительных результатов. Так, в то время для публикации работ по физике ядра вообще не суще-

ствовало специального журнала. Основной физический журнал ЖЭТФ был перегружен и не очень охотно принимал статьи по ядерной тематике. По инициативе В. И. Векслера в 1965 г. был основан привычный нам теперь журнал «Ядерная физика», главным редактором которого он был до конца жизни.

Начались всякого рода совещания и сессии отделения, сыгравшие большую роль в научном общении специалистов-ядерщиков. Было запланировано обновление ускорительной базы в ФИАНе (синхротрон и линейный ускоритель для работ по фотоядерным реакциям). Наконец состав отделения значительно пополнился. Все это было сделано за четыре года (1963–1966 гг.), из которых более года пришлось на тяжелую болезнь В. И. Векслера.

Когда я вспоминаю теперь многочисленные встречи с В. И. Векслером, деловые и личные, совместные задания и научные обсуждения, мне кажется, что в разных случаях он вел себя совершенно по-разному. По организационным вопросам он обычно высказывался сразу и безапелляционно. Мне кажется, при этом он иногда принимал решения даже слишком поспешные. Вспоминаю случаи каких-то обращений к нему по деловым вопросам. Не дослушав до конца рассказ о сути дела, он хватался за телефонную трубку, чтобы отдать те или иные распоряжения. Его уверенность (быть может, кажущаяся) в правильности того, что он утверждал, невольно убеждала и других и была сильной стороной деятельности В. И. Векслера как организатора науки.

Иначе проходили научные обсуждения. Он приходил в институт, говоря, что у него возникли «пальцеобразные» соображения. Так он называл гипотезы, обоснованные соображениями «на пальцах». Он сразу же рассказывал их, заранее зная, что они вызовут возражения. Возникал спровоцированный им спор, спор яростный, переходящий в крик всех его участников. Несомненно, для В. И. Векслера это было частью творческого процесса. По ходу спора он приводил все новые и новые доводы, дополняющие или видоизменяющие высказанную идею. Мысль его продолжала работать и после спора. На следующий день соображения могли быть иными, причем он никогда не настаивал на своих ошибках. Не только богатство идей, но и желание их немедленно обсуждать были для него характерны.

Другим был Владимир Иосифович в личных беседах. Здесь не было торопливости. Он внимательно слушал, расспрашивал, и всегда можно было рассчитывать получить определенный совет, совет очень умного и очень хорошего человека. При этом ему легко было рассказывать то, чем можно делиться только с близким другом.

Думая о доверительных беседах, я всегда вспоминаю о лете 1966 г. Оправившись после первого инфаркта, В. И. Векслер часто под вечер гулял в Дубне по набережной Волги. Бывало, что мы встречались там и ходили вместе. В беседах он говорил о многом и о многих. О тех, чьи душевные качества он ценил, а таких было немало, он говорил: «Это чистый человек». Но были и те, о которых неожиданно для меня были сказаны очень горькие и очень беспощадные слова. Но эти люди были исключением, и мысли его были заняты не ими. Тихие и откровенные беседы на набережной Волги я вспоминаю до сих пор.

М. А. Марков

ВЛАДИМИР ИОСИФОВИЧ ВЕКСЛЕР*

С Владимиром Иосифовичем Векслером я начал работать очень давно. Придя в ФИАН, Владимир Иосифович Векслер вначале работал в области космических лучей. Но сразу были видны его хватка, его организаторский талант. Все его экспедиции на Эльбрус, на Памир, все остальное как-то вертелось благодаря его энергии.

Более тесно с Владимиром Иосифовичем я стал работать в конце войны, и продолжалась эта совместная работа в общем-то более 20 лет. Меня всегда поражали та энергия и тот научный оптимизм, который буквально обуревал Владимира Иосифовича.

У Владимира Иосифовича было очень своеобразное, почти художественное мышление. Он подходил к проблеме, мне кажется, так, как будто заранее знал, что он решит ее. Он не знал, **как** это сделает, но знал, что он это **сделает**. Такое у меня было впечатление. Путь решения был нелегкий, часто долгий, он приходил и говорил: «Моисей Александрович, есть вот такая идея...» Мне казалась она неясной и странной, критически уязвимой. Говорю ему: «А вот поэтому невозможно и поэтому невозможно...» «Нет, — отвечает, — видимо, я Вам не так все это объяснил. Нет, нет, здесь должно получиться, я не так объяснил». Через некоторое, может быть долгое, время он приходил снова. Мне казалось, что он говорит совсем о чем-то другом. Говорю ему опять: «Нет, вот тут не так». — «Нет, видимо, я не так Вам объяснил». Потом он приходил и формулировал мысль очень четко и ясно, и, оказывается, он находил новые возможности и новые идеи. Меня всегда поражало вот такое своеобразное мышление. Оно, естественно, характерно для людей такого класса, как В. И., и часто не очень понятно людям, которые такого класса не имеют.

Я приезжал в Дубну с Владимиром Иосифовичем и Сергеем Ивановичем Вавиловым, когда там ничего еще не было, кроме проволочного ограждения этой площади. Но уже тогда Владимир Иосифович убежденно говорил: «Будет ускоритель, будет экспериментальный зал, лабораторный корпус, мастерские». И в конце концов, действительно,

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 13–14. (Из выступления на научном заседании в Дубне, посвященном 75-летию со дня рождения В. И. Векслера.)

было построено то, что он хотел. Кстати, может быть, не все знают, что вначале-то речь шла не о протонном ускорителе. Давно, с самого начала, Векслером была построена «тройка» — электронный ускоритель, потом «двадцатьпятка» на энергию 250 МэВ, и потом еще обсуждали электронный ускоритель на 10 ГэВ. Сергей Иванович поддерживал эту идею, мы активно обсуждали эту возможность, но она встретила резкое сопротивление со стороны других физиков. Говорили, что электронные ускорители не интересны, здесь нужна ядерная физика: «Вот протонный ускоритель — это ядерная физика». И в результате было решено строить протонный ускоритель.

Я не знаю, как бы изменилась ситуация, если бы у нас был в то время электронный ускоритель. Спустя много лет Исаак Яковлевич Померанчук как-то на совещании заявил: «Вот что бы мы сделали, если бы у нас был электронный ускоритель на 10 ГэВ!» Я говорю ему: «Исаак Яковлевич, помните, а Вы раньше возражали против электронного ускорителя, будете самокритиковаться?» — «Буду». Правда, он не самокритиковался, но очень четко и интересно рассказал, что было бы у нас, если бы был электронный ускоритель. Но тем не менее протонный ускоритель был создан, и сейчас мы видим, что из этого получилось. Получился огромный научный центр с большими перспективами на дальнейшее. И все это связано, в конце концов, с именем Владимира Иосифовича.

Авторы статей, помещенных в этой книге, близкие, товарищи, ученики и сотрудники Владимира Иосифовича, подробно расскажут о его беззаветном служении науке, его открытиях, заложивших основу всей современной ускорительной техники, экспериментальную основу современной физики высоких энергий.

И мы, и история благодарны Владимиру Иосифовичу за все то, что он сделал для нашей науки.

Г. Н. Флеров

УЛИЦА ВЕКслера*

Я вспоминаю Владимира Иосифовича Векслера и все больше сожалею о том, что по ряду обстоятельств по-настоящему вместе с ним мне поработать так и не удалось. Получилось так, что примерно десятилетие разделяет те наиболее яркие случаи, когда в действительности нам довелось что-то делать вместе или обсуждать.

Начало было положено в 1937 г., когда в ядерную физику влились новые силы — А. И. Алиханов, Л. А. Арцимович, И. В. Курчатов и др. Абрам Федорович Иоффе руководил семинаром, умело направляя наши дискуссии, давал подходящие к явлениям модели, находил меткие аналогии. Но все-таки сказывались ограниченность наших экспериментальных возможностей, методическая слабость. Было очень много заблуждений. Почти идеалистически счетчикам (пропорциональным, мультипликационным), без которых мы не могли обходиться, приписывали особые свойства, считали, что при сборке их следует тщательно полировать, что они боятся пыли, влаги, табачного дыма и т. д., т. е. всегда находили причины для объяснения, почему счетчики не работают.

Мне, студенту-дипломнику, было поручено сделать нейтронный счетчик, который был бы нечувствителен к гамма-квантам. Тогда не было газов, содержащих бор или литий. Поэтому на стенки счетчика надо было наносить бор крупинками, что являлось деликатнейшим занятием. Когда старшие сотрудники увидели, что я нанес бор в виде крупинок, это было воспринято как святотатство, да к тому же счетчик действительно не заработал. Деваться было некуда, вторым элементом был литий. Я тогда был упрямым (это сейчас меня называют настойчивым) — достал металлический литий, который лежал в керосине, как-то раскатал его и поместил в счетчик. Счетчик имел ужасающий вид, но работал, и что-то удалось наблюдать. Вот тут как раз и появился в Физтехе Владимир Иосифович. Несмотря на свою известность, он был молод, очень динамичен. По мере того как он рассказывал нам, как, по его мнению, работает пропорциональный счетчик, он, я бы сказал, на глазах стал казаться старше, выше ростом. Его лекция оставляла впечатление удивительной ясности. Основываясь на простых законах, он

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 14–17.

объяснял, как движутся электроны, как они добираются до нити, какова роль молекул газа, предложил добавить в счетчик электроотрицательные газы (которых мы очень боялись и на микропримеси которых списывали все неприятности), доказал нам, что в присутствии этих газов не будет столь важна роль поверхности счетчика и он должен хорошо работать.

Как я узнал потом, В. И. Векслер работал во Всесоюзном электротехническом институте и досконально знал все вопросы пробоя в газах, образования стримеров и т. д. Он очень быстро выбрал оптимальный вариант счетчика, хотя теория этих процессов была дана лишь через несколько лет. Надо сказать, что выступал он очень просто. И все слова его были простыми, понятными, но в итоге именно из этих простых «кирпичей» строилось замечательное, удивительно стройное здание. После его лекции возникало чувство: почему же ты сам этого не сделал.

Вторая наша встреча произошла уже после войны, когда в конце 40-х годов мы присоединились к фиановской экспедиции на Памир. Экспедиция занималась всеми компонентами космических лучей, мы же искали и изучали только ту, которая может вызвать деление ядер.

Это была очень трудная работа, когда регистрировался всего один импульс в сутки. Кроме наших опытов, в экспедиции велись эксперименты по тяжелым частицам в космических лучах с камерой Вильсона, нащупывали мезоны, широкие атмосферные и электронно-ядерные ливни. Но не хватало сплоченности коллектива, семинары проходили как-то по-казенному, результаты экспериментов обсуждались мало. Считалось, что каждый сам по себе преодолит трудности, которых на высоте 4000 м при недостаточном количестве оборудования вполне хватало. И вот на Памире появился Владимир Иосифович. Наладились семинары, да и просто товарищеские беседы. Надо сказать, что это удивительно, как мастерски ему удавалось из выступлений, порой даже очень сбивчивых, выхватывать экспериментальную истину или теоретическую трактовку, потом немного изменить ее и сделать уже окончательной, но сделать это так, чтобы тот, кто выступал, считал ее своей. Это было великолепно.

Прекрасное знание возможностей аппаратуры, предельно ясное понимание проблем физики космических лучей и очень четкое сопоставление экспериментальных фактов позволяли ему делать очень важные выводы. К этому можно добавить его простоту в общении, удивительно товарищеские отношения со всеми — от руководителей экспедиции до водителей; но все это — при большой требовательности.

Владимир Иосифович оказался великолепным скалолазом. Он как кошка взбирался на скалы, иногда, на наш взгляд, он шел совсем не

туда, куда было нужно, но потом оказывалось, что он приходил в нужное место. И уже потом, через много лет, я понял, что в этих восхождениях Владимира Иосифовича сказывались его характер, его стиль работы: настойчивость в продвижении к цели, умение и потребность идти к ней нешаблонными путями.

В Дубне мы, естественно, встречались чаще. Я много советовался с Владимиром Иосифовичем при конструировании и наладке наших ускорителей, и это всегда приносило большую пользу. А вечерами мы прогуливались от города к лабораториям и мечтали о том, какими путями идти дальше, как ускорять все более тяжелые ионы до все более высоких энергий. Сейчас мы пытаемся использовать ускорительную технику для решения прикладных задач, что необходимо как для Советского Союза, так и для стран-участниц нашего института в Дубне. И мы обратились к самому маленькому циклическому ускорителю — микротрону, принцип работы которого полностью основывается на идеях Владимира Иосифовича.

Сейчас, много лет спустя, особенно ощущается, что Владимир Иосифович делал все без особого нажима. Он уверенно вел людей за собой, увлекал их все новыми идеями, предъявлял высокие требования и к себе, и к ученикам. Но каждый из его учеников сохранил свою индивидуальность.

Мне кажется глубоко символичным то, что улица в Дубне, названная именем Владимира Иосифовича Векслера, идет параллельно Волге. Подобно тому как Волга берет начало на Валдае в небольшом родничке с исключительно чистой водой и затем, наполняясь, становится могучей рекой, так и то, что было заложено Владимиром Иосифовичем Векслером, является основой наших многочисленных современных ускорителей. Очень многие из них базируются на принципах Векслера или на прототипах, созданных Владимиром Иосифовичем и его учениками. Все это позволило продвинуться в глубины ядер и ведет нас в безграничный океан новых частиц и явлений микромира.

И мы должны помнить то, что сделал Владимир Иосифович, а в методах и способах работы следовать его стилю.

А. М. Балдин

«ДЕЙСТВУЙТЕ СМЕЛЕЕ!»*

Впервые мне довелось увидеть Владимира Иосифовича Векслера на семинаре в ФИАНе. Участвуя в дискуссии, он резко и темпераментно критиковал одну работу по космическим лучам. Очень трудно было следить за его рассуждениями: быстрая, довольно правильная гладкая речь явно не поспевала за потоком его мыслей. Много позже, после многочисленных бесед с Владимиром Иосифовичем, я понял, что это была одна из его характерных черт. Его богатая интуиция рождала какие-то яркие образы, которые он мучительно старался облечь в точную математическую или хотя бы в качественно-описательную форму. В подобных ситуациях он часто прибегал к помощи молодых теоретиков, заранее предупреждая, что у него плохое физико-математическое образование, он может «говорить глупости» и просит «не цепляться к словам». Во время таких бесед он сердился, говорил возбужденно, резко, тут же извинялся, затем снова и снова пытался сформулировать свою идею, мысль его шла неровно, скачками. Иногда он говорил вроде бы совсем не на тему. Однако за всем этим просматривалось что-то значительное, важное, во что он, безусловно, верит, что хорошо предвидит.

Эти беседы были очень поучительны для собеседника.

Владимир Иосифович поражал смелостью мысли, целеустремленностью, ломающей всякие препятствия. Думаю, что именно это яркое, по-детски непосредственное восприятие мира и какая-то азартность в сочетании с деловитостью и конкретностью обусловили его великие достижения в создании методов ускорения частиц. Беседы с ним убеждали, что надо овладеть образным мышлением, не бояться сложных понятий, которые нагромодила современная физика, надо идти прямо к сути дела, а форма придет потом. В этой связи можно отметить, что статьи, написанные В. И. Векслером лично и тем более в соавторстве, в слабой степени передают идейное и эмоциональное богатство его мышления.

Уже в конце 1947 г. под его руководством в ФИАНе был запущен первый ускоритель — электронный синхротрон на энергию 30 МэВ, а в

*Вестник АН СССР. 1986. № 8. С. 114–117; Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 145–148.

1949 г. удалось запустить электронный синхротрон на энергию 250 МэВ.

На этом ускорителе было открыто принципиально новое явление — фоторождение мезонов и было положено начало физике электромагнитных взаимодействий. Эта область науки более всего привлекала В. И. Векслера. Он часто мечтал о том, как он наконец займется «тихой научной работой», ставя эксперименты по взаимодействию фотонов и электронов высокой энергии с веществом. Однако этой мечте не суждено было осуществиться.

Сочетание огромной работоспособности, организованности и безудержной фантазии казалось парадоксальным. Он очень серьезно, с большой ответственностью относился к своим партийным и административным обязанностям, был лидером в современном смысле этого слова. Мне представляется, что равновесие творческого и организационного начал давалось ему очень дорого. Чувство долга, невероятная нагрузка организационной деятельностью не позволяли ему заняться «тихой научной работой», о которой он мечтал. Особенно тяжело ему далось создание дубненского синхрофазотрона. Эта деятельность разлучила его не только с «тихой наукой», но и с ФИАНом, с лекциями в МГУ.

ФИАН для В. И. Векслера был не только учреждением, в котором он сформировался как ученый, сделал крупнейшее открытие и создал несколько активных, хорошо известных коллективов. ФИАН был самой существенной частью его жизни. Широкие контакты В. И. Векслера, его необычайная общительность сделали его одним из самых активных членов фиановского коллектива. Высокая культура научных исследований, имеющая глубокие корни в научно-техническом наследии России, активная деятельность в тот период в ФИАНе таких выдающихся физиков, как Д. В. Скобельцын, В. А. Фок, И. Е. Тамм, С. И. Вавилов, Л. И. Мандельштам, М. А. Леонтович, И. М. Франк, П. А. Черенков, С. Н. Вернов, М. А. Марков, Е. Л. Фейнберг, составляли для В. И. Векслера огромную ценность.

У меня навсегда остались в памяти яркие впечатления от творческой атмосферы старого ФИАНа, демократичности обсуждений, неожиданности идей и необыкновенной решительности В. И. Векслера, глубины мышления и интуиции М. А. Маркова, обширных знаний и умения быстро схватывать суть любой проблемы И. Е. Тамма, который руководил в ФИАНе теоретическим семинаром, имевшим общемосковское значение.

Я не могу отнести себя к числу учеников В. И. Векслера, однако он сыграл большую роль в моей жизни. Общение с этим замечательным

человеком и сотрудниками основанных им научных учреждений, в которых мне довелось проработать более 35 лет, позволяет говорить, что своим научным происхождением я в большой степени обязан кипучей и плодотворной деятельности Владимира Иосифовича Векслера.

В конце 1947 г. М. С. Рабинович, тогда молодой кандидат наук, предложил нам с В. В. Михайловым (студентом МИФИ) рассмотреть возможность создания кольцевых ускорителей с разрезными магнитами. Он сказал, что в отдаленном будущем такие ускорители могут играть основную роль в физике высоких энергий. Мы с энтузиазмом взялись за расчеты, честно говоря не всегда понимая, что мы считаем и какова цель этих сложных расчетов. Мы начали пропускать лекции и все свободное время просиживали в старом ФИАНе на 3-й Миусской, где в маленьком двухэтажном корпусе размещалась лаборатория Векслера.

Однажды поздно вечером в комнату, где мы работали вместе с В. В. Михайловым, зашел Владимир Иосифович. Он долго беседовал с нами, а в конце сказал нашему руководителю: «Все, что насчитали эти студенты, надо тщательно проверить и оформить в виде отчетов. Это очень скоро понадобится». Он добился нашего зачисления в ФИАН параллельно с учебой, а позднее выступил на защите наших дипломных работ рецензентом, специально приехав для этого в МИФИ. Мы, естественно, такой чести не ожидали. А объяснялось все довольно просто. Было принято решение о создании крупнейшего в мире ускорителя протонов. Руководство было поручено В. И. Векслеру, и необходимо было представить то, что сейчас называется физическим обоснованием и техническим заданием. Мы попали в эпицентр бурной деятельности В. И. Векслера. Зараженные его энтузиазмом, мы занимались всем, что бы нам ни поручали, будь то качественный анализ дифференциальных уравнений, моделирование, магнитные измерения или командировка на завод.

Деятельность по разработке проекта большого ускорителя — организационные, технические и научные проблемы — все больше занимала В. И. Векслера. К концу 1950 г. проект, в который вошли и все наши с В. В. Михайловым первые работы, был создан. По мере осмысливания параметров будущего синхрофазотрона все больше вырисовывалась грандиозность проблемы. Масштаб установки требовал предварительного изучения не только технических решений, но и принципиальных вопросов. Было решено создать в ФИАНе действующую модель — ускоритель, способный ускорять протоны до энергии 180 МэВ. В короткие сроки модель была создана, а уже к 1954 г. на ней была закончена программа исследований. В дальнейшем она была пе-

ределана в электронный синхротрон на энергию 680 МэВ, который до сих пор работает в ФИАНе. На этой модели были проверены основные идеи и подготовлены специалисты, которые позже составили ядро ускорительщиков ЛВЭ. Некоторые из них впоследствии принимали руководящее участие в запуске серпуховского и ереванского ускорителей. Роль В. И. Векслера в создании отечественных ускорительных центров трудно переоценить.

Начиная с 1950 г. мы все реже видели Владимира Иосифовича. Нас с В. В. Михайловым увлекли замечательные идеи М. А. Маркова, который приобщил нас к физике частиц, зарождавшейся физике электромагнитных взаимодействий и превратил нас в специалистов по теории поля. М. А. Марков был, по-видимому, первым теоретиком, который ясно осознал, что прогресс квантовой теории поля будет обусловлен экспериментами на ускорителях, и по приглашению В. И. Векслера перешел в его лабораторию из теоретического отдела ФИАНа.

В. И. Векслер появлялся в нашей комнате в самые неожиданные моменты и сразу начинал обсуждать физику электромагнитных взаимодействий. Ругал нас, что мы непонятно пишем статьи и обзоры, уверял, что все можно изложить «на пальцах». Ему очень хотелось самому вести исследования на пучках электронного синхротрона, и он с азартом обсуждал новые постановки экспериментов, однако занятость организационными делами практически полностью исключала его участие в этих работах. Обычно он уходил очень грустный и говорил, что завидует нам.

Однажды он обратился ко мне с просьбой прочитать за него лекцию в МГУ, так как ему надо быть «на Волге» (т. е. в Дубне). Конспект лекции, который он мне дал, был очень путанный. Я просидел всю ночь и очень волновался: читать надо было целому потоку студентов пятого курса, т. е. людям лишь немного моложе меня.

На следующей неделе и опять накануне лекции Владимир Иосифович снова обратился ко мне с той же просьбой, сказав: «Ведь у Вас же получилось». А еще через неделю он сообщил, что все уже договорено и я становлюсь лектором МГУ вместо него. Я попытался выразить свои сомнения, но он сказал: «Действуйте смелее, у Вас получится».

Эту же фразу я услышал от него и в 1956 г. Мне было поручено делать обзорный доклад по фоторождению мезонов на женевской конференции. В разгар подготовки доклада незадолго до отъезда В. И. Векслер объявляет, что он рекомендовал меня быть на этой конференции еще и корреспондентом «Правды». Я начал высказывать большие сомнения в моих возможностях играть две роли на одной из

первых мировых конференций. Внимание прессы к этим конференциям было очень большим. Ожидалось участие корреспондентов всех крупнейших газет. Какую конкуренцию я мог им составить, не имея ни малейшего опыта в этой области? Да и вообще это была моя первая заграничная командировка. В. И. Векслер ответил, что для всех участников эта конференция первая, перед корреспондентами других газет я имею преимущества, так как я физик, и вообще — меньше сомнений. Что из всего этого получилось — тема отдельная, я лишь хочу подчеркнуть смелость, неожиданность решений и заразительную динамичность В. И. Векслера. Фраза: «Действуйте смелее, у Вас получится» — и выражение лица Владимира Иосифовича, когда он ее произносил, у меня часто всплывали в памяти в трудные моменты, особенно после того, когда на мои плечи легла ноша, которая была нелегка даже для него, — ноша директорства в ЛВЭ.

В. П. Саранцев

ГОДЫ. СОБЫТИЯ. ЛЮДИ*

Вдохновителем работ по коллективным методам ускорения был их руководитель — академик Владимир Иосифович Векслер. Наша вера в В. И. Векслера была безграничной. Мы принимали его целиком, со всеми его достоинствами и недостатками. Нам импонировала его безграничная преданность науке, которая сочеталась с удивительными человеческими качествами. В нем никогда не было высокомерия и снисходительного отношения к молодежи. Нам нравились жаркие дискуссии по ускорителю, инициатором которых он всегда выступал. Он генерировал такое количество идей, что нам не хватало суток, чтобы отобрать из них нужные. Для нас, уже имевших за плечами десятилетний опыт общения и работы с В. И. Векслером, это было не очарование встречи с интересным человеком — это была любовь, прошедшая через испытания неудачами и успехами. Все его поступки диктовались убеждениями, и это был единственный критерий. Он мог публично заявить о своем отрицательном отношении к какой-то работе и также публично объявить о своей неправоте в той или иной оценке. Если ко всему сказанному добавить, что В. И. Векслер обладал поистине удивительной научной интуицией, которая давала ему возможность практически безошибочно определять перспективные направления как теоретических, так и экспериментальных работ, то, я думаю, станет ясной обстановка, в которой велись первые работы над новым принципом ускорения частиц.

В. И. Векслер умел и любил работать с молодежью. Это не означало отсутствия потребительского отношения к людям. Это касается основных научных интересов и направлений. И мне в этом смысле повезло. Наше рабочее взаимодействие с В. И. Векслером можно разделить на два периода. Первый период был связан с запуском синхрофазотрона, который проходил в достаточно напряженном режиме. В моей научной биографии этот период очень значителен, и я думаю, его запомнили на всю жизнь и все остальные участники запуска. Этим чудом — чудом творчества в своей жизни считаю себя обязанным В. И. Векслеру и Л. П. Зиновьеву. Это они сумели создать такую атмосферу в группе запуска синхрофазотрона. В. И. Векслер не только не

*За коммунизм. 1977. № 17 (с сокращениями).

жалел о том, что доверил запуск крупнейшей атомной машины молодым «необстрелянным» физикам и инженерам, но и потом, даже в самые критические периоды, периоды неудач, как мог, смягчал ситуацию, а Л. П. Зиновьев был всегда молодым и никогда не пользовался своим опытом, чтобы подавить инициативу, незаметно помогая во всем. Как правило, при запуске распорядок был такой, что В. И. Векслер отвозил нас домой в два часа ночи. Владимир Иосифович всегда доверял нам и никогда не опускался до проверок даже в критические периоды задержки запуска. Он всегда говорил нам, молодым, о том, что талант и предательство — взаимоисключающие понятия. Если человек кривит душой, он теряет талант. Он в это твердо верил и следовал этому принципу. Если он привлекал для помощи людей, с которыми работал раньше, то был уверен, что они не нарушат установившейся гармонии сложившихся отношений. При научных обсуждениях он общался с нами как с равными и часто стимулировал дискуссию и споры даже непроверенными идеями. Неумный ум Владимира Иосифовича породил такое обилие ускоряющих систем, многие из которых реализованы и, безусловно, многие еще ждут, а некоторые и не дождутся своей реализации. В последние годы яркой жизни В. И. Векслера это в основном касалось ускоряющих систем высокой эффективности. Вторым периодом моей жизни, так глубоко проникший в душу и возбудивший творческие силы, относится к работам по обоснованию коллективного метода ускорения частиц, идея которого была выдвинута В. И. Векслером. Только сегодня, с 25-летним стажем работ над этим проектом, можно сказать, насколько сложную задачу мы брались решать. Тогда этого не представлял в том числе и сам Владимир Иосифович. Но сама красота идеи захватила коллектив — от научного сотрудника до лаборанта, рождая коллективное творчество. Создание первых установок шло на едином дыхании. Отношения Владимира Иосифовича с коллективом остались такими же доверительными, только после инфаркта у него в работе появилось очень большое нетерпение. Собираясь утром, все вместе обсуждали предложения и мысли, возникшие у каждого за ночь, а они возникали у всех — это было потребностью. Однако все появившиеся новые идеи подвергались все такому же всестороннему критическому обсуждению с Владимиром Иосифовичем.

В. И. Гольданский

НЕСКОЛЬКО СТРАНИЦ ИЗ ПРОШЛОГО*

С годами все лучше и лучше понимаешь, как обидно коротка была жизнь Владимира Иосифовича Векслера, каким молодым он в сущности оставался вплоть до своих последних дней.

Ему было всего 44, когда я впервые увидел его зимой 1951 г. на «Питомнике», куда приехал с просьбой пустить нас на 265-МэВ синхротрон для измерения выходов фотонейтронов из различных толстых мишеней.

Немного не доезжая до цели, машина увязла в грязи, так что последние десятки метров пришлось добираться пешком. В результате я вошел в кабинет босиком и был крайне смущен этим. Но В. И. от души посмеялся над происшествием и первым делом повел меня к раковине отмывать ботинки и носки. После этого деловой разговор пошел очень легко и просто. В. И. быстро схватил сущность задачи, расспросил о результатах наших опытов на синхроциклотроне в Дубне, вызвал нескольких своих сотрудников, которым поручил опекать нашу группу, и явно был мгновенно охвачен духом соревнования, стремлением показать преимущества своего детища перед любыми другими ускорителями и в этой частной задаче. Опыты наши прошли лучше, чем мы надеялись, и притом в очень короткие сроки, в большой степени благодаря В. И.

Всего через год судьба сложилась так, что я временно распрощался с Институтом химической физики и на 9 лет перешел работать в ФИАН в лабораторию В. И. Векслера, именовавшуюся в ту пору эталонной лабораторией.

Особенно частыми встречи с В. И. и обсуждения с ним разных научных и организационных вопросов были первые пять лет моей фиановской жизни, до того как В. И. почти полностью сосредоточился на работе в Дубне.

Больше всего меня поражали, более того, восхищали в В. И. его исключительная работоспособность, сочетание редкостного таланта с одержимостью исследователя. Для него были характерны довольно редкое сейчас качество неутомимого любопытства в науке, стремление лично увидеть, а то и придиричливо ощупать детали экспериментальной

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 184–186.

установки, лично докопаться до сути теоретической работы, проверить ее «на прочность». Доклады на семинарах с его участием, разговоры о текущей работе бывали делом очень интересным и вместе с тем очень нелегким, нередко переходившим в жаркие споры.

При этом проявлялось и то качество В. И. («из песни слова не выкинешь»), к которому мне труднее всего оказалось привыкнуть. Ему была чужда беспристрастность, он не скупился на всяческую похвалу тех идей, тех работ, которые вышли из его института, его лаборатории, его школы, не очень при этом заботясь об адекватной оценке качества и значения других исследований. Во всевозможных дискуссиях для «своей» стороны существовала, выражаясь юридическим языком, своеобразная «презумпция правоты», а для «чужой» стороны — «презумпция ошибки». Будучи выходцем из другого института, другой школы, я остро ощущал это обстоятельство. Тем дороже стали впоследствии интерес и внимание, проявленные В. И. к работам нашей группы. Шли весна и лето 1956 г., памятные и по первым после долгого перерыва международным встречам. Мы целыми днями возились с пенопластовыми мишенями для жидкого водорода, готовя опыты по комптон-эффекту на протоне и по фоторождению π^0 -мезонов. Это были первые работы с жидким водородом на «Питомнике», В. И. очень радовался тому, что они наконец пошли, и хотел, как водится, убедиться в этом собственными глазами и руками. Он приезжал в самое неурочное время и теплел, видя, что вся группа на месте, подолгу следил за заполнением мишени водородом и установкой ее на пучок. А когда на Московскую конференцию по физике высоких энергий приехал Вайскопф и рассказал В. И., что у них Фриш тоже занят комптон-эффектом на протоне, В. И. организовал нашу встречу втроем, подробно расспрашивал, что делается в Кембридже, и тут я ясно почувствовал, что В. И. выступает как наш болельщик. В августе вся наша группа разъехалась в отпуск измотанная, но довольная — перед отъездом я показал сотрудникам записку В. И. Игорю Евгеньевичу Тамму, в которой он просил его представить две наших статьи в «Доклады АН» и ручался за их качество.

Празднование 50-летия В. И. в марте 1957 г. стало в какой-то мере его прощанием с ФИАНом — он почти целиком сосредоточился на своих делах в Дубне. А наше житье на «Питомнике» стало гораздо более спокойным, но и гораздо менее интересным.

Прошло еще шесть лет, и В. И. возглавил новое Отделение ядерной физики АН СССР. Теперь «своей» для В. И. стала вся наша ядерная физика, и он был готов, как пылкий миссионер, насаждать ядерную веру среди «язычников» вроде химиков и биологов. К тому времени я

уже несколько лет как вернулся в Институт химической физики, где организовал лабораторию ядерной и радиационной химии. Теперь я оказался как бы ядерным полпредом среди химиков, и весной 1965 г. В. И. предложил мне помочь ему подготовить совместную двухдневную научную сессию двух отделений — ядерной физики и общей и технической химии, посвященную применению ядерных методов в химии. Вскоре после того он пожелал съездить в Черноголовку — нужно было выбрать место для будущей мезонной фабрики, а там к тому времени уже завершилось строительство многих корпусов ИХФ.

Трехчасовой путь в машине в оба конца прошел незаметно — В. И. вспоминал о старом ФИАНе, о поездках на Памир, делился планами строительства новых больших установок по физике высоких энергий. Он осмотрел обе стройплощадки, а после обеда побывал в нескольких лабораториях ИХФ. В Москву мы вернулись уже вечером. В. И. остался доволен поездкой, но решил, что мезонную фабрику лучше строить ближе к Москве, причем к юго-западу. Выбор пал, как известно, на Пахру.

Очень перспективным направлением исследований В. И. считал мёссбауэровскую спектроскопию. Сейчас у нас в стране многие институты работают в этой области, и хотелось бы, чтобы все знали о той важнейшей роли, которую в свое время сыграл В. И. в ее становлении. Он поручил мне подготовить доклад о мёссбауэровской спектроскопии и договорился с М. В. Келдышем о постановке его на президиуме АН СССР, совместно с М. Д. Миллионщиковым подготовил проект, куда был включен ряд важных и неотложных мер, и собирался сам выступить на обсуждении. Заседание президиума прошло на редкость удачно и завершилось тем, что М. В. Келдыш не только поддержал все подготовленные В. И. предложения, но и вынес доклад повторно на еще более широкую аудиторию — на годовое общее собрание АН СССР 8 февраля 1966 г.

Увы, В. И. не присутствовал ни на заседании президиума, ни на общем собрании Академии — в то время он лежал в больнице в Ленинграде после инфаркта. В письмах к нему я подробно описывал, как было дело, сердечно благодарил за помощь, за вывод мёссбауэровской спектроскопии «на орбиту», желал ему скорейшего выздоровления.

Но больше мне не суждено было его увидеть.

И. А. Голутвин

ВОСПОМИНАНИЯ О В. И. ВЕКСЛЕРЕ

Судьба одарила меня встречами со многими выдающимися учеными. Особенное влияние на формирование моих научных интересов и стиля работы, безусловно, оказало знакомство с Владимиром Иосифовичем Векслером. Мне посчастливилось восемь лет работать в созданной им Лаборатории высоких энергий ОИЯИ, когда он был ее директором.

В лаборатории Векслер собрал коллектив молодых талантливых ученых. Большинству руководителей экспериментов и проектов в то время не было и тридцати. А ведь именно при Векслере «возникли» такие широко известные ученые, как И. А. Савин, В. П. Саранцев, В. А. Свиридов и др. Огромную роль в формировании этого коллектива играл И. В. Чувило — ближайший помощник Владимира Иосифовича.

Удивительно творческая и доброжелательная атмосфера царила в нашей лаборатории. Все были увлечены работой, никто не стремился занять должности и посты, а если кто-то и находился, то это сразу же получало соответствующую оценку. Непоощрение чиновничества, карьеризма, наущничества и интриганства создавало обстановку комфортности и уверенности в завтрашнем дне.

С Векслером можно было говорить о чем угодно и как угодно, не опасаясь последствий. Вообще говоря, физики могли всегда обратиться к Векслеру по любому вопросу, несмотря на его огромную занятость.

Вспоминая начало 60-х годов, я вижу, что главными критериями для Векслера при назначении на руководящие должности были талант ученого и полученные им научные результаты, и это было неизмеримо выше всех политических и верноподданнических мотивов. Тогда, в той обстановке, это казалось совершенно естественным. К сожалению, позже я не раз имел возможность убедиться, что это крайне редкое в наше время явление. Немало времени прошло, прежде чем мы по достоинству оценили уникальные человеческие качества великого ученого.

В 1963–1964 гг., когда зарождалось сотрудничество ЦЕРН и ОИЯИ, Векслер предложил мне поехать в ЦЕРН на год с семьей. Мне не очень хотелось надолго покидать Дубну, так как в то время мы с Юрием Заневским и другими сотрудниками моей группы были захвачены идеей создания стандартных электронных схем совпадений на транзисторах. Работы в то время были пионерскими и позволяли существенно расширить возможности сцинтилляционных и черенковских детекто-

ров в экспериментах на синхрофазотроне. Векслер хорошо знал об этих работах, следил за ними и всячески поддерживал. Он сразу же уловил мое настроение, очевидно, оно резонировало с его собственным характером, и тут же предложил компромисс — сократить время командировки до полугода, чтобы меньше времени было потеряно для работы в Дубне. Правда, с семьей на такой срок выезжать не разрешалось.

В то время оформление заграничных командировок было намного сложнее, чем сейчас. Решение о выезде принималось после ряда бесед с ответственными руководителями Министерства, которое курировало ОИЯИ. Когда меня вызвали в Главатом и я появился в приемной одного из его руководителей, секретарь сразу соединил меня по телефону с В. И. Векслером. В своей неповторимой манере он сказал, что ему пришла в голову блестящая и очень оригинальная идея. Она заключалась в том, чтобы сократить срок командировки до трех месяцев за счет более интенсивной работы в ЦЕРН. Задание его при этом оставалось прежним — после возвращения создать в Дубне методику эксперимента не хуже, чем в ЦЕРН. Поскольку Владимир Иосифович был абсолютно уверен в моем согласии, он уже дал соответствующие указания, пока я ехал из Дубны в Москву. В результате все так и получилось. Думаю, что нашей группе удалось выполнить задание директора.

