

преподавания. Гораздо выше, прежде всего (и для меня это было самым главным) качеством практических работ, многочисленных и разнообразных, под руководством компетентных младших и старших преподавателей и (что еще важнее) оснащением новейшей аппаратурой, находившейся в прекрасном состоянии.

Выполнение практических работ, здесь впервые со времени моего детства (это в **тридцать-то лет!!**), вернуло мне доверие к предсказаниям физики. Цикл гистерезиса трансформатора, кривая реакции двух связанных контуров, характеристики пентода, диаграмма направленности излучения антенны - все, что я измерял в лаборатории, соответствовало качественно и количественно (и без мошенничества, как в курсах ФХЕ или **"Общая физика"**) рисункам курса Сюпелек, и это было для меня откровением. В первый раз в жизни я находил удовольствие в экспериментальной работе. Я был неуклюж, обжигался паяльником, пару раз испытал на себе электрический разряд, потому что забыл заземлить аппарат, однажды пережег измерительный мостик, но я знал, что был сам виноват и что действительность на самом деле соответствовала уравнениям.

Все слышали про знаменитого физика Энрико Ферми, которого и теоретики, и экспериментаторы считали **"своим"**. Я тоже таков, хоть и не совсем: экспериментаторы принимают меня за теоретика, а теоретики за экспериментатора. Это не так плохо, как кажется на первый взгляд. Если я смог найти общий язык с обоими, понимать, а иногда и вдохновлять (громкое слово) и тех, и других, если я смог создать лабораторию и управлять ею в течение тридцати лет, *всем этим я обязан Сюпелек*.

Лекции тоже были неплохи, в общем значительно лучше, чем те, которые я слушал десять лет тому назад на курсе по общей физике. Но был один курс по электротехнической аппаратуре, который оставил у меня сомнительные воспоминания. Во вступительной лекции профессор, желая сообщить нам последние новости об атомном строении материи, сказал, что электроны находятся не только вне атомного ядра, но и внутри. Я не вытерпел и сказал ему, что на сегодняшний день (1945 год), когда уже создана атомная бомба, это *слегка* устаревшее представление. Его не обрадовало мое замечание, и это отодвинуло меня на несколько мест в списке выпускников. Тот факт, что этот профессор был военным, полковником инженерных войск, не вызывал особого снисхождения у штатского, которым я **наконец** стал. Среди студентов в этот первый год после войны около трети тоже были кадровыми офицерами связи. Некоторые из них потом работали в КАЭ.

Поговорим о КАЭ. Все газеты только об этом и говорили: не столько о самом КАЭ, который пока существовал только на бумаге, сколько об атоме - орудии смерти, но, возможно, благодаря своим мирным **применениям**, и благодетеле человеческого рода. И какая страна была лучше подготовлена, чтобы преуспеть в атомной гонке, чем Франция, родина **Беккереля (Becquerel)**, Пьера и Марии Кюри (хотя, правды ради, она была уроженкой Польши), **Фредерика** и **Ирины Жолио**, Жана Перрена и Поля Ланжевена и их достойных преемников **Фрэнсиса Перрена** и **Пьера Оже**!

Эти газетные претензии были не лишены оснований. Работы 1939 года Жолио и его сотрудников Гальбана (Halban) и **Коварски** о делении урана и характеристике нейтронов, испускаемых в каждом делении, первый подсчет Перреном критической массы цепной реакции - все эти авангардные работы были французскими. Однако Жолио, который отказался покинуть оккупированную Францию и провел годы войны моральным узником своей лаборатории в Коллеж де Франс под надзором немцев (надзором, надо сказать, весьма снисходительным благодаря осуществлявшему его немецкому физику Гентнеру (**Gentner**)), ничего не сделал для науки за эти годы, по крайней мере ничего, достойного его гения. Он был одним из многих доблестных членов Сопротивления, но одним из десятков тысяч, если не из миллионов (как нас стараются уверить теперь), а вот физиков равного ему масштаба не было. Жаль!

Осенью 1945 года (если не ошибаюсь) Жолио прочел лекцию в большой аудитории Сорбонны об атоме, об угрозе, связанной с ним (речь идет о радиоактивности), и перспективах. Мое самое яркое воспоминание об этой лекции - страшная давка, в которой меня чуть не придавили. Многие женщины упали в обморок. Прочитав в газетах про учреждение КАЭ и про важную роль, которую там должны были играть профессор Фредерик и Ирина Жолио и мои **"учителя"** Перрен и Оже, я решил отыскать Фрэнсиса Перрена. Нашел я его в Люксембургском дворце, где заседает сенат (во время войны генерал де Голль, встретившись с Перреном в Алжире, произвел его в сенаторы). Наша беседа проходила под грохот пневматических молотков: немцы сильно укрепили дворец и теперь его приводили в нормальное состояние. Фрэнсис рассказал мне про КАЭ и про то, что этой новой организации, в которой Жолио будет Верховным комиссаром (ВК), а он сам - одним из комиссаров, будут нужны научные работники и что там найдется место для меня. А пока все определится, он обещал мне временное место в Национальном центре научных исследований (НЦНИ, по-французски CNRS). Фрэнсис также рассказал мне про трех молодых и блестящих, только что выпущенных по-

**литехников** - Клода Блоха (Claude Bloch), **Жюля Горовица** (Jules Horowitz) и Мишеля Трошри (Michel Trocheris), - которые желали заниматься научной работой в **КАЭ** и вместе с которыми я мог бы работать.

После свидания с Фрэнсисом, первого за семь лет, **успокоившись** насчет своего будущего, я возвратился к своей **Сюпелек**, или, вернее, к практике, обязательной между первым и вторым годом занятий, так как дело было летом 1946 года. По совету Фрэнсиса я решил провести месяц практики в лаборатории известного физика-ядерщика **Розенблюма** (Rosenblum) в **Бельвю** (Bellevue). Центром деятельности лаборатории Бельвю являлся огромный электромагнит, сооруженный по инициативе моего бывшего учителя профессора Эжена **Коттона**. **Розенблум** работал над тонкой структурой альфа-частиц. В сильном магнитном поле, царствующем в зазоре магнита, альфа-частицы с различными энергиями имеют траектории различной кривизны, что позволяет анализировать тонкую структуру уровней энергии испускающего их ядра.

**Розенблум** принял меня очень любезно и направил к **Евгению Коттону**, сыну моего бывшего профессора, который работал над этой темой и готовился к защите докторской диссертации. **Евгений** ввел меня в курс дела. Альфа-источник и детектор были расположены внутри находившегося в зазоре магнита стеклянного контейнера, в котором поддерживался вакуум. К сбору данных полагалось приступить, как только вакуум окажется **удовлетворительным**. **Течеискателей** тогда не было, и качество вакуума определялось по цвету электрического разряда в остаточном газе. Высокий вакуум создавался насосом Гольвека (Holweck), "**чудом точной механики**", как уверял **Коттон**. Я был в восторге от возможности участвовать в первый раз в жизни в экспериментальном исследовании, смысл и значение которого я прекрасно понимал. Но (о горе!) в тот день контейнер светился прекрасным лиловым светом, что указывало на плохой вакуум. Ускорили вращение насоса, но "**сирень**" упорно отказывалась побледнеть. "Придется разобрать", - сказал **механик**, работавший с **Коттоном**. Я сокращу эту грустную историю. И месяц спустя "**сирень**" продолжала цвести в контейнере. Сначала я ходил в Бельвю каждый день, потом через день, потом два раза в неделю, потом совсем перестал ходить. Я присутствовал при разборке чуда точной механики и восхищался красотой его внутренностей, но темой для доклада о практике это не могло стать.

Я распрощался с **Коттоном**, еще более огорченным, чем я, и принялся лихорадочно подыскивать другое место для прохождения практики. Все интересные места были заняты, и я попал в за-

водскую лабораторию, где мне поручили монтаж радиотехнической схемы. (Это, конечно, было задолго до транзистора.) По ходу работы я должен был сверлить круглые отверстия в металлической коробке с помощью инструмента, называемого трепаном, что **помогло** мне понять, как работают нейрохирурги. Так же как обмотки и конная артиллерия моего военного прошлого, эта работа имела исключительно **воспитательный характер**. За два последних дня я успел сделать несколько измерений и, растягивая их описание из всех сил, состряпать более или менее приемлемый отчет.

Во **время** второго года я работал напряженно, больше, чем когда-либо за всю жизнь. По той простой **причине**, что с **осени** 1946 года я был на полном рабочем дне в **КАЭ** и ничего не **пропускал** в **Сюпелек**. Вершиной моих трудов был проект радиопередатчика мощностью в 50 киловатт, созданный для выпускного экзамена. Чтобы **закончить** его вовремя, я сделал **то**, чего никогда не повторял позже: я просидел за письменным **столом** круглые сутки без перерыва. Мои усилия были награждены лучшей отметкой **за** проект в нашем выпуске. Помню, что по окончании проекта я тут же отправился в **КАЭ**, чтобы прослушать доклад моего **будущего** начальника профессора Жака Ивона (Jacques Yvon) о торможении нейтронов. Я засыпал буквально каждые две минуты, и **Горовиц**, сидевший рядом со мной, каждый раз сжимал мне руку, чтобы я не захрапел или не свалился со стула, что было бы оскорбительно для лектора.

В июле 1947 года я окончил **Сюпелек** седьмым из сорока. Вероятно, я вышел бы вторым или третьим, если бы не **посредственная** отметка по практике (за "трепанации") и совсем плохая отметка по электротехнической аппаратуре - подарок **моего "друга"-полковника**, любителя **электронов** в атомных ядрах. Это был последний экзамен (предпоследний, если считать защиту диссертации в Оксфорде в 1950 году) в моей жизни, в которой их было немало.

В октябре 1946 года я встретился впервые с тремя молодыми людьми, которым суждено было стать моими постоянными сотрудниками в течение года, а затем коллегами и верными друзьями, это были: **Клод Блох** (преждевременно скончавшийся в конце 1971 года), **Жюль Горовиц** и **Мишель Трошри**. Когда **Клод Блох** покинул **нас**, он был **уже** почти год директором Отделения физики в **КАЭ**. **Мишель Трошри**, в течение многих лет начальник департамента ядерного синтеза, вышел в отставку в июле 1986 года. **Горовиц** ушел в декабре того же года. Он был тогда (с 1971 года) директором отделения **научно-исследовательских** работ в **КАЭ**, а до этого заведовал атомными реакторами. Но все это было еще далеко впереди.

Наша первая встреча произошла в Шатийоне (Chatillon), предместье **Парижа**, в заброшенной крепости, переданной в **пользование КАЭ** и превращенной в ряд лабораторий. Должен ли я признаться, что мое первое впечатление при встрече с будущими товарищами было смешанным? Я уже говорил раньше, что мой учитель Фабри отзывался о политехниках: "**наполнен сам собой**", но, к сожалению, ничем другим". Это определение не совсем подходило к моим новым друзьям: "**наполнен сам собой**" нельзя было исключить совсем, но знания, которыми они обладали, и, что еще важнее, те, которые они оказались способными освоить впоследствии, противоречили представлению о "вакууме", заключенному в словах Фабри.

Они не были стандартными политехниками. Война и германская оккупация отняли у них несколько лет (хотя гораздо меньше, чем у меня): при выпуске из Политехникума Трошри и Горовицу было по двадцать пять лет, а Блоху - двадцать три, в то время как обычный возраст выпускников-политехников, столь блестящих, как они, был двадцать один год. Однако эти "**потерянные**" годы не были ими потрачены зря; все трое приобрели знания и зрелость, далеко превышавшие обыкновенно встречаемые среди молодых выпускников их школы. Более того, все трое были **твердо** намерены посвятить себя **научно-исследовательской** работе, чем также отличались от обыкновенных политехников. Можно было опасаться, и я сам, безусловно, опасался этого вначале, что эти три парня, связанные одинаковым воспитанием и давно знакомые друг с другом, будут держать на расстоянии товарища, старшего их на несколько лет, имевшего ту "пеструю" подготовку, которую я описал раньше, и который должен был еще в течение года посещать школу, что **было** уже совсем смешно. Но этого не произошло.

Они скоро убедились, что все то, что знали они, я тоже знал и знал еще **кое-что**, чего они не знали; то, что они могли понять, понимал и я; то, что они были способны сделать, мог сделать и я; что, как они, я "жаждал знаний и труда". И вполне естественно, что они приняли меня как своего. Мы стали чем-то вроде трех мушкетеров, среди которых, будучи единственным не политехником и (наперекор роману Дюма) самым старшим, я был своего рода **д'Артаньяном** навыворот. Наше уважение друг к другу поддерживалось еще некоторым критическим отношением к нашему начальству, от которого оно не всегда давало нам повод отказаться.

Первая встреча в Шатийоне состоялась под руководством Жака Эрто (Jacques **Ertaud**), сорокалетнего морского офицера, который собрал обширную литературу о поведении нейтронов внутри ве-

щества. Нашим первым заданием было ее проштудировать и осмыслить. Через несколько дней мы получили вызов предстать перед самым крупным специалистом по атомной энергии (как в прямом, так и в переносном смысле) - Львом Коварски.

Лев Коварски, того же происхождения, что и **я**, но приехавший во Францию в значительно старшем возрасте, родился в 1908 году. Огромного роста и объема, он нигде не проходил незамеченным. Его роль в развитии атомной энергии (до войны - во Франции, в сотрудничестве с Жолио и Гальбаном, во время войны - сначала в Англии, а затем в Канаде и после войны - в КАЭ) вошла в историю атомной энергии и никем не оспаривается. Она описана во многих отчетах, но здесь я рассказываю не его историю, а свою, и в связи с Коварски я расскажу лишь несколько **эпизодов** личного характера, которые со временем мне кажутся скорее смешными, чем неприятными. В **научно-исследовательской** деятельности в КАЭ, где он был большой шишкой, его единственной, но значительной заслугой было признание пользы заграничных командировок для молодых научных работников. Лично я ему обязан рекомендательным письмом к одному британскому коллеге. Но у Коварски был злой **гений**, который неизбежно толкал его изгадить им же оказанную услугу и пресекал в зародыше любое чувство благодарности.

В день свидания, которое он назначил нам в Коллеж де Франс, он ожидал нас, стоя на ступенях уродливого современного здания, где находилась лаборатория Жолио, скрытая с улицы элегантной постройкой XVIII века архитектора Шальгрена (Chalgrin). Он держал руки за спиной, чтобы избежать рукопожатия. Позднее он объяснил мне, что он чувствовал себя более англосаксом, чем французом. На самом деле он не был ни тем, ни другим, а был эмигрантом с сильным русским акцентом на обоих языках, хотя писал хорошо на обоих. Во всяком случае, был он англосаксом или нет, мы находились во Франции, где приняты рукопожатия. Горовиц опоздал на несколько минут и невинно протянул ему руку, которую тот не решился не взять. Затем он повел нас в пустую химическую лабораторию, где висела доска, и прочел нам свою знаменитую лекцию о секретности, которую он читал всем новичкам. Я все еще помню его инструкцию, как писать на доске: всегда держать тряпку или губку в левой руке и систематически стирать ею все, что писалось правой рукой. Он рекомендовал нам неукоснительно следовать этому правилу, изучая привезенные им из Канады секретные заметки о поведении нейтронов в разных материалах, как расщепляющихся, так и замедлителей.

Мои товарищи были очарованы первой встречей с Перреном, как я сам был очарован им лет на десять раньше; этот маленький

человек действительно был очарователен. Они смотрели на него, как на лидера теоретиков КАЭ, и ожидали от него руководства и инструкции. Наученный длинным и горьким опытом, я не разделял их надежд, и, действительно, мы очень редко видели Перрена. Один раз, когда он побывал в Шатийоне, они "пристали" к нему, чтобы он рекомендовал им тему для работы. Он предложил улучшить теорию деления ядра Бора и Уилера (Bohr and Wheeler), которая ему де "никогда не нравилась". Мне это напомнило его давний совет мне читать "Physical Review", пока я не наткнулся на интересную тему. Единственная наша встреча с Жолио произошла в лифте Коллеж де Франс. Он улыбнулся нам и сказал: "Вы, должно быть, студенты из Школы физики и химии (школа, из которой вышел он сам)". Мы не успели его разуверить.

Этой зимой мы часто собирались на квартире Трошри. Он сохранил с детства волшебный фонарь, который представлял собой вполне приличный аппарат для чтения микрофильмов на повешенной на противоположной стене простыне. Многие из довоенных статей, которые мы изучали, были на немецком языке, который знал Горовиц. Это было нам очень полезно. По-английски мы все понимали, но произносили каждый по-своему. Так, трудное английское слово *Hitherto*, означающее "до сих пор", мы сговорились произносить "хиро-хито", делая японского императора нашим сообщником. Думаю, мы чувствовали бы себя прекрасно в этой квартире, если бы только там не было так зверски холодно той зимой. Сестры Трошри по очереди приносили нам разные странные настои (после войны чай был еще редкостью), которые мы глотали, обжигаясь, в попытке согреться. Однако было славно! Основой нашей работы служил так называемый доклад Смита (Smyth), который был рассекречен американцами и продавался в книжных магазинах. В нем было раскрыто много фактов и идей, секретных до этого, в том числе и некоторые данные о теории ядерных реакторов, привезенные Коварски.

Вообще, если бы только знать, что в реакторе на тяжелой воде, в которую погружены цилиндрические стержни естественного урана, возможна цепная реакция (факт, который был установлен Коварски в Канаде), достаточно было бы располагать значениями некоторых поперечных сечений нейтрона, чтобы самостоятельно составить проект реактора нулевой мощности. Это весьма общее свойство передовых научных и технических предприятий: знать, что оно было где-то успешно завершено, а значит, что оно осуществимо, - уже половина работы.

В одной из записей Коварски мы нашли таблицу с числовыми значениями радиального распределения нейтронной плотности в цилиндрическом элементе реактора. Эти данные полагалось счи-

тать "атомной тайной". Клод Блох легко показал, что это были просто значения бесселевой функции, являвшейся решением уравнения диффузии нейтронов, и что никакой "атомной тайны" тут не было. Была также в записях формула с названием "формула Вигнера-Коварски", которая нам показалась неясной. Коварски сказал, что может объяснить в формуле свою часть, а вот часть вигнеровскую он и сам не совсем понимает.

Скоро мы пришли к заключению, что один разбор "по косточкам" информации и вычислений в области атомной энергии "не может нам счастья дать" и решили заняться также чистой физикой. Я, признаюсь, был слегка удивлен желанием моих товарищей взяться сразу за нерешенные задачи квантовой механики и электродинамики, как, например, модная тогда теория *S-матрицы*, не ознакомься по-настоящему с проблемами, которые были уже решены. Сегодня я полагаю, что истина лежала на полпути между их смелостью и моей робостью.

Мы начали с книги Неймана "Математические основы квантовой механики". Она была на немецком языке, и мы подвигались медленно, с помощью Горовица, пока вскоре не появился французский перевод, сделанный французским физиком Прока (Ргоса). От коллективного чтения этой замечательной книги у меня осталось впечатление, что было очень полезно то, что фон Нейман довел этот труд до конца и тем самым поставил квантовую механику на твердый фундамент, но для нас, может быть, было достаточно знать о существовании такой работы и не было необходимости ее изучать. После этого мы изучили еще несколько менее значительных работ, которые не оставили следа в моей памяти.

Среди атомщиков КАЭ, которые во время войны работали за границей и благодаря этому пользовались вначале громадным престижем, кроме Коварски, были два химика, вернувшиеся из Канады: Бертран Гольдшмидт (Bertrand Goldschmidt) и Жюль Герон (Jules Gueron), но мы с ними редко имели дело. Помню, нам поручили перевести на французский неизданный сборник лекций по ядерной физике, которые Виктор Вайскопф читал в Лос-Аламосе во время войны. Лекции были элементарными, замечательно понятными, как все, что делал Вайскопф, и, конечно, не содержали ничего секретного. Наш перевод руководство КАЭ передало одной зрелой барышне, дочке знаменитого математика, считавшейся знатоком английского языка, которая объявила его неточным. После нашего возмущенного протеста, вроде "не ее это ума дело", Жюль Герон был призван в судьи. Как опытный атомщик, искушенный в обращении с секретными данными, он объяснил, что в подобных случаях всегда нужен подстрочный перевод, так как иногда при-

**ходится** читать между строчек, и что в свободном переводе может ускользнуть полезная информация.

Эта нелепость навсегда разрушила для нас престиж Герона. Прибавлю, что он любил выражаться многозначительно и туманно, что мне напоминало замечание моего любимого писателя Жюль Ренара: **"Эту фразу надо прочесть дважды; не потому, что она глубока, а потому что малопонятна"**. (Раз я заговорил о Ренаре, не могу не процитировать еще одно его изречение, относящееся к молодому писателю, но которое могло бы подойти к некоторым из наших молодых физиков: **"Запомните хорошо эту фамилию, вы ее больше не услышите."**) Его сын, который много лет спустя работал у меня в лаборатории, унаследовал отцову манеру выражаться. И как-то я сказал ему: "Ваше преимущество перед отцом в том, что *вас* я всегда могу заставить повторить то, что вы сказали."

Бертран Гольдшмидт был гораздо тоньше Герона, но, как у нас говорят, "ленив, как уж" (почему "как уж" я не знаю, может быть, потому, что это безобидное пресмыкающееся любит валяться на солнце ничего не делая). Сам он, конечно, не считает себя ленивым. Возможно, что так. Но в таком случае он это искусно скрывает. Он рано прекратил всякую научную работу в КАЭ, чтобы посвятить себя разнообразной полудипломатической деятельности, которая стала по-настоящему дипломатической, когда он был назначен директором по внешним делам в КАЭ. Он написал несколько книг об истории развития работ по атомной энергии.

Начиная с лета 1947 года мушкетеры начали разъезжаться в разные стороны. Клод Блох стал членом престижного Горного института (Corps des Mines). Его обязанности по отношению к этому учреждению оставляли ему полную свободу заниматься физикой при условии, что он останется в Париже до осени 1948 года. По предложению Коварски Горовица послали на год в Институт Бора в Копенгаген. Трошри уехал в Манчестер работать под руководством профессора Розенфельда, бывшего ученика Бора, который создал в Манчестере популярную школу теоретической физики.