Как я уже отмечал, в векслеровской лаборатории царил дух увлеченности, работали мы днями и ночами, практически без отдыха и были нетерпимы к любым задержкам в работе. Однажды мне показалось, что в мастерских ЛВЭ волеют с выполнением моего заказа, который мне казался, естественно, важнее всех других, и я, зная хорошее отношение Векслера ко мне и моей работе, пошел к нему жаловаться. Векслер очень внимательно меня выслушал и попросил своего секретаря Зою Иосифовну вызвать начальника мастерских. Вопреки моим ожиданиям он не стал устраивать разнос, а попросил меня повторить сказанное в присутствии приглашенного и сказал несколько слов, из которых я понял, что поведение мое недостойно... Несколько дней я ужасно переживал, но никогда в жизни после этого не жаловался на своих коллег вышестоящему начальству. Векслер, что характерно для него, прекрасно понимал мое состояние и через несколько дней уже очень тепло беседовал со мной о планах моей работы.

В 1966 г. в Объединенном институте создавалась новая лаборатория — вычислительной техники и автоматизации. Я тесно сотрудничал с ее основателями — М. Г. Мещеряковым и особенно с Н. Н. Говоруном, с которым нас связывали еще и теплые дружеские отношения. Мне предложили перейти в новую лабораторию. В то время моя группа работала в тесном контакте с экспериментальным отделом ЛВЭ, возгла-

вляемым В. А. Свиридовым. Естественно, мне не хотелось прерывать исследования, которые весьма успешно развивались. Наши работы получили уже признание в нашей стране и за рубежом. Однако давление дирекции института, настаивавшей на переходе всего нашего коллектива в ЛВТА, было слишком сильным, и я обратился за советом к Векслеру. В то время он уже тяжело болел, и функции директора ЛВЭ исполнял И. В. Чувило. Беседа наша была долгой. Векслер рассказал мне многое из его жизни и на собственном примере показал, что главное в науке — не терять времени на все, что мешает конкретным исследованиям. А дела у меня, по его мнению, идут успешно, и не надо ничего менять. Он посоветовал оставаться в ЛВЭ: «Здесь Вы на месте». Эта наша встреча была последней, вскоре В. И. Векслера не стало. Я благодарен Владимиру Иосифовичу за его совет и до сих пор стараюсь ему следовать.

Спустя десять лет после кончины В. И. Векслера я услышал одну историю, связанную с его именем, которая показалась мне интересной. Летом 1975 г. я участвовал в торжествах по поводу продления договора о сотрудничестве между ЦЕРН и Главатомом. На обеде присутствовали пять генеральных директоров ЦЕРН — три бывших и два действующих (ЦЕРН в то время состоял из двух лабораторий). Я знал, что у Дж. Адамса, в то время генерального директора ЦЕРН-2, известного ученого, создавшего целый ряд крупнейших ускорительных комплексов, есть сын — Дж. Адамс-младший, архитектор. Будучи в дружеских отношениях с Адамсом-отцом, в качестве подарка от нашей делегации я выбрал прекрасно изданный двухтомник, посвященный советской архитектуре. Адамсу-старшему подарок очень понравился, ему было особенно приятно, что мы в курсе его семейных интересов. Произнося официальный тост, он рассказал, как началось сотрудничество в ядерных исследованиях между Западом и Востоком.

В сентябре 1955 г. В. И. Векслер в составе советской делегации участвовал в первой международной конференции «Атом на службе мира» в Женеве. В его честь Дж. Адамс устроил у себя дома прием, на который были приглашены ученые ЦЕРН, СССР и США. Сначала русские и американцы сгруппировались в противоположных углах. Адамс-младший, тогда еще ребенок, перебегал от одной группы к другой, и в конце концов через него установилось оживленное общение, перешедшее в общую беседу. Таким образом, обобщил эти воспоминания Адамс-отец, наш подарок подтвердил историческую роль семьи Адамсов в установлении сотрудничества между Западом и Востоком.

В ЦЕРН среди многих улиц, названных именами выдающихся физиков, одна носит имя Дж. Адамса, другая — В. И. Векслера.

Г. А. Аскарьян

ЭСКИЗЫ ВОСПОМИНАНИЙ*

С В. И. Векслером я встречался с 1953 г. сначала часто — два-три раза в неделю, потом реже — раз в неделю и под конец раз в месяц — ввиду его нарастающей нагрузки, связанной с директорством в Дубне и должностью академика-секретаря.

В первые годы знакомства я был начинающим аспирантом, он — ученым с мировым именем, и нас связывало лишь участие в разработке радиационного метода ускорения, который казался ему тогда необычайно перспективным.

Меня прежде всего ошеломили его непрерывно изобретающий, непрерывно атакующий ум и простота обращения с людьми, которых он знал или о которых он успел расспросить у своих знакомых. Он старался обходить, не вглядываться в плохих людей и не бороться с ними.

При обсуждении проблемы его не только интересовали мнение сотрудников, ход рассуждений, но он часто принуждал, провоцировал к «фехтованию», что позволяло оценить новую идею в крайне короткий срок.

Его изобретательство многим казалось «узкополосным» — он изобретал практически только в области ускорительной физики и техники, но это было следствием не узости кругозора, а колоссального значения ускорителей для развития ядерной физики того времени.

Человеческие слабости, как мне казалось, не были чужды ему — любил хорошо одеваться, любил кино, был очень осторожен в поступках и высказываниях (осторожность была данью времени и отголоском привычки прошлого) и старался вести себя так, чтобы «ничего такого не случилось». Боялся, что его большое дело пострадает из-за мелких неосторожностей, которыми могут воспользоваться его враги, недоброжелатели, которых у него, как у любой талантливой личности, было немало.

Иногда относился к людям предвзято, формируя мнение на малом числе фактов, но под напором новых сведений мог изменить мнение на противоположное и всем сказать об этом.

Так было, например, с выдающимся физиком Г. И. Будкером, которого он долгое время считал «фантазером» (в устах В. И. это понятие

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 179–184.

для нас имело смысл не только слишком оторванного от практики человека, а скорее беспочвенного мечтателя). Однако после того, как В. И. в составе делегации президиума АН СССР посетил новосибирский институт, созданный Будкером, его мнение о Будкере переменялось столь резко, что казалась крайне несправедливой многолетняя ирония. «Я был несправедлив к нему», — публично заявил В. И. о Будкере и с этого момента говорил о нем только хорошо.

Как многие, он видел и ругал в других в первую очередь собственные недостатки, но достоинства (и тем более достоинство) старался не принизить, даже если человек был ему несимпатичен.

Мои беседы с В. И. Векслером касались трех вопросов: что нового в литературе; что нового по радиационному методу; беседы по физике и на близкие темы по дороге домой (часто он подвозил меня на своей машине поближе к дому).

Первые годы он относился ко мне с большой иронией, которая могла принимать различную окраску. Он находился под впечатлением (точнее, омерзением) от одного из моих первых изобретений, сделанных в начале 50-х годов под влиянием моей тетки — патанатома, — радиационного метода балъзамирования умерших. Его каноническая фраза: «Гурген, чем трупы консервировать, лучше бы Вы...» — и далее следовало конкретное задание.

Этому отношению весьма помог Б. М. Болотовский, который назвал этот метод «гургенизацией» и начал составлять список сотрудников, желающих подвергнуться гургенизации после смерти. Когда многие обращались ко мне с вопросом, правда ли это, я им солидно говорил, что в списки включают только великих людей, а к ним это не относится.

Первый перелом отношения произошел сразу после того, как М. Л. Левин показал неустойчивость сгустков плотной плазмы в поле основных типов радиоволн. Спасая положение (без устойчивости на оси нельзя было говорить об ускорении), я показал, что устойчивостью можно управлять, используя резонансные плазменные свойства, и при определенных условиях обеспечить устойчивость. Это понравилось В. И. Векслеру, и после этого упоминания о трупах стали значительно реже. Последнее упоминание было в 1964 г., когда В. И. Векслер ворвался к нам со свежим номером «Phys. Rev. Lett.» со статьей Таунса и сотрудников о самофокусировке: «Вот Вы трупы консервируете, а тут Таунс открыл поразительный эффект самофокусировки...» Поскольку в тот момент я как раз обсуждал с М. С. Рабиновичем этот вопрос, мне оставалось только протянуть В. И. оттиск моей статьи по самофокусировке, уже давно (в 1962 г.) напечатанной в ЖЭТФ.

После этого отношение В. И. Векслера ко мне резко переменялось в лучшую сторону.

Среди случаев и разговоров мне особенно помнятся следующие.

ОТЕЦ В. И. ВЕКслЕРА

В. И. часто говорил, что «воспитывался в детском доме», «не помнит отца» и т. п.

Совершенно случайно, находясь в компании художников старого поколения (из круга Р. Р. Фалька), я узнал, что у выдающегося советского художника Д. П. Штеренберга есть сын — талантливый физик-ускорительщик и у него другая фамилия и даже другое отчество, что связано с ссорой и разрывом отношений матери с Д. П. Позже я узнал, что это Векслер и у него есть родная сестра Виолетта Давыдовна, жена художника Алфеевского, прекрасного иллюстратора сказок Андерсена (сказки с его иллюстрациями я знал и любил давно).

Д. П. Штеренберг играл ведущую роль в Обществе станковистов (ОСТ), в которое входили Дейнека, Лучишкин, Лабас и другие художники, чье творчество необычайно ярко проявилось в первые десятилетия после революции. Последующие тяжелые годы с обвинениями в формализме, прекращением выставок были приняты Д. П. Штеренбергом стоически, мужественно. Он не изменил себе как художник, не стал приспосабливаться. И многие его соратники, потратив многие годы на оформление псевдохудожественных панно и псевдоблагополучных картин и потеряв правду в искусстве, придя на большую персональную выставку, организованную после смерти Д. П. Штеренберга (на этой выставке было несколько картин с надписью «Из собр. Е. В. Сидоровой» — дочери В. И.), говорили с тоской: «Он оказался прав», видя величие и цельность его творчества. Сейчас его картины «Аниська», «Натюрморт» и «Прошлое» выставлены в постоянной экспозиции Третьяковской галереи. Но это было потом. А в 50-е годы Штеренберг был еще формалистом.

О родстве со Штеренбергом В. И. рассказал мне только под нажимом. Как-то зашел разговор о живописи. В. И. спросил, какие художники мне нравятся. «Из современных зарубежных — Модильяни, а из отечественных — Штеренберг», — ответил я. «Если бы я был его сыном, я бы гордился таким отцом и не стал бы скрывать родства...» — сказал я дерзко, с вызовом, и мне самому стало неудобно. Воцарилась долгая пауза. В. И. потупился и долго протирает стекла очков, а потом сказал: «Это мой отец. Я его очень любил. Он меня брал с собой в поездки. Я с ним был за границей, в Германии. Там он написал мой портрет,

который купил какой-то немецкий фабрикант. Этот портрет сейчас где-то в ФРГ...»

Я чувствовал, что этот разговор тяжел для В. И., неприятен ему, и больше никогда не возвращался к этой теме.

В. И. ВЕКСЛЕР И ПАССАЖИР

Помню, один раз не было машины, и В. И. со мной поехал на трамвае. Мы стояли на задней площадке и обсуждали принципы возможных ускорителей. На одной из остановок старик крестьянин с мешком прокричал: «Идет ли трамвай до рынка?» В. И. ответил, что идет. Старик с трудом взобрался в трамвай и сел на свой мешок рядом с нами. Потом наклонил голову, раскрыл рот и с изумлением слушал В. И., из которого сыпались непонятные для крестьянина слова «микротрон», «синхротрон», «фазовая неустойчивость».

Этот набор слов нового мира, дорогой модный костюм и позолоченная оправа очков, видимо, вызвали у крестьянина ощущения чего-то непознаваемого, недостижимого. Так прошло минут 20, и вдруг В. И. прервал разговор и обратился к крестьянину: «Вам после этой на следующей сходить». Реакция была неожиданно восторженно-религиозно-почитаемая: «Господи, он все о своем, о своем, а о моем не забыл, вот благодетель», — запричитал старик, сняв картуз и склоняясь к руке В. И.

Трамвай в тот момент остановился, а В. И., пролепетав: «Ой, как неудобно», — выскочил из трамвая, я за ним. «Переждем и поедем дальше на следующем», — сказал В. И. — Как неудобно получилось». Но, как говорят историки, важно быть понятым народом.

ПУГОВИЦА

Мозг В. И. непрерывно работал и искал новые варианты ускорения. И он не понимал и не мог понять равнодушие или флегматичность ученого.

Помню, один раз В. И. влетел как метеор с новой идеей в нашу комнату, где сидел Игорь Д. и иглой с очень длинной ниткой пришивал пуговицу к пальто. Я вошел в комнату за В. И. Не успев перестроиться, В. И. с ходу спросил: «Что нового?» «Что может быть нового», — невозмутимо сказал Игорь, вытягивая руку с иглой на всю длину нитки. Чтобы не сорваться в злости и не обругать его, В. И. вылетел со мной в коридор и, опомнившись, сказал в сердцах: «Ну и нервы у этого молодого человека, тоже мне ученый, сидит на работе и пуговицу пришива-

ет...» И убежал к М. С. Рабиновичу поделиться идеей. Я снова вошел в комнату.

«Что это В. И. так быстро выскочил, обиделся на что-нибудь?» — спросил Игорь.

Я ответил: «Конечно, обиделся. Неужели ты не заметил, что у него тоже пуговица на пиджаке болтается, вот-вот оторвется. Ты, что, не мог заметить? Он вертелся и так и этак», — пошутил я.

«Гм, гм, сплеховал маленько», — сказал Игорь, откусывая нитку.

Через 10 минут в комнату снова влетел В. И., желая что-то сказать мне, открыл рот, но его опередил Игорь Д. «Владимир Иосифович! Давайте я и Вам пуговицу пришью», — обратился он к окаменевшему В. И. Не стоит пересказывать реакцию В. И. из-за ее яростной и образной патетики.

После этого инцидента мне пришлось долгое время убеждать В. И., что Игорь Д. — один из самых талантливых сотрудников, обладает ясным физическим мышлением и имеет золотые руки. Но все было напрасно, пока сам В. И. не убедился в этом.

В. И. И РОЗЫГРЫШ

Детская наивность В. И. часто удивляла нас. Помню, 1 апреля решили мы разыграть В. Н. Цытовича, который много работал с В. И., и в частности опубликовал с ним статью об ускорении электронных колец. Мы напечатали на машинке с латинским шрифтом письмо В. Н. Цытовичу из Англии, в котором говорилось: «Дорогой д-р Цытович, с большим интересом прочли мы недавно Вашу статью по ускорению колец, выводы которой совпали с результатами наших расчетов. В настоящее время у нас создана установка по ускорению колец, и мы будем рады сообщить Вам первые результаты экспериментов». К письму был прикреплен один из конвертов предыдущего письма на имя Цытовича. (Для большей убедительности мы сделали письмо вскрытым.) Совершенно случайно в комнату вошел В. И., и его взгляд упал на письмо на столе Цытовича. Пробежав его по диагонали, он пришел в ярость: «Пока Вы тут копаетесь, там люди дело делают, — закричал он. — Работнички!!!» Взял письмо и быстро вышел из комнаты.

Чувствуя, что может произойти непоправимое, я выскочил за ним, догнал у лестницы и сказал, что мне нужно поговорить с ним. «Сейчас мне некогда, — сухо сказал В. И. — Я еду в Главатом».

Испугавшись, что В. И. может из-за нашего розыгрыша поднять бучу в Главатоме, я ухватил В. И. за рукав и начал на ходу бормотать о розыгрыше. «Мне некогда заниматься Вашими шутками, — сказал В. И. — Дело серьезное, и они могут нас обогнать». «Да письмо я сам

сделал», — чуть не плача закричал я. В. И. остановился, задумался и сказал: «Ну, это не меняет дела. Нужно сделать все, чтобы ускорить дело. Я все же поеду в Главатом». Сыграло ли роль письмо, я не знаю, но темп наших работ по ускорителям колец был резко увеличен именно с того момента.

Время стирает многое из памяти, но остаются проявления духа и характера, человеческие черты творца, имя которого навсегда вошло в историю физики.

М. Г. Шафранова

НЕСКОЛЬКО ЭПИЗОДОВ

ИСТОРИЧЕСКИЙ МОМЕНТ — НА СИНХРОФАЗОТРОНЕ 10 ГэВ. ПЕРВЫЕ ОБЛУЧЕНИЯ ЯДЕРНЫХ ФОТОЭМУЛЬСИЙ

Как только «задышал» ускоритель, наша группа начала первые эксперименты с ядерными фотоэмульсиями. Это было в марте 1957 г. Поначалу условия были крайне примитивными: эмульсии на стеклянной подложке, не мудрствуя лукаво, мы заворачивали в плотную черную бумагу, вакуумщики укрепляли этот пакет на штоке для внутренней мишени ускорителя и вводили этот детектор на определенный радиус на некотором отдалении от орбиты ускоренного пучка. Для измерения низкой интенсивности пучка технические средства не были предусмотрены, а она составляла в тот момент 10^5 – 10^6 протонов в импульсе. При первом же облучении встал вопрос — какую интенсивность дать, сколько импульсов пучка? Выбора не было, дали три импульса, не надеясь на то, что выйдет что-нибудь путное: на эмульсиях могло ничего не оказаться, а могли быть и протоны после бетатронного режима, то есть медленные. По дороге из корпуса синхрофазотрона мне встретился Владимир Иосифович: «Как дела?» — «Да вот облучили эмульсии, но вряд ли что-нибудь получилось». Буквально бегом отправилась к химикам — Н. А. Лониной, А. К. Поповой и их помощникам. Здесь уже все было готово к обработке. Развернули эмульсии и ужаснулись: после пребывания в вакууме они почти полностью отделились от стеклянной подложки, которая превратилась в слоеное «пирожное», были видны только жалкие островки неповрежденной эмульсии — слезы, одним словом.

Понадобилось три часа томительного ожидания, в течение которых тонкие (50-микронные) пластинки были проявлены, спешно подсушены под вентилятором и помещены под микроскоп. Каково же было удивление и восхищение, когда перед нашим взором предстало чарующее зрелище: параллельный пучок релятивистских частиц, а среди них «звезды», «звезды»...

Владимир Иосифович тут же примчался смотреть: ведь это было первое зримое свидетельство работы его любимого детища. Кусочки эмульсии были так малы, что разделить их для обследования несколькими просмотрщиками не было никакой возможности. В результате было решено: днем их обрабатывают лаборанты, а ночью, завладев

единственным крошечным кусочком эмульсии, — мы с китайкой Ван Шуфэнь (незадолго до этого она прибыла к нам в группу.) Однажды ночью мы поочередно вели просмотр: одна из нас работала, а другая спала на соседнем столе, потом часа через полтора мы менялись местами. Вдруг среди ночи раздался грохот, и мы очень испугались. Оказалось — со шкафа свалился зонт. Прошел еще час — и снова грохот! Он не произвел на нас никакого впечатления, однако вскоре появился неприятный запах. Я выскочила в коридор — нигде ни души, а с пролета лестницы ползет едкий дым. В темноте попыталась спуститься вниз к комнате химиков, идти пришлось на ощупь. Тут я наткнулась на мужчину, который сказал, что он электрик, что у химиков взорвался автоклав и что пожар он уже потушил. Мы продолжили работу.

Многотрудная обработка эмульсий подошла к концу. К великому сожалению, когда публикация была практически готова, Владимир Иосифович выразил сомнение в том, что на эмульсии попали протоны только одной энергии и не попали более медленные. Было опасение, что в процессе ускорения они могли «цеплять» эмульсии. Как это ни было огорчительно, публикацию пришлось отложить, чтобы поставить опыт в более чистых условиях. Под руководством В. А. Свиридова и В. А. Никитина была создана плунжирующая (выстреливающая) мишень, выводящая фотоэмульсии на нужный радиус ускорителя только к концу цикла ускорения. Это исключало попадание на них протонов более низких энергий. Облучение на новом методическом уровне привело к первой публикации с результатом эксперимента на синхрофазотроне ОИЯИ. В первых работах исследовались общие характеристики взаимодействий быстрых протонов с ядрами, которые входят в состав эмульсий: количество заряженных частиц различных энергий, их угловые распределения и т. д. Статья вышла в 1958 г. в журнале «Атомная энергия».

На 19 часов 16 апреля 1957 г. нам было назначено время для облучения ядерных фотоэмульсий на энергии 8,35 ГэВ, в то время ускоритель еще не достиг проектной энергии. Мы с Ван Шуфэнь принесли жбан с фотоэмульсиями в зал ускорителя и стали ждать. Подошло время устанавливать его на кольцо синхрофазотрона, а диспетчер молчит. Проходит еще час, потом другой. Из зала управления ни звука. Только постанывает гигантский магнит ускорителя под действием чудовищного импульсного тока, а красные лампы, вспыхивающие по всему его кольцу при каждом его «чихе», сигнализируют — ток подан. Шипят пневматические устройства. Кажется, что синхрофазотрон вздыхает, он напоминает огромное живое существо... Мы стоим в центре зала ускорителя, в котором царит полумрак. Изредка пробегают дежурные

вакуумщики и электрики в тапочках и белых шапочках, проверяют показания приборов. Диспетчер все молчит... У нас начинается посасывать в желудке, достаем какую-то нехитрую снедь и жуем. Уже клонит ко сну, а дело ни с места. Вдруг около 22 часов мы видим В. И. Векслера, буквально вылезающего из-под магнита, за ним «свита» из нескольких человек, среди них В. П. Желепов, Л. П. Зиновьев, К. П. Мызников, В. А. Петухов, незнакомые нам люди. К. П. Мызников держит в руках рулон миллиметровки вместе с графиками, подходит к обшарпанному однотумбовому письменному столу, стоящему в самом центре зала у пульта управления, и прикрепляет на нем кнопками график зависимости импульса ускоренных протонов от времени их ускорения («пачки»). В. И. Векслер дает команду начинать. Мызников связывается по телефону с диспетчером на главном пульте управления ускорителем в соседнем корпусе и как-то буднично говорит: «Ну, начинаем». Он задает «пачку», а в зале электроники настраивают пучок, с каждым импульсом повышая его энергию: 3, 3,2, ..., 9, 9,1, ..., 9,8, 9,9 ГэВ. В этот момент раздается глухой удар: сработали ВАБы — вакуумная блокировка камеры ускорителя. Это означало, что на одном из участков камеры по какой-то причине нарушился вакуум. Мызников посмотрел на график и, облегченно вздохнув, произнес: «10 ГэВ, Владимир Иосифович!» Все вокруг, напряженно наблюдавшие за историческим событием, очнулись. Откуда-то появилось шампанское, традиционные в торжественных случаях конфеты «Мишки». Все чокались и поздравляли друг друга. СОБЫТИЕ произошло в 23 часа 40 минут 16 апреля 1957 г. Мы стали звонить коллегам домой, поднимая их из постели и поздравляя.

Облучить эмульсии в тот день нам так и не удалось.

НИЛЬС БОР В ГОСТЯХ У В. И. ВЕКСЛЕРА

Для подготовки экспериментов катастрофически не хватало рабочих рук. И тогда наши ребята Виктор Свиридов и Володя Никитин договорились с Леней Струновым помогать друг другу. Группе Струнова срочно нужно было подготовить π -мезонный канал и выложить для него свинцовую защиту в измерительном павильоне. Однажды, надев на себя старые рваные халаты и рукавицы, все они отправились в корпус синхрофазотрона и залезли в амбразуру канала для укладки свинцовых кирпичей и блоков. В десятке шагов от них я занималась какими-то делами. Прошло уже много часов, и друзья, мягко говоря, немного устали. Кругом никого, кроме нас, нет. И вдруг вижу: подходит Владимир Иосифович Векслер, что-то показывает и поясняет очень пожилому человеку, и этот человек не кто иной, как сам знаменитый Нильс Бор! Я смотрела на эту пару во все глаза и не могла представить, что это правда.

А ребят не видно — они зарылись в своем свинце! Кидаюсь к амбразуре и кричу: «Ребята, вылезайте, здесь Бор ходит!» Наверное, от усталости и неожиданности они сначала не поняли, что перед ними легендарный Нильс Бор — создатель теории атома, и не среагировали. Виктор даже сказал что-то вроде того, что, мол, много тут всяких Боров ходит (тогда на синхрофазотрон толпами ходили делегации), но в конце концов после моих уговоров, чумазы и ободранные, они вылезли на свет пред очи знаменитостей. Владимир Иосифович представил молодых физиков Бору, и ребятам пришлось обтирать свои руки о грязные халаты.

Бор посетил Дубну в 1961 г. Он сказал, что создание синхрофазотрона было актом огромного мужества со стороны Векслера.

КАРТИНКИ С КИЕВСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ 1959 Г.

Летом 1959 г. в Киеве состоялась 9-я Международная конференция по физике высоких энергий. Для нас, молодых специалистов, это было великое событие: никакой возможности попасть на конференцию за рубеж у нас не было. Поэтому В. И. Векслер сделал все возможное, чтобы в Киев поехало как можно больше наших сотрудников. И тут мы впервые увидели прославленных зарубежных физиков: Юкаву, Амальди, Чу, Лоу, Маршака, Салама, Сегре, Пиччиони, Телегди, Штейнбергера, Тейлора, Оппенгеймера, Панофского, Намбу, Макмиллана, Мандельштама, Гайзенберга, Гелл-Мана, Глезера, Гольдхабера, Далитца, Дрелла, Вайскопфа, Альвареса, Хофштадтера, Ван Хова, Пауэрла и многих, многих других. Мы с благоговением вдыхали аромат великих научных свершений. Конференция была очень представительной, и это объяснялось тем, что ей предшествовал запуск крупнейших ускорителей — синхрофазотрона в Дубне, космотрона и бэватрона в США. На них были получены первые результаты и сделаны первые открытия. В. И. Векслер старался не пропустить ни одной интересной идеи и в кулуарах собирал свою молодежь, чтобы обсудить новости. У нас, конечно, ушки были на макушке, и мы с азартом рассказывали о своих впечатлениях и слухах.

Стояла изнурительная жара, и делегаты пользовались любым удобным моментом, чтобы улизнуть на пляж. Вода в Днепре была великолепна. Знаменитый Абдус Салам приходил в зал заседаний с большим махровым полотенцем через плечо, садился в первый ряд и забрасывал на рампу ноги в туфлях с загнутыми вверх носами.

В качестве развлекательного мероприятия оргкомитетом конференции была предложена поездка по Днепру в город Канев на родину Тараса Шевченко. Были зафрахтованы два стареньких парохода (других, наверное, не было) с каютами человек на восемь. Предстояло

плыть ночью. Оргкомитет приложил немало усилий, чтобы мужчины и женщины были расселены по разным каютам, как это принято в цивилизованном обществе, однако в итоге все перепуталось, так как различить мужчин и женщин по фамилиям оказалось нереальным. Люда Слепец оказалась в мужской каюте, я — в одной каюте с Лоу, чему он несказанно удивился. Поздно вечером молодежь собралась на верхней палубе и с чувством распевала украинские песни под руководством Игоря Евгеньевича Тамма. К хору примкнул итальянский ученый русского происхождения Г. В. Ватагин. Светили яркие южные звезды... «Знаете ли вы украинскую ночь? Нет, вы не знаете украинской ночи!»

На природной стоянке, увязая босыми ногами в сыпучем прибрежном песке, Владимир Иосифович и директор Станфордского университета Панофский, оба маленькие и немножко смешные в своих плавках по колено (была такая мода), страстно жестикулируя, обсуждали свои ускорительные проблемы. К ним присоединился англичанин в экстравагантных по тем временам плавках — на них были изображены пальмы, диковинные птицы и какие-то корабли. В. И. Векслер и Панофский недоуменно уставились на него, потом не выдержали и спросили, что у него за плавки. Англичанин, ничуть не смущаясь, ответил, что, возможно, это плавки его жены, потому что один из их чемоданов по ошибке отправили в Рио-де-Жанейро.

В Каневе прямо на берегу была сооружена дощатая эстрада и поставлены скамейки. Местная самодеятельность собиралась дать концерт в честь делегатов конференции. Как только пароходы пришвартовались, на берег выпрыгнул Телегди и один из американцев. Они принялись бегать наперегонки вокруг эстрады в одних плавках, чем сильно шокировали местную публику. После короткого концерта было запланировано посещение могилы Тараса Шевченко. Почетное право возложить венок было предоставлено Юкаве. В последний момент выяснилось, что Юкава не совсем крепко стоит на ногах. Членам оргкомитета пришлось нести венок и помогать великому ученому благополучно добраться до парохода.

ЭПИЗОД С «ВОДОРОДНОЙ БОМБОЙ»

В 1956 г. к нам в группу после окончания физического факультета МГУ пришел молодой специалист Эдик. Это был худенький мальчик с голубыми распахнутыми глазами. Однажды он появился на работе в новом бежевом гэдээровском костюме и объявил, что собирается жениться. Требовалось оценить покупку. Костюм ладно сидел и получил всеобщее одобрение.

Мы увлеченно занимались облучением фотоэмульсий и обработкой событий ядерного взаимодействия протонов с ядрами. В состав фотоэмульсий входят водород, серебро, бром, углерод и другие составляющие, одним словом, водорода в них только часть. Владимир Иосифович придавал особое значение экспериментам на водороде, все остальные он для убедительности пренебрежительно называл «зоологией», справедливо считая «нечистыми», затуманенными ядерными эффектами и поэтому не точно интерпретируемыми. Все прилагали усилия к тому, чтобы создать водородные мишени, в том числе и Эдик. Он сконструировал специальный баллон — водородную мишень, испытал ее на 60 атмосфер и повез в ЛЯП для пробного эксперимента на синхротроне. При этом он пожадничал и накачал баллон до большого давления. Между лабораториями курсировал кольцевой автобус. Не долго думая, Эдик попросил химика Володю Баранова помочь ему донести баллон, который по виду напоминал бомбу, до автобуса, а в корпусе синхротрона ЛЯП поднять его на второй этаж для установки на пучке. После завершения этих манипуляций Баранов ушел, а Эдик снял пиджак, засучил рукава и стал настраивать аппаратуру. В этот момент от чрезмерного давления с баллона сорвалась крышка, ударилась о стойку с аппаратурой и вызвала искру. Коварный водород вырвался и загорелся, раздался взрыв.

А в это время элегантный и обаятельный Юрий Михайлович Казаринов, один из ведущих специалистов ЛЯП, проводил в зале синхротрона экскурсию для французских журналистов-коммунистов. Он показывал им ускоритель и объяснял принцип его работы. Услышав в соседнем экспериментальном зале взрыв, Юрий Михайлович извинился и покинул делегацию. В зале он застал такую картину: горит воздух, огромные окна вылетели наружу, горит аппаратура, отброшенный взрывной волной слегка контуженный Эдик лежит за какими-то стойками, пиджак его сгорел, а брюки превратились в ленточки. Ю. М. Казаринов потушил пожар, поставил на ноги Эдика, вызвал на всякий случай скорую помощь, отряхнул с себя пепел и пошел к растерявшимся французам. «Все в порядке, тут проходил один эксперимент, он так и должен был кончиться», — сказал он.

В это время в Лаборатории высоких энергий шел семинар В. Л. Гинзбурга, зал был полон, впереди, как обычно, сидели Д. И. Блохинцев и В. И. Векслер. Во время коротких пауз они обменивались шутками и не всегда безобидными анекдотами. В зал тихонько вошла секретарь Владимира Иосифовича Зоя Иосифовна Санько, что-то ему шепнула. Векслер — Дмитрию Ивановичу, оба они быстро вышли из зала. По залу пополз слух — «Эдик взорвался».

В общем, все обошлось более или менее нормально, если не считать покалеченной аппаратуры, временной небольшой потери слуха у Эдика и утраты свадебного костюма. Однако, по нашим представлениям, его ожидали неминуемые и жестокие кары. Затаив дыхание, мы ждали — что будет. Трудно себе представить, как могли его тогда наказать, ведь еще совсем свежи были воспоминания о традициях сталинских времен. И тут в ситуацию вмешался В. И. Векслер, вероятно, его активно поддержал Д. И. Блохинцев. Состояние мучительной неопределенности завершилось для Эдика лишь выговором и небольшим штрафом.

А через неделю я отправилась в Москву к бабушке. К ней зашла соседка и шепотом спросила: «Это правда, что у Вас там взорвалась водородная бомба?» Я долго смеялась.

Прошло много лет, худенький мальчик, устроивший такой рискованный эксперимент, стал известным ученым, автором ряда ярких экспериментов и открытия новых методов управления пучками частиц с помощью изогнутых кристаллов. Кто знает, как бы сложилась его судьба, если бы не Владимир Иосифович Векслер.

«... И ЕГО ДРУГ БАЛУ»

За несколько дней до Международной конференции по физике высоких энергий в Женеве в 1962 г. Виктор Свиридов, Володя Никитин и я собрались в комнате у Виктора в выходной день, так как необходимо было срочно подготовить доклад. На кульмане был приколот большой лист миллиметровки с графиками, ради которых, собственно, все и оказались здесь. Результаты измерений рассеяния протонов на протонах в области, где интерферируют две силы — кулоновская и ядерная, — дали поразительный результат. Против всяких ожиданий теоретиков при энергиях вплоть до 10 ГэВ явно проявлялась интерференция. Это было непонятно и именно поэтому очень интересно. Владимир Иосифович с нетерпением ждал последних подтверждений эффекта и уже утром позвонил нам из дома. В этот момент в комнате оказалась я одна. Как назло, я потеряла голос после болезни и, подняв машинально трубку, беспомощно разевала рот. Владимир Иосифович несколько раз попытался услышать от меня что-нибудь членораздельное, а когда из этого ничего не вышло, спросил: «Что, у вас там все охрипли, что ли?» — и повесил трубку. Через некоторое время открылась дверь, на пороге стоял Векслер со своим верным Балусом. Балус немедленно стал нас облизывать и резвиться. Терпение Владимира Иосифовича иссякло, и он выставил Балуса за дверь. Балус поскуливал и несколько раз пытался ворваться в комнату.

По поводу Балуги в ЛВЭ ходила такая легенда. Однажды ранней весной в один из выходных дней Владимир Иосифович пошел с Балугой на работу — проверить, что там и как. Эрдель бежал впереди по тропинке, ведущей к лаборатории. Вдруг он направился к канаве и стал лаять. В. И. Векслер подошел и увидел такую картину: в канаве сладко спит сотрудник лаборатории из обслуживающего персонала. Попытка разбудить его не увенчалась успехом. Тогда директор, дойдя до проходной, сказал охранникам: «Разбудите этого товарища, а то ведь простудится».

Когда исполнился год со дня кончины Владимира Иосифовича, группа сотрудников ЛВЭ поехала на Новодевичье кладбище отдать дань памяти создателю лаборатории и всеми почитаемому руководителю. На его могиле лежит плита, по форме напоминающая синхрофазотрон. Потом мы поехали домой к дочери Владимира Иосифовича Екатерине Владимировне Сидоровой, долго смотрели фотографии, документы, книги. Я спросила: «А где Балуга?» Он оказался в соседней комнате и был очень грустен.

М. Д. Шафранов, М. Г. Шафранова

«НЕ БУДЕМ ССОРИТЬСЯ»

В те далекие времена, когда синхрофазотрон еще создавался, в самом начале «оттепели», комсомольская молодежь научно-экспериментального отдела стала выпускать ершистую и смелую по тем временам стенную газету, которую назвали «Не будем ссориться». В состав редколлегии вошли Валентин Гришин, Миша Шафранов, Юра Зернин и Рустем Асанов. По-видимому, молодых ученых вдохновил прецедент, когда в МГУ по требованию студентов сменили декана физического факультета. В первом номере газеты в левом верхнем углу была изображена черная ворона, сидящая на кресте. Разразился скандал, газету сняли, партийные власти не поняли юмора и сочли газету безыдейной, тем более что в ее правом верхнем углу отсутствовал стандартный по тем временам лозунг «Пролетарии всех стран, соединяйтесь!». Стали искать другие идеологические ошибки. Сочли, что редколлегией принижена роль партийной организации, так как наверху было написано, что газета — орган общественных организаций. Пришлось с помощью «Большой советской энциклопедии» доказывать, что партийная организация — тоже общественная. Кажется, газету возили даже в Кимры, где находилась тогда головная партийная организация. Требовали изрядно наказать редколлегию и авторов, раздавались голоса: уволить, если не понимают. Газета прекратила свое существование.

Только благодаря активному вмешательству Владимира Иосифовича и Ивана Васильевича Чувило скандал был замят. Неуемные физики не успокоились и через некоторое время стали выпускать другую газету. Юра Зернин придумал хитрый ход, и ее назвали «По каменистым тропам» (дескать, это из цитаты Маркса «В науке нет широкой столбовой дороги, и только тот может достичь ее сияющих вершин, кто без усталости карабкается по ее каменистым тропам»).

К. П. Мызников

ОН БЫЛ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ЛИЧНОСТЬЮ

Я знал В. И. Векслера 14 лет, начиная с 1952 г., близко сотрудничал с ним и все-таки, когда мне предложили поделиться воспоминаниями о нем, был в большом затруднении. Очень трудно передать на бумаге черты этого необычайно способного человека, оригинально мыслящего, живого и темпераментного.

Он был фундаментальной личностью, умел видеть главное в возникающих проблемах и находить пути их решения. Некоторые говорили, что принцип автофазировки — это легко, что Векслеру повезло первому увидеть его. Однако в этом-то и был Векслер, который умел выделить главное, фундаментальное.

Он был смелым человеком: взялся за сооружение первого синхрофазотрона. Эта сложнейшая установка была изготовлена, по теперешним меркам, на невысоком техническом уровне. Например, ток инжектора — линейного ускорителя был 40 мкА (современные инжекторы дают 100 мА). Большие трудности были с вакуумной камерой, системой коррекции магнитного поля и т. п. Запуск установки был очень тяжелым. Поэтому ходившая тогда шутка, что единица измерения интенсивности 1 векслер равна мезон в сезон, совершенно несправедлива. Была проделана огромная работа по модернизации ускорителя, включая изготовление собственными силами нового линейного ускорителя. И эти меры привели к тому, что синхрофазотрон встал в ряд ведущих установок в мире с достойными параметрами.

Следует отметить, что основной штат ускорительщиков и физиков у В. И. Векслера состоял из молодых специалистов. Среди ускорительщиков у него было всего два опытных помощника — В. А. Петухов и Л. П. Зиновьев. Оставался единственный путь: воспитывать специалистов из молодежи. Как же он это делал? Прежде всего, в период запуска мы постоянно работали с 9 утра до 12 ночи. Молодежь варилась в одном котле с такими признанными авторитетами, как М. С. Рабинович, А. А. Коломенский, Н. А. Моносзон и др., которые в то время надолго приезжали в Дубну. Сам В. И. Векслер постоянно общался с молодыми непосредственно на их рабочих местах, часто бывал на пульте управления. Характерно, что он не делил людей по возрасту. Любой вопрос (по делу) можно было обсуждать с ним на равных. Когда вспоминаю сейчас эти обсуждения, кажется удивительным, сколько у него было терпения и такта. Семинары и дискуссии проходили очень шумно

и увлеченно; трудно было представить себе равнодушного или полусонного человека. А. Л. Минц рассказывал, что как-то в лаборатории Векслера, проходя мимо аудитории, услышал большой шум. Думал — драка, оказалось — семинар Векслера. Таким образом Владимир Иосифович пробуждал у молодежи интерес к делу и инициативу. Он доверял молодым, поручал им сложные дела.

Интересы дела были для В. И. Векслера прежде всего. Вспоминается случай, когда я ждал окончания его встречи с одним из руководителей Госкомитета. Потом он меня ругал, что я сразу к нему не обратился, когда дело требовало срочных действий. Он сам принимал экзамены по кандидатскому минимуму у ускорительщиков. Были случаи, когда это оборачивалось для соискателей большими неприятностями.

Авторитет его был очень высок. Он не был «добрым папенькой». Мог с великой изобретательностью разнести в пух и прах провинившегося. Высшей мерой наказания для нас было попасть под такую хлесткую критику. В то же время умел брать на себя большую ответственность в критических ситуациях. У молодых были промахи, за которые по тем временам можно было «схлопотать» тяжелое наказание. В таких случаях он закрывал их собой.

Сразу после запуска синхрофазотрона В. И. Векслер начал думать о будущем, о развитии ускорителей. Родилась идея коллективного метода ускорения. Он сам начал усиленно работать в этом направлении. В Лаборатории высоких энергий стала сооружаться под его руководством первая экспериментальная установка. Был создан коллектив, получены первые результаты.

Однако он рассматривал и другие пути увеличения энергии ускорителей. Понимал, что многого можно добиться за счет развития и применения новой технологии. При нем в ЛВЭ (в отделе А. Г. Зельдовича) начались работы по освоению сверхпроводимости. Он нацеливал нас думать о возможности использования этой новой технологии в сильно-фокусирующих машинах. Очень характерно, что его ученики заняли активные позиции по всем этим направлениям: В. П. Саранцев — коллективные методы ускорения, С. К. Есин — сильноточный линейный ускоритель мезонной фабрики в Пахре, я — сверхпроводящий ускорительно-накопительный комплекс (УНК).

В последние годы жизни ему приходилось тратить много сил для осуществления своих замыслов. Умер В. И. Векслер в 59 лет в расцвете сил и творческой энергии. Все, кто с ним близко сотрудничал, всегда будут вспоминать его как интересного и способного человека, бесконечно преданного своему делу. Он был достойным представителем той великолепной плеяды старшего поколения физиков, которая сумела занять ведущее место в мире по всем основным направлениям, завоевав международный авторитет российской науке.

В. И. Котов

«ВЫ ПИСАЛИ, ВЫ — АВТОРЫ, А Я ВАМ ТОЛЬКО ПОМОГАЛ»

Судьба распорядилась так, что меня в конце 1953 г. после окончания учебы на физическом факультете МГУ направили на работу в ФИАН, где до этого я выполнял дипломный проект в лаборатории Владимира Иосифовича Векслера. С ним самим мне еще не приходилось встречаться, но из лекций и рассказов его сотрудников я знал, что он является крупным ученым с мировым именем. В 1944 г. им и годом спустя американским ученым Макмилланом был открыт принцип автофазировки, применение которого определило весь ход дальнейшего развития ускорителей заряженных частиц высоких энергий.

В это время Владимир Иосифович наряду с руководством лабораторией в ФИАНе возглавлял работы по созданию самого крупного по тем временам ускорителя протонов на энергию 10 ГэВ и организовывал новую лабораторию для проведения исследований на этом ускорителе. Ускоритель строился в местечке Большая Волга, расположенном на берегу реки Волги и впадающей в нее реки Дубны (ныне город Дубна). Именно здесь предстояло работать мне и, как оказалось, еще девяти моим сокурсникам.

В начале января 1954 г. В. И. Векслер пригласил нас всех приехать в Дубну для собеседования и оформления на работу. Проложив сложный путь до Дмитрова, от Дмитрова до Большой Волги на автобусе и пройдя километра четыре по морозцу пешком, мы прибыли на место. Владимир Иосифович принял нас в квартире жилого дома, приспособленной под кабинет. Перед нами предстал очень подвижный, лет пятидесяти человек невысокого роста. Предложив нам раздеться и подождать, пока мы рассядемся, он сразу же начал беседу. Владимир Иосифович вдохновенно рассказал нам о создаваемой лаборатории и положении дел со строительством ускорителя, а затем начал расспрашивать нас о задачах, которые мы решали при выполнении дипломных проектов, тут же предлагая каждому начать работать по той же или близкой тематике. В конце беседы коснулся бытовых вопросов. Благожелательность и энтузиазм Владимира Иосифовича, грандиозность задач, в решении которых нам предстояло участвовать, произвели на нас неизгладимое впечатление. Окрыленные, с большим желанием быстрее приступить к делам, мы возвращались в Москву.

В 1954 г. коллектив создаваемой Владимиром Иосифовичем лаборатории был еще небольшим и состоял преимущественно из молодых специалистов. Мне предстояло заниматься теоретическими проблемами ускорителей в группе, где к тому времени было всего два молодых сотрудника: Н. Б. Рубин и А. Б. Кузнецов. Мы работали в тесном контакте с группой ускорительщиков из ФИАНа, каждую неделю приезжая к ним на семинар и консультации. Владимир Иосифович держал нас всегда в поле зрения, часто заходил к нам в комнату и интересовался результатами работы.

В лаборатории Владимир Иосифович стремился создать деловую, творческую атмосферу; поддерживал интересные предложения и всякий раз радовался, когда кому-либо из сотрудников удавалось получить интересные научные результаты. Для расширения научного кругозора устраивал семинары, приглашая выступить на них с докладами таких выдающихся ученых, как И. Е. Тамм, И. Я. Померанчук, М. А. Марков и др. М. А. Маркова он уговорил руководить группой теоретиков, занимающихся проблемами физики высоких энергий.

К сотрудникам Владимир Иосифович всегда был доброжелателен и в то же время требователен. Органически не переносил, когда сотрудник нарушал договоренность. В этом случае «разноса» было не избежать, но, как правило, после объяснения мир снова восстанавливался. В моей памяти отложился лишь один подобный случай, относящийся к разряду недоразумений. Владимир Иосифович вдруг позвонил мне в выходной день домой и раздраженным голосом стал спрашивать о документах, которые я должен был ему занести. Услышав в ответ, что они переданы мной в его отсутствие домработнице, он тут же успокоился и, заканчивая разговор, извинился.

Становление лаборатории пришлось на времена «хрущевской оттепели». Молодые специалисты — основной контингент лаборатории — с присущим молодежи максимализмом бурно реагировали на происходящие в стране события, жажда перемен обуревала их. Перевести весь этот эмоциональный порыв в спокойное, подчиненное разуму, конструктивное русло Владимиру Иосифовичу помогали его богатый жизненный опыт и авторитет ученого. Может быть, отголоском этих событий явилось посещение лаборатории высокой комиссией. При ознакомлении с деятельностью лаборатории комиссии не понравилось, что один и тот же эксперимент готовят две группы. Во время обсуждения был поднят и вопрос о параллелизме в деятельности некоторых подразделений. Отстаивая свою позицию, Владимир Иосифович привел исключительно яркий и понятный даже неспециалисту аргумент: «У человека много органов, выполняющих одинаковые функции, но

никому не приходит в голову добровольно освободиться от одной руки, почки и т. п. Лаборатория тоже является живым организмом». Комиссии ничего не оставалось, как исключить позицию о параллелизме из подготовленного заключения. Еще долгое время этот эпизод не сходил с уст сотрудников.

Владимиру Иосифовичу нравилось работать с молодежью. Он не боялся поручать молодым коллегам ответственные дела, внимательно следил за их выполнением и помогал в нужную минуту. Мне вспоминается один случай, когда Владимир Иосифович заглянул как-то к нам в комнату и предложил мне, Н. Б. Рубину и А. Б. Кузнецову написать обзор по ускорителям для журнала «Успехи физических наук». В общих чертах обрисовав, каким ему хотелось бы видеть обзор, он попросил нас подумать. В процессе бурных обсуждений мы разработали план обзора, определили, какие разделы каждый из нас пишет и, обсудив еще раз с Владимиром Иосифовичем, приступили к написанию. Работа над обзором стала для нас хорошей школой. По мере готовности каждого раздела мы передавали его Владимиру Иосифовичу, который, внимательно прочитав и сделав замечания, возвращал его нам на доработку. Однажды он принес очередной раздел и сказал: «Я предлагаю написать этот раздел в другом ключе». Наши контраргументы его не убедили, и мы, уже достаточно утомленные работой над обзором, несколько приуныли. Видя перед собой озабоченные лица, Владимир Иосифович обратился к нам со словами: «Давайте все-таки придерживаться правила: музыка моя, а слова ваши. Эта переделка не отнимет у Вас много времени, и повода для уныния нет». Когда работа над обзором была завершена, мы принесли Владимиру Иосифовичу чистовую рукопись, включив, естественно, его в соавторы. К нашему большому огорчению, он попросил исключить его из соавторов, сказав: «Вы писали, вы — авторы, а я вам только помогал». И тут же написал рекомендательную записку в редакцию.

Крупнейшим событием в жизни лаборатории был запуск ускорителя. Получить проектную энергию ускоренных протонов удалось сравнительно быстро, но интенсивность пучка оказалась ниже проектной. Для решения этой задачи Владимир Иосифович собрал всех ведущих разработчиков различных систем ускорителя, мобилизовал коллектив, работающий на ускорителе, включив в работу и нашу группу. Работа велась круглосуточно. На утреннем совещании ускорительщики докладывали о результатах ночных исследований, которые затем передавались нам для обработки и осмысления, а на вечернем совещании уже намечалась программа дальнейших экспериментов. Вечерние совещания затягивались допоздна, и неизменно машина Владимира Ио-

сифовича отвозила в поселок всех участников, не занятых в ночной смене. Такой режим работы, завершившийся достижением проектной интенсивности ускоренного пучка, продолжался около месяца. Руководивший ею Владимир Иосифович заражал всех участников своей энергией и оптимизмом, с его помощью ускорительщикам удавалось достаточно быстро устранять возникавшие неполадки в процессе работы.

Владимир Иосифович был неординарной личностью, общение с ним оставляло неизгладимый след. В 1963 г. в Дубне впервые должна была проходить международная конференция по ускорителям. Председателем оргкомитета по подготовке этой конференции был назначен Владимир Иосифович. Меня он попросил исполнять обязанности ученого секретаря. Это дело оказалось весьма хлопотным, отнимало уйму времени. Заседания оргкомитета иногда проходили в Москве, и Владимир Иосифович, считая необходимым мое участие в них, брал меня с собой. Поездка обычно начиналась с моего сообщения о положении дел с подготовкой конференции. Удовлетворившись услышанным и наметив дальнейшие шаги, Владимир Иосифович переводил разговор на вольные темы. Мне запомнилась одна из таких поездок, во время которой ему захотелось поделиться впечатлениями о недавно прочитанном рассказе А. И. Солженицына «Матренин двор». Он оказался интереснейшим рассказчиком. Впечатления о прочитанном его переполняли, он как бы купался в них, побуждая собеседника к сопереживанию. Столь же ярко в его изложении всплывали передо мной эпизоды из недавно увиденной им кинокартины.

Хотелось бы остановиться еще на одном маленьком эпизоде, дополняющем образ В. И. Векслера. До открытия конференции оставалось всего несколько дней, когда Владимир Иосифович появился утром в комнате оргкомитета и пригласил меня на «смотрины» выделенных и подготовленных для проведения конференции помещений. Вместе с представителями администрации и технических служб мы осмотрели все вспомогательные комнаты и перешли в конференц-зал. Бегло окинув его взглядом, Владимир Иосифович прошел на сцену и обнаружил там отсутствие трибуны. «Трибуна ученому не нужна, она необходима тем, у кого нелады с костюмом, но без нее не смогут обойтись и официальные представители, которые будут зачитывать приветствия участникам конференции. Так что ее все-таки придется водрузить», — улыбаясь произнес Владимир Иосифович. Напряженное состояние присутствующих тут же растаяло в ответных улыбках. На этой веселой ноте закончился осмотр, а на следующее утро трибуна уже стояла на месте.

В моей памяти Владимир Иосифович остался как яркая, неординарная личность. Его интерес к науке, в которой он достиг больших высот, никогда не ослабевал. Владимир Иосифович постоянно находился в состоянии поиска новых механизмов ускорения заряженных частиц, но вплотную приступить к осуществлению своих идей он смог лишь после ввода в действие протонного ускорителя на энергию 10 ГэВ.

Я благодарен судьбе за то, что мне посчастливилось пройти школу В. И. Векслера, работая под его руководством на протяжении десяти лет.

И. Б. Иссинский

ВСЕ СИЛЫ — РЕШЕНИЮ ГЛАВНЕЙШЕЙ ЗАДАЧИ

О научной и деловой атмосфере, окружавшей

В. И. Векслера в период создания синхрофазотрона

О В. И. Векслере написано много, и едва ли можно найти описание тех или иных периодов его жизни, которых уже не коснулись бы те, кто знал его. (Хотя, пожалуй, осталось место для литератора, который смог бы создать его «литературный портрет», написать о нем художественно-биографическую книгу...) В этой связи автору настоящей статьи представляется, что будет небезынтересно, в особенности для молодого читателя, если при подготовке данного сборника расширить рамки воспоминаний и, кроме эпизодов из жизни Владимира Иосифовича, воссоздать атмосферу того времени, окружавшую ученого в самый бурный и плодотворный период его жизни.

Владимира Иосифовича я впервые увидел в Физическом институте Академии наук на семинаре лаборатории, носившей название эталонной, куда попал в 1952 г. после окончания вуза. Название лаборатории было условным, поскольку работы, выполнявшиеся в ней по созданию крупнейшего в то время протонного ускорителя на 10 ГэВ, были полностью засекречены. Семинар был посвящен первому американскому протонному синхротрону — космотрону, сооружение которого подходило к концу. Семинар вел В. И. Он задавал выступавшим интересные вопросы, углубленно комментировал ответы, делал критические замечания по техническим решениям, принятым создателями ускорителя. На меня, как и на многих участников, Владимир Иосифович произвел впечатление огромной эрудицией и глубоким пониманием основ и подходов к техническим решениям в области ускорительной техники.

Масштабы, темпы, обстановка, в которой в то время создавались крупнейшие научные лаборатории страны, в числе которых был и синхрофазотрон, поражали воображение всех, кто участвовал в этих работах или хотя бы соприкасался с ними. Впечатляла гигантская сила государства, его безграничные возможности, масса единомышленных усилий, слитых воедино для решения общей сверхзадачи. Духу единения, мобилизованности нас научила только что закончившаяся война, учили гражданскому самосознанию и в школе. А Владимир Иосифович был одним из руководителей, которым предстояло взять на себя огромный

груз ответственности при решении таких сложнейших задач. Шло жесткое соревнование за мировой приоритет в научно-технической области, и введение строжайшей секретности было, безусловно, оправдано. Нам, молодым, только что окончившим вузы и получившим не только академическое, но и практическое образование по необходимым актуальным направлениям, по-иному дело и не представлялось — лекции и обучение велись теми же преподавателями и профессорами (среди которых был и В. И.), на «объектах» которых нам предстояло работать.

Воля судьбы, вынесшая меня на поприще ФИАН, а затем Лаборатории высоких энергий, где мне и посчастливилось работать в коллективе, руководимом Владимиром Иосифовичем, проявилась на последнем курсе МИФИ (в то время ММИ — Московского механического института), когда наши предшественники по окончании получали распределение на работу. И хотя тогда все было окутано глубокой секретностью, однокашники сказали мне: «Только не Сухуми!», куда в то время шел интенсивный набор молодых специалистов. Это я хорошо помнил, когда шел в конце 1951 г. «на распределение» в учреждение, помещавшееся в здании с вывеской «Главкислород», которое имело лишь то отношение к кислороду, что люди, там работавшие, потребляли его, как и все остальные. На самом деле здесь находился один из отделов управления по кадрам министерства, получившего впоследствии название Министерства среднего машиностроения.

В просторном кабинете меня приветливо встретили два молодых человека в почти одинаковых костюмах и галстуках и, как и ожидалось, предложили поехать на работу в Сухуми («Хорошее место: Черное море, пальмы — курорт!..»). Я учтиво поблагодарил их и показал на свою новую оранжевую дубленку, купленную на последнюю повышенную стипендию после долгого стояния в очереди за неделю до этого. Сказал, что не хотел бы туда ехать, поскольку уж очень люблю русскую зиму, увлекаюсь лыжами, имею первый спортивный разряд и даже купил вот эту шубу, чтобы ехать сколь угодно далеко — на Урал или в Сибирь, лишь бы не в Сухуми. Молодые люди тихо поговорили между собой и сказали, что относятся ко мне с пониманием и, поскольку я уроженец Подмосковья, могли бы направить меня на новый расположенный недалеко объект — вот только для этого нужна московская прописка, хотя бы временная.

Задача стояла далеко не простая, так как она была непосредственно связана со строжайшими ограничениями на проживание в Москве. Но я решил, что стоит попытаться, и мы договорились о тайм-ауте. Я поехал в Мытищи к Леве Козиорову, своему самому близкому еще со

школьных лет другу, чтобы обсудить возникшую проблему. На совете в семейном кругу его отец, быстро оценив ситуацию, предложил прописать меня у них (хоть и не Москва, но ближе Подмосковье), что и было сделано им с большой оперативностью. И вот я снова в «Главкислороде». Ребята встретили меня с прежним расположением и сказали, что дело идет в нужном направлении, но требуется подождать до Нового года, когда откроется штатное расписание на новом объекте, и предложили мне зайти в самом начале января. Когда я появился в назначенный срок, бумаги еще не были готовы, но после некоторого ожидания были кем-то подписаны (или утверждены), и я был первым занесен в списки персонала, предназначенного для учреждения, получившего впоследствии название Техническая дирекция строительства-533 (ТДС-533), затем Электрофизическая лаборатория и, наконец, Лаборатория физики высоких энергий (название было предложено В. И.; второе слово в этом названии затем было опущено).

Я получил направление и был проинструктирован, как проехать по Москве и, никого не спрашивая, найти закрытый объект, где следовало обратиться к товарищу Бажулину. События, которые тогда происходили, имели, конечно, в моей жизни важное значение, а ожидание увидеть очень секретный объект и его таинственные поиски привели к полному сумбуру в моей голове. Встретившись в проходной с представителем руководства объекта в лице начальника отдела кадров в полувойенной форме, я, подобно известному резиденту Штирлица, забывшего посмотреть, есть ли цветы на окне, забыл произнести в качестве пароля «Я к товарищу Бажулину» и был направлен к... товарищу Вулу.

Закрытым объектом оказался ФИАН им. П. Н. Лебедева на Мусах, «под крышей» которого и находилась ТДС-533, занимавшаяся разработкой и сооружением гигантского, рекордного по тем временам, ускорителя протонов — синхрофазотрона (это название стало теперь его именем собственным). П. А. Бажулин был в то время ученым секретарем, и мои воспоминания о нем связаны с его недоуменным вопросом, который он часто задавал, глядя из окна института на длинную очередь у проходной в конце рабочего дня: «Не могу понять, как это вдруг все эксперименты могут завершиться ровно в шесть часов вечера?..»

Б. М. Вул, тогда членкор, был заведующим лабораторией диэлектриков. Он побеседовал со мной и сказал, что берет меня на работу, так как ему нужны инженеры-физики, и в случае серьезных намерений я могу в ближайшее время рассчитывать на тему диссертации. Проработав немного в его лаборатории, я стал понимать, что попал не туда,

куда нас готовил МИФИ. И снова, преодолев завесу секретности, узнал, что в эталонной лаборатории занимаются проблемами, связанными с атомным ядром, хотя, чем именно, узнать я не смог. Мои просьбы к Вулу отпустить меня в эталонную успеха не имели, и я, как было положено простому советскому человеку, пошел в партком. Его секретарем был О. И. Козинец, без долгих промедлений поговоривший с В. И. Векслером и Б. М. Вулом. Последний меня тут же отпустил, сказав на прощание: «Ну что вы так туда стремитесь? Не всем же строить Днепрогэс!» Тогда я не понял, причем здесь Днепрогэс, и пошел в эталонную, руководителем которой был В. И. Векслер.

ФИАН встретил меня бурной яркой жизнью. В то время шел переезд с Миусской площади на Калужское шоссе (ныне Ленинский проспект), которое интенсивно застраивалось академическими институтами. Противоположная сторона шоссе была еще свободной, и лишь здания Института физпроблем и ВЦСПС оживляли огородно-полевой ландшафт, где на фоне строившегося здания МГУ можно было видеть пахаря, идущего за запряженной в плуг тощей лошадейкой... А здание ФИАНа блистало новизной, лаборатории получали новое оборудование, и, главное, работало много молодежи, которая чувствовала себя вполне счастливой, была полна энтузиазма и оптимизма. Институт с огромным научным потенциалом, живыми классиками и знаменитостями передавал опыт младшему поколению. Большинство из нас старались не пропустить ни одного семинара или лекции, где часто выступали наши отечественные корифеи И. Е. Тамм, М. А. Марков, В. Л. Гинзбург. Здесь работали А. М. Прохоров, А. А. Коломенский, Е. Л. Фейнберг. Как мне рассказывали старые фиановцы, Е. Л. Фейнберг много сделал для разъяснения и «популяризации» среди сотрудников теоретических основ предложенного В. И. Векслером принципа автофазировки. Он выступал на семинарах, совещаниях, а до этого, при работе Владимира Иосифовича над открытием нового явления, помогал ему.

Несколько лет назад, в апреле 2000 г., я встречался с Евгением Львовичем Фейнбергом и попросил его рассказать о событиях, происходивших в ФИАНе. Я не видел Евгения Львовича с начала 50-х годов. (Меня он, конечно, не мог помнить, так как подобных молодых людей в институте было очень много.) Выглядел он почти так же, как и в то время, довольно молодо для своих лет. Подробно рассказывал о событиях и встречах начиная с предвоенных времен, когда в ФИАНе по заданию С. И. Вавилова начали думать о циклотроне на большие энергии. Встреча с этим деликатным и обаятельным человеком была очень интересной. Поражала его исключительная скромность.

А молодым фиановцам все было интересно, за что бы они ни брались, где бы ни участвовали. Возможно, по причине большой концентрации молодежи ее научная, а также общественная, спортивная и культурная активность была в то время на таком высоком уровне, который молодой человек нашего времени, пожалуй, едва ли может себе представить. В выходные дни организовывали соревнования, ходили в турпоходы. В одном из таких походов принял участие и Владимир Иосифович. Было очень приятно покинуть в конце нелегкой рабочей недели душную Москву и очутиться на живописном берегу Тишковского водохранилища. В. И., как и все присутствующие, наслаждался прекрасным солнечным днем. Будучи очень интересным собеседником, участвовал в спорах и обсуждениях проблем, интересовавших нас, молодых сотрудников института, которых было большинство. Переходил от одной группы к другой. Под вечер собрались и двинулись на железнодорожную станцию. Все были туристы, все находились в хорошей форме и шли в очень быстром, спортивном темпе. Спустя какое-то время заметили, что среди нас нет В. И., и несколько забеспокоились. Но в арьергарде сказали, что среди отставших его не было. Каково же было всеобщее удивление, когда, придя на станцию, мы увидели В. И., уже ожидавшего нас... По своему характеру он был очень подвижен, и энергии у него хватало на троих.

...В лаборатории я узнал, что буду участвовать в работах по созданию протонного синхротрона на 10 млрд эВ. Первое время работал в группе, готовившей аппаратуру для магнитных измерений блоков большого ускорителя, затем был переведен на запуск его модели, где непосредственным руководителем работ и правой рукой Владимира Иосифовича являлся профессор Валентин Афанасиевич Петухов, очаровавший студентов и нас, молодых людей, работавших в его коллективе. «Третьим богатырем» здесь был Леонид Петрович Зиновьев, который непосредственно крутил ручки и нажимал кнопки. Всеми работами руководил и везде зримо или незримо присутствовал Владимир Иосифович. Можно было только удивляться его целеустремленности и настойчивости. Много лет спустя на торжествах по случаю юбилея открытия принципа автофазировки или дня рождения В. И. сотрудники, знавшие Владимира Иосифовича, хотя и говорили о его беспокойном характере, но всегда с большой теплотой вспоминали о нем, подробно рассказывая о встречах, серьезных и курьезных эпизодах, произошедших в то время. В. И. был очень демократичен, и в его характере не было и тени чванливости или высокомерия, за что молодежь его очень ценила. А за его вполне справедливые «разносы» никто из нас никогда на него не обижался. Был случай, когда мне попало от В. И. за обще-

ственную работу. Ею в то время должны были заниматься все, и тем более комсомольцы (а некомсомольцев среди молодых сотрудников тогда, можно сказать, не было). За невыполнение «общественных поручений» могли и выговор объявить. Меня и А. Б. Кузнецова бросили на организацию спорта, и на это, конечно, уходило много рабочего времени. Наши шефы «капнули» на нас Владимиру Иосифовичу, за что он нас и отчитал, в душе, конечно, понимая, что наша вина была здесь небольшая...

...А плотность событий, предвещавших рождение ЛВЭ, быстро нарастала. 1 марта 1953 г. в ФИАНе было объявлено о создании ТДС-533. В штат сотрудников, кроме включенных в секретные списки управления кадров, вошла добрая половина фиановцев — коренных москвичей как мера борьбы с семейственностью в научных учреждениях. (Была такая кампания, возглавляемая секретарем МГК партии Е. А. Фурцевой.) Браков по причине молодости тогда совершалось множество. Но теперь мужья будут числиться в одном учреждении, а жены в другом... Владимир Иосифович, только что назначенный директором нового учреждения, быстро набирал штат. Для иногородних, направляемых в будущую лабораторию, это было радостным событием: на Большой Волге-2 (Ново-Иваньково) давали жилье. Хочешь — общежитие, а хочешь — отдельную комнату. Наступил конец проживания на птичьих правах в Москве!

В начале 1955-го я наконец покинул Москву. Явился к И. В. Чувило, который был здесь главным заместителем В. И. Векслера. Он направил меня на работу, а при решении моего жилищного вопроса со свойственной ему добросердечностью выразил сожаление, что сегодня он может дать комнату только на первом этаже — другие все раздали. Если подождать месяц, будет сдаваться следующий дом...

Заканчивался монтаж ускорителя, который вела московская организация «Центрэлектромонтаж». Синхрофазотрон поражал своими размерами. В голове не укладывалось, что это физическая установка. И теперь, глядя на это гигантское сооружение, думаешь: «А могла бы сейчас Россия построить что-нибудь подобное?»

Будущий персонал ускорителя участвовал в монтаже и осуществлял наладку и приемку оборудования. Работало много заключенных. Меня удивляло, что те из них, с кем мне приходилось работать, были очень добросовестны в работе и в своем большинстве куда более доброжелательны, чем вольнонаемные. Это не были уголовники-рецидивисты. Значительно позже я вспоминал об этом, читая биографическую повесть известного литератора Л. Копелева «Хранить вечно»,

пребывавшего здесь в те годы и впоследствии реабилитированного. Как знать, может быть, мы с автором этой книги и встречались здесь...

Охранялся «объект» и его оборудование строжайшим образом. Большие права были предоставлены службам безопасности, пожарным, охране. Порою бывали и курьезные случаи. Так, когда был смонтирован ионопровод между линейным ускорителем и кольцом, пришедший пожарный инспектор потребовал от В. И. его немедленно убрать, так как он «в случае возгорания» помешает провозить пожарное оборудование... А в одном из конфликтов между Векслером и начальником охраны последний пригрозил снять с территории охрану, на что В. И. сказал ему: «Ну и снимай!» Охрана была снята, а через день незадачливого начальника сняли самого. Говорили, он крепко поплатился за свои эмоции. Атмосфера в будущей Лаборатории высоких энергий, конечно, была напряженная, и Владимиру Иосифовичу часто приходилось воевать с неизбежной некомпетентностью в научной сфере вспомогательных служб и другими бюрократическими препятствиями, и делал он это с большим искусством. Помню, как в одной перепалке он отвечал своему собеседнику: «Вы меня не пугайте. Я уже старый и ничего не боюсь!» Был же он в это время совсем не старый: ему едва перевалило за пятьдесят. Но остроты и юмор никогда не покидали В. И., и это позволяло ему брать верх в частых полемических дискуссиях.

Самым ярким периодом того времени был, безусловно, период запуска синхрофазотрона. Главную силу составлял персонал, уже получивший опыт при работе на его модели. На начальном этапе идейный, в основном теоретический, подход определяли специалисты из ФИАНа. Как и всегда, руководил работами Владимир Иосифович. «Штурм» был долгим, тяжелым. Наладка отдельных систем началась уже в 1955 г. Работали, разумеется, с утра и до позднего вечера. Приходилось выполнять все работы — от самых сложных до черновых. Трудностей и неясностей хватало, однако В. И. вдохновлял и поддерживал нас. Бывало, после переделки или усовершенствования какого-нибудь узла последний все равно не хотел работать. Тогда В. И. говаривал: «Ничего, даже автомобиль после ремонта сразу никогда не едет...» Признаться, у тех, кто участвовал в подготовке и наладке синхрофазотрона к работе, было и тревожное чувство — а заработает ли этот гигант?.. Но В. И. заражал окружающих своим оптимизмом и способностью выйти из любого положения. Как-то он сказал: «Нам надо ускорить хоть один протон, а дальше-то мы доведем эту машину до кондиции!»

Трудности при работе с пучком состояли главным образом в несовершенстве систем его диагностики, или, как тогда говорили, индикации пучка. В целом стоило огромных усилий обеспечить согласован-

ную работу сотен различных систем ускорителя, не имевших аналогов. Но «шторм» был интересным, захватывающим. В. И. присутствовал при выполнении всех работ, хотя ему часто приходилось ездить в Москву в высокие властные инстанции. При этом он всецело доверял исполнение ответственных работ большому коллективу, состоящему в основном из молодых специалистов, которые впервые видели «живой» ускоритель, но работали на нем, отдавая все свои силы.

Наконец в марте 1957 г. был получен режим циркуляции пучка, а 16 апреля протоны были ускорены до энергии 10 млрд эВ. Это был мировой рекорд. Конечно, главным «виновником торжества» был Владимир Иосифович. Эта кульминация была результатом всей его предыдущей жизни и научной деятельности. Вся центральная пресса страны и крупнейшие зарубежные газеты писали о достижении Объединенного института. Это был первый существенный вклад в завоевание высокого международного авторитета ОИЯИ. Дубну стали посещать многочисленные делегации. Начались первые эксперименты на ускоренном пучке.

Трудно переоценить роль Владимира Иосифовича в истории ЛВЭ, и его ранняя смерть была для лаборатории невосполнимой утратой. Но созданное им научное направление и заложенная техническая база позволяют нынешнему коллективу лаборатории продолжать успешно работать над развитием ускорительного комплекса, беря с этого замечательного организатора пример целеустремленности, преданности идее.

Мне часто приходилось встречаться с Владимиром Иосифовичем, и я с чувством благодарности и сознанием обязанности ему за все им сделанное вспоминал о нем, когда отмечалось 40-летие ОИЯИ. При этом хотелось более существенно, чем просто на словах, отдать долг памяти основателю ЛВЭ и ее первому директору. На одном из директорских совещаний лаборатории я предложил установить памятную доску на здании, где находился кабинет Векслера. Предложение было поддержано.

С. В. Федуков

МНЕ ПОСЧАСТИЛИЛОСЬ РАБОТАТЬ ПОД РУКОВОДСТВОМ ВЕЛИКОГО УЧЕНОГО

За свою жизнь я встречал очень много хороших людей, но достойных подражания — единицы. И к ним относится Владимир Иосифович. Он был ученым с мировым именем, талантливым организатором грандиозных проектов и руководителем больших коллективов, но был скромным, уважителен к людям, умел их слушать, бережно относился к авторитету подчиненных. Владимир Иосифович очень ценил инициативу, умел прощать ошибки, но был нетерпим к халатности и безразличию. Он был человеческим Человеком.

В начале января 1952 г. меня после окончания МИФИ направили в ФИАН. Там меня принял В. И. Векслер, о котором как о уже известном ученом я кое-что слышал, и я чувствовал себя скованно, однако очень скоро беседа пошла на равных и часто переходила в дискуссию, Владимир Иосифович и вида не подавал, что я всего лишь вчерашний студент. Он поручил мне в перспективе заняться магнитным полем синхрофазотрона, а пока он не смонтирован — навести порядок в вакуумном хозяйстве модели синхрофазотрона в ФИАНе. Чтобы не терять времени на дорогу домой, я поселился в лаборатории. Позднее ко мне подселили Э. Мяз, Л. Капралова и И. Соловьева, которые впоследствии приняли активное участие в запуске синхрофазотрона. В. И. ежедневно обходил участки модели и интересовался ходом работ. Очень часто проводились семинары, на них было шумно от споров.

Осенью 1952 г. В. И. направил нас с А. Журавлевым в Ленинград. Там мы с тремя сотрудниками ОКБ проводили измерения характеристик магнитного поля будущего синхрофазотрона и испытывали методы его корректировки. Работали мы с восьми утра до двенадцати ночи в цехе завода. После каждой командировки мы с вокзала в Москве ехали в ФИАН и докладывали В. И. результаты.

Осенью 1954 г. начался монтаж магнита синхрофазотрона в Дубне. Посмотрев на ход монтажа, мы с А. Журавлевым предложили В. И. назначить нас контролерами этих работ, и он одобрил нашу инициативу, несмотря на противодействие со стороны руководства монтажного треста. В итоге нас ввели в состав участников совещания, руководимого начальником главка министерства Мещеряковым. В течение первых

трех дней нам удалось предотвратить десятикратное превышение допусков на точность монтажа магнитов.

По окончании монтажа магнита первого квадранта ускорителя мы решили проинвентаризировать горизонтальность его полюсов. Оказалось, что его фундамент просел со стрелой прогиба 11 мм, проектировщики ошибочно занизили запас прочности фундамента. Тогда В. И. поручил нам следить за поведением фундамента по всему кольцу.

После завершения монтажа всего магнита сотрудники ОКБ совместно с нами — А. Журавлевым, Э. Мяэ и мной — провели контрольные измерения характеристик магнитного поля и проверку работы систем его коррекции. В распределении магнитного поля по азимуту мы обнаружили много искажений. В. И. Векслер поручил мне стать ответственным за контроль магнитного поля синхрофазотрона. При этом он пообещал руководить этими работами. Моя бригада вела поиск причин искажения магнитного поля и занималась их устранением. Работали по 12 часов в вечернее и ночное время в течение 65 суток. Причины искажения магнитного поля были надежно устранены и не возникали более в последующие сорок с лишним лет.