Несколько лет тому назад во Франции распевалась песенка под названием **"А я? А я?"**. Коварски, которому я задал этот самый вопрос, правда, сформулированный иначе, сказал, что должен же **кто-нибудь** остаться "сидеть в лавке". Когда я спросил, почему именно я, он объяснил мне впервые, что, не будучи политехником, я должен был бы знать свое место и не лезть вперед. Моим товарищам-политехникам ничего подобного и в голову не приходило, но Коварски оказался большим монархистом, чем сам монарх. Он заявил, что я смогу уехать в 1948 году, когда **осталь-**

ные вернутся, и посоветовал мне искать средства для поездки за границу вне КАЭ. Я так и сделал, но об этом позже. Чувствуя себя одиноким и не понимая, что именно Коварски подразумевал под выражением "сидеть в лавке", я позвонил ему и запросил инструкций. И получил краткий ответ: "Свяжитесь с **Эрто** и займитесь вопросом окиси урана". Я давно не видал Эрто, но знал, что Коварски забрал у него все дела. И тогда я решил считать, что я Коварски не звонил и что инструкций у меня нет (решение, которое не имело никаких последствий). После этого вопросами атомной энергии я больше не занимался, кроме краткого периода после 1950 года.

Официально я был зачислен членом КАЭ с 1-го января 1947 года, и номер моей служебной карточки 284. Если бы я был зачислен **сразу**, когда начал там работать, т.е. с 1-го октября 1946 года, я принадлежал бы к аристократии двухцифровых карточек. (Первые девять карточек были выданы основателям КАЭ еще в 1945 году.) Пусть даже так, иметь номер 284 в организации, которая насчитывала до тридцати тысяч членов, мне кажется, не так уж плохо.

Мое прощание с НЦНИ не прошло безболезненно. До оформления моего вступления в КАЭ мое жалование выплачивал НЦНИ, как было **условлено** с Перреном. В начале января 1947 я написал в НЦНИ, что теперь являюсь членом КАЭ и прошу прекратить платить мне жалование. Они, очевидно, не обратили внимания на мое письмо, потому что я получил перевод и в конце января. Я снова написал, чтобы мне деньги больше не **высылали**, и просил указать, на чье имя я должен вернуть присланные мне за январь. Ответа не последовало, но в конце февраля я получил еще один перевод. Я снова написал, снова не получил ответа на письмо и - снова (третий!) перевод в конце марта. Написал ли я после этого четвертое письмо или нет, я не помню. Но в апреле я получил от них крайне неприятное письмо, где меня обвиняли в незаконном получении жалования за три месяца, которое требовали вернуть обратным переводом, грозя административными и даже уголовными санкциями. Возмущенный и взбешенный, я явился в канцелярию НЦНИ, где бюрократ, который меня принял, открыл ящик своего письменного стола, вытащил все мои письма и сообщил невозмутимо, что "со мной все в **порядке**".

С зарплатой в КАЭ тоже были маленькие проблемы. В конце января 1947 в Шатийоне вывесили лист с именами служащих, которых просили зайти в кассу за жалованием. На первом месте было мое имя, что меня не удивило, но имена Горовица и Трошри отсутствовали. "Нам заплатили **переводом**", - успокоили они меня. Я отправился в кассу, чтобы мне объяснили, какая

разница между моими товарищами и мною. **"Очень просто, они же - научный персонал"**, - объяснил кассир. **"А я, по-вашему, кто такой?"** Он заглянул в список: "Вы - стеклодув высшей квалификации. Таких во всем КАЭ только двое. Да не волнуйтесь, у вас же жалование не меньше, чем у ваших товарищей". Но я был твердо намерен волноваться. Несмотря на мои тридцать два года, я все еще помышлял о повышении по служебной лестнице, а возможности стеклодува высшей квалификации мне казались ограниченными. **Не** без труда я добился перевода в научный персонал.

Быстрое развитие КАЭ скоро привело к подписанию коллективного договора между властями и профсоюзами. Этот договор состоял из двух статей: первая - для научного, инженерного и административного персонала, вторая - для рабочих, техников и мелких служащих. Постепенно вошло в **привычку** называть самого человека по его должности: "статья первая" или "статья вторая". Для высших должностей была создана еще третья **категория**, так называемые "высшие кадры". Коллективный договор представлял собой толстую тетрадь, где тщательно перечислялись все возможные квалификации персонала. Я хочу привести здесь для примера несколько **"перлов"**, которые там можно было найти.

*Дежурный второго класса:* Принимает посетителей и усаживает их согласно инструкции.

*Дежурный первого класса:* Принимает посетителей и тактично усаживает их.

*Министерский дежурный!* ...Про его обязанности ничего не было сказано.

Еще интереснее были архивисты.

*Архивист второго класса:* Способен зарегистрировать документ в архиве.

*Архивист первого класса:* Способен зарегистрировать документ в архиве и при надобности извлечь его.

Я не выдумываю!

Когда я стал заведующим секцией (наименьшим из научных подразделений; об организации КАЭ будет рассказано в другой главе), я получил в свое распоряжение секретаршу, конечно, без знания английского языка. Как только она научилась, с грехом пополам, разбирать мой почерк **по-английски**, она ушла в отпуск по беременности. Мне **"одолжили"** на время директорскую секретаршу с номинальной квалификацией, несравнимо выше той, которая мне полагалась. Это был отравленный дар. Оказалось, что эта дама почтенного возраста, которая писала на машинке очень медленно и с трудом разбирала английские слова, высокой должности была обязана своею **"надежностью"**. Она была "прове-

рена" на доступ к секретным **бумагам**. Мне лично это было нужно **"как собаке пятая нога"**. (Гораздо позже, когда я стал директором отделения, в моем распоряжении был неогороженный шкаф для секретных бумаг. Единственной секретной бумагой, которую я там хранил, была инструкция об обращении с секретными бумагами.) Она **была** совершенно не способна выписать заказ на какое-либо оборудование - задача, бывшая гораздо ниже ее достоинства и гораздо выше ее компетенции.

После того как она заменила в моей статье "адиабатический переход" на "диабетический" и вместо **"White Gaussian noise"** (гауссов шум с белым спектром) наступала "White Russian noise" (белогвардейский шум), я отчаялся и запросил центр о предоставлении мне временной секретарши. Мне объяснили, что запрос должен быть написан на бланке для "закупки" оборудования, что, **по-моему**, смахивало на рабовладительство. Месяц спустя, так и не получив ответа, я **снова** обратился в центр, где теперь мне сказали, что процедура изменилась и что надо писать заказ на **"изготовление"**. Я спросил, не будет ли это **очень** долго, но мне **ответили**, что это будет скорее, чем с "закупкой". Так ли это, я не знаю, потому что раньше вернулась моя секретарша, успев не только родить, но и **взлелеять** своего младенца.

С самого начала КАЭ был двуглавым учреждением. Одним из владык являлся Генеральный администратор (ГА) - прямой представитель правительства, другим - Верховный комиссар (ВК) - главный **научный** руководитель. (Для русского читателя напомним, что в романе Новикова-Прибоя "Цусима" есть примерно **следующая** история. На палубе военного корабля адмирал производит смотр и задает матросам вопрос: "Что такое Двуглавый Орел?" Молчание. Адмирал повторяет вопрос. "Урод, Ваше Высокопревосходительство", - рывкает одинокий голос. Судя по КАЭ, в том была доля правды.)

Первым ГА был Рауль Дотри (**Raoul Dautry**), бывший министр снабжения во время войны. Всего, с 1945 года до сих пор (1990), их было восемь.

Первым ВК был Жوليو с 1945 по 1950, вторым - Перрен с 1951 по 1970, третьим - Ивон с 1971 по 1975 и с тех пор, четвертым, Жан Тейяк (Jean Teillac). По традиции ВК - ученый, защитник чистой науки и мягко левых убеждений (за исключением Жوليو, который был коммунистом). ГА - всегда политехник, более или менее заинтересованный в чистой науке (скорее менее), а политическая окраска у него такая, как у правительства. За сорок три года существования КАЭ равновесие власти между ГА и ВК, вначале разделенное пополам между Жوليو и Дотри, постоянно сдвигалось в пользу ГА и в настоящее время, за исключением **двух**

или трех обязанностей, главной из которых является частичная ответственность за безопасность, роль ВК почти исключительно представительная. Говоря о бывших ВК, я уже рассказал о своей встрече с **Жолио** в лифте Коллеж де Франс и о том, как меня чуть не задавили на его публичной лекции. Я слушал его лекции в Коллеж де Франс и расскажу о них позже.

О Перрене я уже говорил много и буду еще (но позже). Расскажу и о моих отношениях с Ивоном, который был глубоко порядочным человеком и чью память я чту. О Тейяке, старом товарище, мне нечего рассказать.

Из ГА я имел дело с двумя из них: четвертым - Робером Гиршем (Robert Hirsch), и пятым - **Андре Жиро** (Andre Giraud). О них позже, а сейчас я хочу рассказать о моей единственной встрече с третьим - Пьером Кутюром (Pierre Couture), потому что она довольно забавна. В 1959 году я был назначен начальником Департамента ядерной физики и физики твердого тела (ДЯФФТТ) и через несколько дней после этого важного (для меня) события должен был отбыть на конференцию в США. За два дня до **отъезда** меня известили, что главный администратор желает доверить мне конфиденциальное поручение в США. В условленное время его дежурный (первого класса или министерский, затрудняюсь сказать) торжественно ввел меня в его обширный **кабинет**, где я до тех пор никогда не бывал. ГА пригласил меня сесть и после легкого колебания сказал: "**Вот** в чем дело, я желаю, чтобы это осталось между **нами**". После чего открыл свой сейф и вынул оттуда автомат (нет, вы правильно прочли, читатель), который передал мне. "**Это** для моего **сына**", - сказал он, слегка краснея. "**Если** у вас будет время в Нью Йорке, купите, пожалуйста, такой же, этот он **поломал**". Тут я, конечно, понял, что это игрушка, хотя по внешнему виду неотличимая от **настоящего** автомата. С нынешними правилами безопасности в аэропортах я вряд ли смог бы выполнить его поручение.

Во время моего первого года в **КАЭ** мое военное прошлое снова чуть не нагнало меня. Той осенью на севере Франции были ожесточенные шахтерские забастовки под **руководством** компартии. Чтобы поддержать порядок, министр внутренних дел, социалист **Жюль Мок** (Jules Moch), решил призвать на службу всех выпускников офицерских училищ за последние два года. Официальный перечень всех училищ, выпускникам которых предлагалось немедленно явиться в ближайшую жандармерию, был напечатан во всех газетах и передавался по радио. Среди них была и моя дорогая Лион-ла-Дуа, которую я воспевал не так давно в своей поэме. Нужно ли перечислять все **причины**, по которым мысль снова

напаять военную форму, чтобы усмирять беспорядки на севере Франции, меня мало привлекала?

Сперва я подумал попросить поддержки у **Жолио**, чтобы **меня** освободили как научного работника важного государственного учреждения. Хотя у меня были поводы сомневаться, что он **осведомлен** о важности моей работы в **КАЭ**, мне казалось, что он мог бы вступить за меня хотя бы **из-за** его симпатии к компартии, которая руководила забастовками. Подумав еще, я сообразил, что у нас нет, закона, который обязывает граждан читать газеты и слушать радиопередачи, и решил подождать и посмотреть (Wait and see). Я оказался прав, никакой жандарм не явился ко мне на дом, а сегодня, сорок три года спустя, можно надеяться, что срок давности прошел.

## Первый взгляд на физиков

Как они сами себя видят

У Александра Прока, который перевел на французский упомянутую выше книгу фон Неймана "**Математические** основы квантовой механики", был семинар, на котором собирались молодые физики. По его предложению, летом 1947 года **КАЭ** послал **Горовица** и меня на международную конференцию по теоретической физике, организованную в Бирмингеме профессором Рудольфом Пайерлсом, который заведовал там кафедрой теоретической физики. Кроме нас двоих было еще несколько французов. При открытии конференции Пайерлс произнес небольшую речь, **пропитанную**, я полагаю, британским юмором, так как публика не раз разражалась дружным хохотом. Здесь я впервые столкнулся с языковым барьером, который отделял меня от международной науки.

Я лихорадочно готовился к этой встрече, прослушивая граммофонные пластинки самоучителя "Ассимилю" и читая большое количество английских и американских детективов. Но этого не хватило. **По-английски** я понимал иностранцев лучше, чем **аборигенов**. Позже я **убедился**, что в изучении иностранных языков (у меня это было с английским, но, наверное, справедливо и для других языков) есть решающий момент, когда происходит обратное, т.е. начинаешь лучше понимать аборигенов. Это значит, что **приближаешься** к цели.

В Бирмингеме мне и моим французским товарищам до этого было еще далеко. Среди докладчиков был один **низкорослый**

брюнет, который все время вертелся как юла и которого никто из французов не понимал. Мы пытались догадаться, откуда он: одни говорили - ирландец, другие - шотландец. **"Что вы"**, - уверенно заявил я, - **"маленький и черненький, он конечно из Уэльса"** (мои шекспировские воспоминания). Оказалось, что это был Феретти (**Ferretti**) - крупный итальянский теоретик.

Несколько слов о Пайерлсе. Выходец из Германии, он родился в Берлине в 1907 году и окончательно поселился в Англии в тридцатых годах. У него несомненные способности к языкам, потому что он недурно говорит **по-французски** и **по-русски**, чему научился у своей русской жены. Что касается его английского, то наше затруднение понять его вступительную речь и чисто британскую **"соль"** его шуток - достаточное доказательство его прекрасной ассимиляции на своей второй родине. Он внес важный вклад в ядерную физику и в теорию твердого тела. Ядерная физика обязана ему оригинальной количественной формулировкой гипотезы Бора о составном (compound) атомном ядре, но самый известный его вклад в ядерную физику связан с атомной бомбой.

Он работал над улучшением раннего расчета **Перрена** критической массы необогащенного урана. Австрийский эмигрант Отто Фриш, ученик Лизы Мейтнер, который работал над делением урана, предложил ему повторить расчет с чистым **ураном-235**, которого в естественном **уране** меньше одного **процента**, но у которого громадное сечение деления медленными нейтронами. Пайерлс сделал расчет, как говорится, "на обратной стороне **конверта**" (очевидна перспектива для предприимчивого фабриканта **широких конвертов** для теоретиков). Результат оказался потрясающим: один фунт! Позже выяснилось, что эта оценка была оптимистичной (или пессимистичной - зависит от точки зрения), в пять или десять раз меньше действительной.

Пайерлс моментально осознал, что атомная бомба осуществима, если есть возможность выделить такое количество чистого урана-235. Он сразу понял, что то, что сделал он, вполне способны сделать и нацистские ученые. Чтобы убедить в этом британские власти, он тотчас начал хлопоты, которые послужили детонатором, если можно так выразиться, для британской военной атомной программы. Как участник этой программы он провел большую часть войны в Лос-Аламосе.

Смехотворный инцидент: после войны, во время маккартизма, когда власти США относились, как параноики к своим и чужим ученым, Пайерлсу отказали в туристской визе для участия в научной широко открытой конференции. Но он в ней все-таки принял участие, потому что в то же самое время состоялся совершенно секретный съезд союзных ученых для обсуждения вопросов о

рассекречивании документов прошлой войны, на который Пайерлс был послан британским правительством в качестве официального делегата,

**\* Часто бывает, что крупные ученые больше всего известны прошлыми работами, которые они сами тогда считали второстепенными. Пайерлс больше всего известен сегодня молодой школе физиков твердого тела благодаря краткой заметке, сделанной в летней школе "Les Houches" во Франции, о принципиальной неустойчивости линейной цепочки атомов; позже он включил эту заметку в краткую монографию по физике твердого тела. С тех пор открыли материалы, где существуют такие цепочки, слабо связанные между собой, в которых наблюдается **"неустойчивость Пайерлса"** \***

К Пайерлсу применимо то, что Фримен Дайсон (Freeman Dyson) сказал про самого себя: "Тот, кто решает проблемы". (Дайсон противопоставляет их тем, кто ставит новые проблемы, решая их или нет.) Он также превосходный учитель, который взлелеял несколько **поколений** теоретиков. (В 1987 году в Оксфорде отпраздновали его восьмидесятилетний юбилей, на котором я присутствовал. Его старый друг, Ханс Бете (Hans Bethe) произнес забавную и трогательную речь, где напомнил, что с Пайерлсом он дружит шестьдесят лет. "Просить еще столько же - **неблаго-разумно**, но еще десять - было бы **неплохо**." ) Надо сказать, что в юности Пайерлс имел возможность общаться с такими **замечательными** людьми, как Бор, Зоммерфельд, Гейзенберг, Паули, Ландау, Гамов, Феликс Блох и многими другими почти того же уровня. (Когда я это **пишу**, вспоминая, как мне самому не везло в его возрасте, меня зависть берет. Однако не надо жаловаться; как читатель мог сам убедиться, могло быть хуже и даже намного.)

В Бирмингеме я встретился в первый раз с его супругой, внушительной, но милейшей Женей Пайерлс (ставшей леди Пайерлс после того, как ее муж стал сэром Рудольфом), которая покинула нас в 1986 году. Рудольф встретился с ней во время поездки в СССР, и они поженились в Ленинграде несколько месяцев спустя, когда вместе им не было и сорока пяти лет.

Женю обожали **все**, кто с ней имел дело, она была второй матерью, а позже второй бабушкой поколениям студентов **ее** мужа; умная, культурная, щедрая, она нигде не оставалась незамеченной или не услышанной (хотя отнюдь не стремилась к этому). Голос у нее был, как **"иерихонская труба"**. В Оксфорде, куда она с мужем переехала из Бирмингема, рассказывали, что однажды, когда она звонила по телефону из колледжа, **кто-то** в соседней комнате спросил: **"Что это за дикий крик?"** - "Леди Пайерлс

разговаривает с мужем; он в **лаборатории**". - "Почему же она не пользуется телефоном?" Мы встретились после обеда во время перерыва конференции на полдня. Она прогуливалась с Дираком, с великим Дираком.

При виде гения, перед открытиями которого благоговел, я испытал глубокое волнение. Я присутствовал однажды на его лекции в Париже, на которой в первые десять минут понимал практически все и практически ничего не понимал в следующие пятьдесят. Он хорошо говорил **по-французски** (отец его был швейцарец и преподавал французский), но делал все время забавную ошибку: вместо *hypothétique*, т.е. *гипотетический*, он говорил *hypothèque*, т.е. *гипотека*, что означало "залог в ломбарде" и придавало довольно странный смысл его утверждениям. Анекдоты о Дираке бесчисленны. Если к ним добавить все те истории, правдивые или выдуманные, которые рассказывают про Паули, Бора, Эйнштейна, Вигнера и других, можно было бы заполнить книгу потолще этой. Я постараюсь рассказывать только правдивые. Первый анекдот связан со знанием Дираком французского языка. В пути между Парижем и **Нью-Йорком** он делил каюту с французом, который плохо знал английский и испытывал большие затруднения при общении со своим соседом. Однажды в каюту заглянул французский знакомый Дирака и они проговорили несколько минут. После его ухода изумленный сосед спросил: "Почему вы не сказали, что говорите **по-французски**?" - "А вы у меня не спрашивали". У Дирака это было не деланным, он был, в буквальном смысле слова, замечательно *простым* человеком.

Молодой физик, приехавший в Кембридж из Индии, однажды остался наедине с Дираком в общей зале (Common Room) его коллежа. Дирак, не имея ничего сказать, конечно, молчал. Через несколько минут молчания смущенный гость решает завязать разговор: "Холодно на дворе". Очевидно, оскорбленный бесцеремонным поведением гостя, Дирак встает и исчезает. Гость в отчаянии. Но через минуту Дирак возвращается и подтверждает: "Действительно **холодно**". Самая знаменитая история, конечно, следующая. По окончании его лекции слушатели задают вопросы. Один из них поднимает руку и говорит: "Я не понял вашего **заклѹчения**". - Дирак молчит. Председатель обращается к нему. "Не угодно ли вам ответить на вопрос?" - "Это не вопрос, а утверждение." ("It is not a question, it is a **statement**.")

Вот два анекдота, которые характеризуют его отношение к сотрудничеству со студентами. (Студент здесь понимается как молодой научный работник - аспирант (graduate **student**).) Профессор Прайс (Pryce), с которым я впоследствии работал в Оксфорде, будучи студентом, выразил желание работать с Дираком. Тот

вежливо ответил: "Большое вам спасибо, но я не нуждаюсь в помощи". Как уверял меня Прайс, в этом ответе не было ни капли иронии. Дочь **Пайерлса** гостила у Дираков. Его жена, желая развлечь гостью, спросила мужа, нет ли у него студентов, которых можно было бы пригласить потанцевать. "У меня был студент, но он умер", - ответил Дирак.

А вот история, которая мне больше всех по сердцу. Журналист **спросил**, есть ли у него хобби. "Да, - **думать**".

Есть история, которую голландский физик Казимир рассказывает про Ландау, но, **по-моему**, эта история о Дираке. Ландау и Казимир находились одновременно у Бора в Копенгагене, где Казимир проводил медовый месяц. Был музыкальный вечер у Боров. Юный Ландау, который не любил музыку, скучал, кричавшись, жестикулировал, мешал всем. "Раз вы так не любите музыку, почему бы вам не пойти погулять в **сад**?" - спросил Дирак. "Да я предложил пойти со мной в сад госпоже Казимир, которая ненавидит музыку пуще моего, но она не захотела", - ответил Ландау. Дирак призадумался: "Возможно, гулять с вами в саду ей неприятнее, чем слушать музыку".

Всякий анекдот, конечно, звучит гораздо лучше, **если рассказчик** способен уверить, что он сам в нем принимал участие, при этом всегда есть соблазн приврать. Но делать этого не надо. Один уважаемый французский коллега рассказал мне, что, когда он был в гостях у Дирака, который недавно женился на сестре Вигнера, Дирак так ее ему и представил. Этот старый анекдот я уже слышал несколько раз, знал и участников этой сцены, знал, что рассказчика не было среди них. Когда он мне это рассказал, я невольно покраснел и, думаю, он угадал почему. (Во Франции малым детям говорят, что, когда они врут, у них нос дергается. Мой любимый **Жюль** Ренар говорит иначе: "Когда **X** врѣт мне в глаза, у **меня** нос дергается". Так было и со мной.)

И вот два последних анекдота про Дирака, единственный интерес которых в том, что я в них участвовал. Вскоре после моего прибытия в Оксфорд Дирак прочел в маленькой аудитории ту самую лекцию, которую я слушал в Париже; **по-английски**, конечно. У него было с собой несколько отгисков, и, так как я сидел в первом ряду, он предложил мне экземпляр с вопросом: "Читаете ли вы **по-французски**?" - "Yes", - кратко ответил я. Мне кажется, что здесь я почти возвысился до уровня Дирака. Через несколько месяцев мы решили с **Сюзан** съездить посмотреть *другое место* (the other place), как в Оксфорде называют Кембридж. Выходя из вокзала, Сюзан сказала мне: "Посмотри на этого высокого господина, который шагает так смешно, "с головой в облаках". -

"Ну и везет же тебе, первый, кого ты видишь в Кембридже,- Дирак".