Наконец приступили к инъекции пучка в камеру. Поздно вечером мне позвонил В. И. и сообщил, что пучка в камере кольца не видно даже на первом обороте. У меня возникла одна догадка, и, чтобы ее проверить, я намотал вокруг стойки магнитопровода с десятков витков провода и подключил их. По наведенной ЭДС стало ясно, что магнитное поле имеет направление, обратное ожидаемому. Я позвонил на инжектор и наложил запрет на пучок. На пульте стоял невообразимый шум, я показал В. И. результаты измерений, он убедился, что направление тока в обмотке магнита придется менять на противоположное. Расхохотавшись, он сказал: «Позови всех этих фантазеров сюда». После исправления этой ошибки был получен захват пучка в бетатронном режиме и впервые получен ускоренный пучок в синхротронном режиме ускорения. Это случилось 15 марта 1957 г. Уже ночью домой мне позвонил с пульта управления В. И. и, сообщив мне эту радостную весть, попросил прийти на пульт. Когда я пришел, В. И. достал из портфеля шампанское и фужеры и расцеловал меня. Я растерялся и онемел. Только тут до меня дошло, насколько значимо было это событие, и я поздравил В. И. с осуществлением его мечты.

Настала пора оптимизации корректировки магнитного поля. Первые обмотки коррекции оказались непригодными из-за плохой изоляции. В этот период прямо на работе у меня начался приступ язвенной болезни. Я ушел в свою комнату и, скорчившись, тихо стонал. Увидев меня в таком состоянии, В. И. вызвал свою машину, чтобы отправить в

больницу. Нам с его шофером Михаилом Петровичем стоило больших усилий уговорить В. И. не сопровождать меня. Шеф позвонил моей жене и впоследствии периодически спрашивал, в чем нуждается семья. Как говорила мне врач, в первую неделю после случившегося В. И. ежедневно справлялся о моем здоровье.

Корректировка показателя поля и орбиты пучка по радиусу позволила повысить интенсивность ускоренного пучка не менее чем в 15 раз. В. И. был доволен.

После успешного завершения работ по корректировке пучка оказалось возможным ввести качественно новый режим: одновременно стали работать две разные группы физиков в течение одного цикла работы ускорителя.

В. В. Глаголев

НАБРОСОК ВОСПОМИНАНИЙ О ВЛАДИМИРЕ ИОСИФОВИЧЕ ВЕКСЛЕРЕ

Первые впечатления относятся к университетскому времени. В. И. Векслер читал нам на отделении строения вещества в филиале физфака у метро «Сокол» курс «Прохождение частиц через вещество». Видно было, что он был озабочен другими проблемами. Был такой случай. На одной из лекций он писал на доске длинный ряд формул. С трудом за ним успевали. На следующей лекции заявляет: «В прошлый раз я потерял один лист, поэтому повторяю».

Во время экзамена по курсу «Ускорители заряженных частиц» мне достался билет с первым вопросом «Автофазировка». Экзаменовал Владимир Иосифович, которого секретарь непрерывно вызывала к телефону. Рисую один период синусоиды и начинаю объяснять принцип в стиле лекций В. А. Петухова. Другие принимающие экзамен преподаватели отпустили всю группу, а В. И. ходил к телефону, возвращался и просил меня: «А нельзя ли поподробнее?» Начинаю снова, произношу больше слов, а он все чем-то недоволен. Тут меня осенило, и я нарисовал ему синусоиду на всю страницу — 4 или 5 периодов. В. И. очень обрадовался, сказал: «Вот-вот!» — и отпустил с хорошей оценкой. Видимо, он так подходил к своему открытию.

Следующие воспоминания связаны с распределением на работу по окончании учебы в МГУ. Мы, несколько студентов, завершали дипломные работы в ФИАНе, в лаборатории нейтронной физики И. М. Франка. Получили предложение остаться там на работу, но, не будучи москвичами, не могли устроиться с жильем. Узнали, что В. И. Векслер набирает специалистов на Большую Волгу (теперь Дубна). Попросили И. М. Франка походатайствовать перед В. И. Он это сделал, и нам было назначено время для беседы. Это было примерно за неделю до распределения. Идем в назначенный час в кабинет В. И. Секретарь идет доложить, что пришли ребята (а дверь не прикрыла за собой). Слышим возглас Векслера: «Гоните их к чертовой матери». Не дожидаясь, когда выйдет секретарь, ретируемся. Через несколько дней, к удивлению, во время распределения узнаем, что едем к нему работать.

Владимир Иосифович был небольшого роста, но подчиненные его боялись. Было забавно наблюдать, как он довольно резко отчитывал

своих замов В. А. Петухова, И. Д. Костырко, которые были гигантами по сравнению с ним. Вспоминаю К. Д. Толстова, моего первого руководителя в ФИАНе и ЛВЭ, который был мастером спорта по альпинизму и отличался большой настойчивостью. Как-то раз при мне, мягко отчитывая Толстова, Векслер говорил: «Как же Вы, Константин Дмитриевич, не могли этого добиться? Ведь я знаю, что Вы можете пройти сквозь этот несгораемый шкаф». Так вот, Толстов пару раз буквально вытаскивал меня за рукав из кабинета В. И., когда я по молодости начинал спорить.

В. И. понимал важность общественной работы. Когда агитировал меня поработать в комсомоле, ссылаясь на то, что сам был одно время секретарем партийной организации ФИАНа.

Векслер тянул на своих плечах огромную работу. Чувствовалось, что ему было нелегко. Однажды около административного корпуса ЛВЭ жаловался: «У меня собачий образ жизни. Физикой могу заняться только после десяти вечера».

Запомнился случай «академического» общения. Однажды на заседании бюро ГК КПСС в Дубне М. Г. Мещеряков выступал по поводу трудностей в капитальном строительстве. Владимир Иосифович бросил реплику: «И нечего, Михаил Григорьевич, это самое себе по лицу размазывать». А в перерыве заседания В. И. берет М. Г. под руку и говорит: «Вы не забыли, что завтра у нас кафедра?»

В день смерти В. И. Векслера под утро мне приснилось, что перебираю в своем письменном столе фотографии. Их много, знаю, что среди них была фотография В. И. Перебираю пачку и не могу ее найти. Ищу снова и снова. Просыпаюсь в холодном поту. В тот момент я даже не знал, что он был болен. Прихожу на работу и узнаю, что Владимир Иосифович умер. Именно в то самое время. Что это? Такой импульс? Автофашировка?

Нельзя забыть одно из его напутствий молодым физикам: «Не будьте дилетантами, стараясь знать все. Стремитесь стать академиками в своей специальности!»

М. Зельчинский

КУРЬЕЗЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ*

Запуск синхрофазотрона на недостижимые в те времена энергии ускоряемых частиц создавал множество проблем и сомнений с точки зрения радиационной безопасности. В философии защиты тогда существовало убеждение о пороговом характере вредного воздействия излучения, а в дозиметрии господствовала тенденция преувеличения оцениваемого уровня радиационных доз («приближение в сторону безопасности»). Сложный состав, широкий и практически неизвестный энергетический спектр вторичного рассеянного излучения, нетипичная временная и пространственная структура дозного поля, а также отсутствие соответствующих дозиметрических методов и детекторов были причиной чрезмерного преувеличения оцениваемых уровней. Парадоксально, что такой подход иногда становился причиной более сильного радиационного облучения сотрудников. Например, при работе ускорителя «на повышенной интенсивности» (т. е. чуть выше легендарной «мезон в сезон») сотрудникам рекомендовалось покинуть главный зал синхрофазотрона. На это время люди обычно собирались в районе линейного ускорителя. Там радиационное поле формировалось в основном тормозным излучением с энергией, не превышающей 10 МэВ, и было достаточно хорошо изучено. Мощность экспозиционной дозы составляла несколько миллирентген в час, что тогда считалось допустимым. Курьез состоял в том, что фактическая мощность эквивалентной дозы в центре зала синхрофазотрона, как позже выяснилось, была на два порядка ниже и подверженность облучению была бы значительно меньше, если бы сотрудников отдела оттуда не удаляли.

Как курьез можно также упомянуть проектное оборудование синхрофазотрона сетью дозиметрических приборов типа «Кактус». Такие приборы предназначались для регистрации гамма-излучения, а оно в зоне ускорителя дает вклад в эквивалентную дозу, не превышающий нескольких процентов. Но главный курьез в том, что проектировщик также не учел импульсного характера излучения синхрофазотрона. Стрелка «Кактуса» отклонялась на короткое время при сбросе пучка, а остальное время цикла ускорения (14 секунд) оставалась на практиче-

*Объединенному институту ядерных исследований — 40 лет. Хроника. Воспоминания. Размышления. Дубна, 1996. С. 272–273.

ски нулевых показаниях. Пришлось модифицировать «Кактусы» и создавать новые приборы.

Убедительное решение проблемы дозиметрии смешанного излучения дала разработка нового дозиметрического метода, использующего явление локальной рекомбинации ионов в тканезквивалентной ионизационной камере (рекомбинационный метод). «Зеленую улицу» для разработки метода дал В. И. Векслер, в свое время также исследовавший процессы рекомбинации ионов. В ЦЕРН тоже сочли целесообразным исследовать явления колонной и кластерной рекомбинации ионов с точки зрения применения в дозиметрии смешанного излучения. Однако метод стал разрабатываться и внедряться в ОИЯИ раньше, и сейчас в ЦЕРН, как и в других центрах с ускорителями высоких энергий, пользуются рекомбинационными детекторами, разработанными в ОИЯИ и производимыми в Польше.

А. А. Кузнецов

**«МОЛОДЕЖЬ МЕНЯ НЕ ПОДВЕДЕТ.
ОНА ЕЩЕ СЕБЯ ПОКАЖЕТ!»**

Ранним утром 24 марта 1960 г. по просьбе академика В. И. Векслера я выехал из Дубны в Москву, чтобы срочно доставить в редакцию ЖЭТФ рукопись нашей статьи «Рождение антисигма-минус-гиперона отрицательно заряженными пионами с импульсом 8,3 БэВ/с». Номер журнала уже был сверстан, но редакция по просьбе Д. И. Блохинцева — директора ОИЯИ не отправляла его в печать, ожидая текст нашей рукописи. В жизни редакции научного журнала это было неординарное событие. Основной причиной было то, что в привезенной мною рукописи впервые сообщалось об открытии физиками Дубны элементарной частицы, существование которой хотя и предсказывалось теоретиками, но еще не наблюдалось в эксперименте. Так день 24 марта 1960 г. стал в истории физики частиц официальной датой открытия новой частицы¹!

Среди многочисленных научных достижений ОИЯИ открытие антисигма-минус-гиперона, пожалуй, было одним из самых ярких и желанных. Именно это открытие было первым значительным результатом успешной работы недавно введенного в строй самого мощного в мире ускорителя частиц — синхрофазотрона и первым заметным достижением научной деятельности интернационального коллектива недавно созданного института.

Открытие антисигма-минус-гиперона было с большим вниманием встречено мировой научной общественностью, и оно хорошо вписывалось в атмосферу открытий того времени, когда физики были в почете, а лирики — в загоне!

Это было время бурного и стремительного развития физики высоких энергий...

16 апреля 1957 г. в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ на синхрофазотроне был получен пучок протонов, ускоренных до проектной энергии — 10 млрд эВ. До этого самым мощным ускорителем в мире

¹ Авторами этого открытия, зарегистрированного в Государственном реестре открытий СССР, являются В. И. Векслер, М. И. Соловьев, Н. М. Вирясов, Е. Н. Кладницкая, А. А. Кузнецов, А. В. Никитин, И. Врана (ЧССР), А. Михул (СРР), Ким Хи Ин (КНДР), Нгуен Дин Ты (ДРВ), Ван Ганчан, Ван Цуцзен, Дин Дацао (КНР). — *Ред.-сост.*

был ускоритель бэватрон, построенный американскими специалистами в Беркли. Успешный запуск синхрофазотрона позволил ученым стран-участниц ОИЯИ впервые на равных активно включиться в исследования по поиску новых элементарных частиц и неизвестных еще закономерностей микромира.

В научных группах ЛВЭ подготовка к таким экспериментам шла полным ходом. Но когда этот день наступил, первыми, кто был готов к работе на ускоренном до рекордных энергий пучке протонов, оказались группы, работающие с ядерными фотоэмульсиями. Сотрудники этих групп первыми облучили стопки фотоэмульсий на синхрофазотроне. Именно они принесли Владимиру Иосифовичу Векслеру фотоснимок с первым изображением «звезды», воспроизводящей столкновение 10-ГэВ протона с ядром фотоэмульсии, и увидели искреннюю радость и счастливую улыбку на его лице.

Так начиналась регулярная, наполненная разными событиями работа физиков на синхрофазотроне по накоплению уникальной научной информации в той области энергий, где еще никто и никогда не работал. Однако эта информация доставалась нелегко! После запуска синхрофазотрона еще не все его узлы и системы работали как надо. Не очень надежно и не всегда устойчиво работала и аппаратура физических установок. Владимир Иосифович Векслер сильно переживал каждую из этих неприятностей и своим присутствием на месте происшествия пытался помочь специалистам быстрее обнаружить и исправить неполадки. Однако его личное участие часто приводило к обратному результату, и поэтому инженеры и техники вежливо, но настойчиво просили В. И. не торопить их. И Владимир Иосифович, пообещав через некоторое время «заскочить» к ним опять, не очень охотно уходил...

Со временем все неприятности как-то утрясались: поломки на блоках аппаратуры устранялись, установки набирали статистику, а физики с утра до ночи обрабатывали полученный экспериментальный материал.

Однако многое было новым, сложным и незнакомым! М. И. Соловьев вспоминал об этом времени: «...Сложной проблемой стала обработка фотографий. Нам впервые пришлось решать проблему восстановления пространственных координат по измерениям точек на следах стереоснимков, сделанных в среде с показателем преломления больше единицы. В ЛЯП в то время и даже много позже использовался репроектор. В зарубежной литературе публикаций по этому вопросу не было. Неоценимую помощь нам оказал А. А. Пугин из Ленинградского гидрологического института, ознакомив нас с разработанным им мето-

дом аэросъемок подводных объектов. Это послужило основой для создания программы обработки снимков с пузырьковых камер. Камера была готова к работе в 1957 г. А первый пионный пучок для нее был создан при помощи М. Д. Шафранова».

Мы были молоды в то время и очень хотели сделать свое открытие или обнаружить что-то такое, чего еще не наблюдали в других лабораториях. Поэтому все сотрудники лаборатории работали с полной отдачей сил, не считаясь ни со временем, ни с семейными делами. И результатом всего этого стала относительно быстрая публикация первых научных результатов.

Полученные на синхрофазотроне экспериментальные результаты были доложены уже летом 1959 г. на Международной Рочестерской конференции по физике высоких энергий, которая проходила в Киеве. Естественно, что на этой очень престижной конференции к сообщениям научных групп Лаборатории высоких энергий было проявлено наибольшее внимание. Ведь представленные данные были получены при энергиях ускоренных протонов, недоступных ранее, и, следовательно, можно было ожидать каких-либо научных сенсаций. И сенсации действительно были на конференции! Например, группой 24-литровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ на конференции было сделано три коротких доклада. В одном из них содержалось описание результатов неизвестных ранее свойств лямбда-гиперонов и каонов, в другом — сведения об обнаружении необычного события, которое можно было интерпретировать двояко: либо это — новая частица с массой 892 МэВ, распадающаяся на нейтральный каон и положительный пион, либо — результат проявления сильного взаимодействия между этими частицами.

Совершенно естественно, что эти сообщения вызвали большой интерес у участников конференции. Особенно много вопросов было от представителей группы жидководородной пузырьковой камеры из Беркли, возглавляемой профессором Л. Альваресом. Возможно, именно тогда руководители этой очень сильной научной группы из Беркли впервые осознали появление своего первого серьезного конкурента в области физики высоких энергий со стороны Дубны.

В это время, действительно, сектор 24-литровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ становился одним из сильнейших научных коллективов в лаборатории. Научным руководителем сектора был Владимир Иосифович Векслер, начальником сектора — профессор Ван Ганчан, а его заместителем — Михаил Иосифович Соловьев, под руководством которого и была создана пропановая пузырьковая камера. Коллектив сектора был интернациональным. Его сотрудники представляли почти все страны-участницы ОИЯИ: КНР, Вьетнам, КНДР,

Польшу, Чехословакию, Румынию, Болгарию, Венгрию, ГДР и Советский Союз.

Повышенное внимание, проявленное на конференции со стороны западных и американских физиков к работам, ведущимся в группе пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ, не прошло мимо В. И. Векслера. После конференции он стал уделять еще большее внимание сектору и его нуждам, чаще посещал сотрудников сектора и активнее интересовался результатами их текущей работы. Он приходил к нам почти ежедневно, и часто даже по несколько раз в день. Иногда он сам с огромным интересом рассматривал тот или иной кадр, привлечший его внимание. После просмотра обычно начиналось живое обсуждение, строились различные гипотезы, объясняющие наблюдаемое событие, и возникали споры по поводу того, чье предположение было более правдоподобно.

Владимир Иосифович уже знал лично почти всех сотрудников сектора и чем они занимаются. Он вел себя очень демократично: независимо от положения и должности собеседника разговор протекал на равных, он не давил своим авторитетом, высказывая какую-либо идею, и с большим интересом прислушивался к чужому мнению. Но бывало и так, что, увлекшись разговором, собеседники, перебивая друг друга, так разогревались, что обмен мнениями переходил в очень громкую и жаркую дискуссию, которая не всегда заканчивалась мирно. Однако Владимир Иосифович на следующий же день, уже остывший, как правило, первым приходил к своему вчерашнему собеседнику, просил простить его за то, что «он вчера тут слегка погорячился», а затем как ни в чем не бывало снова спрашивал о последних новостях в секторе.

Ежедневные и, как правило, не очень удобные для нас посещения сектора директором лаборатории (либо — когда нужно идти на обед, либо — когда нужно идти домой!) не были какой-то его прихотью. Они диктовались реальным положением дел в секторе, так как в течение дня ситуация действительно менялась очень быстро. И связано это было либо с результатами просмотра фотопленок, либо с результатами измерений и обсчетов уже отобранных событий.

Просмотром фотопленок были заняты без исключения все сотрудники сектора — и начальник сектора Ван Ганчан, и его заместитель М. И. Соловьев, и научные сотрудники, и лаборанты... От просмотра были освобождены только инженеры, техники и механики, так как они были полностью заняты многочисленными работами на пузырьковой камере. Просмотр проводился в две смены на стереолупах, которые были сконструированы и изготовлены в мастерских лаборатории. Для исключения потерь событий при просмотре одни и те же пленки про-

сматривались два, а иногда и три раза. Каждый сотрудник внимательно просматривал кадр стереопары, находил нужное событие и затем аккуратно и как можно точнее зарисовывал его в специальную тетрадь, отмечая все особенности события и возможную его физическую интерпретацию.

Я никогда не забуду, когда, заглянув в окуляры стереолупы, впервые увидел четкое объемное изображение сфотографированных в камере событий. Это было поистине фантастическое и незабываемое зрелище! На белом, с подсветкой, экране четко воспроизводились «звезды», отображающие результат столкновения отрицательно заряженных пионов с ядрами атомов пропана. Лучи этих «звезд» расходились в разные стороны относительно направления движения первичного (налетающего) пиона. И каждая последующая «звезда» на новом кадре фотопленки была совсем не похожа на предыдущую. Но главной ценностью этих «звезд» был, конечно, не их внешний вид, а особая научная информация, которую они могли дать при дальнейшей обработке и анализе. Ведь запечатленные на стереокадрах события являлись поистине уникальными, потому что их никто в мире, кроме нас, еще не видел.

В то время главными научными задачами сектора пропановой камеры были поиск новых элементарных частиц и изучение новых свойств уже известных странных частиц, образующихся во взаимодействиях отрицательных пионов с атомами водорода и углерода. Приоритет при просмотре был отдан отбору событий, в которых присутствовала хотя бы одна нейтральная или заряженная странная частица, а также поиску каких-либо необычных событий и загадочных «звезд».

На конференции в Киеве как раз и были представлены первые результаты. Статистика изучаемых событий еще была не очень велика, но некоторые ранее неизвестные характерные свойства таких странных частиц, как лямбда-гипероны и нейтральные каоны, при рекордных энергиях были уже нами обнаружены. Кроме этого, были также представлены наблюдавшиеся нами события с образованием кси-минус-гиперонов, антипротонов и антилямбда-гиперонов и их неизвестные ранее свойства.

Таким образом, за очень короткий промежуток времени после ввода в эксплуатацию синхрофазотрона сотрудники сектора пропановой пузырьковой камеры сумели не только быстро освоить обработку отобранного при просмотре материала, но и получить весьма важные для дальнейшего развития теории сильных взаимодействий новые экспериментальные данные. Конечно, Владимир Иосифович был всему этому очень рад, но призывал сотрудников сектора еще более активно

работать над увеличением экспериментального материала и ускорить его последующий просмотр, обработку и анализ. «У нас мало времени для того, чтобы оставаться первыми, — говорил он сотрудникам, — американцы уже сидят у нас на хвосте!»

Мы, конечно, и сами хорошо понимали, что нам нужно торопиться и делать все возможное, чтобы по максимуму использовать те преимущества, которыми мы обладали. Ведь мы уже знали, что в США заканчивалось строительство более мощного, чем синхрофазотрон, ускорителя в Аргоннской лаборатории, да и группа Л. Альвареса не дремала и готовила новое облучение своей жидководородной пузырьковой камеры!

Поэтому после киевской конференции пропановой камере на синхрофазотроне был отдан первый приоритет. В секторе был увеличен штат лаборантов (просмотрщиков и измерителей) и штат научных сотрудников. Улучшались и условия обработки отобранного материала. К этому времени ручные механические арифмометры были заменены электрическими машинами «Мерседес» и «Рейнметалл», совершенствовались методика измерения и обсчет событий, монтировалась первая в ОИЯИ электронно-вычислительная машина «Урал».

На следующую Рочестерскую конференцию, проходившую в 1960 г. в Беркли, нашим сектором был представлен обширный по объему доклад. М. И. Соловьев сделал обзор полученных нами данных, которые впервые наиболее полно описывали общую качественную картину процессов образования странных частиц в адрон-адронных взаимодействиях при самых высоких в то время энергиях.

К сожалению, так получилось, что не все наши результаты попали в текст доклада на конференции, и это привело к потере приоритета открытия нашей группой первого странного K^* (892)-резонанса, распадающегося на каоны и пионы. Обидно, конечно, но ничего не поделаешь — что было, то было!

Эта история огорчила всех нас, но больше всех переживал Владимир Иосифович как научный руководитель сектора. Мне кажется, что после этого события он стал как-то менее категоричен в своих оценках и суждениях во время дискуссий на те или иные физические или методические темы. Однако беседы с ним не стали более спокойными. Часто накал этих обсуждений по-прежнему достигал самого высокого уровня. Уж таков был темперамент Владимира Иосифовича!

Интересен был и сам стиль беседы с Владимиром Иосифовичем. Обычно он первым высказывал свой вариант гипотезы, а затем ждал ответной реакции собеседника. Если ответ его не удовлетворял, он высказывал новые соображения, уже с учетом замечаний собеседника. Так,

продолжая беседу, он постепенно «обкладывал» предмет обсуждения с разных сторон, интуитивно приближаясь к более достоверному, по его мнению, его описанию. И очень часто его соображения после таких бесед действительно оказывались верными, значительными и важными для понимания рассматриваемой проблемы. Беседы с В. И. Векслером были особенно значимыми и очень поучительными для нас, еще только начинающих свой путь в науку молодых специалистов. Он не поучал и не навязывал нам своего мнения, а, наоборот, поощрял свободу в разговоре, давал возможность раскрепоститься, почувствовать себя с ним на равных, «не бояться начальства». Именно это, как теперь говорят, внутреннее ощущение «свободы слова» часто позволяло участникам беседы в высказываниях выходить «за рамки дозволенного».

Следующая Рочестерская конференция должна была состояться только в 1962 г. в ЦЕРН. Это позволило нам набрать достаточное количество событий, когда обе нейтральные странные частицы регистрировались в рабочем объеме пузырьковой камеры, и впервые исследовать их свойства. Интерес к таким событиям в то время был очень высок, так как многими теоретиками предсказывалось существование неизвестных ранее короткоживущих частиц — резонансов, распадающихся на эти частицы. В частности, особый интерес представлял поиск резонансов в системе двух нейтральных каонов с массой, близкой сумме их масс покоя. Но наблюдение таких событий в эксперименте было сопряжено с целым рядом трудностей.

Владимир Иосифович, конечно, хорошо понимал эту ситуацию. Он стал более настойчиво интересоваться этим направлением работ и каждый раз, приходя к нам в комнату, спрашивал о состоянии дел. Но просмотр фотопленок и обработка событий, несмотря на интенсивную работу всех сотрудников сектора, шли своим чередом. Статистика парных событий со странными частицами увеличивалась не так быстро, как этого хотелось нам и Владимиру Иосифовичу. Поэтому он решил «не терять времени зря» и подключил к нам теоретика В. И. Огиевского с целью более глубокого теоретического осмысления этой работы и конкретной помощи в анализе данных. Как оказалось, это решение Владимира Иосифовича было своевременным и очень полезным для нас, так как беседы с В. И. Огиевским не только повышали общий теоретический уровень наших знаний о физике элементарных частиц, но и вносили конкретный вклад в ускорение работы. Спустя некоторое время, как и предсказывалось теоретиками, в нашем эксперименте в спектре эффективных масс двух короткоживущих нейтральных каонов был впервые обнаружен пик при значении массы, не очень сильно превышающей величину массы покоя двух нейтральных короткоживущих каонов.

На конференции по физике высоких энергий 1962 г. в ЦЕРН от нашего сектора было представлено два сообщения, которые были доложены Нгуен Дин Ты. Как и следовало ожидать, наибольший интерес вызвало сообщение Нгуен Дин Ты о наблюдении пика в спектре эффективных масс двух нейтральных короткоживущих каонов. После сообщения прошло активное обсуждение не только наших результатов, но и самой проблемы существования новых частиц, распадающихся на два каона. В этом обсуждении приняли участие такие крупнейшие теоретики, как Дж. Сакураи, А. Салам, М. Гольдхабер, а также известные экспериментаторы А. Розенфельд, М. Науенберг и Дж. Лейтнер. В. И. Векслер был очень доволен таким вниманием известных физиков к нашим результатам, и после приезда с конференции он поощрил всех участников этой работы денежной премией.

Сегодня обнаруженный нами в спектре эффективных масс системы $K_1^0 \bar{K}_1^0$ -мезонов резонанс носит название $f^0(980)$ -мезона и входит в таблицы мировых данных со ссылкой номер один на нашу работу, в которой впервые было экспериментально установлено существование этой частицы.

Нужно отметить, что Владимир Иосифович Векслер с каждым годом существования Лаборатории высоких энергий действительно все больше и больше ценил успехи ее коллектива и ту широкую международную известность, которой она стала пользоваться среди других научных центров мира, и особенно потому, что хорошо знал, с чего и с кого все начиналось при создании лаборатории.

В отличие, например, от других лабораторий, где с самого начала только что окончившие вузы молодые специалисты попадали под опеку уже опытных ученых, в ЛВЭ ситуация была совсем иная. Молодежь, пришедшая в лабораторию, начинала свою научную деятельность фактически самостоятельно, так как опытных ученых в лаборатории было совсем не много. Если мне не изменяет память, то, например, к началу 1955 г. в научном отделе ЛВЭ (тогда она еще называлась ЭФЛАН) было всего три сотрудника с ученой степенью — В. И. Векслер, М. А. Марков и И. В. Чувило. И только к середине 1955 г. к ним присоединились М. И. Подгорецкий, К. Д. Толстов и А. Л. Любимов. Поэтому молодые специалисты должны были практически «вариться в собственном соку», самостоятельно постигать «азы науки».

Именно в это время многие коллеги Владимира Иосифовича часто говорили ему, что он делает ошибку, набирая в лабораторию в основном молодежь. Однако Владимир Иосифович уверенно отвечал им: «Возможно, вы и правы, но я думаю, что молодежь меня не подведет».

Она еще себя покажет!» И уже к десятилетнему юбилею лаборатории ему стало ясно, что он был прав.

Вот что писал Владимир Иосифович в городской газете Дубны в связи с десятилетием лаборатории:

«Несмотря на очень короткий для научного учреждения срок, Лаборатория высоких энергий быстро стала пользоваться международной известностью. Достаточно напомнить, что в этой лаборатории была впервые открыта новая частица антисигма-минус-гиперон, впервые установлен действующий при столкновениях в области высоких энергий общеизвестный сейчас закон инерции барионного заряда, установлено существование двух пиков в импульсном распределении лямбда-гиперонов, изучены угловые характеристики генерации гиперонов. Впервые в лаборатории был установлен быстрый рост сечения генерации K -мезонных пар с энергией, обнаружено... рождение резонансных состояний π -мезонов, распадающихся с испусканием гамма-фотонов, и ряд новых резонансных состояний странных частиц. Изучен ряд закономерностей распада нейтральных K_2 -мезонов, в частности установлен новый тип распада (распад с участием нейтральных мезонов). С помощью очень остроумной методики получены совершенно новые данные о рассеянии нуклонов на очень малые углы при больших энергиях.

⟨...⟩

Отрадным является тот факт, что практически все указанные достижения связаны с именами совсем молодых ученых, пришедших в лабораторию из университетов, учебных институтов нашей страны и братских социалистических стран за последние 5–6 лет»¹.

И в этом также, несомненно, огромная заслуга основателя и первого директора Лаборатории высоких энергий академика Владимира Иосифовича Векслера — выдающегося ученого современности, блестящего организатора науки, прекрасного учителя и замечательного человека!

Недавно я побывал в краткосрочной командировке в европейском научном центре ЦЕРН близ Женевы, где сегодня строится крупнейший в мире ускоритель встречных пучков протонов ЛНС. Работа этого ускорителя, как и всех крупнейших существующих и проектируемых ускорителей в мире, основана на использовании принципа автофазировки, который был открыт В. И. Векслером еще в 1944 г. Вот почему Влади-

¹За коммунизм. 1963. № 35. 21 марта.

мира Иосифовича Векслера часто называют отцом всех ускорителей частиц высоких энергий.

Открытие этого принципа означало не только наступление новой эры в физике ускорителей, но и переход к новому этапу развития физики элементарных частиц и физики атомного ядра. Поэтому я не очень был удивлен, когда вечером после работы, гуляя по территории ЦЕРН, вышел на улицу имени В. И. Векслера. Но я был безмерно счастлив и рад, что такая улица существует в центре Западной Европы и что она находится рядом с другими улицами, носящими имена великих ученых мира.

Я попросил проходящего мимо сотрудника ЦЕРН сфотографировать меня на память так, чтобы на фотографии была видна табличка с именем моего учителя, и он, узнав о моем желании, с удовольствием выполнил эту просьбу!

В. Н. Пенев

СОПРИЧАСТНОСТЬ К БОЛЬШОЙ НАУКЕ

Снежная зима, охранники в белых дубленках уже при въезде в город, а затем и перед воротами лаборатории; синхрофазотрон громадных, подавляющих размеров — вот впечатление от моего первого посещения Дубны в составе группы студентов 3-го курса МГУ. Позднее, во время преддипломной практики и далее, я познакомился с интересными людьми уникального многонационального коллектива камерного отдела ЛВЭ, руководителями которого были профессор из Китая Ван Ганчан и Владимир Иосифович Векслер. «Душой» этого коллектива и главным «администратором» был замечательный человек — Михаил Иосифович Соловьев. Он не только создавал одну за другой пузырьковые камеры, но и заботился о нас, вникал во все проблемы, всячески поддерживал и воспитывал. А мы были молодыми и глупыми, слабо впитывали в себя уникальную творческую атмосферу, считая, что все еще впереди и она, эта атмосфера, никогда исчезнуть не может. К сожалению, это случилось.

Лабораторией почти единолично — это было вполне в духе времени — управлял ее директор Владимир Иосифович Векслер. Ускоритель — главное его детище — запускался и доводился до нужных параметров долго и мучительно. Перед В. И. Векслером стояла масса проблем, связанных с интенсивностью пучка ускорителя. (На кафедре (я окончил кафедру ускорителей) даже ходил анекдот: «Принята новая единица интенсивности «векслер» — один мезон в один сезон».) Нужно было создать новый линейный ускоритель-инжектор, повысить вакуум гигантской камеры синхрофазотрона и решить бесконечное количество других, не менее сложных вопросов. Неприятности, по-видимому, изматывали директора. Несмотря на это, с наступлением конца рабочего дня Владимир Иосифович появлялся в нашей группе. Он оживлялся, ему было интересно все: как идет обсчет антисигма-минус-гиперона, почему в импульсном спектре Λ -гиперонов есть два максимума, нет ли здесь влияния Λ -гиперонов с большими поперечными импульсами (и это в то время, когда об этой проблеме еще никто не слышал).

Задолго до знаменитых экспериментов мы искали нарушение CP -четности в распадах Λ -гиперонов. Даже моя дипломная работа по рассеянию Λ -гиперонов на протонах, руководителем которой была Е. Н. Кладницкая, которая так и осталась моим руководителем и наставником на всю жизнь, также вызывала в нем живейший интерес. Нам

были очень интересны эти беседы — ведь каждый результат Владимир Иосифович старался сопоставить с фундаментальными проблемами физики, и это ему удавалось. Мы чувствовали себя при этом сопричастными к большой науке. Владимир Иосифович строго следил, чтобы мы занимались первостепенными проблемами, которые можно связать с фундаментальной физикой, и предлагал не смешивать в одну кучу «пол-лошади и полрябчика» (его выражение). Для молодых людей, а тогда почти все мы были молодыми, это очень важно. А еще важнее — доверие. Владимир Иосифович доверял молодым. Для меня до сих пор удивительным кажется тот факт, что на Рочестерской конференции, которая проходила в 1964 г. в Дубне, престижный доклад о наблюдении резонансов В. И. Векслер поручил делать мне, тогда лаборанту с высшим образованием и далеко не лучшему сотруднику из тех, что занимались этой проблемой.

Абсолютизм в управлении у Владимира Иосифовича успешно сочетался с многочисленными обсуждениями результатов работ на всех уровнях, особенно на семинарах лаборатории и на ученых советах института. Теперь такие «архаизмы», как живые обсуждения, сомнения и острая полемика, как мне кажется, давно изжиты из всех программно-консультативных комитетов, научно-технических советов, ученых советов и т. д.

На семинары приезжали многие известные ученые из других лабораторий института, из Москвы и других научных центров Союза, велись очень оживленные дискуссии. Владимир Иосифович никогда не изрекал «истин последней инстанции», что сплошь и рядом случалось и случается у «больших» и «малых» наших ученых. Наоборот, он часто публично высказывал сомнение в своих заключениях. Этим он стимулировал в нас стремление сделать что-то иначе, по-другому, прийти к собственному пониманию явлений. Творческая атмосфера первооткрывателей преобладала тогда в ЛВЭ — мы успешно соперничали с американскими институтами, и, как мне казалось, к нашим результатам прислушивались и принимали их всерьез.

В. И. Векслер не был застрахован от ошибок, в том числе в выборе людей. Когда ему об этом говорили, он отшучивался: «Нам нужны разные сотрудники, через них будем общаться с другими организациями, где полно их братьев по разуму, с ними они сумеют договориться». Все знают, что были ошибки и покрупнее. Так, не сразу было понято, что нужно строить большие водородные камеры, а эпоха электронных экспериментов к нам пришла с большим опозданием. Первые ласточки новой физики — резонансы ρ -мезон, $K^*(895)$, $Y(1385)$ и др. — были увидены в нашей группе, но не было уверенности в себе. И случилось

так, что А. Михул проносил эти приоритетные результаты на Рочестерской конференции в Беркли (1960 г.) в кармане, а первооткрывателями стали сотрудники Альвареса. Немаловажной причиной всех этих (и других) пробелов, как мне кажется, была страшная изоляция от остального мира, в которой жили все наши страны. Конечно, иногда ОИЯИ посещали крупные западные ученые, и В. И. Векслер приводил их к нам. Однако это были отдельные эпизоды. Какое-то ограничение общения для научной работы даже полезно — важно сконцентрироваться на решении проблемы на значительное время, работать без внешних помех. В науке, как ни в какой другой деятельности, важна самобытность, оригинальность решений. От такого безразборного общения, бесчисленных поездок за границу, как это происходит сейчас, для науки пользы очень мало. Но умеренные контакты с другими центрами, совместные партнерские исследования сильно уменьшают вероятность ошибочного выбора направлений исследований.

Ху Шау Вон

ВСПОМИНАЯ ПРОФЕССОРА В. И. ВЕКСЛЕРА И РОССИЙСКИХ ДРУЗЕЙ

Через несколько дней после встречи Нового, 1957, года мы — восемь будущих специалистов по ускорителям из Китая — прибыли на практику в СССР. Мы ехали через безбрежные заснеженные поля. ОИЯИ стал первым местом нашей практики. Здесь нас тепло встретил профессор В. И. Векслер — симпатичный и солидный ученый. Он показал нам синхрофазотрон и рассказал о нем. Чтобы оживить свою лекцию, он припомнил и несколько забавных эпизодов, связанных с созданием ускорителя.

С тех пор как я впервые увидел ускоритель (в то время это была самая крупная в мире машина), это зрелище захватило мое воображение и осталось у меня в памяти на всю жизнь. Мне было тогда только 22 года. Экскурсия на синхрофазотрон произвела на меня столь глубокое впечатление, что после прошедших 45 лет я помню ее так отчетливо, как будто это было вчера. Это незабываемо. Я был очарован профессором В. И. Векслером.

Четыре года практики, в течение которых я посетил несколько институтов (ОИЯИ, ФИАН, ИТЭФ, НИИЭФА), составили фундамент для моей будущей работы. Впоследствии в качестве главного инженера я принял участие в создании Пекинского электрон-позитронного коллайдера (ВЕРС), а как заместитель директора Института физики высоких энергий в 1988–1994 гг. курировал международное сотрудничество.

А. А. Рухадзе

О В. И. ВЕКСЛЕРЕ

Познакомился я с Владимиром Иосифовичем Векслером в начале 1959 г., когда по рекомендации Б. М. Болотовского поступил на работу в эталонную лабораторию ФИАН, основанную В. И. Векслером. Лабораторию в то время возглавлял М. С. Рабинович. Но это только формально. Истинным же руководителем был В. И. Векслер. М. С. Рабинович и А. А. Коломенский руководили двумя секторами: первый — сектором физики плазмы, а второй — сектором циклических ускорителей. В то время они были учениками В. И. Векслера.

В. И. Векслер был, пожалуй, одной из колоритнейших фигур после И. Е. Тамма.

В 1944 г. он установил принцип автофазировки — основу всех современных циклических ускорителей. Годом позже этот принцип независимо от В. И. Векслера открыл Э. Макмиллан. Как ни странно, это крупнейшее открытие в физике ускорителей, легшее в основу всех современных синхротронов, так и не было удостоено Нобелевской премии. Только в 1963 г. Э. Макмиллану и В. И. Векслеру была присуждена международная премия «Атом для мира». Э. Макмиллан к этому времени уже был лауреатом Нобелевской премии. (В 1951 г. он получил ее по химии совместно с Г. Т. Сиборгом за открытие и изучение трансурановых элементов.) СССР упустил явную Нобелевскую премию В. И. Векслера.

В. И. Векслер был от меня далеко, он работал тогда в Дубне и лишь наездами появлялся в ФИАНе. Не знаю почему, но ко мне он относился очень тепло. То ли потому, что провел несколько дней на конференции в Риге в 1960 г. и ближе познакомился со мной, то ли потому, что Катя Векслер, которая меня знала по МИФИ, наговорила ему обо мне, а может, знал, что мы вместе с В. П. Силиным в это время начали писать нашу книгу. Книга эта под названием «Электромагнитные свойства плазмы плазмоподобных сред» была опубликована в 1961 г. в издательстве «Атомиздат» в Москве.

Но факт остается фактом — он пригласил меня в Дубну весной 1960 г. для чтения молодым сотрудникам-теоретикам лекций по физике плазмы. Две недели, проведенные в Дубне, и эти лекции, на которые часто ходил он сам, навсегда останутся в моей памяти. Здесь я воочию убедился в остром уме и образном языке В. И. Векслера. Чего стоили его высказывания!

Однажды в дирекции ОИЯИ стали обсуждать вопрос о ликвидации механических мастерских в Лаборатории высоких энергий. Сочли, что достаточно центральных мастерских, обслуживающих все лаборатории института. Для Владимира Иосифовича это был удар. Без мастерских в лаборатории невозможно обеспечить стабильную работу синхрофазотрона, эта машина с ее несчетным количеством установок и узлов требует повседневной заботы и срочного (!) выполнения заказов. Такого он стерпеть не мог и высказался очень эмоционально, образно и не вполне печатно. На этом разговоры о ликвидации мастерских прекратились.

Или еще один случай: как-то на ученом совете обсуждались работы, которые представлялись на международную конференцию. Докладывала Н. Биргер¹. В. И. Векслер задал несколько вопросов, а потом сказал, что результаты сырые и требуется их более детальное «обсасывание» (именно это слово он употребил). Н. Биргер возразила, что такое замечание он уже ранее делал и они уже «обсосали», сколько смогли. На это последовала реплика В. И. Векслера: «Наташа, Вы могли что угодно делать, но результаты эксперимента не обсосаны». Вот тебе и Векслер. После этого я поверил, что и многие другие образные высказывания, которые приписываются В. И. Векслеру, действительно могли ему принадлежать.

Умер В. И. Векслер рано, в 59 лет. Жизнь у него была не очень легкой. Я считаю, мне повезло, что хоть и ненадолго, но судьба с ним все-таки меня свела.

¹Н. Биргер была одним из ведущих сотрудников лаборатории космических лучей ФИАН, внесла значительный вклад в открытие электронно-ядерных ливней на Памирской космической станции. — *Ред.-сост.*

Л. А. Слепец

«А ГДЕ ЖЕ ТАНЯ?»

(В. И. и студенты)

Познакомилась я с В. И. Векслером в 1958 г. — в первый же день, когда в качестве дипломницы появилась в ЛВЭ в группе М. И. Соловьева.

Знакомство с Владимиром Иосифовичем превратилось в почти ежедневное общение, которое воспринималось как должное, как само собой разумеющееся. Он в любой момент мог войти в рабочую комнату, спросить, как идут дела, поделиться какими-то возникшими у него соображениями, связанными с научными проблемами либо всего коллектива, либо даже отдельного человека. Он знал, чем занимается каждый научный сотрудник и даже студент. Он общался со всеми, ранги не имели никакого значения. Для такого общения он использовал любую возможность. Иногда в городе по дороге на работу или с работы останавливалась машина Владимира Иосифовича, он приглашал сесть в нее с целью не столько подвезти, сколько использовать время в пути, чтобы узнать, что получилось или не получилось после последнего с ним разговора, мог дать очередной ценный совет, а иногда и поделиться впечатлениями о новом кинофильме.

Чем больше проходит времени, тем больше удивляешься тому, как он мог глубоко вникать в разнообразные дела многих людей и хорошо помнить все детали.

Был такой случай. Я приехала в Дубну после летних каникул в конце августа. Дня через два-три Владимир Иосифович спросил меня: «А где же Таня? Почему ее нет? Ведь каникулы уже кончились». Таня Всевожская, моя однокурсница, тоже делала дипломную работу в ЛВЭ, но в группе камеры Вильсона. Она занималась обработкой «виллок», одна из которых давала много оснований считать ее антилямбдой. Именно этот случай очень интересовал Владимира Иосифовича. Я сказала ему, что Таня в походе и уже вот-вот должна приехать. Но прошло еще дней пять-шесть, миновали все контрольные сроки, а группа из похода не возвращалась и не подавала о себе никаких вестей. На физфаке и в ЛИПАНе (так назывался тогда институт им. И. В. Курчатова) началось сильное беспокойство. Туристическая группа состояла в основном из студентов факультета и недавних его выпускников, ставших сотрудниками этого института. Поиски пропавших были организованы при

содействии И. В. Курчатова. Они были найдены поисковым самолетом, и встречали их почти как челюскинцев. Естественно, первые дни после возвращения все только этим событием и были заняты, особенно его участники. Таня сразу же приехала в Дубну, и первый день здесь тоже был посвящен расспросам и рассказам о происшествии. Вечером мы с ней собрались домой. Одевались в вестибюле (тогда там на вешалках все оставляли верхнюю одежду) и вдруг увидели Векслера.

— Ну, вот и Таня. Как там ваш случай?

— Какой случай? На Печоре? — спросила она.

Я дернула ее сзади и стала шептать: «Антилямбда, антилямбда...»

Таня с большим трудом переключалась с Печоры на антилямбду и в первый момент ничего не могла вспомнить. А Владимир Иосифович помнил абсолютно все, он называл даже численные значения кинематических параметров, которые были ею определены, но она сразу не могла их вспомнить. Таня Всевожская после окончания университета уехала в новосибирский Академический городок. Владимир Иосифович спрашивал о ней. Он интересовался, с кем она работает и чем занимается.

Общаться с Векслером было легко и просто, он был демократичен и доступен. Я с ним чувствовала себя абсолютно непринужденно и думаю, так себя чувствовали с ним почти все. Я неоднократно стучалась в дверь его кабинета без всяких предварительных договоренностей с целью что-нибудь спросить или обсудить, и ни одного отказа не было, не было даже сказано: «Зайдите тогда-то». К Владимиру Иосифовичу можно было обращаться с вопросом или просьбой просто при встрече, и он тоже часто мог остановить кого-нибудь, чтобы спросить или что-то сказать. По-видимому, потребность в общении со своими сотрудниками была одним из важных компонентов творческого стиля Векслера. И очень важно, что потребность эта была взаимной. Во времена Владимира Иосифовича в лаборатории царила атмосфера коллективного творчества, а он был его мощным катализатором.

Хочу рассказать еще об одном случае. Шестидесятые годы отличались особой атмосферой. Научный романтизм, приподнятость духа, уверенность в светлом будущем — все это способствовало не только интенсивной и плодотворной работе, но и различным шуткам и розыгрышам. Юмор занимал большое место в нашей жизни. Однажды один из наших коллег случайно оставил ключи от своей квартиры на моем столе. Сразу возникла идея воспользоваться ими для розыгрыша. Детали операции обсуждали коллективно. Исполнителями ее стали я и Володя Никитин. В квартире мы устроили беспорядок (легко обратимый), характер которого сразу говорил о шутке: утюг в холодильнике, телеви-

зор повернут экраном к стене, детский горшок на плите, швабра на люстре и т. д. На люстре же повесили большой лист бумаги, на котором буквами почти в тетрадный лист было написано «ОАС». Такое название имела очень известная тогда террористическая организация в Алжире. По возвращении в лабораторию ключи от квартиры незаметно положили в карман хозяина. А события приняли совсем неожиданный оборот. Пришедшая домой жена нашего коллеги шутки не поняла и вызвала милицию. Милиционеры пришли с собакой, долго искали следы, серьезно отнеслись к надписи «ОАС» и передали дело с вещественными доказательствами в КГБ, где к этому отнеслись еще более серьезно. И, несмотря на то, что мы, узнав вечером о развитии событий, во всем сознались, хозяина квартиры вызывали туда и спрашивали, не узнает ли он, чей это почерк. История эта очень быстро получила известность в городе и в физических кругах даже далеко за пределами Дубны. Векслеру о ней поведал М. И. Подгорецкий. Как он мне рассказывал, Владимир Иосифович очень смеялся. А потом, уже спустившись к машине, которая ждала его у корпуса, он снова поднялся в кабинет и позвонил в КГБ, чтобы поручиться за нас. Он хорошо знал, что шутки в этой организации понимают весьма своеобразно и дело могло принять весьма нежелательный оборот.

Ю. М. Попов

О В. И. ВЕКСЛЕРЕ

С Владимиром Иосифовичем Векслером я познакомился в октябре 1958 г., будучи начальником отдела кадров ОИЯИ. В то время проводилась большая работа по укомплектованию штата института, и необходимость в квалифицированных специалистах была чрезвычайно острой.

Как-то около 9 часов вечера зазвонил телефон. Снимаю трубку: «Юрий Михайлович! Говорит Векслер. Нам очень нужны механики, слесари и станочники. Прошу Вашей помощи!»

Я был удивлен не самой просьбой, а тем, что по этому вопросу ко мне обратился сам Владимир Иосифович — директора лабораторий обычно не звонили. Естественно, просьбу В. И. Векслера мы выполнили в первую очередь.

Владимир Иосифович с большим вниманием относился к своим сотрудникам, и, если возникали какие-то сложности с повышением оклада или разряда рабочим, с переводом на новую должность, он настойчиво добивался положительного решения, очень внимательно прослеживал продвижение документов в администрации института.

Мне нередко приходилось ходить к Блохинцеву с письмами по кадровым вопросам. Дмитрий Иванович, ознакомившись с бумагами и похажив по кабинету, говорил: «Если я не подпишу эти приказы, Володя будет выпрыгивать из штанов». Дмитрий Иванович при этом с глубочайшим уважением относился к Владимиру Иосифовичу и всегда удовлетворял его просьбы.

В период массового приема в институт новых сотрудников остро не хватало жилья и мест в общежитиях. Практически принимать молодых специалистов, окончивших МГУ, Физтех, МИФИ и другие вузы, прибывавших с направлениями «конторы из Старомонетного переулка» (так называли мы 18-е управление Министерства среднего машиностроения), было очень сложно в первую очередь из-за прописки. На нее был лимит. Дмитрий Иванович возмущался: «С таким трудом мы отбираем молодых специалистов, ведь их так мало, а тут еще и сами не расстарались». В то время все силы строителей были сосредоточены на возведении лабораторных корпусов.

Как-то перед очередной сессией ученого совета ОИЯИ, к своему изумлению, я обнаружил, что в штатном расписании института на новый год исключена должность «научный сотрудник». (Она была введена только у нас в институте.) Остались только должности «младший научный сотрудник» и «старший научный сотрудник», как в академических институтах. Когда я обратился в управление кадров АН СССР за советом, начальник управления мне сказал, что ликвидация этой должности будет большой ошибкой, что Академия наук давно добивается в Совмине введения этой должности, ссылаясь на ОИЯИ.

Узнав от меня о том, что должность «научный сотрудник» по новому штатному расписанию исключается, Владимир Иосифович среагировал эмоционально: «Как нет!? Это же собачья чушь! Какой-то пещерный век». Владимир Иосифович добился сохранения этой должности, и это имело большое значение для нормальной работы лабораторий.

Осенью 1962 г. на бюро Дубненского горкома партии слушался вопрос о ходе подготовки к физическим экспериментам и ходе строительства экспериментального корпуса 1-Б в ЛВЭ. На бюро присутствовал М. Г. Мещеряков.

С докладом выступил В. И. Векслер. Он обстоятельно рассказал о проводимых экспериментах, о создании новых физических установок — жидководородной и пропановой камер. Сравнил проводимую в ЛВЭ работу с той, что ведется в этой области в США и других лабораториях за рубежом, посетовал на отставание в строительстве корпуса 1-Б, который необходим для создания новой аппаратуры, в том числе двухметровой пропановой и жидководородной камер.

В прениях участвовали Г. Н. Флеров, В. Г. Соловьев, Д. И. Блохинцев, они поддержали научную программу ЛВЭ. Затем слово взял М. Г. Мещеряков. Михаил Григорьевич, как он сам сказал, «сразу взял быка за рога» и с порога начал критиковать доклад.

Уже в ходе выступления М. Г. Мещерякова было видно, как нервничает В. И. Векслер, как задело его это выступление. Он резко встал, выпрямился, от чего стал казаться гораздо выше ростом, и громко спросил, оглядев зал заседания: «Здесь женщин нет?» Женщин не оказалось. Употребив не вполне литературные выражения, вызвавшие всеобщий смех, он последовательно, пункт за пунктом аргументированно опроверг речь М. Г. Мещерякова.

На присутствующих выступление Владимира Иосифовича произвело сильное впечатление.

Ведущиеся работы были одобрены, и было рекомендовано быстро завершить строительство корпуса 1-Б. Были поддержаны также новые эксперименты, особенно с использованием пузырьковых камер.

Хочу добавить, что в течение почти двадцати лет я был одним из организаторов пробега памяти В. И. Векслера, который проводился у нас в Дубне с участием спортсменов из многих городов.

З. И. Санько

ЧЕЛОВЕК С БОЛЬШИМ СЕРДЦЕМ*

Мне выпало большое счастье работать поистине с замечательным человеком — человеком большой душевной теплоты и заботы о людях.

Впервые я встретила с Владимиром Иосифовичем в 1956 г. Секретарь Владимира Иосифовича переходила на работу в секретариат института. Владимир Иосифович попросил Екатерину Андреевну Гальскую порекомендовать ему нового секретаря. Выбор пал на меня. Вызвал меня Владимир Иосифович и предложил работать с ним. Сообщил условия и добавил, что он очень беспокойный человек, что работать с ним будет хлопотно в связи с большим делом, которым он занимается. Сказал, что придется работать вечерами, в выходные дни, придется много печатать. «Вы подумайте и дайте мне ответ». Работы я не боялась и дала согласие быть его секретарем. Проработала я с Владимиром Иосифовичем более десяти лет и могу сказать, что это были самые замечательные годы в моей жизни.

Владимир Иосифович был внимателен и чуток к людям. Умел ценить их труд. Вместе с тем он был требователен и к самому себе, и к своим подчиненным. Умел поругать или сказать так, что запомнишь раз и навсегда. Как-то раз Владимира Иосифовича пригласили на заседание в партком института. В силу каких-то обстоятельств я не смогла ему передать это, кто-то в городе сообщил ему об этом заседании. На следующий день Владимир Иосифович вызвал меня к себе и спокойно сказал: «Зоя Иосифовна, я прошу Вас, записывайте, пожалуйста, все просьбы, а то Вы забудете, да и я стал уже старенький, могут быть недоразумения». Это было сказано тихо, спокойно, так, что мне запомнилось на всю жизнь.

Владимира Иосифовича в лаборатории любили. Мне неоднократно приходилось слышать от простых рабочих самые добрые слова, а теперь и теплые воспоминания о нем. Вряд ли кого Владимир Иосифович не помнил по имени и отчеству. Он неожиданно появлялся на рабочих местах, интересовался успехами, здоровьем, спрашивал, не нужна ли какая помощь в работе. Он умел слушать и понимать людей и никогда не оставлял без внимания сказанное ему. Много людей приходило к

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 221–223.

нему за помощью, за советом, он получал большую корреспонденцию со всякими просьбами и находил время отвечать на письма.

Как-то Владимир Иосифович сказал: «Зоя Иосифовна, я Вас очень прошу разрешать людям звонить по телефону в Москву родителям, хотя я знаю, что это очень трудно, но людям надо помогать».

Сколько раз Владимир Иосифович помогал лично мне, хотя я старалась не обращаться к нему с личными просьбами. Владимир Иосифович знал, что у меня тяжело болела мама. Он вызвал меня к себе и сказал: «Зоя Иосифовна, Вы столько раз просили меня о помощи разным людям, я ведь знаю Ваше материальное положение, знаю, что Вам приходится покупать дорогие лекарства, а Вы никогда не пришли ко мне и не попросили о помощи». Я была так растрогана этим вниманием, ведь Владимир Иосифович совсем не знал мою маму, но его доброта к людям, чуткое внимание к своим подчиненным, большое желание помочь каждому так тронули меня. Я сказала: «Спасибо Вам, Владимир Иосифович, даже за то, что Вы внимательны ко мне». Но он не был удовлетворен этим ответом. Сказал: «Зоя Иосифовна, я дам Вам денег, а Вы поезжайте в Москву и найдите хороших врачей, пусть они посмотрят Вашу маму, может быть, они смогут помочь ей». Эта безграничная доброта, внимание к людям, понимание их трудностей, постоянные заботы о своих сотрудниках могли быть у человека с большим сердцем. Он не мог пройти мимо чужого горя.

Можно много вспоминать о нем, и я могу сказать, что у меня и всех сотрудников и рабочих лаборатории осталась о нем самая светлая память.

ПОЭМА

(Коллективное творчество сотрудников ОНМУ

в обработке Ю. Л. Обухова)*

Сказка — ложь, да в ней намек —
Добрым молодцам урок!
Всем известно: у кольца
Начала нет и нет конца.

Из известной песни

Пусть ускоритель тех колец
Построен будет наконец!

Народная мудрость

За горами, за лесами,
За широкими морями,
Ни на небе, ни на дне,
Далеко ль, судите сами,
Академик жил в Дубне.

Бодрый, юркий, сухощавый,
Он давно дружил со славой,
Но, однако, был умен:
Все давно предвидел он!

Если кто не мог понять,
Говорил: «Нам наплевать,
Мы пока вот так пойдем,
Будет время — все пойдем».

Как-то сидя в кабинете
Средь ученых на совете,
В думу тяжку погружен,
На себя дивился он:
«Да и что ни говорите,
Труд тяжелый — ускоритель.
Будет памятником мне
Синхрофазотрон в Дубне».

*Стенгазета ОНМУ «Адгезатор». К 25-летию ОИЯИ, 1981 г. Опубликовано: Владислав Павлович Саранцев: Жизнь, отданная науке. Дубна, 2001. С. 131–133.

Перед колоссом дрожит
Чудо-юдо рыба кит.

Но топтаться век на месте
Не пристало нашей чести:
Как бы мысль за хвост схватить,
Мир идеей подивить!

Не суди, читатель, строго,
Выше мысли нету Бога.
И бывает, что вовек
Даже умный человек
Не родит худой мыслишки,
Чтоб своя, а не из книжки.
Жаром-птицей мысль сверкает,
Да не всяк ее поймает.
Всем звездой она горит,
Только кто ее родит?
Впрочем, что болтать заране?
Так иль иначе в тумане
Кольца по волнам плывут
И покоя не дают.
Закружились, вскачь несутся,
Друг о друга лбами бьются.
И от этой свистопляски
Прет энергия, как в сказке.
Вот идея, а не миф!

Рано ль, поздно ли актив
Из начальников собрали,
Заседали, обсуждали,
В тот же день,
В другой ли час
Тайный издан был указ:
«Так и так, мол, нашей властью
Дарим мы Вселенной счастье,
Мир идеей подивим
И энергию дадим.
Пусть ребята не зевают
Да за дело поспешают.
Пусть ведет их всех в дозор
Мой любимый Черномор».

Нас в приказ тот поместили,
И печатями скрепили,
И сказали: «В добрый путь!
Дайте, братцы, отдохнуть».
Мысль на крыльях сказки мчится,
Дело ключей волочится.
И не год, не два пройдет
До свершения работ.
Это присказка, а сказка —
Сказку мы сейчас начнем,
Речь тихонько поведем.

Потому что в это время
Все делили скуки бремя:
Этот пел, ногой качал,
Диссертацию кончал,
Иванов с дипломом бился,
Рубин, как всегда, трудился,
Кузнецов А. Б., как дома,
Заседал тогда в месткомах.
Автор сказки веселился
Да за кем-то волочился,
Пел со всей дурацкой мочи:
«Распрекрасные вы очи».
Сам Саранцев — цвет науки —
На линейном ныл от скуки...
Вдруг окончилось безделье.

Как-то раз открылись двери,
«Папа Вова» сам идет
И такую речь ведет:
«Хватит, парни, бить баклуши.
Кто не хочет, тот не слушай,
Несогласных нам не нужно,
Вот приказ — за дело дружно!»
В общем, так — хвала судьбе —
Появилось РТБ¹.

¹РТБ — расчетно-теоретическое бюро — предшественник Отдела новых методов ускорения (ОНМУ).

Академик был ученым
И отцом нам нареченным,
Не щадил ничуть себя,
Всех нас пестовал, любя.
Но порой, была минута,
Поступал он с нами круто.
Кстати, это не вопрос —
Наш отдел крепчал и рос.

Наш рабочий люд трудился
И чего-то там добился,
Дьяк Саранцев нами правил,
Где-то адгезатор ставил,
Где-то кольца собирал,
В резонаторы пускал.

Кольца были не простые,
Были кольца составные:
Ядра — чистые протоны,
А вокруг них — электроны.
И глядишь — ликуй, народ! —
Получили оборот.

У Саранцева ребята —
Словно на подбор солдаты,
Все по струнке — сил не счесть:
«Выполняем, Ваша честь!»
Парни наши не зевали,
В семинарах выступали.
И, возможно, чтоб не спиться,
Выезжали в град-столицу.

Знать, столица та была
Недалече от села.
Там беседы, обсужденья,
Городское обхождение,
Рестораны, вина, блюда...

.....
Знай, мол, наших, тоже люди!
Дело в общем закипело,
Нет отдела ведь без дела.

Мысль на крыльях быстрых мчится,
И никто с ней не сравнится,
Жизнь шажком себе шагает,
Дело следом поспевает.
И прошло немало дней
До свершения идей.
В общем, все как у людей.

Нынче, что ж, и так всем ясно:
Мы трудились не напрасно,
ЛИУ² что-то нам дает,
Заслужил СИЛУНД³ почет,
Адгезаторы на выбор
Обеспечивают вывод.
Кольца ионы тащат дружно,
В них энергия как нужно.

Мир признал, что в нашем деле
Мы изрядно преуспели,
Что для физики готовы
Ускоритель сделать новый.

Едет хитрый басурман
Из заморских дальних стран.
Смотрит все, все замечает,
Все на ус себе мотает
И пытается понять,
Как ОНМУ им обскакать.
А у нас успех, пусть самый скромный:
Вот кольцо, а вот ионы —
Воплощение идей.
В общем, все как у людей.

Тары-бары-растабары,
Выставляй, мужик, товары.
Будем денежки считать
И гостей на праздник звать!

²ЛИУ — линейный индукционный ускоритель.

³СИЛУНД — сильноточный индукционный линейный ускоритель наносекундного диапазона.

ПРИКАЗ № 17
ПО ВСЕСОЮЗНОМУ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОМУ
ИНСТИТУТУ

от 29 января 1935 г.

За высокие показатели в производственной работе за 1934 год, выразившиеся в успешном выполнении ряда работ, имеющих большое народно-хозяйственное значение и явившихся результатом ударной работы, — премирую:

- | | |
|---|---------------------------|
| 1. Научного руководителя группы фотоэлементов тов. Тимофеева П. В. | Радиоприемником |
| 2. Научного сотрудника группы электронных ламп тов. Калининского | Радиоприемником |
| 3. Научного сотрудника группы рентгеновских лучей тов. Векслера | Отрезом на костюм |
| 4. Научного сотрудника группы рентгеновских лучей тов. Сеницина | Отрезом на костюм |
| 5. Рабочего стеклодувной мастерской тов. Гринелис | Ордером на пошивку пальто |
| 6. Научного сотрудника лаборатории электропривода тов. Таюкина | Отрезом на костюм |
| 7. Научного сотрудника лаборатории электропривода тов. Монаселидзе | Патефоном |
| 8. Техника лаборатории электропривода тов. Булгакова | Именными часами |
| 9. Научного сотрудника лаборатории сложных высоковольтных сетей тов. Майера | Патефоном |
| 10. Рабочего ОВН — тов. Бабинев | Фотоаппаратом |
| 11. Научного сотрудника трансформаторной лаборатории тов. Чусова | Отрезом на костюм |
| 12. Научного сотрудника лаборатории автоматики тов. Азбель | Фотоаппаратом |
| 13. Научного сотрудника проект. лаборатории тов. Вульфсона | Патефоном |
| 14. Зав. фотолабораторией тов. Сидова | Радиоприемником |
| 15. Рабочего отдела главного механика тов. Белкова | Именными часами |
| 16. Уборщицу АХО тов. Широкову | Месячным окладом |
| 17. Работницу Истомину | Месячным окладом |
| 18. Работника охраны тов. Кузьмина | Месячным окладом |

ПИСЬМО В. И. ВЕКслера В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА
«PHYSICAL REVIEW»*

О НЕКОТОРЫХ НОВЫХ МЕТОДАХ УСКОРЕНИЯ
РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЧАСТИЦ

В. И. Векслер

Физический институт им. П. Н. Лебедева АН СССР, Москва, СССР
16 февраля 1946 г.

В двух статьях [1, 2], появившихся в 1944 г. под вышеуказанным названием, автор настоящей публикации указал на два новых принципа ускорения релятивистских частиц, которые обобщают резонансный метод.

Новые возможности для резонансного ускорения частиц в постоянном магнитном поле описаны в первой из этих статей. Кроме того, отмечена возможность резонансного ускорения в магнитных полях, которые возрастают со временем.

Результаты специального исследования последнего случая детально рассмотрены во второй статье. Показано, что фазовая стабильность устанавливается автоматически, если изменение поля во времени достаточно мало. Найдено соотношение между амплитудой меняющегося электрического поля и скоростью изменения магнитного поля.

Также показано, что радиационные потери при таком ускорении не нарушают фазового механизма. Наконец, проведен анализ работы ускорителя тяжелых частиц, основанного на принципе изменения частоты, который дан подробно в работе [3].

Таким образом, названные выше статьи полностью охватывают содержание заметки Макмиллана [4], в которой нет ссылки на мои исследования.

Создание ускорителя на 30 МэВ с меняющимся магнитным полем в Физическом институте АН СССР в настоящее время приближается к завершению.

1. *V. Veksler* // Comptes Rendus (Doklady), Acad. Sci. U.S.S.R. V. 43, No. 8, 444 IX (1944) (communicated April 25, 1944).

2. *V. Veksler* // Comptes Rendus (Doklady), Acad. Sci. U.S.S.R. V. 44, No. 9, 393 (1944) (communicated July 19, 1944).

3. *V. Veksler* // J. Phys. (U.S.S.R.) V. 9, No. 3, 153 (1945) (received March 1, 1945).

4. *E. McMillan* // Phys. Rev. 68, 143 (1945).

*Перевод с английского.

zero angular momentum, such pairs must obey Bose-Einstein statistics. If the effective mass does not exceed twice the electron mass by an extremely large factor, then the calculated degeneration temperature¹ at the concentrations in question is relatively high—of the order of a few hundred degrees absolute. It is postulated that the liquid-liquid phase separation which occurs on slow cooling (upper consolute temperature 232°K) is the device adopted by the systems to avoid the Bose-Einstein condensation, with its unfavorable free energy change. In the more dilute phase the electron constituent is still predominantly the trapped pair, but at a concentration low enough to raise the degeneracy temperature to just above the prevailing temperature. In the more concentrated phase, the trapped electron pairs have become unstable because of the greater interionic forces, and one has essentially a liquid metal, the trapped single electrons being below the Fermi-Dirac degeneration temperature. The small, temperature independent paramagnetism² of very concentrated solutions would appear to support this latter model.

By sufficiently rapid cooling, it appears that the liquid-liquid phase separation is prevented, and that the system becomes frozen and hence metastable in the "forbidden" concentration region, which is thus characterized by the Bose-Einstein condensation of trapped electron pairs. From the discussion of London,³ apparently such a state must display the phenomenon of electrical superconductivity, in agreement with the above experimental observations.

The extension of the above model to explain previously observed superconductivity is apparent, and is the more plausible in view of the essentially only quasi-metallic character of the large number of alloys and compounds which display the phenomenon.⁴

¹ R. A. Ogg, Jr., *J. Chem. Phys.* 13, 533 (1945).

² For literature references, see W. C. Johnson and A. W. Meyer, *Chem. Rev.* 8, 273 (1931).

³ R. A. Ogg, Jr., *J. Chem. Phys.* 14, 114 (1946).

⁴ E. Hutter, *Ann. d. Physik* [5], 33, 477 (1938); S. Freed and N. Sugarman, *J. Chem. Phys.* 11, 354 (1943).

⁵ F. London, *Phys. Rev.* 54, 947 (1938).

⁶ H. G. Smith and J. V. Wilhelm, *Rev. Mod. Phys.* 7, 237 (1935).

Concerning Some New Methods of Acceleration of Relativistic Particles

V. VEKSLER

Lobachev Physical Institute of the Academy of Sciences, Moscow, U.S.S.R.
February 16, 1946

IN two papers^{1,2} appearing in 1944 under the above title the author of the present letter pointed out two new principles of acceleration of relativistic particles which generalize the resonance method.

New possibilities for the resonance acceleration of particles in a constant magnetic field are described in the first of these papers, and the possibility of resonance acceleration in magnetic fields which increase with time is also noted.

This latter case is specially examined in the second paper. It is shown that phase stability automatically sets in if

the time variation of the field is sufficiently small; relation between the amplitude of the variable electric fields and the rate of variation of the magnetic field is established.

It is also pointed out that the radiation losses in such acceleration do not violate phasing mechanism. Finally in a detailed paper³ an accelerator of heavy particles based on a variation in frequency is analyzed.

Thus the foregoing papers cover completely the contents of the note by McMillan⁴ in which no reference is made to my investigations.

Construction of a 30-Mev accelerator with varying magnetic field is now nearing completion at the Physical Institute of the Academy of Sciences, U.S.S.R.

¹ V. Veksler, *Comptes Rendus (Doklady), Acad. Sci. U.S.S.R.* 43, No. 8, 444 IX (1944) (communicated April 25, 1944).

² V. Veksler, *Comptes Rendus (Doklady), Acad. Sci. U.S.S.R.* 44, No. 9, 393 (1944) (communicated July 19, 1944).

³ V. Veksler, *J. Phys. (U.S.S.R.)* 9, No. 3, 153 (1945) (received March 1, 1945).

⁴ E. McMillan, *Phys. Rev.* 68, 143 (1945).

Erratum: A Method for Measuring Effective Contact e.m.f. between a Metal and a Semi-Conductor

W. E. STEPHENS, B. SERIN, AND W. E. MYERHOF
Randall Morgan Laboratory of Physics, University of Pennsylvania
Philadelphia, Pennsylvania
[*Phys. Rev.* 69, 42 (1946)]

UNFORTUNATELY Fig. 1 which should have appeared with the above Letter to the Editor was omitted. It is reproduced here.

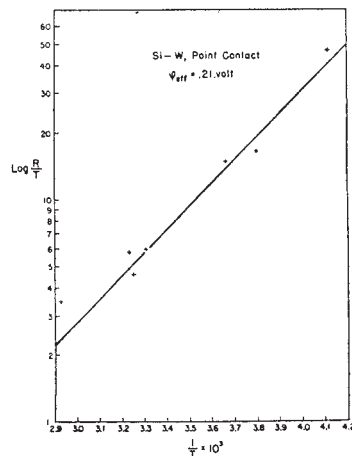


FIG. 1

ПИСЬМО Э. МАКМИЛЛАНА В. И. ВЕКСЛЕРУ*

Калифорнийский университет
Радиационная лаборатория
Беркли, Калифорния

Доктору В. Векслеру
Физический институт им. П. Н. Лебедева Академии наук
Москва, СССР
15 мая 1946 г.

Уважаемый доктор Векслер!

Я хотел бы объяснить те обстоятельства, которые сложились вокруг публикации моей заметки о «синхротроне», для того чтобы прояснить произведенное ею неприятное впечатление. В 1944 г. и практически в течение всего 1945 г. журналы, в которых была опубликована Ваша работа, были мне недоступны. Ни я и никто из тех, с кем я контактировал, эти журналы не видели. Поэтому, когда я послал свою заметку в сентябрьский выпуск «Phys. Rev.», я совсем не подозревал о Вашей работе. Лишь в конце октября кто-то из другого института увидел Вашу последнюю статью в физическом журнале, издаваемом в СССР, и прислал мне ее копию. Я узнал о Ваших предыдущих статьях, изданных в «Докладах», впервые из Вашей публикации в мартовском номере «Phys. Rev.».

Мне кажется, что это тот случай в науке — почти одновременное появление идеи в нескольких частях света, когда она достигла такого уровня, при котором идея нуждается в дальнейшем развитии.

Хочу снова заверить Вас, что мое невнимание к Вашей работе было непреднамеренным и что, узнав о ней, я хотел бы подтвердить, что Ваше открытие предшествовало моему.

С самыми лучшими пожеланиями успеха Вашей машине,
Эдвин М. Макмиллан

*Перевод с английского.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA

RADIATION LABORATORY
BERKELEY, CALIFORNIA

May 15, 1946

Dr. V. Veksler
Lebedev Physical Institute of the Academy of Sciences
Moscow, U. S. S. R.

Dear Dr. Veksler:

I would like to explain the circumstances surrounding the publication of my letter on the "Synchrotron", in order to clear up an unfortunate impression that it seems to have produced. During 1944 and most of 1945, the journals in which your work was published were not easily available to me; I did not see them, nor did anyone with whom I was in contact. Therefore, I was entirely unaware of your work when I sent in my letter to the September issue of the Physical Review. It was not until the end of October that someone at another institution saw your last article in the Journal of Physics of the U. S. S. R., and sent me a photostatic copy. I learned about your earlier papers in the Doklady first from your letter in the March Physical Review.

It seems to me that this is another case of a phenomenon that has occurred before in science --the nearly simultaneous appearance of an idea in several parts of the world, when the development of the science concerned has reached such a point that the idea is needed for its further progress.

I wish to assure you again that my apparent disregard of your work was unintentional, and that I have been very careful since learning about it to point out that your discovery preceded mine.

With very best wishes for
the success of your machine,

Edwin M. McMillan
Edwin M. McMillan

EMM:fz

Оригинал письма Э. Макмиллана В. И. Векслеру

ОТЗЫВ Д. В. СКОБЕЛЬЦЫНА О НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В. И. ВЕКслера*

[1953 г.]

Член-корреспондент Академии наук СССР, профессор, доктор В. И. Векслер является выдающимся новатором-исследователем явлений космической радиации и излучений высокой энергии.

Его работы о новом методе ускорения заряженных частиц, опубликованные в 1945 г., доставили ему мировую известность.

В. И. Векслер, по образованию инженер-электрик, в настоящее время является физиком с очень широкими научными интересами и широким кругозором общетеоретического характера, владеющим как современными методами эксперимента, так и применяемыми теоретическими идеями, положенными в основу истолкования явлений современной квантовой физики.

Для В. И. Векслера как ученого характерно совмещение в своей деятельности черт широкого теоретического подхода к задачам экспериментального исследования с большими данными экспериментатора, творчески владеющего современными техническими и инженерными методами, лежащими в основе новейших успехов экспериментальной микрофизики.

Сочетание этих черт в соединении с исключительной творческой инициативой и темпераментом исследователя дало возможность В. И. Векслеру проявить себя в разнообразных областях как ученого-новатора, создающего новые средства исследования и прокладывающего новые пути для решения труднейших актуальных проблем новейшей физики.

Свою работу он начал в 1931 г. во Всесоюзном электротехническом институте исследованием по физике рентгеновских лучей. Здесь им был разработан новый метод измерения рентгеновских лучей с помощью видоизмененного счетчика Гейгера–Мюллера, работающего в пропорциональном режиме.

Всестороннее изучение явлений газового разряда, определяющего механизм работы таких пропорциональных счетчиков, дало ему впоследствии возможность широко использовать этот метод (пропорционального счетчика) в исследованиях космического излучения.