Я не помню, чтобы Дирак **что-либо** говорил на конференции. Среди **тех**, кто принимал участие, я запомнил Казимира и Вентцеля. Пожалуй, своевременно сказать, что темой конференции было устранение **расходимостей** (divergencies) в квантовой теории поля - тема, которая так волновала Гейзенберга, Паули и Дирака еще с 1928 года, когда они установили начала квантовой **электро-**динамики. Все докладчики считали желательным ввести понятие о минимальном расстоянии, на котором законы электродинамики должны были быть изменены, но никто не знал, как это сделать. В 1947 году Грегор **Вентцель** считался одним из лучших специалистов по квантовой теории поля. В 1943 году он написал на эту тему прекрасную монографию, которую я изучал по возвращении из Бирмингема, но должен признаться, что из того, что он сказал на конференции, я понял очень мало. Больше всего меня поразило невероятное число сигар, которые он курил одну **за** другой.

В течение сорока лет Казимир был ведущей личностью в науке Голландии. Область его интересов замечательна широтой своего охвата, начиная с важных экспериментальных работ по электронным свойствам металлов и по магнетизму при сверхнизких температурах (вернее, при **тех**, которые считались сверхнизкими в то время) и кончая абстрактными результатами по теории групп (операторы Казимира). Позже меня лично больше всего интересовала его теория взаимодействия **квадрупольного** момента ядра с электронными оболочками.

Скороспелый, как Пайерлс, и принадлежащий к тому же **поко-**лению, он уже был знаком и **работал с большинством** из великих физиков, которых я называл раньше, хотя ему не исполнилось и двадцати пяти лет. Около сорока пяти он сделал крутой **пово-**рот к промышленности. В течение многих лет он был главным директором лабораторий громадной фирмы Филипс (Philips). (Ко-гда я прислал ему французскую версию этой книги, он написал мне: "**Я вижу**, что вы предпочитаете фермионы **бозонам**." Для читателя не знакомого, как он, с французской литературой, это нуждается в объяснении. Французское заглавие книги: "De la physique avant toute chose" ("**Физика** превыше всего"), **займство-**ванное из заглавия стихотворения Верлена "De la **musique** avant toute chose" (Музыка превыше всего). В стихотворении сказано "чету предпочти **нечет**". Все физики знают, что фермионы нечетные, в то время как бозоны четные, но не все знают французскую литературу так хорошо, как Казимир.)

Про Казимира я расскажу две истории, в **которых** я лично участвовал и, как мне кажется, успешно подавал реплику. Когда я был директором физики в КАЭ, он однажды приехал к нам в гости и за завтраком рассказал о **двух** фирмах, которые вели друг с другом жесточайшую **конкуренцию**, не подозревая, что капитал обеих принадлежит Филиппу. И тут я произнес: "Меня-то вы не обманули, я давно знаю, что вы приобрели **КАЭ**". Значительно позже я присутствовал вместе с ним на обеде ветеранов магнетизма, **организованном** немецким физиком **Мёссбауэром**, о котором будет речь в **другой** главе. Казимир делился с нами воспоминаниями о великих "старших". Он **напомнил**, в **чем**, по мнению Бора, заключалась разница между тривиальной истиной и глубокой истиной. Тривиальная истина - утверждение, обратное которому неправда; **утверждение**, обратное глубокой истине, - *то-же глубокая истина*. После этого он перешел к воспоминаниям о Паули, с которым он много раз встречался, и в заключение сказал: "Вы знаете, в глубине души Паули был скромным **чело-**веком". - "Типичная глубокая истина", - ответил **я**.

Я обещал себе, что не буду рассказывать анекдотов о Паули, так их много и так они распространены, но, чтобы читатель мог оценить соль моего замечания, я вынужден **все-таки** привести два из них. Первый - безусловно правдив, так как имел многих свидетелей. В 1919 году Эйнштейн (тогда в зените своей славы) прочел лекцию, на которой присутствовал еще совсем юный Паули (ему было тогда девятнадцать лет, но он уже успел написать лучшее изложение общей теории относительности). В конце лекции Паули встает и заявляет: "А знаете, то, что доктор Эйнштейн говорит, далеко не **глупо**".

За правдивость второй истории я не поручусь, потому что не имею свидетелей, по крайней мере свидетелей, которые могли бы подтвердить ее. Вот она. После смерти Паули встречен в раю самим Богом, который говорит ему: "Паули, ты был хорошим человеком и хорошим физиком. Скажи, чего бы тебе хотелось?" - "О, Боже, мне очень хотелось бы узнать тайну Вселенной, я ее искал всю **жизнь**". - "Это просто", - говорит **Бог**. Он ведет **Паули** к доске, берет кусок мела и пишет три формулы. "Вот и все", - говорит он. Паули смотрит на формулы, качает головой и произносит одно слово: "**Dummkopf**" (глупец).

Перед тем как покинуть Бирмингем (от которого **я** порядочно отклонился на предыдущих страницах) я **скажу** несколько слов еще об одном конфиденциальном поручении, доверенном нам **Ко-**варски. Мы должны были там поговорить с Клаусом Фуксом (Klaus Fuchs), британским теоретиком немецкого происхождения, бывшим сотрудником Пайерлса, который теперь работал в атом-

ном центре Харуэлл (Harwell). Нам было поручено, пользуясь атмосферой добродушия и откровенности, которая не могла не возникнуть **после** заключительного банкета, постараться извлечь из Фукса сведения, полезные для сооружения нашего **реактора**, строящегося в Шатийоне. Коварски рассчитывал (весьма **наивно**, как я теперь понимаю), что такой опытный атомщик, как Фукс, может быть, не откажется поделиться опытом с молодыми начинающими теоретиками.

Мы решили, что раз Горовиц хорошо говорит **по-немецки**, поручить ему говорить за нас обоих. После банкета Фукс с Горовицем уселись в укромном уголке, где я мог наблюдать за ними издали. Оттуда мне казалось, что говорил главным образом Горовиц. По окончании разговора Горовиц пересел ко мне. **"Он** мало, что сказал, - советовал не слишком рассчитывать на сложные вычисления, а стараться измерить как можно больше **параметров"**. - **"Для этого не нужен был Фукс, я мог все это сказать тебе по-французски."** Очевидно, нам не удалось снискать доверие нашего **"осведомителя"**.

Только три года спустя мы узнали, что Фукс был арестован британской контрразведкой как советский агент и что, когда мы с ним беседовали, он уже был на службе СССР несколько лет. **"Мы не так **взялись**"** за дело, - сказал я Горовицу. - **"С ним должен был бы говорить я, и по-русски."**

Вернувшись в Париж, я принял решение непременно провести год у **Пайерлса**, и как можно скорее.

## Накануне

Им овладело беспокойство,  
Охота к перемене мест

Осенью 1947 года я начал подготовку к поездке в Бирмингем в следующем году. По совету Коварски я обратился в Бритиш **Каунсил** (British Council), британскую государственную организацию, БК, как я буду ее называть в дальнейшем, которая **предоставляла** студентам и молодым научным работникам разных стран возможность работать год или два в британских университетах или институтах, получая скромную стипендию. Я представил им все свои верительные грамоты и довольно легко получил десяти-месячную стипендию (которую можно было возобновить один раз) размером в тридцать пять фунтов стерлингов в месяц. Это было маловато, но **"дареному коню..."**

Я решил отправиться в Центр **КАЭ**, чтобы узнать о возможности получить от них добавку к подарку БК. Центр тогда находился еще в громадной шикарной квартире вблизи Булонского леса, реквизированной правительством для нужд КАЭ. Начальник отдела пограничным расходам (наша валюта тогда была еще не совсем твердой), некий господин Перно (**Pernot**), принял меня очень любезно и предложил мне иной вариант. КАЭ пошлет меня в Англию на свои деньги, пятьдесят-шестьдесят фунтов в месяц, а я буду возвращать им все, что получу от БК. Таким **образом**, не будет перерыва в моем жаловании в КАЭ, который мог бы принести в будущем (далеком, как мне тогда казалось) ущерб моей пенсии. Конечно, фактически КАЭ будет выплачивать мне только разницу между жалованием и стипендией БК. Я привожу здесь эти неинтересные подробности, потому что они сыграют роль в недалеком будущем.

Перед тем как расстаться с господином Перно, я выразил удивление присутствию в большинстве комнат водопроводных **приспособлений**, широко известных во Франции под названием **"bidet"** (биде), что буквально означает "лошадка", но, несомненно, мало знакомых в России, так как ни я, ни мой словарь не знаем их русского названия. Господин Перно объяснил, что при немцах эта квартира была обставлена гестапо, как своего рода **Вальхалла** для отдыха их воинов и для их временных подруг, после которых это оборудование и осталось как **"мимолетный легкий след"**. Оставалось заручиться согласием научного начальства. Фрэнсис Перрен, второй Полоний, "на мою усиленную просьбу приложил печать **соизволения"**, после чего я смог с легким сердцем посвятить себя науке.

Горовиц был в Копенгагене у Бора, Трошри - в Манчестере у **Розенфельда**. В Париже оставался Клод Блох, которому его либеральный Горный институт оставлял полную свободу **заниматься** чем угодно, лишь бы в Париже. Вместе с ним и еще с двумя товарищами мы **взялись** за изучение книги Вентцеля по квантовой теории поля. Среди блестящих **политехников** того же выпуска, что и мушкетеры, был Альберт Мессиа, который вертелся среди нас некоторое время, но скоро уехал на несколько лет в Америку. Впоследствии он сделал карьеру в КАЭ и приобрел известность прекрасной книгой о квантовой механике, вышедшей в свет в начале шестидесятых годов. Сказать правду, изучать книги мне порядочно надоело; за последние десять лет я вряд ли занимался чем-нибудь другим. Поэтому я узнал с **удовольствием**, что КАЭ заинтересовался постройкой ускорителей. Эти **машины** заменили источники альфа-частиц, с помощью которых **Жолио** сделал несколько своих замечательных открытий. В 1947

году в его распоряжении имелся циклотрон в несколько МэВ (1 МэВ=1000 000 эВ) и электростатический генератор в 1,5 МэВ в другой лаборатории в Иври (Ivry), вблизи Парижа. Но после открытий, сделанных в США и в СССР, увидели свет новые типы ускорителей.

### \*Первая встреча с ускорителями

Первым из ускорителей был циклотрон с модуляцией частоты. Напомню, что в обычном циклотроне частица с электрическим зарядом вращается в зазоре электромагнита с угловой скоростью  $\Omega$ , пропорциональной магнитному полю и обратно пропорциональной ее массе. При каждом обороте частица получает ускоряющий импульс от электрического поля, колеблющегося с той же частотой  $P$ , которое действует, как дрессировщик в цирке, щелкающий кнутом в такт оборотам лошади на арене. Это так называемое "резонансное условие". Но с увеличением энергии ускоряемой частицы увеличивается ее масса, а угловая скорость уменьшается, нарушая резонансное условие. Чтобы сохранить это условие, частота импульсов от электрического поля должна изменяться (быть модулированной) в течение цикла ускорения.

Пользуясь этим методом, столь простым в теории, но не на практике, стало возможным увеличить энергию частиц от нескольких МэВ в старых циклотронах до нескольких сотен МэВ. На этом принципе больше тридцати лет работает циклотрон ЦЕРН'а с энергией 600 МэВ. Спрашивается, почему нельзя подняться еще выше? Трудность заключается в том, что чем выше энергия частицы, тем больше радиус ее траектории. Она описывает спираль, разворачиваясь из центра зазора с мгновенным радиусом, пропорциональным импульсу и обратно пропорциональным магнитному полю. С увеличением энергии (а значит, и импульса) радиус траектории растет, поверхность, покрываемая спиралью, тоже, что требует недопустимого увеличения веса магнита.

Поэтому пришлось изобрести машину нового типа - протонный синхротрон, в котором частота электрического поля и величина магнитного поля модулируются одновременно таким образом, чтобы сохранить не только резонансное условие, но еще и постоянный радиус для орбиты частицы. Тогда достаточно поддерживать магнитное поле в узком кольце, окружающем орбиту, что, конечно, уменьшает значительно вес магнита. Таков принцип цернского суперсинхротрона SPS, который ускоряет протоны до энергии в 450 ГэВ (1 ГэВ=1 000 000 000 эВ).

С помощью очень остроумного изобретения, сделанного в ЦЕРН'е Симоном ван дер Меером (Simon van der Meer), опи-

сание которого завлекло бы нас слишком далеко, в 1983 году две группы физиков под руководством Карло Руббиа (Carlo Rubbia) и Пьера Дарьюла (Pierre Darriulat) обнаружили в ЦЕРН'е так называемые промежуточные бозоны  $W$  и  $Z$ , предсказанные так называемой теорией электрослабого взаимодействия Глэшоу, Салама и Уайнберга (Glashow, Salam, Weinberg). В американской лаборатории Фермилаб построена машина того же типа, которая ускоряет протоны до 1 ТэВ. (1 ТэВ=1 000 ГэВ); поэтому она и названа Теватрон.

А как обстоит дело с электронными ускорителями для очень высоких энергий? - Гораздо сложнее. Это связано с тем, что масса электрона меньше массы протона приблизительно в 2000 раз. Можно показать, что энергия, излучаемая заряженной частицей в кругообразном движении, обратно пропорциональна четвертой степени ее массы покоя.

Для энергий электронов, сравнимых с энергиями протонов ЦЕРН'а или Фермилаба, потери на излучение становятся недопустимо большими. Поэтому для электронного ускорителя LEP (Large Electron-Positron (collider)), который теперь запущен в ЦЕРН'е, для первой очереди была выбрана более скромная энергия 50 ГэВ, которая позже будет доведена до 100 ГэВ. Даже это стало возможным только благодаря очень значительному увеличению радиуса машины, которое уменьшает центростремительное ускорение частиц, а значит, и излучение.

Одним из замечательных свойств электромагнитного излучения вращающихся ультрарелятивистских частиц, масса которых во много раз превышает их массу покоя, является его непомерная спектральная ширина. Излучение содержит не только частоту самого вращения, но и чрезвычайно высокие гармоники, простираясь до оптического, ультрафиолетового и даже рентгеновского диапазона. Эта особенность электронных синхротронов, считавшаяся вначале простым курьезом и даже неудобством, приобрела недавно огромное значение, сделав их мощными и непрерывными источниками рентгеновского излучения. Дошло до того, что строятся электронные синхротроны, специально предназначенные для применения этого излучения в физике твердого тела, химии и биологии.

Теория синхротронного излучения была хорошо известна в 1947 году. Мне пришло в голову, что число "жестких" (коротковолновых) фотонов, испускаемых каждым электроном за один поворот, невелико и может сильно флуктуировать, - факт, который классическая теория излучения была неспособна учесть. Я предпринял полуклассический расчет, обратный обыкновенной процедуре: описал движение электрона классически и проквантовал электромагнитное поле, что научился делать, изучая монографию Гайтлера.

Это была типичная тема диссертации, которую руководитель мог предложить своему начинающему ученику. Руководителя у меня не было, и я сам себе ее предложил. Я довел расчет до конца и не был разочарован, наоборот, скорее доволен, когда убедился, что мой результат совпадает с классическим вычислением. Это показывало, что я подсчитал правильно то, что всем было известно. Свою работу я опубликовал в *"Journal de Physique"*. Это была моя первая статья.

Начальник отдела ускорителей в **КАЭ** был столь восхищен результатом, что захотел представить его на конференции в Америке. Отговорил я его не без труда.

Я заинтересовался и линейными электронными ускорителями. Их принцип работы можно объяснить элементарно, переходя в систему координат, движущуюся в волноводе со скоростью электромагнитной волны. В этой системе электрону *кажется*, что он *видит* электростатическое поле. Поле ускоряет электрон, но, если электрон ультрарелятивистский, при ускорении его скорость практически не меняется, и он остается в фазе с волной. Такое рассмотрение привело меня к изучению структуры электромагнитной волны, которая распространяется в волноводе точно со скоростью света. Заключение, к которым я пришел, не представляют достаточного интереса, чтобы приводить их здесь. Они были опубликованы в Докладах нашей Академии наук. Подражая Паули, я скажу, что они даже не были ошибочными. Я очень сомневаюсь, что эту статью читал **кто-нибудь**, кроме меня.

Пока я все это проделывал, Горовиц в Копенгагене находился в самом центре новейших достижений физики. Он написал мне про открытие американского физика Виллиса Лэмба (Willis Lamb), которое, по мнению Бора, должно было произвести переворот в квантовой теории излучения. И я **решил**, что квантовая теория поля была тем самым **"баркасом"**, на который я должен вскарабкаться, чтобы спастись. Однако два обстоятельства меня смущали. **Во-первых**, баркас был страшно перегружен. На его борту уже были все участники семинара Прока. Кроме того, там были те, кто работал с Розенфельдом в Манчестере и с Пайерлсом в Бирмингеме - месте моего ближайшего назначения.

Но было нечто другое, что еще больше смущало меня. В 1947 году во время поездки у меня было время хорошенько разглядеть славный город Бирмингем. Вызывающее безобразие **архитектуры**, безвкусная тоскливость улиц, гортанный говор местных жителей, который в моих **ушах**, привыкших к гармоническим звучаниям Би-би-си, походил на все, что угодно, кроме английского языка, пища, отвратительная для вкуса француза, даже такого, которого не баловали во время четырех лет германской оккупации, все

это вместе взятое заставило меня усомниться, "стоит ли игра свеч". Для того ли провел я два года в армии, четыре года под германским игом и еще, по крайней мере, год лишений после войны, чтобы тридцати трех лет от роду оказаться на год (а скорее, на два) в этом мрачном изгнании?

Я давно понял, что мое первое суждение было преувеличенным. Бирмингем не уродливее многих других крупных английских городов и даже скрывает несколько весьма приятных уголков; пища в Англии более или менее одинаковая повсюду; а с аборигенами с ужасающим акцентом я бы в университете не встречался. Во всяком случае, подчиняясь первому импульсу, я отправился в Бритиш **Каунсил**, чтобы сообщить им, что раздумал ехать в Бирмингем, и спросить, не могли ли они предложить мне другое назначение. Приняли меня очень любезно. (Здесь я хотел бы подчеркнуть замечательную вежливость всех власть имущих в Англии. Приехав с Сюзан в первый раз в Оксфорд, мы отправились в полицейский участок, чтобы прописаться. Первое, что сделал полицейский, это встал и подвинул Сюзан стул. Ни французские, ни иные полицейские меня к подобному не приучили. А вот еще пример. Мой товарищ П., пребывая в Англии, просрочил по небрежности свою визу. Через некоторое время он получил из министерства внутренних дел следующую бумагу. "Министр внутренних дел (Home Secretary) желает выразить господину П. свое почтение и считает своей обязанностью уведомить его, что, если он не сообразовался урегулировать свое положение в недельный срок, будет предпринята его высылка с территории **Объединенного Королевства (United Kingdom)** с употреблением силы в случае необходимости. Ваш покорный слуга министр внутренних дел...")

Возвращаясь к милому БК. **"Куда хотели бы вы поехать?"** - "Я еще не решил. А какие есть возможности?" Чиновник открыл свою папку. **"Осталось** не много. Вот, в Оксфорде теперь новый профессор теоретической физики Морис Прайс (Maurice Pryce). У него, может быть, найдется место для одного студента. Я хорошенько не знаю, чем он интересуется, но это, вероятно, довольно далеко от ваших интересов по квантовой теории поля. Он сотрудничает с экспериментаторами **кларендонской лаборатории (Clarendon Laboratory)**, исследующими магнитный резонанс, если вы знаете, о чем идет речь." (Я не знал и знать не хотел. Я услышал: **"Оксфорд!"** По дороге из Бирмингема я останавливался в Оксфорде и провел там три дня. Оксфорд прекрасен, как Венеция или Флоренция, и я не буду здесь описывать его красоту и "стараться важно в том уверить, в чем все уверены давно". Довольно сказать, что я вернулся домой совершенно счастливый. **Мысль**, что там можно не только наслаждаться красотой, но еще

и заниматься физикой, мне не пришла в голову.) "Да, конечно, я давно интересуюсь магнитным резонансом; могу ли я записаться в Оксфорд?" - "Мы запишем вашу кандидатуру, но вы должны заручиться согласием профессора Прайса. К тому же, вы потеряете свое место в Бирмингеме, на него есть другие **кандидаты**".

Прайс! Коварски давно рассказывал чудеса про своего друга Прайса, с которым он познакомился в Кембридже во время войны. Он охотно порекомендовал **меня** Прайсу, и тот принял меня в свою "паству". Прайс **написал**, что я могу или приехать так просто, "руки в **карманах**", и тогда рассчитывать, что вознаграждением за мои труды будет лишь слава, которую мне принесут мои открытия (боюсь, что тут была доля иронии со стороны моего будущего **руководителя**), или работать над докторской диссертацией, но в этом случае необходимо было быть принятым в один из колледжей, составляющих Оксфордский университет. Я решил не слишком полагаться на славу и выбрал второй путь. Секретариат университета уведомил меня, что я должен был представить нотариально заверенный перевод моих дипломов, но если дипломы на латинском языке, перевод не требуется.

## Оксфорд

"Почему же его послали в Англию?  
... Да потому, что он сошел с ума  
... там все такие же сумасшедшие, как он"  
Из "Гамлета"

*Жизнь в колледжах. - Академическое купание. - Леди Годива наоборот. - Отступление: Эдинбург. - Париж и сливки физики. - Кларендон и Чаруэлл. - Прайс, Блины и другие. - \*ЭПР. - \*Сверхтонкая структура. - Диссертация*

Полезно сначала вкратце **сказать**, что в 1948 году структура, порядки и традиции Оксфордского университета представляли собой смесь викторианского стиля со средневековым и что они не так уж изменились за последние сорок лет. Университет можно было сравнить с феодальной монархией, где колледжи были ее мощными и богатыми вассалами, а сам университет их сюзереном, слабым и безденежным королем. Дипломы выдает университет, но только тем, кого предварительно согласились принять колледжи. Источник богатства колледжей - доходы от их владений, главным образом недвижимых, которые очень велики. Колледжи **предпо**читает сдавать их в долгосрочную аренду на 99 (!) лет. Для

частного лица это равноценно продаже, но не для колледжей, старейшие из которых основаны в тринадцатом столетии и привыкли вести счет времени веками. Другой источник доходов - дары и наследства бывших студентов, которые преуспели в жизни.