В. И. Векслер обладает большой эрудицией в указанной специальной области явлений самостоятельного газового разряда. В его докторской диссертации им был дан глубокий анализ этих явлений, с боль-

*Физики о себе. М., 1990. С. 350–353.

шой полнотой рассмотренных также в написанной им монографии по данному вопросу (вошедшей в книгу «Экспериментальные методы ядерной физики», написанную им совместно с Н. Добротиним и Л. Грошевым).

После защиты кандидатской диссертации и поступления в докторантскую аспирантуру ФИАНа В. И. Векслер посвящает себя изучению космической радиации. Им с успехом разрабатывается новый метод изучения сильноионизирующих компонент космического излучения с помощью «пропорционального» телескопа.

Он становится руководящим работником лаборатории космических лучей ФИАНа и за время с 1939 по 1946 г., продолжая эту работу, воспитывает группу учеников (в частности, нескольких аспирантов), из которых многие становятся самостоятельными научными работниками и получают степень кандидата физико-математических наук. За это время им проведена большая организационная работа в качестве начальника Эльбрусской высокогорной экспедиции и заместителя заведующего лабораторией космических лучей, а с 1944 по 1946 г. также и в качестве заместителя директора ФИАНа по научной части.

В годы войны В. И. Векслер неутомимо и с выдающимся успехом ведет работы оборонного значения. Результаты исключительного значения получены В. И. Векслером за время с 1944 по 1946 г.

За эти годы им проведена большая работа по организации высокогорных экспедиционных работ в новых районах. В ходе этих работ им совместно с его сотрудниками сделано открытие большого значения. Путем простых, остроумно поставленных экспериментов установлено существование новой компоненты в составе ливней, наблюдаемых под значительными толщами свинца, и показано, что эта компонента резко растет с высотой места наблюдения над уровнем моря. «Проникающие» (как предполагалось, мезонные) ливни наблюдались и раньше другими экспериментаторами, но совершенно новым и неожиданным оказался тот установленный наблюдениями Векслера с сотрудниками факт, что указанная компонента на высоте около 4000 м над уровнем моря по интенсивности примерно равна составляющей, обусловленной обычными, так называемыми ионизационными ливнями, а также и некоторые другие особенности явления, проявившиеся уже в этих первых наблюдениях, выполненных группой Векслера. Дальнейшие исследования, проведенные впоследствии широким фронтом под руководством Добротина, вскрыли полностью своеобразную природу этого явления и показали, что оно имеет фундаментальное значение для построения общей схемы явлений космического излучения, наблюдаемых в атмосфере Земли.

Одновременно с только что упомянутыми работами по изучению космической радиации В. И. Векслер начал поиски решения трудней-

шей проблемы техники ускорения заряженных частиц с целью разработки такого метода ускорения, который позволил бы осуществить в лаборатории искусственные источники излучений с энергией, по порядку величины сравнимой с энергией частиц космического излучения. Как известно, для получения частиц, ускоренных до энергий порядка энергии радиоактивных излучений, используется принцип «резонансного» ускорения, применяемый в циклотронах. Природой, однако, установлен некоторый жесткий верхний предел для энергий, достижимых в циклотронах, работающих на основе указанного принципа резонансного ускорения напряжением высокой частоты. При скоростях, сколько-нибудь близких к скорости света, «резонанс» при постоянной частоте ускоряющего поля и постоянном напряжении магнитного поля, задающего частоту обращения по круговым орбитам частиц в этом поле, как известно, не имеет места.

В течение почти 20 лет после изобретения и осуществления циклотронных установок продвижение вперед ускорительной техники, имеющее первостепенное значение для прогресса атомной физики, было задержано этим «барьером», установленным природой на пути ее развития.

В. И. Векслером открыт принцип автофазировки, позволяющий осуществить резонансное ускорение при определенных условиях, вплоть до скоростей частиц, практически равных скорости света, соответствующих энергии порядка сотен или даже тысяч миллионов электронвольт. Эти условия могут быть осуществлены двумя различными способами (или в соответствующих случаях путем их комбинации).

Этим открытием проложены совершенно новые пути исключительного значения для развития ускорительной техники, которые обещают открыть новые чрезвычайно важные области для экспериментального исследования. Приоритет В. И. Векслера в открытии этого нового метода признан в мировом масштабе. Им дана законченная теория указанного метода автофазировки.

В настоящее время он, заведя лабораторией ФИАН, руководит большим коллективом научных работников. Им организована кафедра в составе отделения строения вещества физфака МГУ, где самостоятельное преподавание по специальным курсам ведут в качестве лекторов также и его ученики.

В 1951 г. работы В. И. Векслера были удостоены Сталинской премии 1-й степени.

Заведующий отделением строения вещества
МГУ им. М. В. Ломоносова
академик Д. Скобельцын

Архив АН СССР. Ф. 411. Оп. 3. Д. 268. Л. 50–53. Подлинник.

А. М. Блох

«НОБЕЛИАНА»
В. И. ВЕКслера и Е. К. ЗАВОЙского*

Вскоре после завершения Великой Отечественной войны, а точнее с осенних месяцев победного 1945 г., в Стокгольм пошел, можно сказать, поток выдвижений наших ученых на нобелевские награды. Цивилизованный мир был благодарен советскому народу за неоценимый вклад в победу над нацизмом, и это чувство номинаторы разных стран переносили, в том числе, на коллег из Советского Союза.

Среди первых выдвижений на премии 1946 г. были кандидатуры Н. Н. Семенова и П. Л. Капицы. Их выдвинули соответственно С. Н. Хиншелвуд и П. Дирак. Три американских профессора из университета в Нью-Хейвене выдвинули А. Н. Фрумкина по разделу химии.

В 1947 г., помимо Капицы и Семенова, в регистрационных списках появились новые фамилии советских физиков — В. И. Векслера и Д. В. Скобельцына. Первого предложил вместе с кандидатурой Э. М. Макмиллана из Калифорнийского университета в Беркли его университетский коллега профессор Л. Б. Лёб, а второго — профессор астрофизики Варшавского университета Ч. Бялобжецкий.

В 1948 г. вновь номинантами нобелевских комитетов оказываются Векслер, Капица и Семенов. Кандидатуру Векслера, опять же на пару с Макмилланом, рекомендует на этот раз авторитетный шведский академик, лауреат Нобелевской премии по физике 1924 г. Карл Манне Георг Сигбан.

Номинация Скобельцына не привлекла должного внимания и по сути не рассматривалась (возможно, из-за недостаточно развернутого представления). Кандидатуры остальных, за исключением Фрумкина, получили достойный отклик; их деятельность подверглась тщательной экспертизе, а результаты обсуждений в комитетах были представлены для рассмотрения в Королевскую академию наук.

<...>

В 1949 г. ни одного из советских ученых среди номинантов не оказалось. Видимо, подули ветры холодной войны. Один из ее отзвуков — практически полное прекращение передачи на Запад свежей научной литературы, особенно по физике и химии. Это был результат тотального засекречивания получаемых в СССР новых экспериментальных ре-

*Природа. 2002. № 8. С.74–79 (с сокращениями).

зультатов. Несуразица с обменом научными материалами вызывала у западных ученых недоумение.

Джон Бернал, английский физик, вице-президент общества дружбы «Англия—СССР», к тому же член компартии Великобритании, попытался уяснить, что происходит. «Без единого слова объяснения, — писал он президенту АН СССР С. И. Вавилову в декабре 1948 г., — фактически все научные журналы, посылавшиеся в порядке обмена, перестали приходить примерно с начала 1947 г., а когда научные учреждения Великобритании пишут в институты в Советском Союзе, <...> то ответов они не получают, <...> их письма и обращения к советским ученым остаются без ответа». «Насколько я понял из Вашего письма, — подневольно отвечал Вавилов, — основная трудность за последнее время заключалась в задержке поступлений литературы, направляемой в порядке книгообмена», — и сослался на «случайные причины» [3; Ед. хр. 369. Л. 131, 132, 146, 147].

Между тем ныне рассекреченные гималаи партийных решений с неопровержимостью свидетельствуют об обратном. Вот один из многочисленных примеров.

Управление кадров ЦК ВКП(б) затеяло в конце 1947 — начале 1948 г. проверку книгообмена между астрономическими и геофизическими учреждениями АН СССР и их зарубежными партнерами. Эта откровенно надуманная ревизия завершилась анекдотичным выводом: «...из СССР высылаются не только экспериментальные (т. е. материалы конкретных наблюдений. — *А. Б.*), но и теоретические работы, которые по уровню значительно выше иностранных». На основании приведенного невежественного умозаключения цековских проверял Секретариат ЦК 26 марта 1948 г. принимает постановление о создании комиссии «по выработке условий упорядочения книгообмена неподписными изданиями советских научных учреждений» [3; Ед. хр. 18. Л. 105–107]. В итоге научный книгообмен оказался почти сведенным к нулю.

История с засекречиванием приобрела еще более абсурдную практику. Одно из свидетельств тому — сохранившаяся в архиве переписка в связи с просьбой члена Королевской академии наук Манне Сигбана прислать ему научно-популярный журнал «Наука и жизнь» за март 1944 г. со статьей П. Л. Капицы о жидком гелии. Свою просьбу Сигбан адресовал в первой половине 1947 г. уполномоченному Всесоюзного общества культурных связей с заграницей (ВОКС) в Стокгольме Ф. М. Мальгину.

20 июня Мальгин переправил письмо шведского академика московскому начальству, приписав от себя, что «мы не знаем, что представляет собою эта статья и можем ли мы передавать подобного рода ста-

тью иностранным ученым», и потому просил «выяснить этот вопрос <...> и о результатах информировать нас» [4; Л. 102]. Заместитель председателя правления ВОКС А. В. Караганов в свою очередь направляет через месяц с лишним, 24 июля, запрос академику-секретарю АН СССР Н. Г. Бруевичу [4; Л. 98].

Чем в итоге завершилась эта смехотворная переписка, по большому счету дело десятое... Главной в описанном эпизоде представляется картина осажденной крепости, объясняющая, в частности, отсутствие в 1949 г. новых номинаций советских ученых. Не оказалось их, надо думать, по причине более чем очевидной — из-за отсутствия достоверной информации из Советского Союза о проводившихся там научных исследованиях.

Тем не менее в 1950 г. нобелевские комитеты в очередной раз зафиксировали номинации Капицы и Семенова. Их номинаторами снова стали те, кто впервые выдвинул их в 1946 г., — Дирак для Капицы и Хиншелвуд для Семенова. Кандидатуру Векслера, как и в предыдущем году, не рекомендовал никто.

А в 1951 г. она снова появляется в списках номинантов Комитета по физике, опять же вместе с постоянным его спарринг-партнером Макмилланом. Представлял их профессор ядерной физики из Лондона Джозеф Ротблат. Номинация Векслера для того цикла выдвижения оказалась единственной из числа советских ученых.

Еще в 1947 г. Нобелевский комитет расценил достижения Векслера и Макмиллана как «сенсационный успех, достигнутый за последнее время в решении проблемы ускорения заряженных частиц большой энергии». Однако, оценивая возможности предложенного принципа автофазировки для его технического воплощения, эксперты комитета вынуждены были базироваться только на фактических данных, полученных на американских синхротронах. Все сведения по ускорителям советского производства с 1945 г. были строго засекречены.

Как вспоминал впоследствии академик И. М. Франк, большая удача, что две статьи Векслера, увидевшие свет в конце 1944 г., «были тогда опубликованы», ибо это «закрепило приоритет советской науки... Немного позже напечатать статьи В. И. Векслера уже не удалось бы. Все, что прямо или косвенно было связано с ядерной физикой, вскоре после этого в течение нескольких последующих лет не публиковалось» [5].

Хотя Векслер свое открытие оперативно опубликовал в «Докладах Академии наук СССР» (одну статью представлял в журнал С. И. Вавилов, а другую — Н. Д. Папалекси) еще до введения запрета на публикацию подобных работ, некоторые коллеги не упускали возможности попрекнуть ученого за то, что его открытие попало в печать. Так, через три

года, 25 сентября 1947 г., профессор С. Э. Хайкин заявил на собрании парторганизации Физического института АН СССР, при обсуждении приснопамятного закрытого письма ЦК ВКП(б) по «делу Клюевой и Роскина», буквально следующее: «У нас было несколько таких случаев, которых не следовало повторять. Это прежде всего относится к опубликованию В. И. Векслером идеи синхротрона... Я хочу подчеркнуть, что это вовсе не означает, что новые идеи, которые высказывают наши ученые, вообще публиковать не стоит. То, что я говорю, относится к тем случаям, когда мы публикуем идеи и одновременно приступаем к их осуществлению» [6; Л. 47, 48].

Выступивший вслед Д. И. Блохинцев возразил Хайкину. По его мнению, подчеркнул он, «Владимир Иосифович правильно поступил, когда напечатал свою работу», и напомнил присутствовавшим: «...комиссия в свое время в нашем институте довольно прохладно отнеслась к этой идее и рекомендовала воздержаться пока от премирования, хотя и делались всякие приятные пассы» [6; Л. 55, 56]. Под «приятными пассажами» Дмитрий Иванович имел в виду очевидную парадоксальность решения комиссии ФИАН, подводившей в 1944 г. итоги ежегодного конкурса институтских научных работ. Авторы подготовленного заключения явно не оценили, в противоположность членам Нобелевского комитета, фундаментальную значимость достижения Векслера, позволив себе вначале похвалить автора тем самым «пассом», что «если работа В. И. Векслера правильна, не нам давать премию», а затем, в не совсем уместном шутиливом тоне, продолжить: «...а если неправильная, то тем более премии не давать» [5; С. 20].

Далее Блохинцев напомнил собранию о телеграмме, присланной в 1945 г. в ФИАН Эрнестом Орландо Лоуренсом, лауреатом Нобелевской премии 1939 г. за создание и усовершенствование циклотрона. В телеграмме Лоуренс признал приоритет советского ученого перед открытием Макмиллана. Речь шла об открытии принципа автофазировки, что позволило повысить предел допустимых энергий в ускорителях элементарных частиц в тысячи и десятки тысяч раз. Этот прорыв был совершен, независимо друг от друга, обоими учеными — Векслером и Макмилланом, последним — год спустя. Вскоре после краткой публикации в «Physical Review» в 1945 г. Макмиллана, не подозревавшего о работах Векслера, ряд его коллег из разных научных центров США оперативно переслали фотокопии оставшихся ему неизвестными статей советского ученого в «Докладах Академии наук СССР», издававшихся тогда параллельно на русском и английском языках. Поэтому сомнений у Макмиллана в приоритете советского ученого никогда не было, а Лоуренс, па-

триарх техники резонансных ускорителей тяжелых заряженных частиц, только подтвердил своим авторитетом непреложный факт.

Нобелевская цена открытия принципа автофазировки была очевидна. Однако свидетельства об использовании этой идеи, как уже отмечалось, поступали в Стокгольм только из Соединенных Штатов. Отсюда и резюмирующая фраза из цитированного заключения Нобелевского комитета в 1947 г. Еще раз подтвердив фундаментальность открытия, члены комитета осторожно заметили, что «следует подождать новых экспериментов, особенно в отношении использования принципа (автофазировки. — *А. Б.*) на так называемом синхротроне, прежде чем делать окончательный вывод о премии за этот важнейший вклад в науку» [7].

В следующем, 1948 г. Манне Сигбан, предлагая Векслера и Макмиллана в качестве претендентов на премию, вынужден был из-за отсутствия информации из Советского Союза отметить в номинации, что, при очевидном приоритете советского ученого, «насколько мы можем судить, он не показал техническую возможность данного принципа в эксперименте» [8].

Однако на самом деле большой необходимости в ожидании «новых экспериментов» не было. В ФИАНе уже в 1947 г. был создан и запущен под руководством Векслера первый ускоритель — электронный синхротрон энергией в 30 МэВ. Через два года там же появился более мощный синхротрон — на 250 МэВ. К концу 40-х годов московские ускорители, опережая весь мир, стали выдавать принципиально новые научные результаты, блестяще подтвердившие основополагающий вывод Нобелевского комитета в 1947 г. об этом открытии как о «важнейшем вкладе в науку». Достаточно напомнить, что на втором советском синхротроне удалось впервые зафиксировать фоторождение мезонов и положить тем самым начало физике электромагнитных взаимодействий адронов [9].

Иначе говоря, существовали все предпосылки для присуждения Нобелевской премии советскому физiku Векслеру и его американскому коллеге Макмиллану еще в 1949–1950 гг. Но этого не произошло из-за бездумного засекречивания научной продукции, однозначно не составлявшей ни военной, ни тем более государственной тайны и попавшей в разряд секретных материалов только в результате патологической подозрительности вездесущего диктатора.

Когда же после его смерти многие научные сведения, полученные на советских синхротронах, были рассекречены, оказалось, что «поезд давно ушел». В 1951 г. Королевская академия наук присудила Нобелевскую премию по химии «за открытия в области химии трансурановых

элементов» Макмиллану и профессору Калифорнийского университета, где работал и Макмиллан, Гленну Сиборгу. Позволительно обратить внимание на то, что выдвинули обоих претендентов не раз упоминавшийся выше Лоуренс и шведские академики Теодор Сведберг и Арне Тизелиус. Все трое — нобелевские лауреаты.

Видимо, к тому времени шведы пришли к выводу о бессмысленности дальнейшего ожидания требуемой информации из Москвы. И потому посчитали за лучшее отдать должное одному из создателей синхротрона, с помощью которого стал возможным синтез берклия, калифорния и последующих трансурановых элементов.

Это решение Королевской академии наук лишний раз подчеркнуло, сколь проходимой была кандидатура советского ученого. Если бы имелась достоверная информация о московских ускорителях и полученных на них сенсационных результатах...

Более поздние выдвижения советского ученого, приходившиеся на 50–60-е годы, интереса для нобелевских учреждений не представляли. Дважды одно и то же научное достижение Нобелевской премии не достаивается.

Первое документально подтверждаемое выдвижение Векслера на Нобелевскую премию на родине претендента произошло в 1959 г. Авторами номинации были президент АН СССР А. Н. Несмеянов и главный ученый секретарь президиума Академии А. В. Топчиев. Вместе с Векслером был также выдвинут, в то время еще член-корреспондент АН СССР, Е. К. Завойский. Текст номинации нес на себе неистребимый колорит традиций советской бюрократии. В документе скрупулезно перечислялись сведения о национальности претендентов, месте их рождения, занимаемых административных должностях и прочих биографических деталях, не представлявших для экспертов и членов комитета никакого интереса. Набитая рука чиновника из Иностранного отдела АН СССР, готовившего «объективку» на подпись начальству, проглядывала в каждой строке бумаги.

В то же время обобщающая формула представления была заведомо провальной. Это явилось естественным следствием того, что номинацию готовил не компетентный ученый, а канцелярист, не знакомый ни с сутью достижений, ни с уставными требованиями нобелевских учреждений. Звучала формула так: «...за их выдающиеся открытия в области физики» [10; Ед. хр. 639. Л. 108, 109]. Без каких-либо упоминаний о содержании этих открытий...

В соответствии с уставом Нобелевского фонда, каждая премия может быть присуждена не более чем трем претендентам или за одно и то же открытие или же за два разных, но с непременным условием — если

их объединяет внутреннее содержание или примененные методы исследований. В качестве примера приведем Нобелевскую премию 1978 г.

Премия эта была присуждена советскому ученому П. Л. Капице и двум американцам А. Пензиасу и Р. Вильсону. Первый удостоился награды «за фундаментальные изобретения и открытия в области физики низких температур», а американцы — «за открытие микроволнового реликтового излучения». Оба достижения, казалось бы, не сочетаемые одно с другим, на самом деле логически объединены проблемой использования температур, близких к абсолютному нулю, для разгадки их воздействия на поведение материальных частиц. Едва ли нужно доказывать, что в упомянутой начальственной номинации 1959 г. таких объединяющих признаков нет и в помине...

Вторая и последняя номинация ушла из Москвы в 1965 г. (на следующий год Векслер скончался). Ее автором стал лауреат Нобелевской премии П. А. Черенков. Хотя текста номинации в Архиве РАН обнаружить не удалось, ее более серьезный характер, по сравнению с представлением 1959 г., несомненен. Достаточно того, что вместе с Векслером Черенков выдвинул американских физиков Э. Макмиллана, уже фигурировавшего в иностранных выдвижениях 1946–1951 гг., и Н. Кристофилоса, предложившего в 1950 г. принцип знакопеременной фокусировки, что обеспечило существенное увеличение в синхротронах достижимых энергий [10; Ед. хр. 640. Л. 144]. Другими словами, Черенков своей инициативой продемонстрировал доскональное знакомство с предметом открытия и заслугами его авторов, достойных награждения.

Завершая тему Векслера, остается лишь повторить, что в его лице наша наука, из-за бездарной политики засекречивания научных достижений, потеряла престижную награду, которая буквально напрашивалась стать первой советской Нобелевской премией, за десяток лет до премии Н. Н. Семенова.

<...>

Список литературы

1. Архив Королевской академии наук (КАН). Фонд нобелевских комитетов по физике и химии за 1946 г. Л. 293.
2. Александр Наумович Фрумкин: Очерки. Воспоминания. Материалы / Под ред. Я. П. Страдыня. М., 1989. С. 251.
3. Российский государственный архив социально-политических исследований (РГАСПИ). Ф. 17. Оп. 118.
4. Государственный архив РФ (ГАРФ). Ф. 5283. Оп. 20. Ед. хр. 270.
5. Воспоминания о В. И. Векслере / Под ред. М. А. Маркова и А. Н. Горбунова. М., 1987. С. 10–11.

6. Центральный архив общественных движений Москвы (ЦАОДМ).
Ф. 6862. Ед. хр. 7.
7. Архив КАН. Фонд нобелевских комитетов по физике и химии за 1947 г.
Л. 81–82.
8. Архив КАН. Фонд комитетов за 1948 г. Л. 468.
9. *Балдин А. М.* К столетию академика Д. В. Скобелевича. Дубна, 1992.
С. 4.
10. Архив РАН. Ф. 579. Оп. 1
<...>

В. И. Векслер

ОТВЕТНОЕ СЛОВО
ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПРЕМИИ «АТОМ ДЛЯ МИРА»
В США В 1963 Г.*

Господин председатель, дамы и господа!

На мою долю выпала большая честь — получение премии «Атом для мира» за работы в самой мирной области науки — физике высоких энергий. Знаменательно, что эту высокую премию я разделяю с моим американским коллегой Эдвином Макмилланом.

Несмотря на то, что 18 лет назад мы находились почти на противоположных концах планеты, высказанные нами идеи о возможности создания ускорителей нового типа на основе принципа автофазировки обнаруживают удивительное на первый взгляд совпадение. Однако, как показывает история науки, это отнюдь не является случайным.

Природа едина. Задачи, которые она ставит перед нами, очень часто на данном этапе развития науки имеют единственное решение, которое, конечно, не зависит от того, где — в Советском Союзе или в Соединенных Штатах Америки — находятся те люди, которые пытаются найти это решение.

Уже давно физикам, занимавшимся исследованием элементарных частиц и ядра атома, стала ясна необходимость создания искусственных генераторов частиц очень высоких энергий. Впервые решающий шаг в этом направлении сделал выдающийся американский ученый Э. Лоуренс, создав свой циклотрон, основанный на резонансном принципе ускорения. Макмиллану и мне посчастливилось не только найти широкое обобщение этого принципа, но и воплотить наши идеи в жизнь — разрабатывать мощные ускорители, участвовать в работе больших коллективов физиков, инженеров, техников, которые создавали эти установки, и вместе с ними заниматься увлекательными исследованиями, которые открылись перед нами благодаря созданию таких установок.

Я должен считать, что особенно повезло мне. Несмотря на тяжелую обстановку второй мировой войны, наше Советское государство и в эти трудные годы оказывало широкую поддержку фундаментальной науке. Особенно быстро начала развиваться физика в Советском Союзе после войны. Счастливым для меня обстоятельством явилось то, что с

*Воспоминания о В. И. Векслере. М., 1987. С. 281–283.

1936 г. я еще совсем молодым специалистом был приглашен на работу в Физический институт им. П. Н. Лебедева Академии наук СССР, в котором работали такие замечательные советские ученые, как академики С. Вавилов, Л. Мандельштам, И. Тамм и многие другие, и, наконец, человек, которого я считаю своим учителем и которому обязан очень многим, — академик Д. Скобельцын.

Замечательная атмосфера безграничной преданности науке, царившая в этом институте, возможность постоянного живого контакта с этими выдающимися учеными и окружавшими меня друзьями и сверстниками по лаборатории И. Франком и П. Черенковым, впоследствии нобелевскими лауреатами, профессорами С. Верновым, Н. Добротинным, внимание и помощь со стороны теоретиков, в первую очередь Е. Фейнберга, М. Маркова, а также участие в работах большой группы талантливых физиков молодого поколения — вот далеко не полный перечень людей, с которыми я десятилетиями связан совместной работой и которые, безусловно, имеют основание считать наши успехи общими.

Благодаря огромной помощи Академии наук СССР и Государственного комитета по использованию атомной энергии принцип автофазировки начал получать экспериментальное воплощение уже в 1945 г., когда мы приступили к созданию ускорителей нового типа. В этот период мне посчастливилось воспользоваться работой, опытом и поддержкой многих выдающихся инженеров нашей страны, которые внесли большой вклад в дело создания ускорителей и экспериментальной базы физики высоких энергий. Здесь я в первую очередь должен назвать ученых и инженеров Ленинградского института электрофизической аппаратуры им. Ефремова и Московского радиотехнического института.

Мощные ускорители дали возможность получить огромный поток новых фактов, создавших по существу новую главу в физике элементарных частиц. И как это всегда бывает, быстрое развитие этой области науки непрерывно выдвигает все новые и новые задачи. Уже сейчас физики чувствуют необходимость создания ускорителей на сотни и даже тысячи миллиардов электронвольт. В этой связи я не могу не отметить с некоторой тревогой, что порожденный нами ребенок — я имею в виду мощные ускорители — растет столь быстро и потребляет столь огромные средства, что уже сейчас способен поглотить ресурсы многих стран мира. Именно поэтому нельзя переоценить значение международного сотрудничества ученых в области физики высоких энергий. По-видимому, уже пришло время, когда не только в космосе, но и в нашей земной физике исключительно плодотворным будет сотрудничество наших стран для проникновения в глубины микромира.

Поэтому мне особенно приятно, что высокая награда, которую нам здесь вручили, отмечает и мои скромные заслуги в деле развития международного сотрудничества, которому я всегда придавал исключительно большое значение. Я надеюсь, что оно будет развиваться, способствуя прогрессу науки и приумножению власти человечества над природой.

Благодарю за внимание.

О ПРОЕКТЕ СИНХРОФАЗОТРОНА (ОБЪЕКТА «КМ*»)

Проект «КМ» готовился в Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР. Научным руководителем объекта был член-корреспондент АН СССР В. И. Векслер, главным инженером Эталонной лаборатории ФИАН, в недрах которой он родился, — К. И. Блинов. Их фамилии стоят на титульном листе «Технического проекта».

На титульном листе в левом верхнем углу под рубрикой «УТВЕРЖДАЮ» была отпечатана фамилия директора ФИАН академика С. И. Вавилова, однако проект был утвержден его преемником на этом посту академиком Д. В. Скобельцыным. Это произошло 5 января 1951 г.

На второй странице проекта перечислены руководители и исполнители.

Руководители проекта:

член-корреспондент АН СССР	В. И. Векслер
действительный член АН УССР	А. П. Комар
доктор физико-математических наук	М. А. Марков
доктор физико-математических наук	В. А. Петухов
кандидат физико-математических наук	М. С. Рабинович
кандидат физико-математических наук	А. А. Коломенский
главный инженер лаборатории	К. И. Блинов

Исполнители:

кандидат физико-математических наук	М. С. Рабинович
кандидат физико-математических наук	А. А. Коломенский
кандидат физико-математических наук	Л. Л. Сабсович
научный сотрудник	А. М. Балдин
научный сотрудник	В. В. Михайлов

*КМ — кольцевой магнит.

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ П.Н. ЛЕБЕДЕВА
ЭТАЛОННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

"УТВЕРЖДАЮ"

Директор Физического
Института им.П.Н.Лебе-
дева Академии Наук СССР
а к а д е м и к

С.И.Вавилов /С.И.Вавилов/

"5" *февр* 1950 г.

~~Секрет~~
~~ИЗВЕЩЕНИЕ~~

экз. № 4

вх. № 745 от 24 v55

О Б Ъ Е К Т " К М "

Т Е Х Н И Ч Е С К И Й П Р О Е К Т

Т О М П

Ф И З И Ч Е С К О Е О Б О С Н О В А Н И Е

Ч А С Т Ъ В Т О Р А Я

Научный руководитель объекта
Член-корреспондент АН СССР

В.И.Векслер /В.И.Векслер/

Главный инженер Эталонной лаборатории
Физического Института АН СССР

К.И.Блинов /К.И.Блинов/

г о р . М О С К В А
1950 год

Титульный лист проекта синхрофазотрона под кодовым названием
«Объект "КМ"»

ГАЗЕТА «ПРАВДА» О ЗАПУСКЕ СИНХРОФАЗОТРОНА ОИЯИ

11 апреля 1957 г. в центральной газете «Правда» (№ 101) опубликовано срочное сообщение о выдающемся событии — запуске самого крупного в мире ускорителя — синхрофазотрона. Под шапкой «Крупнейшая в мире атомная машина пущена» вышла большая подборка материалов о начале его работы. Сообщение в номер дала дирекция Института:

Есть 8,3 миллиарда электроновольт!

ДУБНА, 10 апреля. [По телефону]. Начал работать синхрофазотрон, установленный в лаборатории физики высоких энергий Объединенного института ядерных исследований. С помощью этой установки уже удалось ускорить протоны до энергии в 8,3 миллиарда электроновольт.

Достигнута самая высокая энергия частиц, которую когда-либо удавалось искусственно создавать физикам.

Ввод в действие синхрофазотрона Объединенного института ядерных исследований, равноправными членами которого являются двенадцать государств, создает замечательные возможности для

выполнения обширной программы научных исследований.

Работы по дальнейшему налаживанию синхрофазотрона и доведению энергии ускоряемых в нем протонов до десяти миллиардов электроновольт продолжаются.

Профессор Д. БЛОХИНЦЕВ (СССР),
Директор Объединенного
института ядерных исследований.

Профессор В. ВОТРУБА (Чехословакия),
Виде-директор.

Профессор М. ДАНЫШ (Польша),
Виде-директор.

Среди материалов номера — статьи профессора Д. Ефремова «Во имя мира и прогресса», члена-корреспондента АН СССР В. Векслера «Со скоростью света» (см. с. 135 настоящего издания), члена-корреспондента АН СССР А. Минца «Новая отрасль науки» (см. с. 138 настоящего издания), а также беседа с министром электротехнической промышленности СССР И. Т. Скиданенко «Выдающееся достижение техники» (см. с. 140 настоящего издания). На фото крупным планом был дан общий вид синхрофазотрона.

ПОЗДРАВИТЕЛЬНЫЕ ТЕЛЕГРАММЫ

С. И. ВАВИЛОВ* — В. И. ВЕКСЛЕРУ

[5 декабря 1946 г.]

Поздравляю [с] избранием [в] члены-корреспонденты Академии наук СССР. Уверен, что Ваше активное участие [в] работах Академии наук СССР будет способствовать росту и успехам советской науки.

Вавилов

А. Т. ТВАРДОВСКИЙ, А. Д. ДЕМЕНТЬЕВ, ЗАКС** —
В. И. ВЕКСЛЕРУ

[1959 г.]

Горячо поздравляем [с] присуждением Вам Ленинской премии. Не теряем надежды на обещанное Вами участие [в] «Новом мире».

Твардовский, Дементьев, Закс

Министерство Связи СССР	
ТЕЛЕГРАММА	
ПРИЕМ: то ч. м. Бл. № 32 Принял: _____	ПЕРЕДАЧА: то ч. м. № связи _____ Передал: _____
МОСКВА ЧКАЛОВА 21 КВАРТИРА 22 АКАДЕМИКУ ВЕКСЛЕРУ ВЛАДИМИРУ ИОСИФОВИЧУ	
МОСКВ 709/65 28 22 1455	
Служб. отметки: _____	
ГОРЯЧО ПОЗДРАВЛЯЕМ ПРИСУЖДЕНИЕМ ВАМ ЛЕНИНСКОЙ ПРЕМИИ ТЧК НЕ ТЕРЯЕМ НАДЕЖДЫ НА ОБЕЩАННОЕ ВАМИ УЧАСТИЕ НОВОМ МИРЕ ТВАРДОВСКИЙ ДЕМЕНТЬЕВ ЗАКС.	

* Цифры, указанные после инициалов означают: 1) на телеграмме, 2) на листе, 3) на телеграмме, 4) на листе. Цифры, указанные после инициалов означают: 1) на телеграмме, 2) на листе, 3) на телеграмме, 4) на листе. Цифры, указанные после инициалов означают: 1) на телеграмме, 2) на листе, 3) на телеграмме, 4) на листе.

7-я тип. Главполиграфпрома. Зак. 376

*Вавилов С. И. — президент АН СССР, физик, основатель отечественной научной школы физической оптики.

**Твардовский А. Т. — главный редактор журнала «Новый мир», поэт; Дементьев А. Д. — зам. главного редактора журнала «Новый мир», поэт; Закс — секретарь редакции.

ЛИНДОН Б. ДЖОНСОН* — В. И. ВЕКСЛЕРУ

Белый дом
Вашингтон
24 октября 1963 г.

Уважаемый доктор Векслер!

Я хотел бы присоединить мои самые теплые поздравления к поздравлениям многих других. Я знаю, что Вам и доктору Макмиллану присуждают сегодня премию «Атом для мира». Вы оба заслужили эту награду, сделав огромный вклад в физику высоких энергий и в наше понимание атомного ядра. Ваш успех свидетельствует о единстве международного сообщества. Этот факт мудро отмечен премией государственного уровня.

Всматриваясь в список удостоенных премии, открытый доктором Бором и включающий Вас и доктора Макмиллана, я вновь убеждаюсь в интернациональном характере и языке истинной науки. Ее цели и методы, признаваемые Вами, не знают политических границ. Это явствует из практически одновременно сделанного Вами и доктором Макмилланом открытия, которое привело к созданию синхротронов и следующих поколений машин, что способствовало развитию физики высоких энергий в наших и других странах, часто на основе совместной работы.

Кажется особенно уместным, если празднование столетия Национальной академии наук явится поводом для полностью заслуженного признания Вашей деятельности, которая не только символизирует превосходство науки, но и мирные аспекты атомной энергии, и необходимость дружеского сотрудничества.

С уважением,

Линдон Б. Джонсон

*Джонсон Линдон Б. — вице-президент США, затем президент (1963–69).

THE WHITE HOUSE

WASHINGTON

October 24, 1963

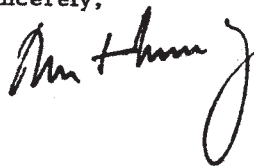
Dear Dr. Veksler:

I should like to add my warmest congratulations to the many others I know you and Dr. McMillan are receiving today in connection with the Atoms for Peace Award. The great contributions which you have both made to high energy physics and to our understanding of the atomic nucleus have fully entitled you, in the wise judgment of the Trustees of the Award, to join a very distinguished international company indeed.

In looking at the list of recipients of the award to date, led off by the late Dr. Bohr and notably including you and Dr. McMillan, I am impressed again with the international character and language of true science. Its goals and methods are shared by all and know no political boundaries. Nowhere is this more evident than in the nearly simultaneous insights by you and Dr. McMillan which led to synchrotrons and successor machines which permitted high energy physics to flower in both our nations and many others, often on a cooperative basis.

It seems especially appropriate that the centennial celebration of the National Academy of Sciences should be the setting for this well deserved recognition of your meritorious work, symbolizing not only scientific excellence but the peaceful aspects of atomic energy and the essential brotherhood of humanity.

Sincerely,



Dr. Vladimir I. Veksler
Atoms for Peace Award Presentation
The Mayflower Hotel
Washington, D. C.

Оригинал поздравления из Белого дома

М. ГОЛЬДХАБЕР* — В. И. ВЕКСЛЕРУ

[1 августа 1963 г.]

Брукхейвенская национальная лаборатория посылает свои сердечные поздравления по поводу присуждения Вам заслуженной премии «Атом для мира».

Брукхейвенская национальная лаборатория
Морис Гольдхабер, директор

В. ВАЙСКОПФ** — В. И. ВЕКСЛЕРУ

[2 августа 1963 г.]

По поручению всех сотрудников ЦЕРН — самые теплые поздравления с присуждением премии «Атом для мира».

Вайскопф, ЦЕРН

Б. М. ПОНТЕКОРВО*** — В. И. ВЕКСЛЕРУ

[6 августа 1963 г.]

Дорогой Владимир Иосифович, очень рад, что Вы получили замечательную, самую высокую международную награду по физике во всем мире. Только что узнал еще [об] одной Вашей радости — рождении сына. Сердечно поздравляю [с] обоими блестящими событиями.

Понтекорво

*Гольдхабер М. — профессор, директор Брукхейвенской национальной лаборатории, Нью-Йорк (США).

**Вайскопф В. — профессор, генеральный директор ЦЕРН.

***Понтекорво Б. М. — физик (ОИЯИ, Дубна), член-корреспондент АН СССР.

НАГРАДЫ, ПРЕМИИ, ОТКРЫТИЯ, ИЗОБРЕТЕНИЯ В. И. ВЕКСЛЕРА*

ПРЕМИИ

Премия АН СССР за оригинальную систему счетчиков частиц и исследование жесткой компоненты космического излучения (1937).

Государственная премия СССР I степени за разработку нового принципа ускорения и сооружение первых синхротронов (1951).

Ленинская премия за создание синхрофазотрона на десять миллиардов электронвольт (1959).

Международная премия «Атом для мира» («For the Benefit of Mankind») за открытие принципа автофазировки (1963).

НАГРАДЫ

Три ордена Ленина (1945, 1951, 1953).

Орден Трудового Красного Знамени (1962).

ОТКРЫТИЯ

Автофазировка в циклических резонансных ускорителях /Векслер В. И./; Диплом № 10 (1962), приоритет от 8.06.1944.

Антисигма-минус-гиперон /Векслер В. И. и др./; Диплом № 59 (1968), приоритет от 24.03.1960.

ИЗОБРЕТЕНИЯ

Кольцевой ускоритель заряженных частиц: А. с. №111367 СССР; Заявл. 29.04.1957. /Векслер В. И., Мороз Е. М./.

Способ создания заряженного сгустка частиц: А. с. №493942 СССР; Заявл. 14.01.1963. /Векслер В. И., Саранцев В. П./.

Способ коллективного (когерентного) ускорения ионов: А. с. №512605 СССР; Заявл. 02.09.1964. /Векслер В. И./.

*Подготовлено М. Г. Шафрановой и Л. Г. Лукьяновой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ТРУДОВ
В. И. ВЕКСЛЕРА*

1934

Dispersion des rayons-X par le nickel. I. La Courbe du facteur atomique pour nickel // *Physikalische Ztschr. der Sowjetunion* (Sow. Phys.). 1934. Bd. 6 (3). S. 258–267 (*Mitverf. J. Oumanski*).

1935

Dispersion des rayons-X par le nickel. II. Relation entre l'intensité des lignes de diffraction et la température // *Physikalische Ztschr. der Sowjetunion* (Sow. Phys.). 1935. Bd. 7 (3). S. 336–343 (*Mitverf. J. Oumanski*).

Новый метод измерения интенсивности рентгеновских лучей с помощью видоизмененного счетчика Гейгера–Мюллера — разрядной ионизационной камеры // *ЖЭТФ*. 1935. Т. 5 (3–4). С. 319–325 (*Совместно с А. В. Бибергалем*).

Принципы нового метода измерения интенсивности рентгеновских лучей // *ЖЭТФ*. 1935. Т. 5 (6). С. 490–495 (*Совместно с А. В. Бибергалем, М. П. Ивановым*).

О пропорциональном усилителе для слабо ионизирующих агентов // *ЖЭТФ*. 1935. Т. 5 (10). С. 970–975 (*Совместно с Б. Исаевым*).

Фотоэлемент для рентгеновских лучей // *Бюллетень ВЭИ*. 1935. Вып. 10. С. 5 (*Совместно с Б. М. Исаевым*).

1936

Измерение интенсивности рентгеновского излучения пропорциональным усилителем // *Докл. АН СССР*. 1936. Т. 3 (8). С. 369–370 (*Совместно с Б. М. Исаевым*).

Новый рентгенодефектоскоп // *Заводская лаборатория*. 1936. № 7–9. С. 1108–1111 (*Совместно с А. В. Бибергалем, Б. М. Исаевым*).

*Подготовлено Э. А. Перельштейном, Е. В. Ивановой, И. А. Волковой.

1937

Über die Ursachen der Selbsterregung in den Geiger–Müller Zählern // Physikalische Ztschr. der Sowjetunion (Sow. Phys.). 1937. Bd. 11 (3). S. 326–344 (*Mitverf. A. W. Biberhall*).

Наблюдения тяжелых частиц в космическом излучении на высоте 4250 м над уровнем моря // Докл. АН СССР. 1937. Т. 17 (4). С. 189–192 (*Совместно с Б. М. Исаевым*).

Исследование ливней на высоте 4250 м над уровнем моря // Докл. АН СССР. 1937. Т. 17 (4). С. 193–194 (*Совместно с Б. М. Исаевым*).

1938

О работе стабилизаторов Медикуса // ЖТФ. 1938. Т. 8 (1). С. 37–45.

Тяжелые электроны в составе космических лучей // Докл. АН СССР. 1938. Т. 19 (6–7). С. 479–482 (*Совместно с Н. А. Добротиным*).

Тяжелые электроны в космических лучах // Докл. АН СССР. 1938. Т. 21 (3). С. 123–126 (*Совместно с К. И. Алексеевой, Н. М. Рейновым*).

Исследование ионизационных толчков методом совпадения на Эльбрусе // Изв. АН СССР, сер. физ. 1938. (1–2). С. 123–124.

1939

О неионизирующих частицах в проникающей компоненте космической радиации // ДАН СССР. 1939. Т. 22 (6). С. 312–315.

К вопросу о вторичных мезотронах // Докл. АН СССР. 1939. Т. 25 (2). С. 104–106 (*Совместно с Н. А. Добротиным*).

1940

О вторичных мезотронах // Докл. АН СССР. 1940. Т. 29 (8–9). С. 559–561 (*Совместно с Н. А. Добротиным*).

Медленные мезотроны в космических лучах // Изв. АН СССР, сер. физ. 1940. Т. 4 (2). С. 260–265 (*Совместно с Н. А. Добротиным*).

Экспериментальные методы ядерной физики. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1940. 322 с. (*Совместно с Л. В. Грошевым, Н. А. Добротиным*).

1944

On secondary slow mesotrons // Phys. Rev. 1941. Vol. 59 (12). P. 1044–1045 (*With N. A. Dobrotin*).

О вторичных мезотронах (резюме докладов) // Изв. АН СССР, сер. физ. 1941. Т. 5 (4–5). С. 598 (*Совместно с Н. А. Добротиным*).

1944

Новый метод ускорения релятивистских частиц // Докл. АН СССР. 1944. Т. 43 (8). С. 346–348.

О новом методе ускорения релятивистских частиц // Докл. АН СССР. 1944. Т. 44 (9). С. 393–396.

1945

A new method of acceleration of relativistic particles // J. Phys. USSR. 1945. Vol. 9 (3). P. 153–158.

Highly ionising particles in the cosmic radiation // J. Phys. USSR. 1945. Vol. 9 (4). P. 277–279 (*With N. Dobrotin, N. Kchvoles*).

1946

Сильно ионизирующие частицы в космическом излучении // ЖЭТФ. 1946. Т. 16 (7). С. 553–555 (*Совместно с Н. А. Добротиным, В. А. Хволесом*).

Concerning some new methods of acceleration of relativistic particles // Phys. Rev. 1946. Vol. 69 (5–6). P. 244.

Penetrating (atmospheric) showers in cosmic rays // Phys. Rev. 1946. Vol. 70 (5–6). P. 440–441 (*With L. Groshev, L. Lazareva*).

A flat proportional counter // J. Phys. USSR. 1946. Vol. 10 (4). P. 386–387 (*With L. Bell*).

Проникающие ливни космических лучей на высоте 3680 м над уровнем моря // Докл. АН СССР. 1946. Т. 52 (2). С. 113–116 (*Совместно с Л. Н. Беллом, Н. Г. Биргер*).

Приборы для измерения толщины и разностенности полых деталей при помощи рентгеновских лучей // Новые методы измерения толщин. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946. С. 37–54 (*Совместно с О. Н. Вавиловым, Н. А. Добротиным, В. А. Цукерманом*).

1947

Об измерениях интенсивности космического излучения методом телескопа // ЖЭТФ. 1947. Т. 17 (1). С. 79–86 (*Совместно с С. А. Азимовым, Н. А. Добротиным, Г. Б. Ждановым, А. Л. Любимовым*).

Измерение интенсивности космического излучения на высоте 3860 и 5000 м // ЖЭТФ. 1947. Т. 17 (1). С. 87–91 (*Совместно с С. А. Азимовым, Г. Б. Ждановым, А. Л. Любимовым*).

Плоский пропорциональный счетчик // ЖЭТФ. 1947. Т. 17 (2). С. 170–175 (*Совместно с Л. Н. Беллом*).

Образование ливней космических лучей в толстых слоях свинца на различных высотах // ЖЭТФ. 1947. Т. 17 (11). С. 1026–1033 (*Совместно с Л. В. Курносовой, А. Л. Любимовым*).

1949

Электронно-ядерные ливни космических лучей и ядерно-каскадный процесс // ЖЭТФ. 1949. Т. 19 (9). С. 826–850 (*Совместно с Н. Г. Биргер, Н. А. Добротиным, Г. Т. Зацепиным, Л. В. Курносовой, А. Л. Любимовым, И. Л. Розенталем, Л. Х. Эйдуsom*).

Ионизационные методы исследований излучений. М.; Л.: Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1949. 424 с. (*Совместно с Л. В. Грошевым, Б. М. Исаевым*).

1952

О появлении тяжелых осколков большой энергии при расщеплении ядер космическими лучами // Докл. АН СССР. 1952. Т. 82 (6). С. 865.

1955

Стохастический метод ускорения частиц // Некоторые вопросы теории циклических ускорителей. М., 1955. С. 3–7 (*Совместно с Э. Л. Буриштейном, А. А. Коломенским*).

1956

Принципы ускорения заряженных частиц: Лекция, прочитанная на Междунар. науч.-техн. конф. по мирному использованию атомной энергии, август 1955 г. // Атомная энергия. 1956. № 1. С. 75–82.

Ускорители атомных частиц. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 48 с.

Физические основы сооружения синхрофазотрона на 10 млрд эВ // Всесоюз. конф. по физике частиц высоких энергий, 14–22 мая 1956 г. (тез. докл.). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 144; Ускорители элементарных частиц: Прил. № 4 к журн. «Атомная энергия» за 1957 г. М.: Атомиздат, 1957. С. 5–14 (*Совместно с А. А. Коломенским, В. А. Петуховым, М. С. Рабиновичем*).

Синхрофазотрон АН СССР на энергию 10 млрд эВ // Всесоюз. конф. по физике частиц высоких энергий, 14–22 мая 1956 г. (тез. докл.). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 9–11 (*Совместно с Д. В. Ефремовым, А. Л. Минцем, П. М. Зейдлицем, П. П. Ивановым, А. А. Коломенским, Е. Г. Комаром, И. Ф. Малышевым, Н. А. Моносоном, И. Х. Невяжским, В. А. Петуховым, М. С. Рабиновичем, С. М. Рубчинским, К. Д. Синельниковым*).

Синхрофазотрон на энергию 10 БэВ АН СССР // Атомная энергия. 1956. № 4. С. 22–30 (*Совместно с Д. В. Ефремовым, А. Л. Минцем, М. М. Вейсбейном, Ф. А. Водопьяновым, М. А. Гашевым, А. И. Зейдлицем, П. П. Ивановым, А. А. Коломенским, Е. Г. Комаром, И. Ф. Малышевым, Н. А. Моносоном, И. Х. Невяжским, В. А. Петуховым, М. С. Рабиновичем, С. М. Рубчинским, К. Д. Синельниковым, А. М. Столовым*).

Когерентный метод ускорения сгустков // Всесоюз. конф. по физике частиц высоких энергий, 14–22 мая 1956 г. (тез. докл.). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 202–203.

Когерентный принцип ускорения заряженных частиц // Атомная энергия. 1956. Т. 2 (5). С. 427–430; Proc. of the CERN Symp. on High Energy Accelerators and Pion Physics, Geneva, 11–23 June, 1956. Geneva, 1956. Vol. 1. P. 80–83.

Photoproduction of negative π mesons on deuterium // Proc. of the CERN Symp. on High Energy Accelerators and Pion Physics, Geneva, 11–23 June, 1956. Geneva, 1956. Vol. 2. P. 265–271 (*With M. I. Adamovich, G. V. Kuzmicheva, V. G. Larionova, S. P. Kharlamov*).

Photoproduction of pions from complex nuclei // Proc. of the CERN Symp. on High Energy Accelerators and Pion Physics, Geneva, 11–23 June, 1956. Geneva, 1956. Vol. 2. P. 288–290 (*With A. S. Belousov, V. M. Popova, N. G. Semashko, E. V. Shitov, E. I. Tamm, F. R. Iagudina*).

На конференции американских физиков // Вестн. АН СССР. 1956. № 8. С. 63–65.

1957

Особенности синхротрона на 280 МэВ ФИАН СССР // Ускорители элементарных частиц: Прил. № 4 к журн. «Атомная энергия» за 1957 г. М.: Атомиздат, 1957. С. 57–72 (*Совместно с А. Я. Беляком, В. А. Канунниковым, П. А. Черенковым, Б. Н. Яблоковым*).

Когерентный принцип ускорения заряженных частиц // Атомная энергия. 1957. Т. 2. С. 427–430.

1958

О новом механизме генерации релятивистских электронов в космическом пространстве // Докл. АН СССР. 1958. Т. 118 (2). С. 263–265.

Современное состояние проблемы ускорения атомных частиц // Вестн. АН СССР. 1958. № 5. С. 32–43; УФН. 1958. Т. 66 (1). С. 99–110.

Startup of the 10 BeV Synchrophasotron and First Results of Physical Research // Intern. Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva. 1958. Vol. 30. P. 3–11; ЯФ. 1958. Т. 1.

О циклическом ускорении частиц в высокочастотных полях // ЖЭТФ. 1958. Т. 35 (5). С. 1116–1118 (*Совместно с Л. М. Коврижных*).

1959

On Coherent Impact Acceleration // Intern. Conf. on High Energy Accelerators and Instrumentation, CERN, 1959. P. 160–166.

Нуклон-нуклонное и пион-нуклонное взаимодействие // Девятая междунар. конф. по физике высоких энергий. Киев, 15–19 июля 1959 г. С. 157–194.

1960

Рождение $\bar{\Sigma}^-$ -гиперона отрицательными π^- -мезонами с импульсом 8,3 BeV/c // ЖЭТФ. 1960. Т. 38 (4). С. 1356–1359 (*Совместно с Ван Ган-чаном, Ван Цу-цзеном, Н. М. Вирясовым, И. Враной, Дин Да-цао, Ким Хи Ином, Е. Н. Кладницкой, А. А. Кузнецовым, А. Михулом, Нгуен Дин Ты, А. В. Никитиным, М. И. Соловьевым*).

К вопросу о несохранении четности в сильных взаимодействиях с участием странных частиц // ЖЭТФ. 1960. Т. 39 (6). С. 1854–1856 (*Совместно с Ван Ган-чаном, Ван Цу-цзеном, И. Враной, Дин Да-цао, В. Г. Ивановым, Ким Хи Ином, Е. Н. Кладницкой, А. А. Кузнецовым, Нгуен Дин Ты, А. В. Никитиным, М. И. Соловьевым, Т. Хофмоклем, Чен Лин-янем*).

Remarks on high energy interactions // Intern. Conf. on High Energy Physics, Rochester. 1960. P. 810–811.

Strange particle production in $\pi^- p$ -collisions at 7–8 BeV // Annual Intern. Conf. on High Energy Physics, Rochester, Aug. 25 – Sept. 1, 1960. Rochester, 1960. P. 388–401 (*With Wang Han-chang, V. A. Belyakov, Wang Tso-tsiang, N. M. Viryasov, J. Vrana, Ding Da-tsao, M. S. Zhuravleva, V. G. Ivanov, Kim Hi In, E. N. Kladnitskaya, I. Klugov, A. A. Kuznetsov, A. Mihul, N. N. Melnikova, Nguen Dinh Tu, A. V. Nikitin, M. I. Soloviev, T. Hofmokl, Tshen Lin-jen, I. V. Chuvilo*).

1961

К вопросу о рождении странных частиц в $\pi^- p$ -взаимодействиях. Препринт ОИЯИ Д-806. Дубна, 1961. 9 с. (Совместно с И. Враной, Е. Н. Кладницкой, А. А. Кузнецовым, А. Михулом, Нгуен Дин Ты, В. Н. Пеневым, М. И. Соловьевым, Т. Хофмоклем, Чен Лин-янем).

Об изучении поляризации Λ -гиперонов при рождении в $\pi^- p$ -взаимодействиях с энергией (7–8) БэВ. Отчет ОИЯИ Б2-1133. Дубна, 1961. 97 с. (Совместно с Н. М. Вирясовым, И. Враной, Ким Хи Ином, Е. Н. Кладницкой, А. А. Кузнецовым, Нгуен Дин Ты, М. И. Соловьевым, Т. Хофмоклем, Чен Лин-янем).

Рождение $\Lambda^0(\Sigma^0)$ -гиперонов и K^0 -мезонов в $\pi^- p$ -взаимодействиях при импульсе π^- -мезонов $6,8 \pm 0,6 \text{ BeV/c}$ // ЖЭТФ. 1961. Т. 40 (2). С. 464–474 (Совместно с Ван Ган-чаном, Ван Цу-цзеном, И. Враной, Дин Да-цао, В. Г. Ивановым, Е. Н. Кладницкой, А. А. Кузнецовым, Нгуен Дин Ты, А. В. Никитиным, М. И. Соловьевым, Чен Лин-янем).

1962

Изучение рождения пар ΛK^0 и $K^0 \bar{K}^0$ в $\pi^- p$ -взаимодействиях при импульсе π^- -мезона 7–8 BeV/c // ЖЭТФ. 1962. Т. 43 (3). С. 815–822 (Совместно с Ван Юн-чаном, Ду Юань-цаем, Е. Н. Кладницкой, А. А. Кузнецовым, А. Михулом, Нгуен Дин Ты, В. Н. Пеневым, Е. С. Соколовой, М. И. Соловьевым).

Исследование процессов рождения Λ -гиперонов и K^0 -мезонов в $\pi^- p$ -взаимодействиях при энергии 7–8 БэВ. Препринт ОИЯИ Д-1105. Дубна, 1962; ЖЭТФ. 1963. Т. 44 (2). С. 431–443; Междунар. конф. по вопросам физики высоких энергий, Тихань, 25–30 сентября 1962 г. Будапешт, 1963. С. 96–119 (Совместно с В. А. Беляковым, Ван Юн-чаном, И. Враной, Ду Юань-цаем, Ким Хи Ином, Е. Н. Кладницкой, А. А. Кузнецовым, Э. Михулом, Нгуен Дин Ты, И. Патера, В. Н. Пеневым, Е. С. Соколовой, М. И. Соловьевым, Т. Хофмоклем, Чен Лин-янем, А. Михулом, Н. М. Вирясовым).

Investigation of Λ hyperon and K^0 meson production processes in $\pi^- p$ and $\pi^- C$ interactions at 7–8 GeV energy // Intern. Conf. on High Energy Physics, CERN, 1962. P. 252–260 (With V. A. Belyakov, Wang Yung-chang, N. M. Viryasov, I. Vrana, Du Yuan-cai, Kim Hi In, E. N. Kladnitskaya, A. A. Kuznetsov, A. Mikhul, E. Mikhul, Nguen Din Tu, I. Patera, V. N. Penev, E. S. Sokolova, M. I. Soloviev, T. Hofmohl, Tsen Lin-jen, M. Schneeberger).

Search for anomalous scattering of muon neutrinos by nucleons // Phys. Lett. 1962. Vol. 1 (8). P. 345–346 (*With I. M. Vasilevsky, V. V. Vishnyakov, B. Pontecorvo, A. A. Tyapkin*).

A study of ΛK^0 and $K^0 \bar{K}^0$ pair production in $\pi^- p$ and $\pi^- C$ interactions at the π^- meson momentum of 7–8 GeV/c // Intern. Conf. on High Energy Physics at CERN. Geneva, 1962. Geneva, 1962. P. 261–265 (*With V. A. Belyakov, Wang Yung-chang, N. M. Viryasov, Du Yuan-cai, Kim Hi In, E. N. Kladnitskaya, A. A. Kuznetsov, A. Mikhul, Nguen Dinh-Tu, V. N. Penev, E. S. Sokolova, M. I. Soloviev*).

A study of many-particle resonances // Intern. Conf. on High Energy Physics at CERN. Geneva, 1962. Geneva, 1962. P. 336–341 (*With V. A. Belyakov, Wang Yung-chang, N. M. Viryasov, Du Yuan-cai, Kim Hi In, E. N. Kladnitskaya, A. A. Kuznetsov, A. Mikhul, Nguen Dinh-Tu, V. N. Penev, E. S. Sokolova, M. I. Soloviev*).

Изучение многочастичных резонансов. Препринт ОИЯИ Р-1019. Дубна, 1962; Междунар. конф. по вопросам физики высоких энергий, Тихань, 25–30 сент. 1962 г. Будапешт, 1963. С. 120–135 (*Совместно с В. А. Беляковым, Ван Юнь-чаном, Н. М. Вирясовым, Ду Юань-цаем, Ким Хи Ином, Е. Н. Кладницкой, А. А. Кузнецовым, А. Михулом, Нгуен Дин Ты, В. Н. Пеневым, Е. С. Соколовой, М. И. Соловьевым*).

1963

Изучение поляризации Λ -гиперонов при рождении в $\pi^- p$ -взаимодействиях с энергией 7–8 БэВ. Препринт ОИЯИ Р-1040. Дубна, 1962. 24 с.; ЖЭТФ. 1963. Т. 44 (1). С. 84–99 (*Совместно с Н. М. Вирясовым, И. Враной, Ким Хи Ином, Е. Н. Кладницкой, А. А. Кузнецовым, Нгуен Дин Ты, М. И. Соловьевым, Т. Хофмоклем, Чен Лин-янем*).

Рождение $\bar{\Lambda}$ -гиперонов отрицательными π -мезонами с энергией 7–8 БэВ на водороде. Препринт ОИЯИ Р-1219. Дубна, 1963; ЖЭТФ. 1963. Т. 45 (8). С. 88–89 (*Совместно с А. А. Беляковым, Н. М. Вирясовым, И. Враной, Ким Хи Ином, Е. Н. Кладницкой, А. А. Кузнецовым, Нгуен Дин Ты, М. И. Соловьевым, Т. Хофмоклем, Чен Лин-янем*).

1964

Исследование резонансов в системах странных частиц и π^+ -мезонов. Ч. 1. Барионные резонансы. Препринт ОИЯИ Р-1807. Дубна, 1964 (*Совместно с В. А. Беляковым, Н. М. Вирясовым, Е. Н. Кладницкой, Г. И. Копыловым, В. Н. Пеневым, М. И. Соловьевым*).

Исследование резонансов в системах странных частиц и π^+ -, π^- -мезонов. Ч. 2. Мезонные резонансы. Препринт ОИЯИ Р-1808. Дубна, 1964 (*Совместно с В. А. Беляковым, Н. М. Вирясовым, Е. Н. Кладницкой, Г. И. Копыловым, В. Н. Пеневым, М. И. Соловьевым*).

Исследование резонансов в системах странных частиц и π^+ -, π^- -мезонов // XII Междунар. конф. по физике высоких энергий, Дубна, 1964. М., 1966. Т. 1. С. 602–606 (*Совместно с В. А. Беляковым, Н. М. Вирясовым, Е. Н. Кладницкой, Г. И. Копыловым, В. Н. Пеневым, М. И. Соловьевым*).

π -мезонные резонансы, рожденные совместно со странными частицами в π^-p -взаимодействиях при 7,5 ГэВ/с. Препринт ОИЯИ Р-1506. Дубна, 1964; ЖЭТФ. 1964. Т. 46 (6). С. 1967–1978 (*Совместно с В. А. Беляковым, Н. М. Вирясовым, Е. Н. Кладницкой, Г. И. Копыловым, А. Михулом, В. Н. Пеневым, Е. С. Соколовой, М. И. Соловьевым*).

Рождение $\Lambda(\Sigma^0)$ -гиперонов и K^0 -мезонов при взаимодействии π^- -мезонов с энергией 7 ГэВ с углеродом. Препринт ОИЯИ Р-1472. Дубна, 1963; ЖЭТФ. 1964. Т. 46 (5). С. 1586–1597 (*Совместно с В. А. Беляковым, А. В. Бояджиевым, Ван Юн-чаном, Н. М. Вирясовым, Ким Хи Ином, Е. Н. Кладницкой, А. А. Кузнецовым, В. М. Мальцевым, Нгуен Дин Ты, В. Н. Пеневым, М. И. Соловьевым*).

Фантазия становится реальностью // Природа. 1964. № 1. С. 47–49.

Электродинамический сепаратор антипротонов с импульсом 5 ГэВ/с // Тр. междунар. конф. по ускорителям, Дубна, 1963. М., 1964. С. 788–790 (*Совместно с В. А. Вагиным, В. Н. Зубаревым, А. Б. Кузнецовым, С. В. Мухиным, В. А. Петуховым, В. А. Поповым, Н. Б. Рубиным, И. Н. Семенюшкиным, В. А. Степанюком, К. В. Чехловым*).

1965

Барионные резонансы в π^-p -взаимодействиях при энергии 7,5 ГэВ с образованием странных частиц // ЯФ. 1965. Т. 1 (2). С. 338–350 (*Совместно с В. А. Беляковым, Н. М. Вирясовым, Е. Н. Кладницкой, Г. И. Копыловым, В. Н. Пеневым, М. И. Соловьевым*).

Мезонные резонансы в π^-p -взаимодействиях при энергии 7,5 ГэВ с образованием странных частиц // ЯФ. 1965. Т. 1 (2). С. 351–365 (*Совместно с В. А. Беляковым, Н. М. Вирясовым, Е. Н. Кладницкой, Г. И. Копыловым, В. Н. Пеневым, М. И. Соловьевым*).

1966

Исследование резонансов в системах странных частиц и π^+ -, π^- -мезонов. Мезонные резонансы // XII Междунар. конф. по физике высоких энергий. Дубна, 1964. М., 1966. Т. 1. С. 607–614 (Совместно с В. А. Беляковым, Н. М. Вирясовым, Е. Н. Кладницкой, Г. И. Копыловым, В. Н. Пeneвым, М. И. Соловьевым).

1967

Коллективное линейное ускорение ионов. Препринт ОИЯИ Р9-3440-2. Дубна, 1967. 15 с.; Атомная энергия. 1968. Т. 24 (4). С. 317–322 (Совместно с В. П. Саранцевым, А. Г. Бонч-Осмоловским, Г. В. Долбиловым, Г. А. Ивановым, И. Н. Ивановым, М. Л. Иовновичем, И. В. Кожуховым, А. Б. Кузнецовым, В. Г. Маханьковым, Э. А. Перельштейном, В. П. Раиевским, К. А. Решетниковой, Н. Б. Рубиным, П. И. Рыльцевым, О. И. Ярковым).

То же на англ. яз.: Collective linear acceleration of ions // Proc. of VI Intern. Conf. of High Energy Accelerators, Cambridge. Sept. 1967. Cambridge, 1967. P. 289–294 (With V. P. Sarantsev, A. G. Bonch-Osmolovsky, G. V. Dolbilov, G. A. Ivanov, I. N. Ivanov, M. L. Iovnovich, I. V. Kozhukhov, A. B. Kuznetsov, V. G. Makhan'kov, E. A. Perel'shtein, N. B. Rubin, P. I. Ryl'tsev, O. I. Yarkovoy).

Новый метод ускорения релятивистских частиц // УФН. 1967. Т. 93 (3). С. 521–523 (Воспроизводится по: Докл. АН СССР. 1944. Т. 43 (8). С. 346–348).

1969

Двухметровая водородная пузырьковая камера ОИЯИ // Пузырьковые камеры: Материалы рабочего совещ. по технике пузырьковых камер, Дубна, апр. 1969 г. С. 43–45 (Совместно с И. В. Богуславским, Ю. Т. Борзуновым, Н. М. Вирясовым, С. Выходилом, Л. Б. Головановым, Е. В. Дубковым, И. В. Зайцевым, А. Г. Зельдовичем, Ю. Д. Зерниным, Г. Н. Конским, В. П. Костиным, Б. К. Курятниковым, М. А. Либерманом, М. Малы, Б. А. Муравьевым, Н. И. Павловым, В. А. Русаковым, В. Ф. Сиколенко, Г. М. Сташковым, В. Т. Толмачевым, Д. В. Уральским, Е. П. Устенко, И. В. Чувило, Ю. Н. Шкобиным).

1973

О когерентном ударном ускорении // Теория когерентного ускорения частиц и излучения релятивистских пучков: Тр. ФИАН им. П. Н. Лебедева. М., 1973. Т. 66. С. 57–65 (*Совместно с В. Н. Цытовичем*).

С. И. Вавилов в ФИАНе // УФН. 1973. Т. 1. С. 187–190; С. И. Вавилов. Очерки и воспоминания. М.: Наука, 1981. С. 185–190; Сергей Иванович Вавилов (Сб. ст.). М.: Знание, 1981. С. 25–32.

1979

Collective linear acceleration of ions // Collective Methods of Acceleration: Papers presented at the 3rd Intern. Conf., Irvine, 22–25 May 1978. Chur a. o.: Harwood Acad. Publ., 1979. P. 23–32. (*With V. P. Sarantsev, A. G. Bonch-Osmolovsky, G. V. Dolbilov, G. A. Ivanov, I. N. Ivanov, M. L. Iovnovich, I. V. Kozhukhov, A. B. Kuznetsov, V. G. Makhankov, E. A. Perel'shtein, V. P. Rashevsky, K. A. Reshetnikova, N. B. Rubin, S. B. Rubin, P. I. Ryl'tsev, O. I. Yarkovoy*).

ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В. И. ВЕКСЛЕРА*

Владимир Иосифович Векслер родился 4 марта (19 февраля) 1907 г. в городе Житомире.

- 1925–1927 Рабочий в Москве.
- 1927–1933 Студент Института народного хозяйства им. Г. В. Плеханова, с 1930 г. — студент Московского энергетического института.
- 1931–1936 Аспирант и сотрудник Всесоюзного электротехнического института им. В. И. Ленина. Разрабатывает методы регистрации рентгеновского излучения.
- 1936–1954 Работает в Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР. Проводит исследования по физике космических лучей и новым методам ускорения заряженных частиц до высоких энергий.
- 1937–1940 Участник и руководитель Эльбрусских экспедиций ФИАН СССР.
- 1937 Премия АН СССР за оригинальную систему счетчиков частиц и исследование жесткой компоненты космического излучения.
- 1940 Защита докторской диссертации.
- 1944 Открытие принципа автофазировки, изобретение микрофона.
- 1945 Награжден орденом В. И. Ленина.
- 1946 Награжден медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».
- 1945–1947 Начальник Памирской экспедиции ФИАН СССР.
- 1946–1966 Член редколлегии журнала «Успехи физических наук».
- 1946 Избран членом-корреспондентом АН СССР.
- 1946–1966 Заведующий кафедрой Московского государственного университета, профессор.
- 1947 Руководитель работ по запуску первого в мире синхротрона на 30 МэВ.
- 1948 Награжден медалью «За доблестный труд».
- 1949–1957 Руководитель работ по созданию синхрофазотрона с энергией протонов 10 ГэВ в Дубне.

*Подготовлено Э. А. Перельштейном.

- 1951 Награжден вторым орденом Ленина. Присуждена Государственная премия СССР за разработку нового принципа ускорения и сооружение первых синхротронов.
- 1951–1956 Развитие новых принципов ускорения: радиационного, ударного, на обращенном эффекте Вавилова–Черенкова.
- 1953 Награжден третьим орденом Ленина.
- 1954–1956 Организатор и директор Электрофизической лаборатории АН СССР в Дубне.
- 1956–1966 Член редколлегии журнала «Атомная энергия».
- 1956–1966 Директор Лаборатории высоких энергий ОИЯИ (Дубна).
- 1957 Запуск синхрофазотрона в Дубне.
- 1958 Избран действительным членом АН СССР.
- 1959 Присуждена Ленинская премия СССР за создание синхрофазотрона. Награжден юбилейной медалью к 100-летию со дня рождения А. С. Попова за заслуги в деле развития и практического применения радиотехники, радиоэлектроники и электросвязи.
- 1960 Открытие антисигма-минус-гиперона.
- 1961 Награжден медалью к 250-летию со дня рождения М. В. Ломоносова.
- 1962 Награжден орденом Трудового Красного Знамени.
- 1962–1966 Разработка принципов коллективного ускорения ионов электронными кольцами.
- 1963 Присуждена международная премия «Атом для мира». Избран почетным доктором Высшего технического училища в Праге (ЧССР).
- 1963–1966 Академик-секретарь Отделения ядерной физики АН СССР, член президиума АН СССР.
- 1964–1966 Основатель и главный редактор журнала «Ядерная физика», член редакционно-издательского совета АН СССР.
- Скончался 22 сентября 1966 г. в Москве.

КРАТКИЕ СПРАВКИ ОБ АВТОРАХ СТАТЕЙ*

АСКАРЬЯН Гурген Ашотович* (1928–1997) — физик, доктор физико-математических наук. Работал в лаборатории ускорителей ФИАНа, затем в Институте общей физики АН СССР, лауреат Ленинской премии СССР и Государственной премии УССР. Тесно сотрудничал с В. И. Векслером. Основные работы в области физики плазмы и взаимодействия мощного излучения с веществом, ядерной физики высоких энергий, нелинейной оптики, в области методов регистрации частиц.

БАЛДИН Александр Михайлович (1926–2001) — инженер-физик, профессор, академик РАН, лауреат Ленинской и Государственной премий СССР, премии РАН им. В. И. Векслера, соавтор двух научных открытий. Работал в ФИАНе, в Лаборатории теоретической физики ОИЯИ, был директором Лаборатории высоких энергий (1968–1997), почетным ее директором. Создатель сверхпроводящего ускорителя нуклотрон, принимал участие в подготовке проекта синхрофазотрона. Основные работы в области теоретической физики, физики элементарных частиц, релятивистской ядерной физики, ядерной физики, ускорителей.

БЕЛЛ Леон Натанович* (р. 1918) — биолог, физик, кандидат физико-математических наук, доктор биологических наук, лауреат премии им. К. А. Тимирязева АН СССР. Участник Памирских экспедиций ФИАНа. С 1948 г. работал старшим научным сотрудником Института физиологии растений АН СССР им. К. А. Тимирязева. Основные работы в области фотосинтеза растений.

БЛОХ Абрам Моисеевич (р. 1927) — геолог, доктор геолого-минералогических наук. Работает в Институте геологии рудных месторождений РАН. Основные работы в области геологии и истории науки.

БЛОХИНЦЕВ Дмитрий Иванович (1908–1979) — физик, профессор, член-корреспондент АН УССР, лауреат Ленинской и двух Государственных премий СССР, Герой Социалистического Труда, основатель и первый директор Физико-энергетического института (ФЭИ) в Обнинске, один из создателей и первый директор ОИЯИ (1956–1965). Научный руководитель работ по проектированию, созданию и пуску первой в мире атомной электростанции в ФЭИ, импульсных реакторов ИБР-1 и ИБР-2 в ОИЯИ; профессор, заведующий кафедрой МГУ. Основные работы в области квантовой механики, квантовой теории твердого тела, квантовой теории поля; нейтронной физики; ядерной энергетики; философии.

Подготовили А. Н. Горбунов, М. Д. Шафранов и М. Г. Шафранова. Сведения об ученых, полученные из книги «Воспоминания о В. И. Векслере» (под ред. М. А. Маркова и А. Н. Горбунова. М., 1987), помечены знаком.

ВАСИЛЬЕВ Атлант Анатольевич (р. 1928) — инженер-физик, доктор технических наук, профессор, академик Российской академии электротехнических наук. Работал начальником Главного управления ускорителей и термоядерных исследований ГКАЭ СССР, начальником главка в Министерстве РФ по атомной энергии, затем заместителем директора МРТИ. Основные работы в области ускорителей заряженных частиц.

ВИРЯСОВ Николай Матвеевич (р. 1926) — физик, кандидат физико-математических наук. С 1953 г. работал в ТДС-533, затем в ЭФЛАН и ЛВЭ ОИЯИ, был начальником отдела. Участник ряда экспериментов на синхрофазотроне и серпуховском ускорителе, в т. ч. первых. Основные работы в области физики высоких энергий.

ВОДОПЬЯНОВ Федор Алексеевич (1915–1997) — инженер-исследователь, доктор технических наук, профессор. Работал в Радиотехническом институте АН СССР, лауреат Ленинской премии за создание синхрофазотрона. Основные работы в области радиотехники. Разработал задающий генератор синхрофазотрона.

ГЛАГОЛЕВ Виктор Викторович (р. 1931) — физик, доктор физико-математических наук, профессор. Работал в ЭФЛАН с 1955 г., затем в ЛВЭ ОИЯИ, с 1993 г. — начальник отдела. Участник ряда экспериментов на синхрофазотроне, в т. ч. первых. Основные работы в области экспериментальной физики ядра и элементарных частиц.

ГОЛУТВИН Игорь Анатольевич (р. 1934) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, академик РАИН. Работает в ОИЯИ с 1958 г., участник первых экспериментов на синхрофазотроне, был зам. директора Лаборатории физики частиц ОИЯИ, руководитель сотрудничества институтов России и стран-участниц ОИЯИ в проекте CMS в ЦЕРН. Основные работы в области экспериментальной физики элементарных частиц и высоких энергий.