Расскажу, для примера, что случилось совсем недавно. Надо знать, что, после главы колледжа, личность, которая, пожалуй, играет в нем важнейшую роль, - это главный швейцар (или, **скорее**, привратник). Он дежурит в дворницкой у входа в колледж и держит в своей памяти не только лица и имена всех студентов колледжа, но и всех тех, кто там пребывал на протяжении его службы. И вот в один прекрасный день один очень богатый **господин**, попавший проездом в Оксфорд, заглядывает в свой бывший колледж, где он учился тридцать лет тому назад. И на пороге встречает старого привратника (который давно на пенсии), беседующего со своим преемником, вернее, с преемником преемника. Увидев приехавшего господина, привратник обращается к нему: "**Как** поживаете (How do you do), Мистер Ричардсон, сэр?" Мистер Ричардсон был так тронут тем, что привратник его узнал и вспомнил его фамилию через тридцать лет, что подарил миллион фунтов стерлингов своему старому колледжу. Могу уверить читателя, что это не басня, а факт, который мне недавно рассказал глава этого самого колледжа.

Хотя все колледжи равны между собой, некоторые **"более равны, чем другие"**, как сказал Оруэлл, т.е. богаче и престижнее. На чем основан престиж, не всегда ясно. Большую роль играет древность колледжа и число знаменитых выпускников, но о богатстве колледжа также не надо забывать.

Колледж, который меня приютил, зовется *Иисус* (еще одно подтверждение моей **иудейско-христианской** традиции). Не самый престижный, но и далеко не из последних. Он был основан королевой Елизаветой (не той, которая теперь открывает выставки, а той, которая обезглавила своего любовника, графа Эссекса) и среди своих почетных членов (Honorary Fellows), бывших или настоящих, числит Лоуренса (разведчика в Аравии, а не **автора** "Любовника леди Чаттерлей"), бывшего **премьер-министра** Гарольда **Вильсона**, и, с 1975 года, меня. (В другой главе я объясню, что за "птица" Почетный член.)

По традиции **"Иисус"** имеет сильные связи с Уэльсом (Wales), и большинство студентов оттуда, т.е. уэльсцы, или, что, **по-моему**, звучит лучше, валлийцы (Welshmen). Говорят, **что**, если встать под окнами "Иисуса" и крикнуть: Джонс или Эванс (типичные валлийские фамилии), из окон высунутся сто голов. Их традиционная песня - бесконечный речитатив: "Ллойд Джордж знал отца, отец знал Ллойд Джорджа..." (Ллойд Джордж был, конеч-

но, валлийцем). Замечу, что после названия любого Оксфордского колледжа слово **"колледж"** не ставится, говорят: **"Иисус"**, а не Иисус колледж. Единственное исключение составляет Новый колледж (New College), который нельзя назвать просто **"Новый"** (New) и который зовется Новый колледж несмотря на то, что он один из старейших. Читателя, который захочет **понять**, почему все это так, могу отослать к объяснению, предложенному Шекспиром, см. третью строчку эпиграфа к этой главе. Подобное мнение в несколько иной форме было однажды выражено моим другом Вайскопфом: "Англичане - люди, как все, но менее". Сообщу еще, что в Уэльсе жива сильная тяга к Библии (может быть, руководители "Иисуса" вообразили, что Абрагам - валлийская фамилия?)

Управление каждым колледжем находится в руках его преподавателей, которых называют **"феллоуз"** (Fellows - буквально товарищи), а более фамильярно - "доны" (dons). Глава колледжа избирается донами и носит одно из следующих названий: *principal, president, warden, master, provost, rector, dean etc.* ("Шишков, прости, не знаю, как перевести"). Студенты называются *undergraduates* (т.е. не имеющие ученой степени); те из них, которые блестяще выдержали экзамен на стипендию, зовутся *scholars* (буквально "школяры"), те, кто тоже выдержал экзамен, но не так блестяще, зовутся *exhibitioners* ("позор тому, кто дурно об этом подумает"). Тех, которые ничего не выдержали и не получают стипендии, зовут "коммонер" *commoners* (буквально человек из народа). Есть, наконец, те, кто готовится к защите диссертации. Некоторые из них, но не все, Бог знает почему, зовутся *advanced students* (буквально высшие студенты). Я был таковым с 1948 по 1950 год.

Весь этот народ носит черные мантии разного фасона и длины в зависимости от статуса. Мантия коммонеров коротенькая, как "тришкин кафтан", и зовется на студенческом жаргоне *bumfreezer* (Шишков, переводи сам); мантия высших студентов доходит, слава Богу, до колен; мантия донов длинная с широчайшими рукавами. Мантию носят в столовой и на лекциях, если они читаются в колледже, а не в университетских зданиях. В мое время студенты (не. высшие) были обязаны носить мантию на улице после захода солнца, и вход в бары (pubs) им был закрыт в любой час. Два дона, так называемые *прокторы*, были предоставлены колледжами в распоряжение университета в качестве блюстителей порядка. Вечером они ходили дозором по улицам в сопровождении подручных, которых звали **"бульдогами"**, и ловили нарушителей. Все это теперь стало фольклором, но еще сорок лет тому назад строго соблюдалось.

Во время трапезы в холле (Hall) колледжа доны сидели отдельно от студентов и слегка выше, за так называемым Высоким Столом (High Table), на который подавали вполне приличную пищу, не имеющую ничего общего с той, которой кормят студентов. Зато непроизвольно студенты приобретали приличные манеры благодаря тому, что, сидя близко друг к другу, вынуждены были есть с локтями, тесно прижатыми к телу, как подобает джентльмену.

В холле "Иисуса" существовала традиция **Сконса** (Sconce). Сконс - **это** наказание, которому старший студент за столом может подвергнуть товарища за нарушение правил, которые, конечно, нигде не записаны и узнаются только из опыта. Нарушитель должен послать на кухню за громадным кубком пива (кубок и есть сконс), на свои деньги, конечно, и, пригубив, передать его соседу, **чтобы** пить вкруговую. Вот два примера нарушений: произнести за столом имя королевы Елизаветы (**опять-таки**, первой, вторая была тогда еще принцессой) или сесть в кашне за стол. Это **второе** я раз совершил, что было неудивительно ввиду температуры, царившей в холле. Я заплатил не ропща, но надо знать, что, как полагается при демократии, после вынесения приговора всегда есть выход или даже два. Первый выход - геройский - заключался в том, что **"сконсированный"** вместо того, чтобы пригубить, осушал кубок одним махом до дна. Тогда наказывающий "сконсер" становился наказуемым (был сконсирован) и должен был в свою очередь послать за кубком. Вторым выходом было обжалование перед Высоким Столом. Это было не так просто, потому что обжалование должно было быть на латыни и, если латынь была не безукоризненна, доны удваивали сконс. За два года, которые я провел в "Иисусе", я наблюдал два примера первого типа, и ни одного второго.

Я имел очень мало общего со студентами, чью скудную трапезу разделял. В среднем они были лет на десять моложе меня и не имели понятия о том, что пришлось мне пережить за это время. Порой они казались мне жителями другой планеты. Я пунктуально обедал в холле два раза в неделю для упражнения в английском языке, а также потому, что колледж засчитывал мне, как минимум, стоимость двух обедов в неделю, независимо от того, обедал я там или нет, а мое финансовое положение не позволяло мне пренебречь этим.

Мы поселились в пансионе у молодой вдовы миссис Берне (Burns), у которой было двое детей: Рони - мальчик четырех лет, и Сузи - **девочка**, двух лет. Сюзан сразу **подружилась** с нашей **хозяйкой**, которая охотно принимала ее советы и еще охотнее помощь на кухне, в результате чего наши трапезы значительно улучшились. В обмен на небольшую скидку за пансион Сюзан

водила детей гулять два часа каждый день. Она обожала детей, и они к ней сразу привязались. В четыре года Рони говорил **тоненьким**, слегка педантичным голоском, иногда очень смешные вещи, к сожалению, непере译имые. **Предполагалось**, что он подучится немного французскому языку, разговаривая с Сюзан, но вышло не совсем так: он стал **по-английски** говорить с **сюзаннинным** акцентом, что очень смешило его мать.

Сузи еще не умела говорить. Я никогда не видел ребенка, проявлявшего так рано музыкальную одаренность; она подхватывала и мурлыкала, замечательно верно, любой мотив, услышанный по радио или от Сюзан, которая в те дни распевала целыми днями. Почему-то она особенно привязалась ко мне, и в одном случае доказала мне свою любовь очень трогательно. Сузи обожала сливочное масло, которое в Англии в 1948 году еще выдавалось по карточкам. Она засунула мне потихоньку в карман четверть фунта масла, чтобы показать мне свое расположение, и была очень обижена моим недовольством, когда я вынул из кармана руку всю в масле.

Остальными жильцами были трое студентов: китаец, индонезиец и пакистанец. Пакистанец, мистер Палиа, был тонкий, молчаливый, грустный молодой человек. Раз в порыве откровенности он рассказал мне, что в Пакистане он расстался навсегда с **молодой**, красивой и богатой невестой. **"Почему же вы расстались?"** - спросил я. **"Она была очень, очень беременна"**.

Понятно, что английский язык, на котором жильцы говорили в нашем пансионе, был не тем, который считается оксфордским выговором, а скорее тем, что один юморист назвал "чистейшим акцентом без малейшей примеси **английского**". Я привез с собой пластинки моего английского самоучителя **"Ассимиль"** и настаивал, чтобы Сюзан их прослушивала. (У меня в лаборатории была постоянная практика.) Там была одна пластинка, которую Сюзан часто ставила, посвященная описанию человеческого тела, начинавшаяся следующей фразой: "The top of the head is covered with hair" (**"Верх** головы покрыт волосами"). Почему-то эта фраза вызывала у нашей хозяйки неудержимый смех, и она стала у ней с Сюзан общей **шуткой**, которую не понимали непосвященные. Я еще вернусь к ней в другой главе.

Рядом с моей лабораторией (Clarendon Laboratory) простирался громадный университетский парк, где я прогуливался между занятиями, размышляя о какой-нибудь проблеме, и куда Сюзан водила гулять детей.

Весной парк становился святилищем крикета, чисто английского развлечения, или скорее священнодействия. В 1948 году Оксфордский университет располагал одной из лучших команд Англии,

зрелище было бесплатным. Для иностранца крикет, несомненно, занятие, любовь к которому приходит медленно и постепенно. Не стану объяснять сложные правила игры, которые я до сих пор, как следует, не понял, если только иностранец вообще **способен** их понять. (Есть **что-то** общее у крикета с русской лаптой, но бесконечно сложнее.) Матч длится три дня с послеобеденным перерывом для чаепития. Больше всего поражает медленный ритм игры, напоминающий замедленный кинофильм. Но какое прекрасное зрелище представляют игроки в одеждах первозданной белизны на фоне изумрудной травы! Майки или шорты немыслимы. Носят длинные фланелевые брюки и полотняные рубахи, рукава которых ритуально засучивают перед ударом битой или броском мяча.

В парке было еще и другое развлечение, которое меня **привлекало** гораздо больше, так как я очень люблю плавание, - купальня с очаровательным названием "Радость священника" (Parson's Pleasure). Через парк протекает рукав Темзы, оба берега которого на протяжении ста метров были предназначены исключительно для членов университета, желающих порезвиться в воде или **позагорать** под скупым британским солнцем. Высокий забор скрывает их от нескромных взглядов, предосторожность тем более необходимая, что купаются "в чем мать **родила**". Незнакомый с этим обычаем, я появился в плавках, но поторопился разоблачиться под косыми взглядами присутствующих. Прибавлю, что это место посещается главным образом донами почтенного возраста, более пристрастными к перипатетической беседе, чем к спортивному плаванию.

Я до сих пор помню, как в главной аудитории увидел вице-канцлера университета, облаченного в роскошную мантию и **торжественно** выдающего дипломы новым докторам, ритуально шлепающего слегка каждого Библией по голове, которого три часа тому назад наблюдал сидящим на траве подобно языческому богу, греющим на солнце свое величественное брюхо. Нужно ли **говорить**, что "Ladies **are** not expected" (дам не ожидают). И все-таки дело не совсем так просто. Через "Радость священника" протекает река. По этой реке вниз по течению плывут плоскодонки, в которых, прогуливая своих подруг, не гребут, а отпихиваются жердями студенты, подбоченившиеся, как гондольеры. Здесь, **сравнивая** разные годы между 1948 и 1981 (годом моего последнего долгосрочного пребывания в Оксфорде), я заметил, как меняются нравы.

Дамы, сидящие в плоскодонке, должны были сойти на берег, не доезжая до купальни, и пройти пешком до **места**, где им снова можно было сесть в лодку. Во время моего первого пребывания в Оксфорде случалось, что девица забывала или ленилась выйти

из лодки и вынуждена была проплыть в ней мимо почтенной мужской наготы. Как парализованная, сидела **она**, глядя прямо перед собой, боясь повернуть голову к берегу, настоящая леди Годива<sup>9</sup> наоборот. В шестидесятых годах девиц было **больше**, они поглядывали направо и налево и даже хихикали и позволяли себе кое-какие комментарии к увиденному. В 1981 году девиц было столько же, сколько парней, и никто ни на что не обращал внимания. Добавлю, что у дам есть своя купальня под названием "Dames Delight" (наслаждение дам), но я там не бывал и, какие там обычаи, не знаю.

Не страшась обвинения в нездоровом интересе к академической наготе, хочу рассказать еще один инцидент в подтверждение вышеупомянутых тезисов Шекспира и Вайскопфа насчет англичан. В 1962-1963 годах я пробыл с Сюзан четыре месяца в Оксфорде. Зима была на редкость суровая, в парке Темза замерзла, и по льду можно было ходить - исключительное явление в Оксфорде. Гуляя по парку, я сказал Сюзан: "Надо воспользоваться случаем: наконец, я смогу тебе показать, как выглядит эта купальня". По льду мы подошли к купальне. Какой-то тепло одетый, пожилой господин пробивал у берега дыру во льду. "Собирается удить рыбу", - заметила Сюзан. Мы прошли дальше. Через четверть часа на обратном пути, проходя мимо купальни, Сюзан **вскрикнула**: "Посмотри!" Перед нами стояла синеватая голая человеческая фигура, окутанная паром, которая тотчас юркнула в одну из кабинок. "There will always be an **England!**" (Вечно будет стоять Англия).

## Эдинбург

В 1949 году я собрался поехать в Эдинбург на конференцию по ядерной физике, но возникла маленькая проблема: у меня не было денег. Читатель, может быть, помнит, как мы **договорились** с господином Перно насчет моей стипендии: КАЭ будет мне платить жалованье в 50-60 фунтов в месяц (дали 60), а я буду им возвращать каждый месяц все, что получу от Бритиш Каунсил (БК), т.е. 35 фунтов. На деле КАЭ платил мне сразу разницу, т.е. 25 фунтов. Что могло быть проще? Но вышла заминка. Для БК год состоял из десяти месяцев, а я привык жить двенадцать. Поэтому я совершенно резонно запросил у КАЭ

<sup>9</sup>Леди Годива(1040-1080) - жена лорда Лиофрика из Ковентри, отличавшаяся красивой внешностью. Согласно преданию, Годива просила мужа о смягчении тяжелой участи жителей Ковентри, страдавших от огромных налогов. Лиофрик обещал выполнить ее просьбу при условии, если она покажется обнаженной на рыночной площади. Данная легенда имеет и другие версии. - *Примеч. ред.*

за июль и август по 60 фунтов в месяц, из которых я был готов возвратить все то, что мне выплатит БК, т.е. ничего. Бухгалтер КАЭ отказался входить в эти тонкости; у него была инструкция платить 25 в месяц, ничего другого он не знал и знать не хотел. Стал я "тоской томиться, безутешно **ждать**", пока переписка не дошла до господина Перно, который в то время уже занимался другими делами и не смог поддержать меня. Последний акт был разыгран 35 лет спустя, когда я заявил свои права на пенсию, которая во Франции подсчитывается по жалованию, **выплаченному** за все время работы. Опять возник вопрос о том, кто что платил. К счастью, как я рассказывал раньше, в КАЭ были *архивисты первого класса*, способные извлечь из архива документы тридцатипятилетней давности.

\* Конференция в Эдинбурге была организована Максом Борном (Max Born). Среди основателей квантовой механики Макс Борн **стоит сразу после величайших** физиков: Бора, де Бройля, Гейзенберга, Паули, Шредингера и Дирака. Кто не согласен со словами "сразу после" может заменить их на "среди". Его вклады в эту область науки многочисленны и значительны. Самым важным является вероятностное толкование волновой механики, согласно которому квадрат модуля волновой функции частицы в данной точке пространства представляет ее вероятность там находиться. На этом "**невещественном**" толковании волновой механики сильно настаивал Бор, и оно было принято всеми (кроме де Бройля, который сперва согласился, но позже отрекся). Оно носит название "**копенгагенского**", что **по-моему** несправедливо по отношению к Борну. Он был награжден Нобелевской премией только в 1954 году, намного позже своих славных младших коллег - **Гейзенберга**, Дирака и Паули. Когда Борн, чья математическая культура намного превышала скудные знания юного Гейзенберга, заметил ему, что его алгебра некоммутативных величин не что иное, как алгебра матриц, тот воскликнул: "Что, и это мне надо **учить?!"** До войны Борн тщетно пытался построить нелинейную электродинамику без **расходимостей**, на которую в 1938 году я все-таки успел истратить немного и своего драгоценного времени. В 1949 году волна современной теоретической физики прошла над ним, но он все еще руководил активной группой и разрабатывал так называемый принцип взаимности, из которого, к сожалению, ничего не **вышло**.\*

Из нашей встречи в Эдинбурге я запомнил его доброе, **благородное** лицо и ласковую благожелательную манеру общения. К несчастью (не по моей вине), эта встреча была омрачена нелепым

инцидентом, который помешал мне выразить ему свое глубокое уважение, о чем я мечтал. Я являюсь обладателем сомнительного рекорда по числу представлений Борну. Перед конференцией был прием, куда я явился одним из первых. Борн стоял у входа и тепло приветствовал меня. Несколько позже Александр Прока, который считал себя лидером молодой французской делегации, взял меня под руку и потащил представляться Борну. Борн улыбнулся мне, но не так ласково, как в первый раз. Это было до **появления** Мориса Прайса, с которым я работал уже год и который был женат на дочери Борна. Что могло быть нормальнее его желания представить тестю своего лучшего ученика (так он говорил, не я). Улыбка Борна при этом походила на гримасу. Но мы еще не испили чашу до дна. К концу приема я сидел на диване, сам по себе, весьма удрученный тем, что произошло, когда ко мне подседа жена Борна, милая пожилая дама со следами былой красоты. Заметила ли она мой невеселый вид или нет, не знаю, но она сама обратилась ко мне и расположила к себе умными и тактичными вопросами о жизни во время германской оккупации. И в это время рок повелел Борну, утомленному приемом, пройти мимо нас. "Макс, - позвала госпожа Борн, - поди сюда, я хочу тебя познакомить с молодым человеком из **Франции**". Борн закрыл лицо руками и выбежал из комнаты. "Он страшно **устал**", - сказала милая госпожа Борн, в оправдание странного поведения мужа.

В Эдинбурге я впервые услышал величайшего **Нильса** Бора. Я нахально уселся в первом ряду, не желая пропустить ни слова из того, что скажет великий человек; меня предупреждали, что его не легко понять. (Я слышал позже, что на международных конференциях, когда Бор говорил **"по-английски"**, устраивали синхронный перевод на английский.) Он говорил всего несколько минут, низким гортанным голосом, скорее громким шепотом, отчеканивая каждую фразу и подчеркивая ее жестом потрясающей выразительности. Даже профан не мог упустить громадной важности заключений, которые он извлекал из сегодняшней сессии. Я не упустил важности, но я упустил смысл сказанного: я просто не понял ни слова. Когда аплодисменты умолкли, я обратился к своему соседу **Розенфельду**, физику бельгийского происхождения, сотруднику Бора, который говорил **по-французски, по-английски, по-немецки, по-голландски, по-датски** и **"по-борски"**. "Что он сказал в своем заключении?" - "Он сказал, что у нас была длинная и **интересная сессия**, которая его лично очень заинтересовала, что, наверное, все очень устали и что в соседней комнате будет чай и кофе с печеньем".

Но кульминацией конференции был доклад **Сесилия Пауэлла** (Cecil Powell) о работе, которая положила конец долгим спорам и принесла ему Нобелевскую премию в следующем году.

\* Кратко коснусь предмета этого спора. Японский физик **Хидэки** Юкава предложил еще до войны теорию ядерных сил, основанную на обмене тяжелыми частицами между нуклонами, по аналогии с теорией электромагнитных сил, которые обусловлены обменом квантами света, т.е. фотонами, между заряженными частицами. Бесконечному радиусу действия электромагнитных сил соответствует нулевая масса фотонов, а конечному радиусу ядерных сил - конечная масса квантов Юкавы. Вскоре после опубликования теории Юкавы заряженные частицы с массой приблизительно в двести электронных масс были обнаружены в космических лучах и приняты вначале за частицы Юкавы. Но **легкость**, с которой эти новые частицы, так называемые **мюоны**, проходили через вещество, исключала сильное взаимодействие с ядрами и их **отождествление** с частицами Юкавы.

В серии работ, замечательно остроумных и выполненных с **большой** тщательностью, пользуясь фотографическими эмульсиями для наблюдения космических **частиц**, **Пауэлл** определил настоящую природу частиц Юкавы, так называемых пионов. Он показал, что пион распадается на **мюон** и на нейтральную частицу с нулевой массой, названную нейтрино. Существование нейтрино было предложено Паули еще до войны, чтобы спасти сохранение энергии в бета-распаде. Эти задачи были далеки от моих собственных интересов в то время, но я не мог не увлечься ясностью мышления, красотой и простотой экспериментов, которые привели Пауэлла к **открытию**.\*

Я храню фотографию участников эдинбургской конференции. Там в первом ряду сбоку смирно сидит Клаус Фукс, наш с Горовицем старый знакомый. Ему уже недолго ждать ареста. В середине царствует Борн. Во втором ряду стоит и посмеивается Бруно Понтекорво. Ему уже недолго пребывать на Западе. О нем я иногда задаю себе вопрос эпитафии моей главы "Вторая служба", ответ на который я никогда не узнаю.

## Париж и "сливки" физики

В 1950 году я участвовал в международной конференции по теоретической физике в Париже. С грустью гляжу на эту **фотографию**. Все юные представители французской теоретической физики, которых я тогда знал "среди радостных надежд, их не свершив еще для света", - где они теперь и что из них вышло? Исчез и мятежный гений Ричард Фейнман. Я никогда не забуду

своего впечатления от его доклада на конференции о решении задач квантовой электродинамики. С тех пор как я **начал** оглядываться на зигзаги своего жизненного **пути**, я стал усердным читателем чужих автобиографий. Вот почему я набросился на ту, которую Фейнман написал **или**, вернее, наговорил в **диктофон**, под заманчивым заглавием **"Вы** шутите, мистер **Фейнман"** (Surely you **are** joking Mister **Feynman**). Признаюсь, я был разочарован. Я нашел книгу вульгарной, а не смешной. Я хотел бы крикнуть ему (но теперь **поздно**): **"Это** не вы, мистер Фейнман!" или как Сальери Моцарту: **"Ты**, Моцарт, не достоин сам **себя"**. В 1950 году его юмор был более высокой пробы. Французский физик из преторианской гвардии **"ослов"**, которые охраняли де Бройля от соприкосновения с внешним миром, прочел доклад о своей теории электродинамики, явно направленный против Фейнмана. Аудитория отозвалась гробовым молчанием. **"Осел"** обратился лично к Фейнману с просьбой оценить его работы. **"No comment"**, - ответил Фейнман. Настойчивый **"осел"** добился у председателя разрешения повторить доклад **по-английски**, а затем снова обратился к Фейнману. **"Pas de commentaires"**, - был ответ.

### Кларендон и Чаруэлл

Оксфорд и Кембридж, то же ли это, что Рим и Карфаген, Афины и Спарта, Троя и Греция? Нет. Эти гордые центры культуры давно уже довольствуются соперничеством на водах Темзы и на лугах спортивных площадок. Это следствие того, что в международной политике называется разделом сфер влияния: гуманитарные науки - для одного центра, точные - для другого, или, как у них говорят, **"Oxford for manners and marmalade, Cambridge for sausages and sums"** (Оксфорду - манеры и апельсиновое варенье, Кембриджу - сосиски и вычисления).

В течение более полувека один человек играл решающую роль в этом разделе - Р. Б. Клифтон (R.B. Clifton) - **"Доктора** Ли профессор экспериментальной философии" (Dr Lee's Professor of Experimental Philosophy), заведующий кафедрой, которая еще и сегодня остается главной кафедрой физики Оксфордского университета. (**"Доктора** Ли профессор" означает **"занимающий** кафедру имени доктора Ли". В шестидесятых годах мой друг профессор Блини, который занимал эту кафедру, навел на мою лабораторию **КАЭ** в Сакле (Saclay), где иностранцы при входе должны заполнить карточку. **"Вас двое? - спросил** вахтер. - Если вы Блини, то где Ли? А если вы Ли, где **Блини?"**)

В течение 50 лет, с 1870 по 1920, знаменитую Кавендишскую кафедру Кембриджа занимали Джеймс Кларк, Максвелл, Лорд Рейли и Дж. Томсон. Неплохо. И все это время в Оксфорде

царствовал Р.Б. Клифтон, имя которого даже в Оксфорде теперь никто не знает. В досье Р. Б. Клифтона на время занятия кафедры находились **две** публикации, но зато **двадцать** рекомендаций от таких личностей, как Бунзен, Кирхгоф, Стоке, Томсон (позже лорд Кельвин) и т.д., восхваляющих его как джентльмена и педагога, но замечательно сдержанных насчет его научных способностей. В течение его долгой и безоблачной карьеры у Клифтона была одна страсть - коллекционирование научных приборов, которые он с любовью полировал и хранил под замком, - и один страх - возможность пожара в его **Кларендонской** лаборатории, которая **из-за** этого запиралась на ключ каждый день уже с четырех часов. **"А** счастье было так возможно, так близко".

Одновременно с Клифтоном в Оксфордской кафедре была заинтересована личность покрупнее - Герман фон **Гельмгольц**. Были поддержка и **сопротивление**, с подробностями которых я не знаком, которые помешали **Гельмгольцу** стать кандидатом. Как сказал Паскаль: **"Будь** нос Клеопатры покороче, изменилось бы лицо мира". Но когда в октябре 1948 года я переступил порог **Кларендона** (так я впредь буду называть эту лабораторию), она давно перестала быть дворцом Спящей царевны, в которую ее превратил Клифтон. Царевичем, пробудившим ее, хотя прекрасным царевичем его никто бы не назвал, был Фредерик Линдеман, позже лорд Чаруэлл (Cherwell), советник Черчилля во время войны и его близкий друг, который заведовал **"доктора** Ли **кафедрой"** до 1956 года. Он был сильной личностью и вызывал у тех, кто с ним имел дело, порой непримиримую ненависть, а порой слепую преданность. Так как я сам имел с ним дело и так как, кроме роли в возрождении Кларендона, он сыграл роль в моей собственной судьбе, я хочу посвятить ему несколько строк.

До первой мировой войны и между войнами его научная карьера была приличной, но не более, в области, которая еще не называлась физикой твердого тела. Его высокую фигуру и физиономию, усатую в те времена, можно увидеть на фотографиях ранних **Сольвеевских** (Solvay) конгрессов. Он был другом Мориса де Бройля и частым гостем имения де **Бройлей**, что неудивительно, так как он был большим снобом и любил общаться с аристократами.

Два эпизода из его жизни рисуют совершенно противоречивые черты этой сложной личности. Его отец, выходец из Эльзаса, **обосновался** в Англии задолго до рождения сына. Сын же родился вне Англии, в Баден-Бадене, когда его мать путешествовала за границей. Справочник **"Who's Who"**, который дает массу **подробностей** о его блестящей карьере, умалчивает о месте его рождения. Линдеман, который всю жизнь хотел себя чувствовать самым ан-

глийским из англичан, никогда не мог простить своей матери, что она родила его вне Англии. А вот другой эпизод. Во время первой мировой войны, как научный работник, он был откомандирован на военную авиационную базу в Фарнборо (Farnborough). Летчики смотрели свысока, в прямом и в переносном смысле, на тех, кто "ползал" на земле. В те времена частой и нередко роковой аварией был, так называемый, штопор, в который попадал самолет. Линдеман проделал вычисления, из которых вывел неожиданное заключение: чтобы выйти из штопора, летчик должен был стараться войти в него еще сильнее. Можно себе представить, с каким презрением было встречено летчиками это предложение "ползающего", к тому же штатского человека. Тогда Линдеман научился летать, ввел свой самолет в штопор и вывел его из штопора своим методом. Все его биографы, даже те, которые настроены к нему весьма враждебно, подтверждают эту историю.

Интересно, как он обратил свои усилия, влияние и весьма большое состояние на возрождение физики в Оксфорде. После прихода Гитлера к власти он решил, что немецкие ученые еврейского происхождения могут представить настоящий клад для Великобритании. В роскошном автомобиле, "роллс-ройсе" или "мерседесе", он ездил в Германию и вывозил оттуда в Англию, в качестве ценного импорта физиков, которые затем в течение тридцати лет составляли главную опору Кларендона и работали с успехом на оборону. Их лидером был Франц Симон, позже сэр Френсис Саймон (Francis Simon). Вряд ли кто-нибудь, кроме него, имеет одновременно германский Железный Крест, (заслуженный во время первой мировой войны) и орден Командора Британской Империи (за заслуги в британской обороне во время второй). Саймон, крупный специалист в термодинамике, сыграл большую роль в изотопическом разделении урана-235 и был основателем Кларендонской школы физики низких температур. Он умер скоропостижно в 1957 году, через несколько месяцев после того, как унаследовал кафедру Чаруэлла.

Ученик Саймона, мой добрый друг Николас Курти (Nicholas Kurti), является пионером в области ядерного охлаждения. Среди его хобби на первом месте стоит гастрономия. Он нередко появляется на британском телевидении, демонстрируя свое кулинарное искусство и объясняя роль законов физики в приготовлении вкусной пищи. Нужно ли прибавлять, что он сам вдохновленный и искусный повар. Уроженец Венгрии, он один из лучших знатоков и блюстителей оксфордских традиций. Я заимствовал у него немало фактов, рассказанных здесь.

Добычей Чаруэлла можно считать и Курта Мендельсона, тоже крупного специалиста по низким температурам, и Генриха Куна,

прекрасного спектроскописта. Могу назвать еще одного оксфордского спектроскописта - Джексона, который, **однако**, с предыдущими ничего общего не имеет. Он принадлежит к тому типу оригиналов, которые теперь в Англии вымирают. Во время войны Джексон служил в британской авиации. Однажды после доклада в Мюнхене его спросили, бывал ли он уже в Мюнхене. **"В Мюнхене никогда**, - ответил он любезно, - **над Мюнхеном - да, имел удовольствие"**.

Но это еще далеко не все о Чаруэлле. Во время войны он давал Черчиллю советы, которые, как многие считают, были не всегда наилучшими. Непреклонный сторонник бомбардировки гражданского населения, Чаруэлл советовал бомбить предпочтительно рабочие кварталы, не **из-за** ненависти к рабочим, а потому что, **во-первых**, плотность населения была там гораздо выше, а **во-вторых**, потому, что, как он считал, для обороны рабочий класс важнее других.

Я обязан знакомому дону из "Иисуса" Джону Гриффитсу следующую историю о Чаруэлле, которая позволит бросить взгляд на странный мир английских "публичных школ" ("Public Schools"), отнюдь не публичных. Эти школы - закрытые, весьма своеобразные учебные заведения, в которые нелегко попасть и где счастливые воспитанники приобретают то, что для британца важнее всего, чтобы преуспеть в жизни, а именно аристократическое **происхождение**, по которому настоящий джентльмен узнается, чуть только откроет рот. В 1931 году Линдеман (еще не Чаруэлл) пригласил Эйнштейна в Англию, встретил его на пристани и повез в Оксфорд в своем "роллс-ройсе". Через некоторое время Эйнштейн, то ли **из-за** замечательной мягкости хода "роллс-ройса", то ли **из-за** недавнего морского путешествия, стал испытывать некоторую неловкость. Проезжали мимо Уинчестер-колледжа (Winchester College), одной из самых старинных "публичных школ", и Линдеман предложил Эйнштейну, чтобы размять ноги, осмотреть знаменитую школу. У входа их встретил главный привратник, и Линдеман объяснил, что он желает показать школу профессору Эйнштейну, который интересуется ее методами воспитания. Главный привратник был почтителен, но тверд. "Очень жаль, сэр, но это невозможно. **Сегодня** понедельник, и юные джентльмены заняты." Линдеман возмущенно спросил, знает ли он, что Эйнштейн - величайший ученый в мире. "Несомненно, сэр, если вы так говорите, но сегодня понедельник, и юные джентльмены заняты." Не подействовало на привратника и известие, что Линдеман - личный друг премьер-министра. Линдеман, чувствуя, что теряет престиж в глазах Эйнштейна, стал грозить привратнику, что доложит о нем его начальству. "Я исполняю **приказания**", - отвечал непоколебимый

привратник. В отчаянии **Линдеман** сказал: **"Здесь** учится Джон **Гриффитс**, сын моего знакомого (так оно и было). Я хотел бы передать ему привет от **отца**". - **"А**, вы знаете Джона Гриффитса, сэр? Одну **минутку**, я за ним пошлю, и он вам покажет **школу**."

Перехожу к моим собственным встречам с **Чаруэллом**. Первая произошла через несколько дней после моего приезда в Оксфорд. Я встретился с великим человеком при входе в холл Кларендона. Одет он был, как всегда: котелок и темный костюм, золотая часовая цепь через живот, серые гетры над штиблетами и туго свернутый зонт. Он остановился и заговорил со мной, что для него было необычным. Мне кажется теперь, что говорил он довольно долго. Надо сказать, что голос у него был низким и маловнятным. На лекциях его могли слышать только первые два ряда. Он говорил тихо и неразборчиво (бормотал). Если прибавить, что мое знание английского языка за год после Бирмингема улучшилось незначительно и что я очень робел, вам легко будет поверить, что я не понял ни слова (ни единого слова!) из того, что он мне сообщил. Он, очевидно, ожидал ответа, но я был способен только выразительно смотреть на него. Он тоже смотрел на меня. Не знаю, сколько времени длилось это молчание, но мне оно показалось вечностью. Затем он вышел, ничего больше не сказав. Через некоторое время воспоминание сгладилося. После этого я его часто видел в Кларендоне, но никогда больше с ним не разговаривал, если только можно назвать разговором нашу первую встречу.

Главная наша встреча произошла шесть-семь лет спустя. Она была косвенной, но имела неприятные последствия. В 1954 или 1955 году Блини написал мне, чтобы узнать, не согласился бы я занять Оксфордскую кафедру теоретической физики, которую Прайс только что оставил, если бы мне ее предложили. Он писал, что таковым было желание большинства физиков Кларендона, но что это только предварительное предложение, так как окончательное решение зависит не только от физиков. Я был удивлен и польщен и дал положительный ответ. В течение двух месяцев не было никаких известий, а затем пришло письмо, в котором он сообщал (без подробностей), что возникли затруднения и что дело даже не дошло до голосования. Двадцать лет спустя я узнал от него, в чем было дело. Всемогущий Чаруэлл наложил "вето" на мою кандидатуру, заявив: "Мы не можем взять человека его происхождения; это испортит наши отношения с Харуэллом" (Харуэлл (Harwell) - главный британский атомный центр, находящийся в двадцати пяти километрах от Оксфорда). Итак, если бы не каприз сатрапа, я был бы теперь заслуженным профессором Оксфордского университета, а не заслуженным профессором Кол-

леж де Франс. Рок решил за меня, и не так плохо. Как пела Эдит Пиаф, "Je ne regrette rien" ("мне ничего не жаль").

Я еще ничего не сказал о Прайсе, с которым я работал два года. Он говорил по-французски свободно, но довольно странно. По-английски же он говорил как английский профессор, типичный продукт "публичной школы" и университета. Мать его была француженкой, и говорить по-французски он научился с мальчишками во французской деревне, где проводил каникулы, говорил совершенно свободно, но не как профессор, а, скорее, как крестьянин. Впечатление было такое, как будто вместе с языком менялась и его личность, что производило на меня очень странное впечатление. Он не привык говорить о физике по-французски (как и я по-русски), и мы скоро перешли с ним окончательно на английский.

Хотя до сих пор это было малозаметно, наибольшая часть моего времени и моих усилий в течение двух лет была посвящена физике. Теперь пришла пора сказать несколько слов и о ней.

#### **\*ЭПР (Электронный Парамагнитный Резонанс)**

ЭПР на протяжении многих лет был самой активной областью деятельности Кларендона. В нескольких словах и очень упрощенно вот его суть. Атом можно считать маленьким магнитом; у него есть полный магнитный момент, связанный с орбитальными угловыми моментами атомных электронов и с их внутренними угловыми моментами, так называемыми спинами. Спины связаны между собой, орбитальные моменты тоже, и, наконец, полный орбитальный момент связан с полным спином согласно правилам атомной физики и квантовой механики, составляя полный угловой момент. Полному угловому моменту соответствует полный магнитный момент. В сильном магнитном поле число ориентации магнитного момента, дозволенных квантовой механикой, конечно. Каждой ориентации соответствует своя энергия и частота, связанные друг с другом знаменитой постоянной Планка  $A$ . Это явление называется эффектом Зеемана, по имени голландского физика, который в конце прошлого столетия открыл его в оптических спектрах.

Чтобы перевести атом с уровня энергии  $E_I$  на ближайший уровень  $E_2$ , необходимо передать ему энергию  $(E_2 - E_I)$ , связанную с частотой через постоянную Планка:  $(E_2 - E_I)/h$ . Оказывается, что для магнитных полей порядка нескольких **килогауссов**, легко достижимых с помощью лабораторных электромагнитов, эти частоты совпадают с диапазоном микроволновых частот, т.е. частот радара. Часть аппаратуры радара, оставшейся после войны, попала в руки британских физиков. Когда я прибыл в **Кларендон**, Бребис

Блини (Brebis Bleaney), самый блестящий из местных физиков, был как раз занят созданием Оксфордской школы парамагнитного резонанса, которая под его руководством господствовала в этой области более тридцати лет.

Необходимо напомнить, что атомное ядро в большинстве элементов тоже имеет магнитный **момент**, но очень малый, в тысячи раз меньший атомного момента. Для каждой ориентации атомного магнитного момента ядерный момент, в свою очередь, принимает конечное число ориентации. Это **придает** каждому атомному **зеемановскому** уровню более тонкую структуру, называемую ввиду ее малости *сверхтонкой структурой*. Эта сверхтонкая структура отражает взаимодействие между атомным и ядерным моментами, или, выражаясь иначе, магнитное поле, производимое электронами атома там, где находится ядро. Таким образом, ядро является микроскопическим зондом для изучения атомных волновых функций вблизи ядра, что и придает этому крошечному явлению такое значение.

Эти явления, очень простые для свободного атома (например, в атомарных парах) и известные еще до войны, становятся гораздо сложнее, но и гораздо интереснее для атома в веществе, **находящемся** в конденсированном состоянии, например в кристалле. Там межатомное взаимодействие приводит к глубоким изменениям волновых функций электронов, особенно внешних. В частности, магнетизм атомов (или ионов) становится анизотропным, т.е. зависящим от ориентации внешнего поля относительно осей кристалла.

Джон Ван Флек показал в тридцатых годах, что взаимодействия атомов можно описать с достаточной точностью моделью, в которой каждый атом *ощущает* фиктивное кристаллическое поле, симулирующее эффекты межатомных связей. С помощью этой модели Ван Флек и руководимая им группа успешно объяснили магнитные свойства элементов группы железа и редких земель. Явление парамагнитного резонанса было открыто русским физиком Завойским в 1944 году. Однако свое главное развитие оно получило благодаря трудам Блини и его коллег, которые смогли извлечь из своих измерений гораздо более подробную информацию, чем та, которая была доступна из статических измерений магнитной **восприимчивости**<sup>10</sup>.

В веществе, находящемся в конденсированном состоянии, встречается случай, когда два атома находятся так близко друг от друга, что их волновые функции перекрываются; **Из-за** квантовой неразличимости электронов вопрос, которому из двух атомов принадлежит электрон, теряет смысл. Дирак показал, что для

<sup>10</sup>Ученики Завойского - советские физики **Альтшулер**, Козырев и др. - внесли достаточно весомый вклад в эту область. - *Примеч. ред.*

двух электронов, принадлежащих таким двум атомам, возможность обмениваться положениями эквивалентна обмену ориентации их спинов; а это, в свою очередь, соответствует существованию между спинами скалярной связи так называемого *обменного взаимодействия*. Гейзенберг первый показал, что это обменное взаимодействие и является источником огромного феноменологического молекулярного поля, которое французский физик Пьер Вейсс (Pierre Weiss) предложил в начале столетия для объяснения **ферромагнетизма**.

Прайс предложил мне сделать *теоретическую* оценку величины  $J$  обменного взаимодействия между двумя ионами меди в кристалле сульфата. Существование этого взаимодействия изменяло форму ЭПР спектра этих ионов. Из наблюдаемого изменения можно было извлечь *экспериментальную* оценку величины  $J$ , и Прайс считал, что было бы интересно сравнить обе оценки. В первый раз в жизни, в тридцать три года (я часто говорю о своем возрасте потому, что это стало для меня навязчивой идеей), компетентный и добросовестный руководитель предлагал, может быть, не столь увлекательную, но не лишнюю смысла задачу. Однако, всегда недовольный, я не был рад. Я сразу понял, что эта работа потребует нескольких месяцев прескучных вычислений, во время которых, как очень тактично дал мне понять Прайс, он сможет посвятить больше времени остальным аспирантам или своим собственным **работам**.\*

Размышления о блестящей карьере Прайса не облегчали моего душевного состояния. Старше меня всего на два года, он заведовал одной из самых престижных кафедр Великобритании (той самой, к которой **Чаруэлл** закрыл мне дорогу семь лет спустя); он был широко известен своими довоенными, глубоко абстрактными работами, по теории поля и общей относительности и, во время войны, своей более или менее секретной атомной деятельностью.

## Сверхтонкая структура

\*Спасло меня от уныния открытие сверхтонкой структуры в кристалле, так называемых **туттоновых (Tutton)** медных солей. Открытие было сделано в октябре 1948 года Пенроузом (Penrose), товарищем Блини, который провел несколько месяцев в **лаборатории** известного голландского физика Гортера в Лейдене, благодаря блестящей идее: сильно разбавить в кристалле магнитные ионы меди немагнитными ионами цинка. Сверхтонкая структура ионов меди, которая при нормальной концентрации была скрыта магнитными взаимодействиями между ними, **становилась** ясно видной в разбавленном кристалле в виде четырех резонансных линий, **соответствующих** четырем возможным ориентациям ядерного спина

меди. Четырем, потому что у ядерного спина меди,  $I = (3/2)$ , имеются  $(2I + 1) = 4$  возможные ориентации. Это было первым наблюдением сверхтонкой структуры в веществе в конденсированном состоянии.

Электронная структура иона меди в **туттоновых** солях была хорошо известна по прежним измерениям восприимчивости, дополненным опытами по ЭПР на концентрированных кристаллах, и казалось вполне возможным с помощью всех этих данных вычислить анизотропию сверхтонкой структуры в разбавленном кристалле. Прайс сделал предварительное вычисление на пресловутом **"конверте"**, подсчитал анизотропию и получил *"два к одному"*, что в сравнении с наблюдениями Пенроуза было качественно правильно, но количественно слишком мало. Прайс поручил мне улучшить его оценку, учитывая другие эффекты, о которых предполагалось, что их влияние невелико, как, например, спин-орбитальное взаимодействие (не стану распространяться о нем, чтобы не стать еще более непонятным).

Я принялся за работу с энтузиазмом и через несколько дней принес Прайсу результаты гораздо более полной теории. Прайсу понравилась изящность. Меньше ему понравились мои численные результаты. Я получил анизотропию *"один к двум"*, т.е. меньшую единицы, а значит обратную той, которая наблюдалась на опыте. Изящность теории облегчила проверку, ошибки не было. У Блини, Прайса и у всех остальных - у меня в **Кларендоне**, у Пенроуза, Гортера и их сотрудников в Лейдене - оказалась в руках задача первой величины. Разгадку тайны задерживала еще внезапная болезнь Пенроуза в Лейдене, которая унесла его в мир иной несколько недель спустя. Открытие сверхтонкой структуры принадлежало Пенроузу, все данные его опытов были его частным сообщением Блини, и в течение долгих недель, пока он боролся со смертью, не было и речи о том, чтобы делать новые опыты в Кларендоне или публиковать мои странные результаты.