ГОЛЬДАНСКИЙ Виталий Иосифович* (1923–2001) — физик, химик, профессор, академик АН СССР, лауреат Ленинской премии, удостоен золотой медали и премии им. Д. И. Менделеева, международной премии им. А. П. Карпинского, член ряда зарубежных академий и научных обществ. Работал в ФИАНе, где экспериментально исследовал комптон-эффект на протоне и фоторождение пионов на 265-МэВ синхротроне. Другие основные работы выполнены в Институте химической физики АН СССР в области химической физики, радиационной химии, ядерной физики.

ГОРБУНОВ Андрей Николаевич* (1921–2003) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР. Работал в ФИАНе в лаборатории космических лучей, за-

тем в лаборатории фотомезонных процессов, многократный участник Памирских экспедиций. Основные работы в области исследования космического излучения, ядерной физики, физики элементарных частиц и истории науки. В течение многих лет вел экспериментальные исследования на 250-МэВ электронном синхротроне ФИАН. Редактор и составитель книги «Воспоминания о В. И. Векслере» (М., 1987) и др.

ГРАМЕНИЦКИЙ Игорь Михайлович (р. 1930) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН. Работал в ФИАНе (1953–1957), с 1957 г. в ЛВЭ, ЛФЧ ОИЯИ, главный научный сотрудник; заведующий кафедрой физики в Международном университете природы, общества и человека «Дубна». Участник и руководитель экспериментов на синхрофазотроне, в т. ч. первых, руководитель ряда экспериментов на серпуховском ускорителе, участник проекта CMS в ЦЕРН. Основные работы в области экспериментальной физики элементарных частиц.

ДЕЛОНЕ Николай Борисович* (р. 1926) — физик, доктор физико-математических наук, профессор. Работал в Институте общей физики АН СССР, затем в ФИАНе на 250-МэВ синхротроне. Участник первой Памирской экспедиции ФИАН. Основные работы — исследование ионизации атомов, известен открытием и исследованием процесса многофотонной ионизации атомов.

ДОБРОТИН Николай Алексеевич* (1908–2002) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, академик АН Казахской ССР, лауреат Государственной премии СССР. В ФИАНе на протяжении многих лет руководил лабораторией космических лучей, Памирскими экспедициями, был зам. директора института. Работал с В. И. Векслером в ряде экспедиций на Эльбрусе и Памире, затем был зам. директора Института физики высоких энергий АН КазССР. Основные работы в области космических лучей.

ЗЕЛЬЧИНСКИЙ Мечислав (р. 1930) — польский физик, профессор, участник экспериментов на синхрофазотроне. Работает в Институте атомной энергии (Сверк, Польша). Основные работы в области радиационной дозиметрии, радиобиологии.

ЗИНОВЬЕВ Леонид Петрович (1912–1998) — электрофизик, доктор технических наук, профессор, лауреат Ленинской премии за создание синхрофазотрона. Работал в Лаборатории «В» (Обнинск), в ФИАНе (1949–1955), ЭФЛАН (1955–1956), в ЛВЭ ОИЯИ (1956–1988) — начальником отдела синхрофазотрона, руководителем работ по его запуску и модернизации. Основные работы в области экспериментальной физики ускорителей заряженных частиц.

ИВАНОВА Надежда Сергеевна* (1912–1998) — физик, доктор физико-математических наук. Участница экспедиций на Эльбрус и Памир. Работала в ФИАНе, затем в Ленинградском физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе АН СССР. Основные работы в области физики космических лучей.

ИСАЕВ Борис Михайлович* (р. 1913) — физик, доктор технических наук, лауреат двух Государственных премий СССР. Работал во Всесоюзном электротехническом институте под руководством В. И. Векслера, участвовал в Эльбруских экспедициях, затем во Всесоюзном институте экспериментальной медицины, Институте биофизики, Всесоюзном институте физико-технических и радиотехнических измерений. Основные работы в области дозиметрии ионизирующих излучений.

ИСАЕВ Петр Степанович (р. 1924) — физик, доктор физико-математических наук, профессор. Работал в ТДС-533, ЭФЛАН (1952–1956), с 1956 г. — в ЛТФ ОИЯИ, ведущий научный сотрудник. Участвовал в разработке физической программы на синхрофазотроне. Основные работы в области теории элементарных частиц.

ИССИНСКИЙ Игорь Борисович (р. 1929) — инженер-физик, кандидат технических наук. Работал в ФИАНе, затем с 1953 г. в ТДС-533, ЭФЛАН и ЛВЭ ОИЯИ. Участвовал в создании синхрофазотрона. Основные работы в области ускорителей заряженных частиц.

КАДЫШЕВСКИЙ Владимир Георгиевич (р. 1937) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН, член ряда других академий, почетный директор ряда зарубежных университетов. Работает в ОИЯИ с 1962 г., директор ЛТФ (1987–1992), с 1992 г. директор ОИЯИ. Профессор МГУ, председатель Международного университета природы, общества и человека «Дубна». Основные работы в области теоретической физики: теории симметрии элементарных частиц, квантовой теории поля, геометрических и теоретико-групповых методов в физике.

КОЛОМЕНСКИЙ Андрей Александрович* (1920–1990) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Ленинской премии за создание синхрофазотрона и Государственной премии. С 1946 г. работал в ФИАНе зав. лабораторией, был зав. кафедрой ускорителей физфака МГУ. Ученик В. И. Векслера, один из руководителей работ по проекту синхрофазотрона. Основные работы в области ускорителей, новых методов ускорения частиц, физики плазмы.

КОТОВ Владилен Иванович (р. 1930) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ. С 1956 г. работал в ОИЯИ, принимал участие в запуске синхрофазотро-

на; с 1964 г. — в ИФВЭ (Серпухов), руководитель отдела. Основные работы в области физики пучков частиц и ускорительной техники.

КУЗНЕЦОВ Анатолий Алексеевич (р. 1930) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, академик РАЕН, лауреат Государственной премии СССР, заслуженный деятель науки РФ, соавтор научного открытия. Работал в ЭФЛАН (1955–1956), затем в ЛВЭ ОИЯИ зам. директора, в настоящее время советник дирекции ОИЯИ. Участник экспериментов на синхрофазотроне, в т. ч. первых. Основные работы в области физики элементарных частиц и релятивистской ядерной физики.

ЛЮБИМОВ Александр Львович (р. 1918) — физик, доктор физико-математических наук, профессор. Работал в ФИАНе, участвовал в Памирских экспедициях, затем в ЛВЭ ОИЯИ, в настоящее время главный научный сотрудник ЛФЧ ОИЯИ. Основные работы в области исследования космических лучей, физики элементарных частиц и методики физического эксперимента.

МАРКОВ Моисей Александрович (1908–1994) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН, Герой Социалистического Труда. С 1934 г. работал в ФИАНе, в ТДС-533, ЭФЛАН, в которой руководил теоретическим отделом, один из руководителей работ по проекту синхрофазотрона; затем работал в ЛТФ ОИЯИ. Профессор МГУ, МФТИ, академик-секретарь Отделения ядерной физики АН СССР (1967–1988) — сменил В. И. Векслера на этом посту. Основные работы в области квантовой механики, физики элементарных частиц, космологии.

МЕШКОВ Игорь Николаевич (р. 1936) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН. Работал в Институте ядерной физики им. Г. И. Будкера (Новосибирск), затем с 1993 г. в ОИЯИ, с 1998 по 2002 г. — главный инженер ОИЯИ. Основные работы в области физики и техники ускорителей частиц, пучков, их электронного охлаждения; физики высоких энергий; физики плазмы; приложения ускорителей.

МИНЦ Александр Львович (1895–1974) — инженер-физик, академик АН СССР, лауреат Государственных премий СССР (1946, 1951 — за создание синхроциклотрона ОИЯИ) и Ленинской премии (1959) за создание синхрофазотрона ОИЯИ, Герой Социалистического Труда, награжден золотой медалью им. А. С. Попова. Руководил строительством мощных радиостанций, разработкой радиоэлектроники и ускоряющих систем больших советских циклических и линейных ускорителей (синхрофазотрона и синхроциклотрона ОИЯИ, синхротрона ИТЭФ, серпуховского синхротрона и линейного инжектора к нему). Руководил Ра-

диотехнической лабораторией АН СССР и затем Радиотехническим институтом АН СССР.

МОНОСЗОН Наум Абрамович* (р. 1915) — доктор технических наук, профессор, лауреат Ленинской премии за создание синхрофазотрона ОИЯИ. Работал начальником отделения в Научно-исследовательском институте электрофизической аппаратуры. Основные работы в области ускорительной техники.

МЫЗНИКОВ Кирилл Петрович (р. 1929) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ. Работал в ФИАНе, затем в ТДС-533, ЭФЛАН и в ЛВЭ ОИЯИ (1953–1966), принимал участие в запуске синхрофазотрона; с 1966 г. работает начальником отдела ИФВЭ (Серпухов). Основные работы в области физики пучков заряженных частиц и ускорительной техники.

НЕСМЕЯНОВ Александр Николаевич (1899–1980) — химик-органик, академик АН СССР, президент АН СССР (1951–1961), лауреат Государственной и Ленинской премий, Герой Социалистического Труда. Директор Института элементоорганических соединений АН СССР. Основные работы в области химии металлоорганических соединений.

НИКИТИН Владимир Алексеевич (р. 1934) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, соавтор двух научных открытий. С 1958 г. работает в ЛВЭ, затем в ЛФЧ ОИЯИ, начальник сектора. Участник первых экспериментов на синхрофазотроне и на серпуховском ускорителе. Создатель метода многократных прохождений внутреннего пучка ускорителя через тонкую мишень. Соавтор проекта первого совместного США–ОИЯИ эксперимента на ускорителе FNAL и первый его руководитель. Основные работы в области экспериментальной физики элементарных частиц и атомного ядра и методики эксперимента.

ПАВЛОВ Николай Иванович (1906–1976) — инженер. Работал в ТДС-533, ЭФЛАН, в ЛВЭ ОИЯИ (1954–1974), главный инженер ЛВЭ. Основные работы в области организации пуска и наладки синхрофазотрона, инженерной его эксплуатации.

ПЕНЕВ Владимир Николов (р. 1936) — болгарский физик, доктор физико-математических наук, профессор. Работает в ЛВЭ ОИЯИ с 1967 г., был зам. директора ЛВЭ, участник экспериментов на синхрофазотроне. Основные работы в области экспериментальной физики элементарных частиц.

ПЕРЕЛЬШТЕЙН Элкуно Аврумович (р. 1939) — физик, доктор физико-математических наук, профессор. Работает в ОИЯИ с 1962 г., начальник сектора. Основные работы в области теоретической физики,

физики пучков заряженных частиц и ускорителей, релятивистской СВЧ-электроники, коллективных методов ускорения.

ПИЛИПЕНКО Юрий Константинович (р. 1932) — инженер-физик, кандидат технических наук, лауреат Государственной премии СССР. Работал в ЭФЛАН с 1955 г., затем в ЛВЭ ОИЯИ, начальник криогенного отдела. Один из создателей первой струйной мишени на внутреннем пучке ускорителя, участник ряда экспериментов на синхрофазотроне, серпуховском ускорителе и ускорителе FNAL (США), в т. ч. первых. Основные работы в области криогеники, методики эксперимента, поляризационной технологии.

ПОПОВ Юрий Михайлович (р. 1919) — начальник отдела кадров ОИЯИ, позже зам. директора ЛВЭ по общим вопросам. В течение 20 лет был организатором пробега памяти В. И. Векслера.

РАБИНОВИЧ Матвей Самсонович* (1919–1982) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Ленинской премии за создание синхрофазотрона и Государственной премии СССР. С 1948 г. работал в ФИАНе в лаборатории В. И. Векслера, вместе с которым заложил основы теории циклических ускорителей, участвовал в разработке проекта, наладке и пуске электронного синхротрона ФИАНа на 250 МэВ, затем синхрофазотрона в Дубне, был одним из руководителей проекта синхрофазотрона. С 1960 г. и до конца жизни руководил лабораторией физики плазмы ФИАНа. Основатель журнала «Физика плазмы». Основные работы в области физики ускорителей заряженных частиц, физики плазмы и управляемого термоядерного синтеза.

РАТНЕР Борис Самуилович* (р. 1918) — физик, кандидат физико-математических наук. Один из первых сотрудников В. И. Векслера в ФИАНе, участвовал в сооружении и запуске электронного синхротрона ФИАНа на энергию 30 МэВ. Много лет вел экспериментальные исследования на этом синхротроне. Основные работы в области взаимодействия электромагнитного излучения с ядрами.

РУХАДЗЕ Анри Амвросиевич — физик, доктор физико-математических наук, профессор. Работал в ФИАНе, в настоящее время в ИОФАН. Основные исследования в области физики плазмы.

САНЬКО Зоя Иосифовна (р. 1925) — секретарь В. И. Векслера с 1956 по 1966 г., затем старший инспектор — секретарь ЛВЭ ОИЯИ.

САРАНЦЕВ Владислав Павлович (1930–1995) — физик, доктор физико-математических наук, профессор. Участник Памирской экспедиции ФИАНа. Работал с 1954 г. в ТДС-533, ЭФЛАН (1954–1956), затем в ЛВЭ, ОНМУ и ЛФЧ ОИЯИ, был главным инженером ОИЯИ. Один из ведущих сотрудников при запуске синхрофазотрона и ближайших сподвижников В. И. Векслера, вместе с которым создал Отдел новых мето-

дов ускорения ОИЯИ. Возглавлял ОНМУ в течение 1966–1990 гг., затем был зам. директора ЛФЧ ОИЯИ. Основные работы в области физики и техники ускорителей.

СВИРИДОВ (КОПЫЛОВ-СВИРИДОВ) Виктор Алексеевич (1931–1991) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, соавтор двух научных открытий. С 1954 г. работал в ЭФЛАН, затем в ЛВЭ и ЛФЧ ОИЯИ начальником отдела. Участник и руководитель ряда экспериментов на синхрофазотроне и на серпуховском ускорителе, создатель метода многократных проходов внутреннего пучка ускорителя через тонкую мишень. Соавтор проекта первого совместного ОИЯИ–США эксперимента на ускорителе FNAL. Основные работы в области экспериментальной физики элементарных частиц и высоких энергий и методики физического эксперимента.

СЕМЕНЮШКИН Игорь Николаевич (р. 1928) — физик, кандидат физико-математических наук. Работал в Радиовом институте (Ленинград); с 1956 г. в ЛВЭ ОИЯИ, был зам. директора по ускорителю, в настоящее время — советник при дирекции ЛВЭ. Основные работы в области экспериментальной ядерной физики, создания каналов пучков частиц и аппаратуры.

СИДОРОВА Екатерина Владимировна* (р. 1932) — дочь В. И. Векслера, биолог, доктор биологических наук, профессор, зав. отделом Московского НИИ вирусных препаратов РАМН. Основные работы в области клеточной и молекулярной иммунологии.

СИСКАЯН Алексей Норайрович (р. 1944) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, академик РАИН, РАЕН и других академий. Работает в ОИЯИ с 1968 г., с 1989 г. вице-директор ОИЯИ, с 2003 г. также и. о. директора ЛТФ ОИЯИ; профессор МГУ, МИРЭА, вице-президент, зав. кафедрой Международного университета природы, общества и человека «Дубна», член Международного и Европейского комитетов по ускорителям будущего. Сопредседатель комитета по сотрудничеству ОИЯИ с ЦЕРН. Основные работы в области квантовой механики, квантовой теории поля, квантовой хромодинамики, программ исследования на электрон-позитронных накопителях, информатизации научных исследований.

СКОБЕЛЬЦЫН Дмитрий Владимирович (1892–1990) — физик, профессор, академик АН СССР, лауреат Ленинской и Государственной премий СССР, Герой Социалистического Труда, награжден премией им. Д. И. Менделеева, золотой медалью им. С. И. Вавилова. Работал в Ленинградском политехническом институте, одновременно в 1925–1939 гг. — в Ленинградском физико-техническом институте,

с 1937 г. — в ФИАНе, директором которого был с 1951 по 1972 г. Создатель и первый директор НИИЯФ МГУ, зав. кафедрой МГУ. Патриарх советской ядерной физики, основоположник исследований в физике космических лучей в СССР. Впервые поместил камеру Вильсона в магнитное поле для определения импульса заряженных частиц. Подробно исследовал комптон-эффект. Начал исследования взаимодействия релятивистских частиц с веществом.

СЛЕПЕЦ Людмила Андреевна (р. 1936) — физик, кандидат физико-математических наук, в течение многих лет работает в ЛВЭ и ЛФЧ ОИЯИ, участвовала в экспериментах на синхрофазотроне ОИЯИ и ускорителе ИФВЭ в Серпухове. Основные работы в области физики высоких энергий и элементарных частиц.

СОЛОВЬЕВ Михаил Иосифович (1922–1995) — физик, доктор физико-математических наук, профессор. Соавтор научного открытия. С 1955 г. работал в ЭФЛАН, затем в ЛВЭ ОИЯИ, возглавлял серпуховский научно-экспериментальный отдел ОИЯИ, затем в ЛСВЭ был главным научным сотрудником; профессор МГУ, МИРЭА. Участник ряда экспериментов на синхрофазотроне и серпуховском ускорителе, в т. ч. первых. Создатель пропановых пузырьковых камер в ЛВЭ ОИЯИ. Основные работы в области экспериментальной физики элементарных частиц и высоких энергий.

СОСНОВСКИЙ Рышард (р. 1932) — польский физик, академик Польской АН, лауреат Государственной премии Польши и премии им. М. Склодовской-Кюри Польской АН. Работает начальником отдела ИЯИ (Варшава), член Ученого совета ОИЯИ. Участвовал в экспериментах на синхрофазотроне. Основные работы в области ядерной спектроскопии, физики элементарных частиц.

СУХАРЕВСКИЙ Юрий Михайлович* (р. 1906) — физик, доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР. С 1931 г. работал в ФИАНе, затем в Акустическом институте им. академика Н. Н. Андреева. В 1942 г. вместе с В. И. Векслером и Д. И. Блохинцевым исследовал и совершенствовал звукоулавливатели. В процессе этой работы по идее В. И. Векслера на основе принципа совпадений был разработан первый в мире объективный акустический обнаружитель-пеленгатор.

ТЯПКИН Алексей Алексеевич (р. 1926) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ. Работал в ЛИПАН, Институте атомной энергии, затем с 1953 г. в ГТЛ, ИЯП и ОИЯИ, главный научный сотрудник ЛФЧ; зав. кафедрой физики элементарных частиц МГУ. Основные работы в области экспериментальной физики высоких энергий, разработки методов регистрации частиц, истории физики.

ФАЙНБЕРГ Яков Борисович* (р. 1918) — физик, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, заслуженный деятель науки СССР. С 1946 г. работал в Харьковском физико-техническом институте АН СССР, профессор Харьковского государственного университета. Тесно сотрудничал с В. И. Векслером. Основные работы в области физики и техники ускорителей, физики плазмы, плазменной электроники, управляемого термоядерного синтеза.

ФЕДУКОВ Степан Васильевич (р. 1923) — инженер-физик, работал в ТДС-533, затем в ЛВЭ ОИЯИ в 1952–2001 гг., руководил группой управления и измерения характеристик магнитного поля синхрофазотрона, участвовал в его запуске, эксплуатации и модернизации. Основные работы в области техники ускорителей.

ФЛЕРОВ Георгий Николаевич (1913–1990) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, академик АН СССР, лауреат Ленинской и Государственной премий СССР, Герой Социалистического Труда, награжден целым рядом премий имени выдающихся ученых, соавтор шести научных открытий. Работал в ФТИ (Ленинград), ЛИПАН (1943–1957), затем в ОИЯИ, создатель и первый директор ЛЯР ОИЯИ (1957–1990). Один из создателей первой советской ядерной бомбы. Основные работы в области физики деления тяжелых ядер, получения и ускорения многозарядных тяжелых ионов, синтеза новых трансурановых элементов, применения методов ядерной физики в других областях науки и техники, создания ряда ускорителей для этих целей.

ФРАНК Илья Михайлович (1908–1990) — физик, доктор физико-математических наук, академик АН СССР, лауреат Государственных премий СССР, лауреат Нобелевской премии по физике за открытие и объяснение эффекта Вавилова–Черенкова, соавтор научного открытия. Работал в ГОИ (Ленинград), ФИАН (1934–1956), зав. лабораторией. Основатель (1956) и первый директор ЛНФ ОИЯИ, затем ее почетный директор, зав. кафедрой, профессор МГУ. Основные работы в области ядерной физики, нейтронной физики, классической электродинамики, создания ядерных реакторов, оптики.

ХРЫНКЕВИЧ Анджей (р. 1925) — польский физик, академик Польской АН, лауреат ряда престижных премий, член ряда академий. Был вице-директором ОИЯИ, директором Института ядерной физики им. Г. Неводничанского (Краков), член Ученого совета ОИЯИ; полномочный представитель правительства Польши в ОИЯИ. Основные работы в области ядерной спектроскопии и сверхтонких взаимодействий, сверхтонких полей и атомных взаимодействий в сплавах и межметаллических соединениях.

ЧУВИЛО Иван Васильевич (1924–2001) — физик, доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, крупный организатор науки. Соавтор научного открытия. С 1948 г. работал в ФИАНе, участвовал в Памирских экспедициях 1947–1948 гг., затем работал в ТДС-533, ЭФЛАН и ЛВЭ ОИЯИ в качестве заместителя В. И. Векслера по науке. В 1966–1968 гг. возглавлял ЛВЭ, с 1968 по 1997 г. был директором ИТЭФ. Один из ближайших сподвижников В. И. Векслера, участвовал в подготовке проекта синхрофазотрона, руководил подготовкой экспериментов на синхрофазотроне, участник ряда экспериментов на нем, в т. ч. первых. Основные работы в области ядерной физики, физики элементарных частиц, методики эксперимента, создания тяжелогазовых пузырьковых камер, ускорительной техники, подкритических ядерных реакторов — высокопоточных нейтронных генераторов.

ШАФРАНОВ Михаил Дмитриевич (р. 1925) — физик, кандидат физико-математических наук. Участник Памирской экспедиции ФИАНа. С 1954 г. работал в ТДС-533, ЭФЛАН, затем в ЛВЭ ОИЯИ начальником научно-экспериментального отдела водородных камер, в настоящее время ведущий научный сотрудник ЛФЧ ОИЯИ. Руководитель ряда экспериментов на синхрофазотроне и серпуховском ускорителе, в т. ч. первых. Основные работы в области экспериментальной физики частиц, методики эксперимента, численных решений задач электростатики диэлектриков и проводников, истории физики.

ШАФРАНОВА Мария Георгиевна (р. 1930) — физик, кандидат физико-математических наук, лауреат Государственной премии СССР, соавтор двух научных открытий. С 1954 г. работала в ТДС-533, ЭФЛАН, ЛВЭ, затем в ЛФЧ ОИЯИ, ведущий научный сотрудник. Участник ряда экспериментов на синхрофазотроне и серпуховском ускорителе, в т. ч. первых, одна из авторов проекта первого совместного ОИЯИ–США эксперимента на ускорителе FNAL. Автор информационно-биографического справочника «Объединенный институт ядерных исследований». Основные работы в области экспериментальной физики элементарных частиц и высоких энергий, ионной радиографии, истории науки.

ШИРОКОВ Михаил Иванович (р. 1929) — физик, доктор физико-математических наук. С 1953 г. работал в ТДС-533, ЭФЛАН, затем в ОИЯИ. Участвовал в разработке программы исследований на синхрофазотроне. Основные работы в области теоретической и математической физики.

ЯНИК Ежи (р. 1927) — польский физик, профессор, академик Польской АН. Руководитель лаборатории Института ядерной физики им. Г. Неводничанского (Краков), член Ученого совета ОИЯИ. Основные работы в области физики твердого тела.

ОСНОВНЫЕ АББРЕВИАТУРЫ

АН	— Академия наук	МГУ	— Московский государственный университет
ВНИИ	— Всесоюзный научно-исследовательский институт	МИФИ	— Московский инженерно-физический институт
ГКАЭ	— Государственный комитет по атомной энергии	МРТИ	— Московский радиотехнический институт
ГОИ	— Государственный оптический институт	НИИ	— Научно-исследовательский институт
ИАЭ	— Институт атомной энергии	НИИЯФ	— Научно-исследовательский институт ядерной физики
ИКФА (ICFA)	— Международный комитет по ускорителям будущего	НИКИЭТ	— Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники
ИТЭФ	— Институт теоретической и экспериментальной физики	ОИЯИ	— Объединенный институт ядерных исследований
ИФВЭ	— Институт физики высоких энергий	ОНМУ	— Отдел новых методов ускорения
ИЯИ	— Институт ядерных исследований	РАЕН	— Российская академия естественных наук
ЛВЭ	— Лаборатория высоких энергий	РАИН	— Российская академия инженерных наук
ЛИПАН	— Лаборатория измерительных приборов АН СССР	РАН	— Российская академия наук
ЛНФ	— Лаборатория нейтронной физики	РНЦ	— Российский научный центр
ЛСВЭ	— Лаборатория сверхвысоких энергий (ныне ЛФЧ)	ТДС-533	— Техническая дирекция строительства-533
ЛТФ	— Лаборатория теоретической физики	ФИАН	— Физический институт АН СССР
ЛФЧ	— Лаборатория физики частиц	ФЭИ	— Физико-энергетический институт
ЛЯП	— Лаборатория ядерных проблем	ЦЕРН	— Европейский центр ядерных исследований
ЛЯР	— Лаборатория ядерных реакций	ЭФЛАН	— Электрофизическая лаборатория АН СССР

БЛАГОДАРНОСТИ

Редактор-составитель благодарен В. Г. Кадышевскому, А. Н. Сисакяну, А. И. Малахову и В. Д. Кекелидзе — за ценные советы и поддержку; [А. Н. Горбунову], Э. А. Перельштейну, М. Д. Шафранову — за ценные советы и участие в подготовке материалов; Е. В. Сидоровой, А. Л. Любимову, И. Н. Семенюшкину, Е. Н. Кладницкой, Л. Л. Зиновьевой, Л. Г. Лукьяновой, А. П. Царенкову — за полезные обсуждения и ценные советы; Б. М. Старченко — за подготовку фотоблоков; М. С. Язвицкой (Тулянкиной), З. И. Санько — за ценные обсуждения и предоставление фотографий из личных архивов; Е. М. Молчанову — за помощь в поиске публикаций в газете «За коммунизм» и участие в литературном редактировании некоторых статей; А. А. Белькову и И. М. Мельниченко — за содействие в организации работы; В. Ю. Шевцовой — за набор и оформление материалов; М. П. Греховой, А. Х. Будиловой, Т. И. Владимировой, Е. Н. Шамаевой, Л. Г. Игнатовой, О. А. Севериновой — за помощь при подготовке материалов; Т. Н. Харжеевой, Е. В. Ивановой, И. А. Волковой — за участие в подготовке библиографического списка.

Особая благодарность коллективу издательского отдела ОИЯИ во главе с Т. Я. Жабицкой, редакторам книги Е. В. Калининской, М. И. Зарубиной, А. Н. Шабашовой.

Владимир Иосифович Векслер

Редактор-составитель *М. Г. Шафранова*

2003-60

Редакторы *М. И. Зарубина, Е. В. Калининкова, А. Н. Шабашова*

Корректор *Е. В. Сабаева*

Компьютерная верстка *О. В. Устиновой, И. Г. Андреевой*

Подписано в печать 02.09.2003.

Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 28,13. Уч.-изд. л. 30,9. Тираж 600 экз. Заказ № 54063.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.

E-mail: publish@pds.jinr.ru

www.jinr.ru/publish/



В. И. Векслер. Середина 30-х годов



Володя Векслер с матерью Региной Владиславовной. 1917 г.



Володя Векслер (слева) в гимназические годы. 1919 г.



С матерью. Середина 20-х годов



С друзьями. 1926 г.



С женой и дочерью. Середина 30-х годов



В. И. Векслер — электромонтер на ситценабивной фабрике им. Я. М. Свердлова.
1927 г.



В кругу друзей. Конец 30-х годов



В. И. Векслер с участниками Памирской экспедиции. 1947 г.



В. И. Векслер с женой Ниной Александровной Сидоровой на Памире.
Чечекты, 1947 г.



На Памире. 1947 г.



Подготовка к восхождению на седловину Эльбруса. 1938 г.



В лесу



В часы досуга — пинг-понг



На отдыхе



В. И. Векслер. 50-е годы



1959 г.



Главное здание синхрофазотрона



Пульт управления синхрофазотроном



Синхрофазотрон. Общий вид



Москва, март 1956 г. Делегация СССР на совещании представителей правительств государств — учредителей Объединенного института ядерных исследований. В первом ряду (слева направо): В. И. Векслер, А. В. Топчиев, Д. И. Блохинцев, М. Г. Мещеряков



5-я сессия Ученого совета ОИЯИ. В первом ряду (слева направо): И. М. Франк, М. Даныш, В. П. Джелепов, Д. И. Блохинцев, В. И. Векслер, Н. Н. Боголюбов, Г. Н. Флеров; во втором ряду: В. Вотруба, В. Н. Сергиенко, А. М. Рыжов. 1958 г.



В. И. Векслер выступает на Ученом совете ОИЯИ



Л. П. Зиновьев, В. И. Векслер, В. А. Петухов. 1960 г.



С. Н. Юров, В. И. Векслер, К. Н. Чехлов. 60-е годы



В. И. Векслер на Международной конференции
по физике высоких энергий. Киев, 1959 г.



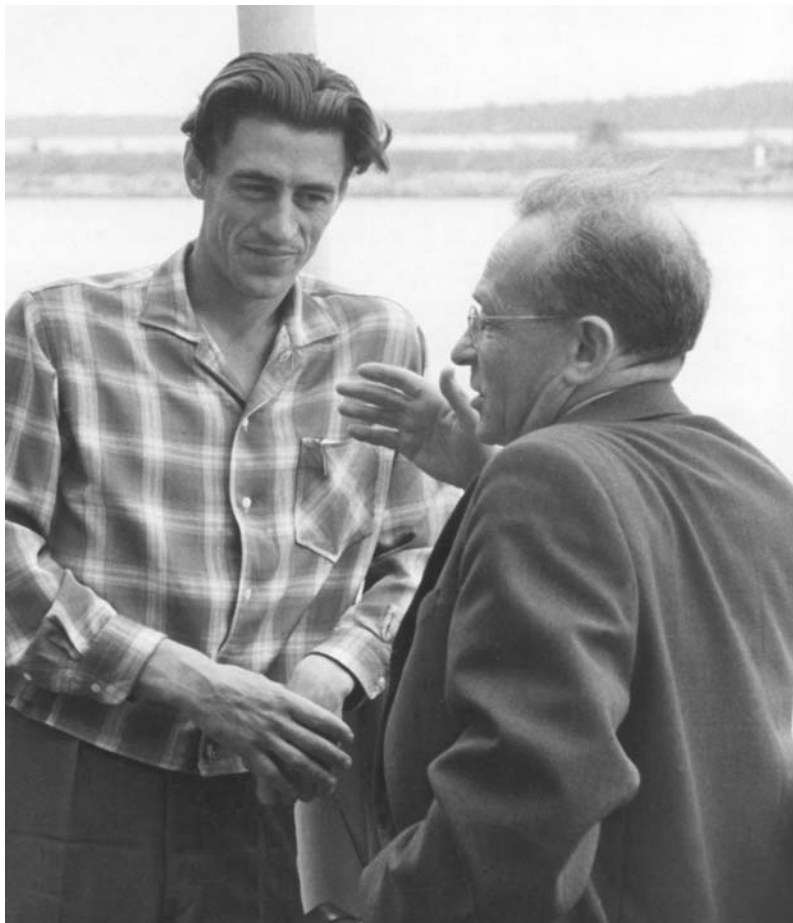
Не только серьезно...



М. С. Рабинович, В. И. Векслер, Н. А. Монозон. 1960 г.



Участники научной группы, открывшей новую ядерную частицу «антисигма-минус-гиперон». Слева направо: В. И. Векслер, Дин Дацао (КНР), Ким Хи Ин (КНДР), Нгуен Дин Ты (СРВ), А. Михул (Румыния). 1960 г.



В. И. Векслер (справа) и В. П. Саранцев. 1962 г.



В. И. Векслер и Н. И. Павлов. 1964 г.



И. В. Чувило и В. И. Векслер. 1964 г.



Справа налево: В. И. Векслер, М. А. Марков, А. Л. Любимов, Э. О. Оконов.
60-е годы



Председатель Госкомитета по атомной энергии СССР А. М. Петросьянц и В. И. Векслер во время Международной конференции по ускорителям. Дубна, 1963 г.



В. И. Векслер и вице-директор ОИЯИ Ван Ганчан (КНР). 1960 г.



В. И. Векслер и И. М. Франк на сессии Ученого совета ОИЯИ. 1964 г.



Нгуен Ван Хъеу (СРВ), Я. А. Смородинский, В. И. Векслер. 1963 г.



Н. Н. Боголюбов и В. И. Векслер. 1965 г.



В. И. Векслер, В. В. Владимирский, Д. И. Блохинцев. 1965 г.



В. И. Векслер и А. Л. Минц на теплоходе. 1964 г.



И. Я. Померанчук, С. Н. Вернов, В. И. Векслер. 1964 г.



В. И. Векслер в своем рабочем кабинете
в Лаборатории высоких энергий. Начало 60-х годов



Академик В. И. Векслер



Визит в ОИЯИ Ф. Жолио-Кюри. Слева направо: Д. И. Блохинцев,
В. И. Векслер, Ж. Лаберриг, Ф. Жолио-Кюри и др. 1958 г.



Посещение ОИЯИ английским физиком Дж. Кокрофтом. Слева направо:
В. И. Векслер, Дж. Кокрофт, М. Даныш. Лаборатория высоких энергий, 1958 г.



Визит в ОИЯИ генерального директора ЦЕРН Дж. Адамса.
Слева направо: Ю. А. Щербаков, Дж. Адамс, В. И. Векслер, И. В. Чувило. 1959 г.



Американские ученые и сенаторы в ОИЯИ. Лаборатория высоких энергий, 1957 г.



Премьер-министр Великобритании Г. Макмиллан в ОИЯИ.
В первом ряду (слева направо): Э. Иден, Г. Макмиллан, Ф. Ф. Козлов,
А. А. Громыко, В. И. Векслер. 1959 г.



Председатель Комиссии по атомной энергии США И. Раби во время
посещения ОИЯИ. Слева направо: В. С. Емельянов, В. И. Векслер,
Д. Д. Иваненко, И. Раби, В. П. Джелепов. 1959 г.



Американская делегация во главе с Р. Маршаком.
Слева направо: Р. Вильсон, Р. Маршак, ..., В. И. Векслер. 1960 г.



В. И. Векслер с лауреатом Нобелевской премии Л. Полингом
и его супругой перед зданием синхрофазотрона. 1959 г.



Нильс Бор, И. Е. Тамм, В. И. Векслер. 1961 г.



Президиум Международной конференции по ускорителям. Слева направо:
Дж. К. Грин (США), Э. Макмиллан (США), В. И. Векслер, В. Пановский (США),
В. П. Джелепов. 1963 г.



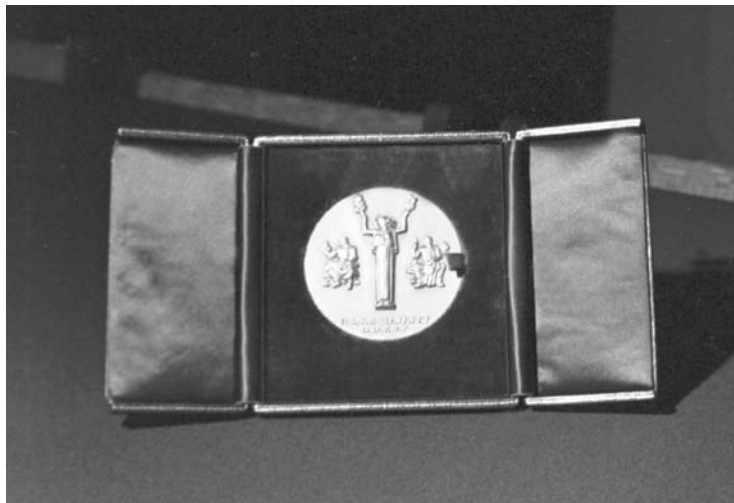
Посещение Лаборатории высоких энергий советскими и иностранными журналистами. 1962 г.



Пресс-конференция, посвященная открытию Международной конференции по ускорителям. На вопросы журналистов отвечает В. И. Векслер. 1963 г.



В. И. Векслер и Э. Макмиллан. Дубна, 1963 г.



Медаль, присуждаемая вместе с Международной премией «Атом для мира», которую В. И. Векслер и Э. Макмиллан получили за открытие принципа автофазировки в 1963 г. в США



Визит в ОИЯИ президента АН СССР М. В. Келдыша.
Слева направо: ..., В. И. Векслер, А. А. Логунов, Б. М. Понтекорво, ...,
И. М. Франк, В. П. Джелепов, ..., М. В. Келдыш. 1962 г.



В. И. Векслер (справа) и И. М. Франк на набережной Волги. Дубна, 1960 г.



В. И. Векслер среди участников VI Всемирного фестиваля молодежи,
посетивших Дубну. 1956 г.



В. И. Векслер и группа гостей на пульте управления синхрофазотроном



Улица имени академика В. И. Векслера в городе Дубне



60-е годы



Мемориальная доска, посвященная академику В. И. Векслеру,
на здании Лаборатории высоких энергий ОИЯИ