После кончины Пенроуза появилась краткая заметка в **"Nature"**, подписанная им, а за ней другая, подписанная Прайсом и мною, подчеркивающая вопиющее расхождение между теорией и экспериментом. Расчет обменной константы  $J$ , предложенный мне Прайсом, канул в Лету, а создание удовлетворительной теории сверхтонкой структуры, которой пока не существовало, стало *моей* проблемой, подхода к решению которой никто не знал. После смерти Пенроуза его опыты были усовершенствованы и проведены на других солях меди, а также на соли кобальта. Повсюду та же таинственная анизотропия! Во всех этих солях все магнитные свойства, *кроме* сверхтонкой структуры, прекрасно объяснялись теорией кристаллического поля Ван Флека, параметры которой

нельзя было изменять, потому что она прекрасно объясняла все остальные свойства. Я был одержим этим противоречием; думал о нем за письменным **столом**, за едой, нежась на солнце в **"Parson's Pleasure"**.

Именно в этом противоречии и нашлось, наконец, решение. Какое свойство электронной оболочки могло так сильно **изменить** сверхтонкую структуру, не влияя на остальные магнитные свойства иона? Я пришел к ответу: электроны, находящиеся ближе других к ядру, так называемые **S-электроны**, были ответственны за эффект. Достаточно было добавить к общепринятой электронной конфигурации "щепотку" так называемой **S-конфигурации**, в которой один **S-электрон** извлекался с глубоко лежащей орбиты и переводился на внешнюю орбиту, как это приводило к желаемой анизотропии сверхтонкой структуры, не затрагивая других свойств иона. Практически достаточно было добавить один *изотропный* член к выражению для подсчитанной сверхтонкой структуры, член, полученный эмпирически, но *один и тот же* для всех солей меди, чтобы согласовать теорию с экспериментом. С помощью вычислительных средств, находящихся в моем **распоряжении**, я не мог подсчитать поправку теоретически, но смог показать, что порядок ее величины был вполне приемлемым.

Экспериментальным результатом, который окончательно подтвердил правоту моей гипотезы, было открытие Блини *большой и изотропной* сверхтонкой структуры в солях двухвалентного **марганца**, которая в отсутствие моих **S-электронов** должна была **равняться** нулю. Я опубликовал свою гипотезу в письме редактору **"Physical Review"** (тогда еще не было отдельного журнала для писем), которое сразу установило мой престиж во всем мире среди **"парамагнитных резонаторов"**.\*

Темой моей диссертации была теория парамагнитного резонанса в группе железа. Вместе с Прайсом мы извлекли из нее достаточно материала для трех объемистых статей в **"Proceedings of the Royal Society"**, которые цитируются еще и сегодня, почти сорок лет спустя. "Из перезрелой куколки выпорхнула, наконец, бабочка." Я стал господином "Сверхтонкая структура", тем, кто проник в ее тайны. Не ахти какие тайны, да ведь "и кулик не велик, а все-таки птица".

В 1950 году в Амстердаме состоялась большая международная конференция по радиоспектроскопии. Присутствовали почти все звезды: Ван Флек, Парселл, (один из открывших ЯМР - ядерный магнитный резонанс), Рамзей (специалист по молекулярным пучкам), Гортер, Блини и многие другие. Но как отлична была для меня эта конференция от Бирмингемской три года назад! Мой доклад заинтересовал присутствующих и вызвал много вопросов.

После того как я оставил Оксфорд, мои работы были расширены **Стивенсом** (Stevens) и Элиотом (Elliott) на группу редкоземельных элементов.

Вернувшись в Сакле, вместе с Горовицем, который был лучшим математиком, чем я, мы показали, что мои **S-конфигурации** можно было вывести вариационным методом.

В Оксфорде на защите диссертации сидят только два экзаменатора: местный и внешний, приглашенный из другого университета, чаще всего из Кембриджа. Ни в коем случае руководитель диссертации не может быть экзаменатором (некоторые руководители, в том числе Прайс, отказывались даже *прочитать* диссертацию в законченном виде). Это дает экзаменаторам полную свободу **вернуть** автору для переработки диссертацию, которая по принятой терминологии "**непригодна для публикации**" (not fit for publication), не страшась обидеть коллегу, сидящего рядом с ними на экзамене.

Другим **правилом**, бывшим в силе в мое время (неписанным, как все, что важно, в Англии), являлась обязанность для кандидата точно обрисовать на одной или двух страницах, что именно в диссертации принадлежит *ему*. *Писанными* правилами были **только**: обязанность хранить свое имя в книгах колледжа известное число семестров, т.е. платить колледжу установленную плату, за это время представить три экземпляра диссертации и убедить **жюри** в том, что диссертация "**годна для публикации**". Это давало кандидату **разрешение** "молить" (leave to supplicate) о получении докторской степени, за присуждение которой снова надо было **кое-что** платить.

Я уже сказал пару слов о торжественной выдаче дипломов. Прибавлю еще деталь из фольклора о "прогулке прокторов" (Proctors walk). Во время церемонии прокторы прогуливаются в своих мантиях взад и вперед между рядами, и каждый присутствующий может запротестовать и остановить выдачу кандидату диплома, дернув проходящего мимо проктора за его широчайший рукав (plucking the proctor's sleeve). Этот старинный обычай возник из желания помешать студентам, которые были должны местным торговцам, улизнуть из Оксфорда не рассчитавшись.

Моим местным экзаменатором был мой друг **Блини**, который задал мне убийственный вопрос: "Какого цвета разные **туттоновые соли?**" (Это *теоретику-то!*) Я знал все про их уровни энергии и волновые функции, но цвета их не помнил ("слона-то я и не приметил"). С внешним экзаменатором было еще хуже. Я написал в диссертации, что "всем известно, как ненадежны функции Хартри - Фока для вычисления сверхтонких структур". Откуда мне было знать, что в качестве приглашенного экзаменатора мне

пришлют профессора Хартри из Кембриджа?! Он захотел узнать, чем же нехороши его функции. Я объяснил, что, будучи задуманы как наилучшие функции для подсчета уровней энергии, они не могли быть безупречными для сверхтонких структур. "Какие же функции лучше для этого?" - спросил он. - "**Таких нет**". Этот ответ его удовлетворил, и моя диссертация была **признана "годной для публикации"**.

Среди теоретиков, которые работали под руководством Прайса одновременно со мной, я выделяю только Джона Уорда (John Ward), теоретика мирового масштаба. Я был далек от понимания всего, что он мне тогда рассказывал - он был одним из худших преподавателей, которых я когда-либо встречал, но я осознал то, что Прайс, пожалуй, прозевал, т.е. что Уорд был гением, **хотя** весьма своеобразным. Без вмешательства Пайерлса Уорда бы отослали переписывать диссертацию.

Несколько слов о самом Прайсе. Это прекрасный теоретик с необыкновенной широтой знаний и интересов в областях столь различных, как атомная энергия, ядерная физика, физика **твердого** тела, астрофизика, квантовая теория поля, общая теория относительности, и я не уверен, что ничего не забыл. Для **меня** он оказался идеальным руководителем, интересуюсь мною как раз столько, сколько мне было надо, не слишком мало, но и не слишком много. Благодаря ему я, наконец, "оторвался от земли", за что глубоко ему благодарен.

Довольно странно, что после молниеносного старта Прайс не получил той **известности**, которую можно было ожидать, имея в виду его замечательные способности. Единственным объяснением был его тяжелый характер. Он не терпел дураков, но надо признать, что решал иногда слишком поспешно, кто дурак, а кто нет. Он поссорился с **Чаруэллом** (не я брошу в него за это первый камень) и уехал из Оксфорда, что было большой потерей для университета. Занял кафедру в Бристоле после ухода **Мотта** (Mott). Он не ужился и в Бристоле. Не входя в подробности, скажу, что жена, с которой он разошелся, причинила ему много горя. После Бристоля он провел два или три года в университете Южной Калифорнии ("Southern California", ничего общего не **имеющего** с университетом Калифорнии - "University of California"), где был довольно несчастлив, и, наконец, нашел тихую пристань в канадском университете в Ванкувере, на берегу Тихого океана. Там я с ним виделся в последний раз в 1987 году, где нашел его в добром здравии и в прекрасном настроении.

Перед тем как расстаться (на время) с Оксфордом, два слова о Блини. Среди коллег по ЭПР он известен как "тот, кто никогда не ошибается", до того чисто он работает и скрупулезно

оценивает выводы из своих экспериментов. Но, сверх того, в своей области он одаренный и изобретательный новатор. В 1957 году, после безвременной кончины Саймона, он принял на свои плечи тяжкую ношу - кафедру доктора Ли и связанное с нею руководство Кларендоном. Несколько лет тому назад он сложил с себя эту ношу, чтобы заняться наукой, и в семьдесят четыре года делает еще очень красивые "вещицы". Юмор его иногда безжалостен. Для меня он - очень дорогой друг.

## Между Оксфордом и Кембриджем

Атлантический океан

*КАЭ. - Жолио. - Ивон. - Вайскопф. • - На пороге запретного места. - Как голосовать*

Название этой главы - игра слов. Кембридж, о котором идет речь, не английский университет, который соревнуется с Оксфордом на Темзе, а американский город в штате Массачусетс, местонахождение старейшего американского университета - Гарварда. "Между Оксфордом и Гарвардом" - было бы более правильным заглавием для этого двухлетнего промежутка между моим пребыванием в этих двух университетах, но пропала бы симметрия, которая столь сердцу физика мила.

Вернувшись в КАЭ, я предстал пред светлые очи моего дорогого начальника Коварски. Он похвалил меня за успехи в Оксфорде, но дал понять, что главным виновником торжества был он, столь удачно выбравший мне в руководители своего старого друга Прайса. Затем он снова посоветовал мне не забывать в мыслях о своей будущей карьере в КАЭ о моих слабостях: о том, что я русский еврей и не политехник. (На политехниках он был помешан.) Отталкивая от себя всех, кто мог бы питать к нему чувство дружбы или благодарности, или просто уважения к его немалым умственным способностям, он вступил на путь самоуничтожения, который за несколько лет привел его к потере всякого влияния в КАЭ и, наконец, к изгнанию в ЦЕРН на второстепенную должность. Он доставил мне гораздо меньше неприятностей, чем многим другим своим подчиненным в КАЭ. К счастью, я все меньше и меньше имел с ним дело. Немного позже я расскажу об одном смехотворном инциденте.

В 1950 году одно событие потрясло весь КАЭ - отстранение Жолио властями от должности Верховного Комиссара. Я уже сказал, что не знал его хорошо, и другие могли бы лучше ме-

ня рассказать о нем, столь выдающемся во всех отношениях и так рано добившемся славы. Все было сказано о его чародейской ловкости как экспериментатора, об его неутомимой энергии и личном магнетизме, привлекавшем всех, кто с ним встречался. Эти качества, наряду с заслуженным авторитетом, обусловленным его важными открытиями, позволили ему проложить путь одному из наиболее важных среди научных и технических предприятий нашей страны - КАЭ. Но если отойти от избитой дороги **жизнеописания** святых и перейти к более тщательному анализу его достижений и влияния на научную жизнь страны, то можно задать ряд вопросов и сделать некоторые выводы.

**\*Хотя** главные работы Фредерика и Ирины Жолио - открытие искусственной радиоактивности, вознагражденное Нобелевской премией (и в меньшей степени работы тройки - Жолио, Гальбана и Коварски), - являются частью научной истории страны, мало кто знает, что супруги Жолио прошли мимо трех великих открытий, тоже вознагражденных Нобелевской премией. Прежде всего - открытие нейтрона, буквально обреченное супругами Жолио в корзину англичанина Чедвика из-за их неспособности правильно проанализировать результаты своих опытов.

Затем открытие позитрона, траектории которых Жолио *наблюдал* в своей камере Вильсона, *но истолковал как следы электронов, движущихся к источнику*. Поразительно, что это совпадает с описанием позитрона в квантовой электродинамике Фейнмана как электрона, идущего обратно во времени.

Наконец, Ирина Жолио наблюдала, что химические свойства некоторых предполагаемых трансурановых элементов, полученных нейтронным облучением урана, поразительно похожи на свойства лантана; но, как и другие крупные радиохимики того времени, она не смогла сделать последнего решающего шага и признать, что то, что *так смахивало* на лантан, *и есть* лантан, и тем самым прошла мимо открытия ядерного деления, наложившего неизгладимую печать на двадцатое **столетие.\***

Общая черта этих трех промахов - слабость теоретического истолкования результатов, полученных мастерами-экспериментаторами. Ответственность за это падает не только на чету Жолио. Они вряд ли могли добиться большего среди **того**, что не могу не назвать **"французской пустыней"** теоретической физики, которую я описал на своем примере в главе "Хождение по мукам". Но пример Жолио освещает ее гораздо ярче. Теоретиков, работающих в тесной связи с экспериментаторами, которых в других странах называли в лабораториях "домашними" теоретиками, во Франции просто не было.

Некоторые черты характера **Жолио** можно объяснить структурой нашего высшего образования тогда (да и теперь еще). В отличие от своих современников Пьера Оже и Фрэнсиса Перрена, которые были выпускниками славной Нормальной школы, Жолио вышел из непрестижной Школы физики и химии, и ему порой давали понять, что он не принадлежит к научной аристократии. Он никогда не чувствовал себя своим среди французской научной аристократии, а тем более среди иностранной. Возможно, что в этом кроется причина его отказа покинуть Францию в годы германской оккупации (который меня лично коробит). Как знать?! Нельзя обойти тот факт, что между его замечательными работами о делении урана в 1940 году и преждевременной кончиной в 1958 году научная деятельность Жолио прекратилась. Его лекции в Коллеж де Франс, на которых я бывал после войны, были недостойны его. Есть конечно немало объяснений: борьба с оккупантами до 1944 года, а затем ответственность за **"запуск на орбиту" КАЭ** до увольнения в 1950 году.

А потом? Потом (и до смерти) подчинение политической партии, которая пользовалась его громадным престижем для собственных целей. Он мог бы возродить французскую ядерную физику после войны, но вместо этого сознательно отмежевался от всякого сотрудничества с англосаксонскими странами, откуда мог прийти свет после всех несчастий **войны**, и этим содействовал прискорбной изоляции нашей страны. В этом отношении (но только в этом!) его влияние было отрицательным, а **Коварски** - положительным. Трудно назвать жертвой человека, за которым числятся столь блистательные успехи, и все же я лично не могу не считать, что этот великий ученый оказался жертвой, жертвой обстановки, которую страна тогда создавала ученым, и жертвой одной политической партии.

Известно, что его увольнение было вызвано его громко объявленным отказом позволить КАЭ работать над созданием **ядерного** оружия. Нельзя не отнестись с уважением к его моральной позиции; но нельзя не заметить, что излишне вызывающая форма его отказа служила лишь интересам одной политической партии (которая с тех пор давно изменила свои позиции и поведение которой во время постыдного пакта между Гитлером и Сталиным он заклеил позором в свое время).

То, что произошло в КАЭ после того, как сняли Жолио, было не Бог весть как красиво. Все те начальники и начальнички, в том числе, конечно, и господин **К.**, которые **из-за** похвального желания нравиться прежнему Верховному Комиссару стали членами близкого к компартии профсоюза ГТК (Генеральной трудовой

**конфедерации**<sup>11</sup>), теперь, как в Писании, ринулись оттуда, как стадо свиней. Я нашел это зрелище столь тошнотворным, что, несмотря на то, что никогда не был коммунистом, записался в ГТК и оставался ее членом в течение десяти лет, пока не стал профессором в Коллеж де Франс в 1960 году.

Выбор нового ВК оказался нелегким и занял почти год. В конце концов, после долгих колебаний, правительство назначило **Фрэнсиса Перрена**, который и сохранял должность ВК на протяжении почти двадцати лет, до 1970 года. Полномочия ВК были определены декретом от 1945 года, когда де **Голль** учредил КАЭ; внутри КАЭ они давали Перрену большую власть, которую он употребил на поддержку развития там чистой науки. Когда я вернулся из Оксфорда в КАЭ, я нашел изменения в организации. Был создан отдел математической физики, возглавляемый **профессором Жаком Ивоном** (Jacques Yvon) (который впоследствии, с 1970 по 1975, стал ВК).

Ивон пришел в КАЭ с кафедры теоретической физики **Страсбургского** университета. Его безмятежная университетская карьера была грубо прервана на полтора года заключением в нацистский лагерь, где, как я слышал, он перенес жестокие лишения; но он никогда об этом не говорил. По семейному и национальному происхождению, характеру, складу ума он был противоположен мне, но, тем не менее, мне кажется, что, как и я, он пострадал от нашей вредоносной системы, ведущей к одиночеству ученого. До войны он работал в области классической статистической механики; он ввел в нее новые понятия и получил несколько интересных результатов. Он работал в одиночку, и его труды были впервые оценены за границей только после войны. В области квантовой механики он был, как и я, самоучкой. Уже приближаясь к пятидесяти, он вложил много усилий в освоение физики нейтронов и ядерной физики вообще.

В душе он был добр и справедлив, но скрытен и обидчив и часто реагировал неожиданно. Мои отношения с ним начались, к сожалению, **"с левой ноги"**. Он задумал написать курс квантовой механики (похвальное намерение, так как книги де Бройля порядочно устарели) и решил привлечь к этому предприятию **"мушкетеров"** одновременно в качестве сотрудников и подопытных кроликов. С этой целью он распределил между нами части рукописи, ожидая наших комментариев. Мне не повезло, ибо уже на второй странице я напал на ошибочное утверждение и принес Ивону пример, доказывающий эту ошибочность. Ошибку было легко исправить, но, к моему удивлению и огорчению, это его

<sup>11</sup>Официальное название профсоюза - Всеобщая конфедерация труда (Франция)

затронуло гораздо глубже, чем я ожидал. **"Видно, на старости лет не становишься лучше"**, - горько сказал он. Предприятие было заброшено (я полагаю, что под давлением более срочных занятий его все равно не удалось бы довести до **конца**), и с тех пор наши отношения приняли натянутый характер. Хотя как начальник он всегда оставался скрупулезно справедлив ко мне.

Под его руководством я сделал с Горовицем несколько вычислений по торможению нейтронов в графите и в тяжелой воде, предназначенных для конструирования первых французских реакторов, но не стал энтузиастом работ по атомной энергии. Ивон оставлял мне свободу заниматься другими проблемами.

Осенью 1950 года в Париж приехал из МПТ в отпуск на год профессор Виктор Вайскопф. Его приезд оказался важным событием для молодых французских теоретиков. В рамках семинара Прока он организовал дискуссию в области теоретической ядерной физики. Со своим коллегой Джоном Блаттом он только что написал обширный трактат на эту тему. Книга была в печати, но он привез с собой рукопись, которой мы пользовались во время наших дискуссий.

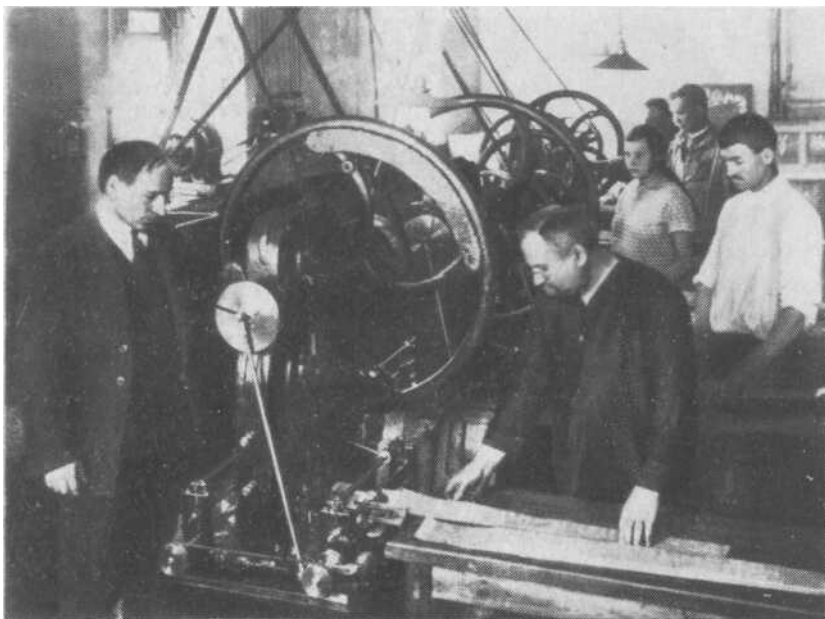
После знаменитой статьи Ханса Бете 1937 года, которую я когда-то одолжил у Фрэнсиса, вышла в свет только одна книга на эту тему под заглавием **"Ядерные силы"**, написанная Леоном Розенфельдом, учеником Бора, о котором я уже говорил. Несмотря на энциклопедическую культуру автора (а частично из-за нее), книга Розенфельда страдала двумя недостатками: ее было почти невозможно читать, и скоро она совсем устарела. Автор пытался втиснуть в нее все, что люди знали или думали, что знали, про ядерные силы. Впоследствии, когда я сам стал автором объемистых монографий, я научился на книге Розенфельда, как не следует писать научные книги (*книги*, не статьи).

Существуют два руководящих принципа. Первый был сформулирован Фрименом Дайсоном в **яркой**, хотя и слегка преувеличенной форме: **"Книга**, вышедшая в свет в момент  $t$  и содержащая всю информацию вплоть до момента  $(t - T)$ , устареет с момента  $(t + T)$ ". Второй был сформулирован мною: **"Никогда** ничего не помещайте в книгу (**опять-таки** в книгу, не в статью), кроме того, что сами хорошо понимаете или, по крайней мере, думаете, что хорошо понимаете".

Книга Блатта и Вайскопфа была педагогическим чудом по сравнению с книгой Розенфельда. Во время учебного 1950-51 года каждую неделю один из участников семинара Прока делал доклад, темой которого была одна из глав книги. За этот год я познал большую часть ядерной физики, которую знаю еще и сегодня. Печальные дни моего хождения по мукам прошли. Личное



(1923) Москва. Русский мальчик и его мать ("Только недавно меня озарила мысль, что моя мать была красива")



(1923) Москва. Пуговичная фабрика или угар нэпа. Отец со старым мастером Сергеем Романовичем



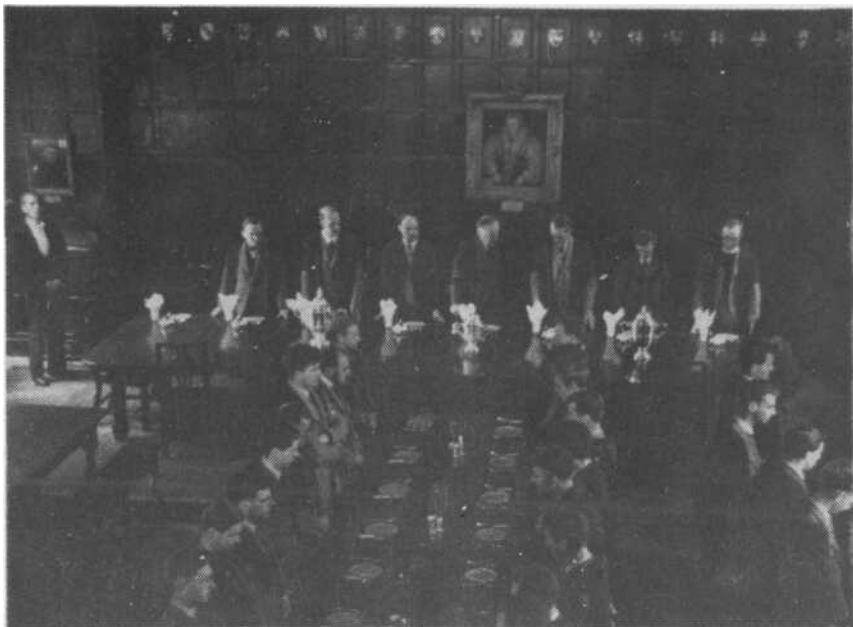
(1926) Париж. Русский мальчик и его французская учительница во французской школе. Автор самый левый во втором ряду. ("Я никогда не осмелился высказать ей свою любовь")



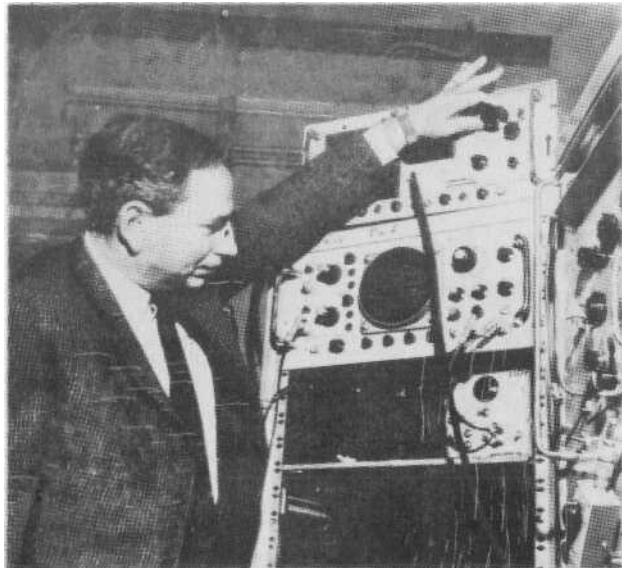
(1939) Французский солдат ("Мы победим потому, что мы сильнее"  
лозунг 1939 года)



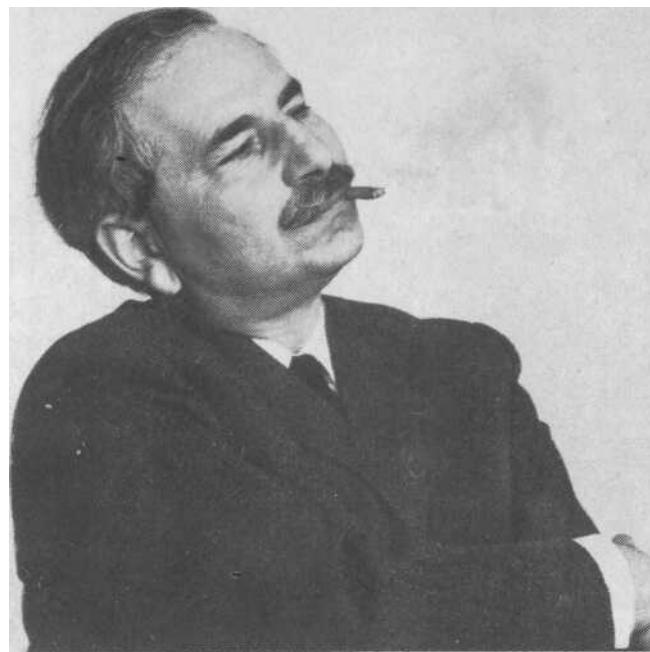
(1946) Круаси. Три мушкетера. Слева направо: Мишель Трошри, Клод Блох, автор, **Жюль Горовиц**. ("То не были стандартные политехники")



(1948) Оксфорд. Трапеза в колледже Иисуса. На стене портрет королевы Елизаветы первой - основательницы колледжа



(1960) Сакле. Экспериментатор. ("Экспериментаторы принимают меня за теоретика")



(1965) Париж. Теоретик. ("Теоретики принимают меня за **экспериментатора**")



(1965) Феликс Блох (или Вотан). ("Для меня он был всем тем, о чем я мечтал и чего никогда не достиг")



(1956) Оксфорд.  
Линдеман,  
лорд Чаруэлл  
(Cherwell)



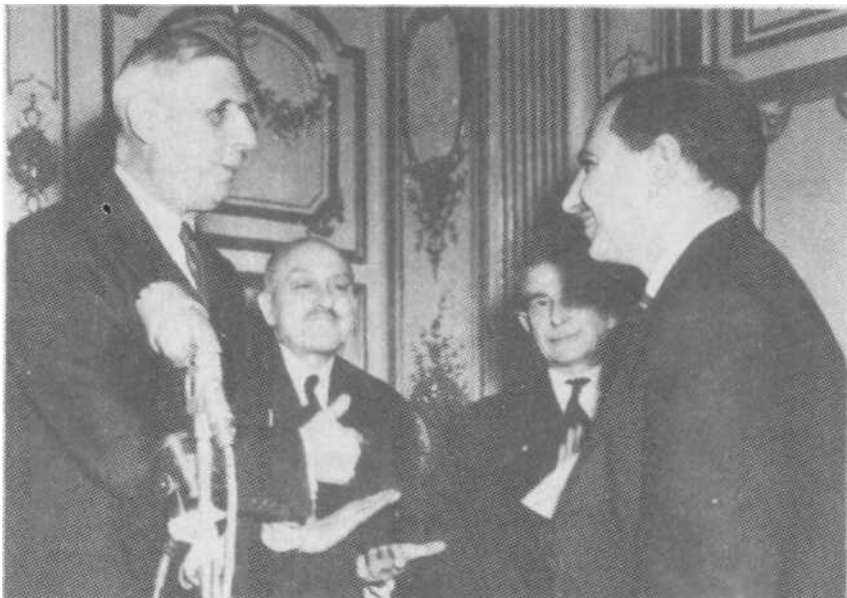
Луи де Бройль (Louis de Broglie) ("Это он открыл огонь")



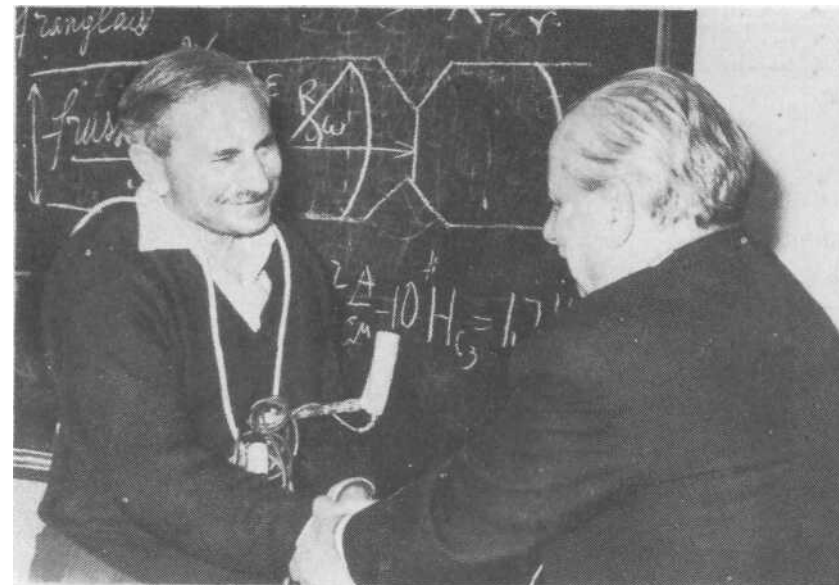
Оксфорд. Бребис Блини (Brebis Bleaney) ("Тот, кто никогда не ошибается."  
Юмор его иногда безжалостен.)



(1970) Сакле. Сюзан и автор. ("У нее был большой смеющийся рот и чудесные  
зубы")



(1958) Париж. Рукопожатие с генералом. ("При желании генерал де Голль мог очаровать любого")



(1968) Бакуриани. Рукопожатие с грузином. С Э.Л. Андроникашвили



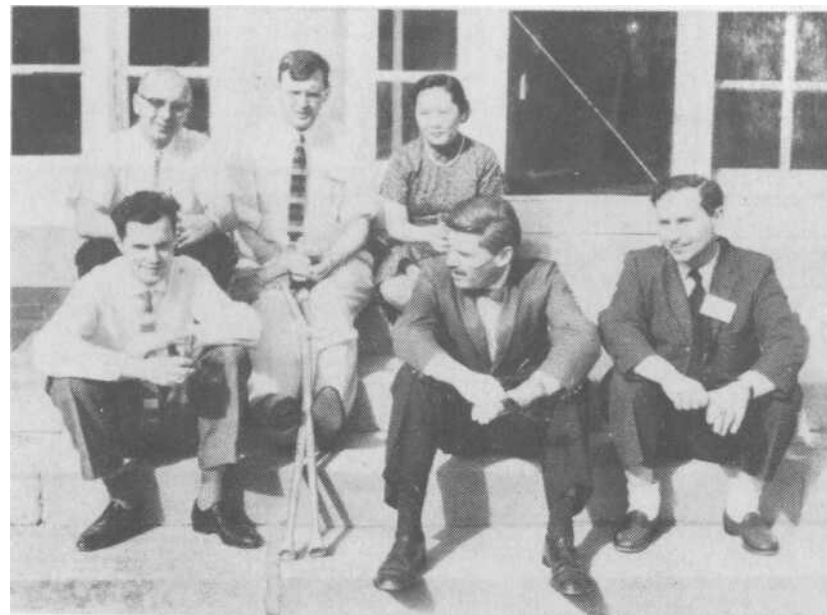
(1967) Кент. Рукопожатие с принцессой. ("Я все еще чувствую в своей руке ее сильную дружескую руку")



(1970) Рукопожатие с Верховным Комиссаром Перреном. Вручение офицерской степени Почетного Легиона



(1986) Ватикан. **Рукопожатие** с католическим священником



(1961) Легкая кавалерия легкой физики. Слева направо: В первом ряду: **Мессбауэр**, Паунд, автор. Во втором ряду: Секретарь, **Фрауэнфельдер**, миссис Ву



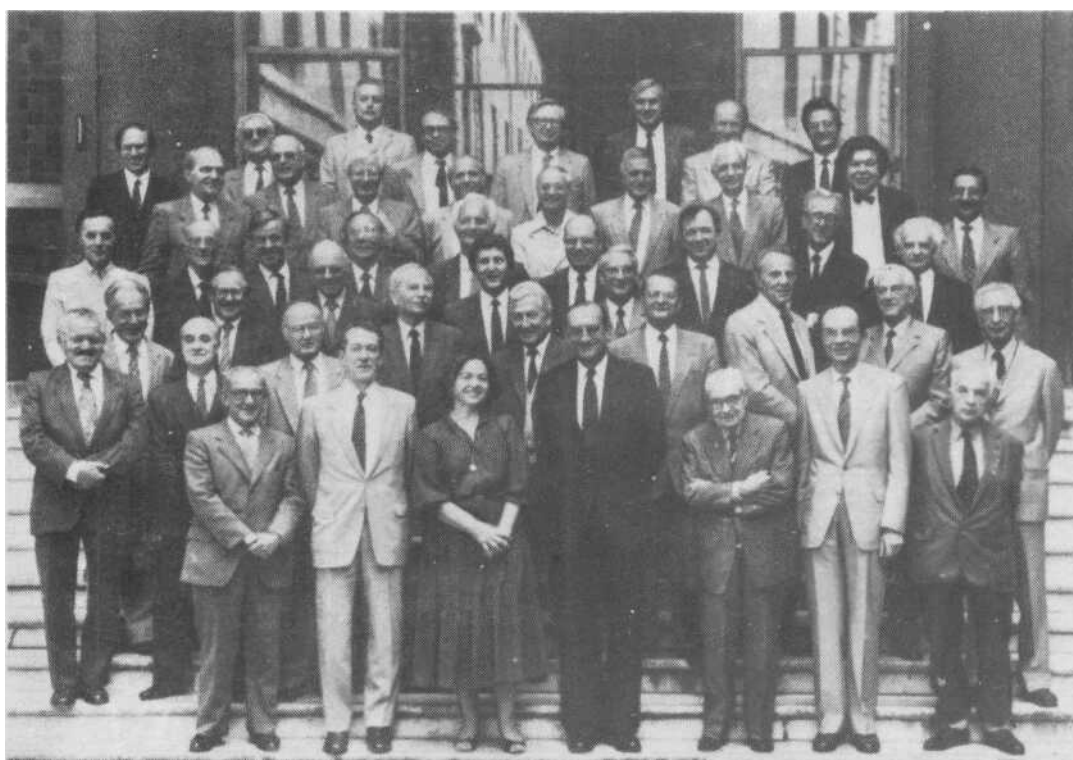
(1980) Париж. Под куполом Академии собираясь обратиться с речью к президенту (Жискару) **"Ave, Caesar oraturi te salutant"** (Привет тебе Цезарь от идущих **на...** эстраду)



(1980) Академики шутят. Слева направо: биолог Франсуа Жакоб, автор, биолог Жак Уден



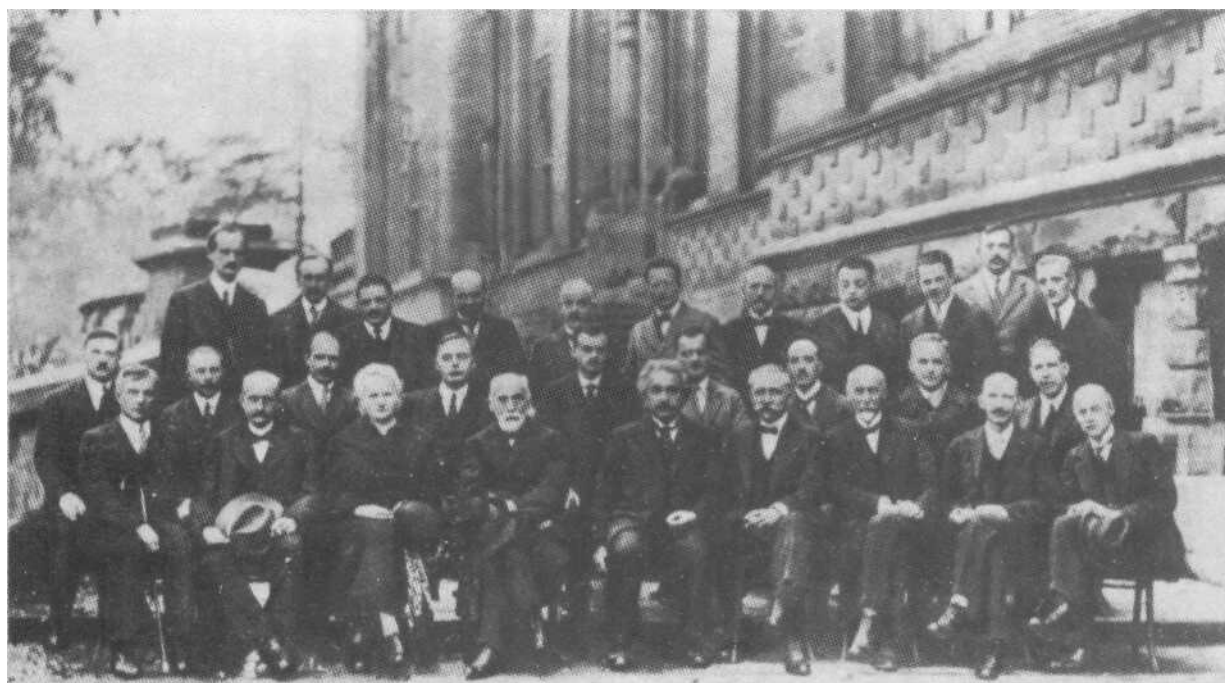
(1982) Вручение автору тринадцатой Лоренцевской медали профессором Лейденского университета



(1985) Париж. Коллеж де Франс или **Omnia docet** (Обучает всему). Три Нобелевских лауреата и другие distinguished профессора



Участники Сольвеевского конгресса 1911 года  
(см. Комментарий в конце книги)



Участники Сольвеевского конгресса 1927 года  
(см. Комментарий в конце книги)



Участники Сольевского конгресса 1933 года  
(см. Комментарий в конце книги)

очарование Вайскопфа имело большое влияние на атмосферу этих семинаров.

**Вайскопф** родился в Вене в 1908 году и уехал в Америку после прихода Гитлера к власти. Он сочетал открытую и непринужденную манеру американского ученого (столь отличную от французского *Monsieur le Professeur*, немецкого *Herr Professor* и даже чопорного английского "**дона**") со знаменитым "венским обаянием", которое он излучал. Ему нравилось нравиться, и он в этом преуспевал. Теоретик крупного масштаба, он создал **вместе** с Вигнером теорию ширины спектральных линий, а также работал над преодолением **расходимостей** в теории возмущений квантовой электродинамики. Он показал, что возникновение пар электрон-позитрон понижает скорость роста расходимости с **энергией** (вплоть до логарифмической), т.е. значительно замедляет ее. Я не поклянусь, что Вайскопф никогда не мечтал заработать на этом открытии в неурожайные годы кусочек нобелевского пирога. Во всяком случае, его заслуги получили признание присуждением премии Вольфа.

Во время войны он работал в Лос-Аламосе над атомным оружием, перед тем как посвятить себя ядерной физике. Позже он заинтересовался физикой элементарных частиц и был несколько лет главным директором ЦЕРН'а. Я его очень люблю, и мне кажется, что он меня тоже любит. Он рассказывал нам, как его встретил Паули, чьим ассистентом в Цюрихе он был одно время: "Я пытался заполучить Бете, но он был занят, так что приходится иметь дело с вами. Найдите себе место, где сидеть, и приходите через месяц показать, что вы там сделали". Через месяц, глядя на работу, которую ему представил Вайскопф, он сказал со вздохом: "Все-таки надо было постараться уговорить Бете".

Вместе с Горовицем я пошел вымаливать у него тему для работы. "Шутите, - сказал он, - если бы у меня была приличная тема, я бы сам ею **заялся**".

\* Однако он сжалился и предложил нам рассмотреть электромагнитное излучение, которое может сопровождать хорошо известный распад **мюона** на электрон и два нейтрино. Это эффект высшего порядка, где к продуктам распада мюона присоединяется фотон. Горовиц, который во время своего пребывания в Институте Бора в Копенгагене набобачился вычислять шпуры операторов, составленных из дираковских матриц, научил и меня, и мы легко установили форму спектра электромагнитного излучения. Но мы сломали себе шею на интегральной вероятности испускания **фото**на, в чем не было ничего удивительного, так как мы столкнулись с проблемой расходимости в теории **поля**.\*

Мы опубликовали это несовершенно творение в 1951 году, в "Journal de Physique". Хотя мы не придавали большого значения этой работе, нас огорчило то, что те же результаты, опубликованные *после* наших **по-английски**, цитировались несколько раз, а наши - никогда. Мы столкнулись в первый раз с проблемой научных публикаций на французском языке, по поводу которых было пролито немало чернил, включая и мои (Reflections of a Physicist Oxford University Press). Перед возвращением в США Вайскопф пригласил через Ивона Горовица провести с ним год в MIT с вполне приличной стипендией в 5500 долларов. (Несколько лет спустя я узнал от самого Вайскопфа, что приглашение предназначалось для меня, но что Ивон и Коварски убедили его взять Горовица, потому что я только что провел два года (1948-1950) в Оксфорде, в то время как Горовиц не был за границей с 1947 года.)

Я был рад за Горовица, но мне было жаль расставаться с ним тогда, когда как раз мы начали так хорошо сотрудничать, сначала в работе по вариационному подходу к теории сверхтонкой структуры, а затем в задаче о радиационных поправках к распаду **мюона**. И тогда мне пришла в голову мысль, почему бы мне не попробовать тоже получить приглашение в США, не в MIT, а в Гарвард, который совсем рядом. В это время мой бывший **руководитель** Прайс проводил 1951-1952 год в отпуске в Принстонском университете в США. Я написал ему с просьбой обратиться к Ван Флеку, одному из самых знаменитых физиков Гарварда, и откомендовать меня ему. Я знал, что на конференции в **Амстердаме** в 1950 году мой доклад произвел хорошее впечатление на Ван Флека. Ему легко было добыть мне приглашение в Гарвард на следующий год.

Все сработало без отказа, вернее, почти все: **стипендия, которую мне** выхлопотал Ван Флек, была скудненькая - 2500 долларов в год. Мне говорили, что только за жилье для двоих в Кембридже надо платить 1400 долларов. Как большинство богатых людей, Ван Флек, великодушнейший человек, не имел представления о том, сколько требуется, чтобы прожить. Во всяком случае, не это являлось главной трудностью как для Горовица, так и для меня. Надо было еще получить американскую визу.

Америка, на которую наводил страх печально знаменитый сенатор Маккарти, билась в антикоммунистической истерике, советские агенты виделись ей повсюду. Например, я уже рассказал про анекдотические приключения Пайерлса с его американской визой. Я пошел в американское консульство, где мне выдали пачку анкетных бланков, которые каждый посетитель должен был тщательно заполнить. Это было непросто. Если память мне не

изменяет, кроме имен, фамилии, места и дня рождения (и **смерти**, когда надо) **родителей**, бабушек и дедушек, требовалось точно выписать все адреса кандидата на визу за последние тридцать лет. (Хотя, пожалуй, русского читателя этим не удивишь.) Это были цветочки, ягодки - впереди: **"Будьте любезны перечислить все организации, союзы, политические партии, профсоюзы, клубы и т.д., к которым вы когда-либо принадлежали, хотя бы кратко-временно"**. Главный акцент был конечно на тех, которые могли бы показаться связанными, хоть тонкой **ниточкой**, с компартией.

Для меня членство в профсоюзе ГТК было шекотливым пунктом. Хорошенько **подумав**, я решил не признаваться в **этом**, как во время германской оккупации я не признался в своем иудействе. "То, чего они не знают, не побеспокоит их, а что они знают, мы увидим", - решил я. Заполнил все бланки, занес их в консульство с пачкой фотографий и уселся ждать, не проявляя нетерпения, так как **был** почти уверен в отказе. Отказы падали градом, вернее, не отказы, а отсутствие ответа. Прямые отказы были редки. Просто, когда была просрочена дата поездки, например на **конференцию**, вопрос о поездке отпадал. Мои главные начальники, Перрен и Коварски, сами "били землю копытцем" у входа в "обетованную землю". Даже такого, казалось бы, политически безукоризненного **католика**, как профессор Политехникума Лепренс-Ренге (Leprince-Ringuet), о котором будет подробнее позже, не пропустили за то, что он подписал Стокгольмское воззвание. (Злые языки говорили про Лепренс-Ренге, тщетно мечтавшего много лет о Нобелевской премии, что он отозвался на воззвание Стокгольма, но что Стокгольм не отозвался на воззвание Лепренс-Ренге.) Горовиц тоже ждал ответа.

В связи с проблемами визы произошел между Коварски и мной тот нелепый инцидент, о котором я говорил раньше. Проблема визы стала для него навязчивой идеей. Чувствуя, что с напылом в **КАЭ** политехников, которые вызывали в нем одновременно восхищение и боязнь, его личное влияние уменьшается, он испытывал необходимость возобновить связь с Америкой. Он знал или, по крайней мере, полагал, что его там знают, понимают и уважают, и надеялся вернуть себе там хоть часть своего престижа, подобно гиганту Антею, к которому возвращались силы при прикосновении к земле. Он стал снова повторять, что чувствует себя более англосаксом, чем французом. Однажды он поведал мне, что руководители КАЭ и, в частности Дебьес (Debiesse), заместитель Перрена по административным делам, "не располагают необходимым умственным оборудованием, чтобы успешно решать проблемы американских **виз**" (цитирую дословно). Что он под этим подразумевал, я не знаю.

В этом расположении духа ему вдруг пришло в голову, что мое ходатайство о визе может повредить его собственному. Два ходатайства, исходящие одновременно из одного и того же учреждения от двух просителей **русско-еврейского** происхождения, могли не понравиться американским властям. (Это, очевидно, ему подсказало его "умственное **оборудование**".) Вышло, как в старом **анекдоте**: два еврея (один богатый, другой бедный) молятся в синагоге. Богатый просит тысячу рублей, бедный - десять. "Пошел вон отсюда, - говорит богатый, - ты сбиваешь мне цену". **Коварски** добился от **Дебьеса**, чтобы тот прислал мне письменное распоряжение, подписанное Перреном, указывавшее, что мое ходатайство не своевременно и что я должен взять его назад.

Я отправился в консульство, чтобы взять обратно свое заявление, и, видя их удивление, показал бумажку, подписанную Перреном. Коварски, у которого, очевидно, был свой человек в консульстве, наябедничал на меня Фрэнсису, уверив его, что мой поступок мог повредить *его* визе. Тот вызвал меня с моим начальником Ивоном и поставил мне на вид недопустимость **моего** поступка: показывать американцам внутренний документ **КАЭ**. Можно было подумать, что я выдал им наши атомные тайны. Трудно было выдумать **что-нибудь** более нелепое. Фрэнсиса я никогда не боялся и, будучи уверенным в своей правоте, ответил: "Вы посылаете мне без объяснений приказ взять обратно мое заявление. Должен же я был доказать в консульстве, что это не мой каприз, а инструкция, о которой мне никто не сказал, что она **конфиденциальна**". Ивон горячо поддержал меня, и Фрэнсис, который был кто угодно, но не дурак, понял, что Коварски втянул его в дурацкую историю, и отпустил мне мои грехи.

Забавнее всего, что несколько дней спустя я получил приглашение на беседу с американским **вице-консулом**. **Вице-консул** оказался дамой, на которую мой **псевдо-оксфордский** акцент сначала произвел хорошее впечатление, но скоро дело испортилось. Она пожелала взглянуть на мои военные документы. Я ответил, как можно мягче, что на них написано "коммуникация сиих представителям иностранных держав строго **запрещена**". - "Да, но не американским же властям!" - воскликнула она. - "Там не указано исключений". Как венец нашим недоразумениям был вопрос, *как* я голосовал на недавних выборах в парламент. "Вот видите, что за негодную вещь вы из меня делаете. На мне вы готовы играть; вам кажется, что мои лады вы знаете; вы хотели бы исторгнуть сердце моей тайны." Все это и еще больше ответил бы нескромной **вице-консульше** принц датский. Но я лишь ответил, кратко и кротко: "Тайным **голосованием**". На этом беседа закончилась, и я вернулся домой успокоенный и довольный, что положил конец

этой канители. Каково же было мое удивление, когда несколько дней спустя я получил приглашение явиться в консульство, чтобы получить визу. Вот так мы с **Сюзан** отправились в обещанную землю осенью 1952 года. Я расскажу про наше пребывание там в следующей главе.

Говорицу визы не дали. Почему так вышло, что мне дали, а ему нет, для меня тайна и по сей день. Сенатор **Маккарти** нас покинул, и я не знаю, у кого другого можно спросить об этом. Эта разница в обращении американских властей с нами имела важные последствия для наших **карьер**, как станет **видно** позже.

Кроме работ по ядерной физике я занимался еще двумя предметами. Став в Оксфорде специалистом по ЭПР, я захотел ознакомиться с ЯМР (ядерным магнитным резонансом), святыищем которого как раз являлся Гарвард. Впервые я открыл красоту ЯМР во время бесед с **Парселлом (Purcell)** на Амстердамской конференции 1950 года. (На старости лет, когда мне приходится брать слово на банкетах после конференций, следующее вступление всегда пользуется успехом у неприхотливых слушателей: "Я открыл ЯМР в 1950 году. Тем из вас, кто считает, что ЯМР открыли Блох и **Парселл**, я должен объяснить, что я это говорю, как говорят "я открыл секс в тридцать пять лет", - как раз мой возраст, когда я это открыл, ЯМР, **разумеется**.")

Вторым предметом моих занятий была теория ускорителей. Я знал, что **КАЭ** рассматривал планы постройки ускорителя с **энергией** выше 1 ГэВ (ГэВ - это миллиард электрон-вольт), и хотел быть в первых **рядах**, если такое решение будет принято. Я усердно изучал теорию ускорителей, и это тоже пригодилось в Америке.

## Америка, Америка!

*Мэнэ, тэкэл, пэрэс. - Двусмысленность физика. - Открытая Америку. - ЯМР, его Мекка и его пророки. - Мой друг Паунд. - \*Возмущенные угловые корреляции. - \*Тайна Оверхаузера. - \*Жесткая фокусировка. - Поезда минувших дней*

Осенью 1952 года мы пустились по морским волнам на пароходе "Свобода" ("Liberty"). Торопливая упаковка вещей перед отъездом, лихорадочная посадка в специальный поезд к пароходу, таможенный досмотр в поезде, беготня носильщиков по **огромно**му причалу в Гавре и, наконец, открывшаяся вдруг перед нами

громада парохода - все вызывало в нас чувство **нереальности**, как будто мы сделались вдруг актерами в каком-то приключенческом фильме. Еще в Париже, чуть только тронулся поезд, я нащупал в кармане ключи нашего домика в **Круаси**, которые забыл оставить сестре при прощании. Плохая примета. Но то ли еще было впереди!

Оказавшись на пароходе, я увидел повсюду - на палубах и в коридорах, на спасательных шлюпках и на спасательных кругах, на пепельницах и на тарелках - громадными буквами или мелким шрифтом три зловещие буквы, про которые я умолчал в своем прошении о визе: ГТК. Конечно, я прекрасно знал, что эти буквы обозначают Генеральную трансатлантическую компанию, которой принадлежал пароход, а не Генеральную трудовую конфедерацию - исчадие ада для американских властей, но я все же чувствовал себя, как злополучный царь Вальтасар, увидав на стене зловещие слова: *мэнэ, тэкэл, нэрэс*. Это "**Memento mori**" напоминало мне, что на другом берегу океана меня ожидали бдительные **чиновники** иммиграционных властей, **которые**, по слухам, подвергали тщательной проверке заявления путешественников, всегда готовые отослать обратно или заточить на негостеприимном острове Ellis bland тех, кто оказался нелояльным к великой американской демократии.

На пароходе было три класса; третий стыдливо назывался туристическим, а второй - каютным; только первый не стеснялся своего номера. Мы, понятно, ехали *туристами* - в маленькой каюте на двоих, без окна. Но даже скромное (но уютное) убранство нашей каюты с бесконечными ухищрениями для вентиляции, освещения и **умывания**, а также метрдотели в смокингах и официанты в белых куртках, скользящие бесшумно по широкой столовой, обильная (чтобы не сказать изысканная) пища, для людей мало избалованных, как Сюзан и я, были верхом роскоши. Что же говорить о столовой каютного класса и о плавательном бассейне первого, на которые любезный стюард допустил нас взглянуть. Настоящий Голливуд! А долгие прогулки по палубам, закат солнца, наблюдаемый с носовой палубы, и белый шлейф за судном (увы, ни разу не встали мы вовремя, чтобы наблюдать восход), обряд перевода часовой стрелки каждый вечер на час назад - все это было приятной прелюдией перед встречей с новым миром и незнакомым будущим. (Для меня вид **Нью-Йорка** со статуей Свободы и линией небоскребов на горизонте оказался незабываемым зрелищем и до сих пор одним из лучших воспоминаний о моих путешествиях. Семичасовой полет заменил навсегда пятидневную морскую поездку, но я не уверен, что мы от этого выиграли. Появился непередаваемый и невыносимый **джетлаг** (jet lag), **кото-**

рый я с каждым годом переношу все труднее, и исчезла чудесная передышка в виде морской переправы.)

После этой идиллии высадка была сплошным кошмаром. Рано утром американские таможенники и полицейские поднялись на борт; *туристы*, которые высаживались последними, вынуждены были ждать часами, стоя, пока, как нам говорили французские стюарды, эти господа угощались в баре за счет ГТК. Допрос чиновниками **иммиграции**, о котором ходили страшные слухи, оказался для меня сравнительно безобидным. Поискав, слава Богу безуспешно, мою фамилию в толстой черной книге (такая же книга была в ходу **еще** в 1985 году, несмотря на появление компьютеров), чиновник поинтересовался, куда я еду и на что буду жить, но ни разу не коснулся моей политической или **профсоюзной**, а тем более атомной деятельности. Все время он очень учтиво звал меня *доктор*. После Оксфорда я, безусловно, имел право на это звание, но не мог понять, откуда *он* это знает. Я нашел ответ позже; на карточке, которую он держал в руке во время беседы со мной, я записал свою профессию как Physicien, что **по-французски** означает физик (**по-английски** физик - physicist). Он же понял это как physician, что **по-английски** означает медик. Поэтому он и звал меня доктор и поэтому не задал мне ни одного каверзного вопроса, в то время как физиков так легко не пропускали.

Двенадцать лет тому назад я уже заработал **пятидесятиграммовую** добавку хлеба в день, когда другой чиновник спутал физику с физкультурой. Очевидно, физик - это звание, которым можно гордиться приватно, но не стоит хвастаться публично.

Последнее испытание пришло **вместе** с носильщиком. На пирсе громадными буквами было выведено предупреждение: **NO TIPS** (без чаевых). Я решил пренебречь запретом и протянул доллар носильщику, который толкал перед собой на двухколесной тележке мой железный сундучок. "Brother! (Ну, брат!)", - заорал он, подняв руки к небу, перед тем как поднапрячься и с силой **послать** метров на десять вперед мой сундучок, обязанный спасеньем своему **"железному"** здоровью. Я понял намек и протянул ему билет в пять долларов (напомню, что моя стипендия равнялась семи долларам в день). Он хрюкнул, дав мне понять, что мое приношение принято.

После нескольких дней в **Нью-Йорке** я должен был ехать на конференцию по магнетизму в Мэриленде. Мы провели эти дни, гуляя по Манхаттану, и уверен, что читатель будет благодарен, если я опущу здесь все, тысячу раз слышанные восторги новичков.

Расскажу только о двух **маленьких** будничных приключениях. Сойдя с парохода, мы зашли в drugstore (опять: Шишков,

прости...), где на своем лучшем английском языке я заказал два сэндвича с ветчиной. **"What bread, Mac? (какой хлеб, Мак?)"**, - выстрелил продавец в ответ. Я посмотрел на него, как баран на открытые ворота. Он выпустил обойму: **"White, ye, whole wheat, rumpnickel (белый, ржаной, непросеянный, с маком)"**. Видя, что я все еще ничего не понимаю, **кто-то** заорал: "Покажи им **хлеб**". Он вытащил полдюжины хлебов, и я без разбору ткнул пальцем в один из них.

Нас пригласили в ресторан, знаменитый своей говядиной. Кельнер поставил перед Сюзан тарелку, скрывавшуюся под куском окровавленной говядины толщиной в полтора сантиметра. Будучи единственной дамой за столом, она **"догадалась"**, что по здешнему обычаю дама должна разрезать мясо на куски для всех гостей. Пока она искала глазами подходящий нож, кельнер принес по такой же чудовищной порции всем остальным. Таковы были наши первые встречи со страной изобилия.

На конференции в Мэриленде я нашел Ван Флека и Блини и познакомился со многими другими физиками. Среди них был Слэйтер (Slater), знаменитый своими работами по физике атома и твердого тела, и Стонер (Stoner) - специалист по магнетизму. Под добродушной наружностью Слэйтер скрывал бешеный нрав; между ним и **Стонером** чуть не завязалась рукопашная по поводу магнетизма нелокализованных электронов, и Ван Флеку пришлось их разнимать.

Познакомился я также с Клайдом Хатчисоном (Clyde Hutchison), профессором Чикагского университета, маленьким, миленьким человечком, который великолепно играл **регтайм**<sup>12</sup> на рояле. Но он "не только этим дорог нам"; он был зачинателем применения ЭПР в химии, наблюдал впервые ЭПР возбужденных триплетов в молекулярных кристаллах, а также ЭПР в растворах щелочных металлов в аммиаке. Он очень любит Оксфорд. Я тоже. И мы иногда там встречаемся.

Я надеялся прочесть краткий доклад о нашей работе с Горовицем о вариационном подходе к теории аномальной сверхтонкой структуры. Ван Флек счел, что я не успею представить столь сложный предмет за те десять минут, которые мне могли выделить. Я послушался его и представил взамен приличный, но банальный расчет магнитной восприимчивости молекулы с тремя сильно связанными спинами. Позже я **пожалел**, что послушался. Если бы я этого не сделал, мой приоритет закрепился бы гораздо раньше. (Мы с Горовицем послали Прайсу подробную статью для публикации в Докладах Королевского общества, но она почему-то

<sup>12</sup>**Регтайм** - музыка американских негров и, в частности, американский балльный танец. - Примеч. ред.

завалилась до 1955 года.) Понадобился еще один подобный случай, чтобы я научился сам решать вопросы о публикации своих работ.

В конце конференции был банкет за отдельными столиками в очень приятной и непринужденной атмосфере. Одна американская дама, которая, очевидно, уже успела оценить коктейли, спросила меня: "Кто этот маленький человек, который держится так, словно он Наполеон?" Я обернулся и увидел нашего уважаемого коллегу, главного директора **ИЦНИ (CNRS)**, профессора Гастона Дюпуйа (Gaston Dupouy), который тоже приехал на конференцию. Господин Дюпуй невысок, и держится так, чтобы не потерять ни одного дюйма своего небольшого роста. **"Вы ошибаетесь, мадам, -** сказал я своей даме, **- это и есть сам Наполеон"**.

И вдруг я услышал взрыв хохота за соседним столом, где Сюзан сидела напротив лейденского профессора **Гортера** (о котором я говорил в связи с открытием сверхтонкой структуры). На следующий день я спросил у Сюзан, чему они смеялись. "Этот господин Гортер спросил, как я научилась говорить **по-английски**, и я сказала, что по пластинкам **саморучителя Ассимиль**. Он спросил, какого рода фразы там встречались, и я привела фразу, которая так смешила миссис Берне: "Верх головы покрыт волосами". - "Ты выбрала эту фразу?!" - воскликнул я. - "А что? О Боже мой!" Она только теперь поняла причину вчерашнего хохота: господин Гортер был лыс, как бильярдный шар.

В Кембридже мы нашли квартиру, которая "съедала" половину моей стипендии, но меня уверили, что для Кембриджа эта цена была вполне приличной. В лабораторию, где мне предоставили комнату для работы, я ходил пешком, приблизительно полчаса, по очень приятной улице, где обыкновенно я был единственным пешеходом. Понятно, что все автомобилисты, не знавшие **дороги**, обращались ко мне. Под конец мне это надоело, и, как только я видел, что водитель замедляет ход, я кричал ему: "Я не здешний". И он проезжал не останавливаясь. Однажды водитель, очевидно, не расслышавший моего заявления, остановился около меня. Я **повторил**, что я не здешний. - "Какое мне дело! Я здесь живу".

Гарвард был тогда святилищем того, что я лично называю **ядерным магнетизмом**, потому что это **область** физики. Большинство употребляет название **ядерный магнитный резонанс**, или ЯМР, но **по-моему**, последний лишь **техника** для изучения первого, даже если почти единственно употребляемая. ЯМР был открыт в Кембридже в конце 1945 года **Парселлом, Паундом и Торри (E.M. Purcell, R.V. Pound, H. Torrey)** и совершенно независимо и почти одновременно в Станфорде, на западном берегу Америки, **Феликсом Блохом, Хансеном и Пакардом (Felix Bloch, Hansen, Packard)**.

Я посвятил большую часть своей научной деятельности изучению и преподаванию ядерного магнетизма. В следующих главах постараюсь объяснить простым языком те свойства ядерного магнетизма, которые меня лично больше всего интересовали. [В моей книге **"Размышления физика"** (Reflections of a Physicist. Oxford University Press, 1986), пока еще не переведенной на русский язык, первые пятьдесят страниц посвящены популярному изложению **этого** предмета. Для специалистов три монографии переведены на русский язык: "Ядерный магнетизм" (1963), "Электронный парамагнитный резонанс" (1973, с Б. Блинни), "Ядерный магнетизм, порядок и беспорядок" (1984, с М. Гольдманом)]. За этот год (1952-53) я, вероятно, изучил и сделал больше, чем в любой другой год моей жизни. Надо **сказать**, что в том году в Гарварде сосредоточилось редкое собрание талантов, и мне хотелось бы сказать о них несколько слов.

Прежде всего это Джон Ван Флек (1899-1980). Про него было справедливо сказано, что он повенчал магнетизм с квантовой механикой, и я прибавлю, что он был и крестным отцом многочисленных детей этого счастливого брака. Он был редким явлением в современной Америке - американцем *десятого* поколения. Его пращур Тильман Ван Флек (с двумя **"е"**) прибыл в 1658 году из Голландии в город, который тогда еще назывался Нью Амстердам. Отец Ван Флека был выдающимся математиком и с 1935 по 1943 год заседал в американской Академии наук *одновременно с сыном*. Ван Флек принадлежал к тому кругу людей, которые в старые времена назывались аристократами: по происхождению (в Америке, стране эмигрантов, мало кто знает, кем был его дед), по богатству, по своей собственной блестящей научной карьере. Но я хочу уверить, что не встречал человека, более свободного от спеси и тщеславия, более простого и доступного для всех. Он разговаривал одинаково и с начинающим студентом, и с президентом университета и уступал дорогу даме, будь она женой коллеги или уборщицей. Кто знает, может быть, это и есть настоящая аристократия.

Несколько слов о моем сотрудничестве с ним.

\*Как Прайс четыре года тому назад, Ван Флек предложил мне разработать задачу, которая мне не понравилась. Он не стал настаивать и предложил мне улучшить существующее вычисление гиромагнитного отношения для атомарного кислорода, которое было измерено в газе с помощью ЭПР с большой точностью несколько месяцев тому назад. До сих пор подобные вычисления существовали только для атомов с одним внешним электроном, типа щелочных металлов. Я рассмотрел все поправки, которые

мне пришли в голову: релятивистскую, другую, связанную с **конечностью** массы ядра, и еще несколько поправок **поменьше**.\*

Вручив Ван Флеку свою рукопись, которую он сунул в ящик, я перестал о ней думать. Я считал вполне естественным, что он подпишет работу, которую предложил и в которую, как я полагал, может быть, внесет кое-какие стилистические поправки. Не тут-то было! После моего возвращения в Париж началось для меня суровое испытание. Каждую неделю приходило длинное письмо от Ван Флека, написанное его косым неровным почерком, в котором он указывал на новую ошибку, выкопанную из моей рукописи. Если добавить, что он употреблял в физике свой собственный, не для всех понятный язык, станет ясно, что этот письменный обмен мнениями стоил мне много крови. Когда переписка, наконец, закончилась, он, бесспорно, заслужил право разделить со мной авторство, а я - венец мученика.

Эдвард Парселл - человек, которого я, пожалуй, уважаю больше всех других как физика и как личность. Я никогда не встречался ни с кем, более *настоящим*, более далеким от желания показаться не тем, кто он есть. (Здесь я внесу поправку: уже после того, как я написал эти строки, два года тому назад я встретил другого такого человека, но об этом позже.) В физике у него всегда был свой собственный подход, даже к самым простым задачам; хотя этот подход мог иногда показаться неоправданно сложным, в конце концов он всегда оказывался плодотворным. Кроме открытия ЯМР, за которое он разделил Нобелевскую премию с Блохом, он обнаружил сверхтонкую структуру в излучении водорода в космосе - важнейшее открытие для астрофизики. В эту область он внес **много** оригинального. Позже он придумал несколько необыкновенно остроумных способов обнаружения магнитных **монопольей**, если только они существуют и производимы ускорителями частиц. Он провел несколько лет в засаде на них. Не его вина, что из этого ничего не вышло: самый искусный охотник возвращается с пустым ягдташем, когда нет дичи. Я никогда с ним не сотрудничал в буквальном смысле слова, но у нас было много дискуссий, *возможно*, полезных ему и, *безусловно* - мне, о ЯМР в твердом водороде и, главное, об отрицательной температуре.

Норман Рамзей (Norman Ramsey), ученик Раби (Rabi), специалист по молекулярным пучкам. Он изобрел очень важное усовершенствование методов Раби, которое позволило улучшить на несколько порядков точность измерений спектров двухатомных молекул. В течение многих лет он безуспешно преследовал нечто, столь же уклончивое, как магнитный **монополь**, а именно электрический **дипольный** момент нейтрона. Под его руководством

был построен водородный мазер, самый точный, если не самый удобный, из существующих стандартов частоты.

Было бы несправедливо обвинить его в равнодушии к впечатлению, которое он производит на других. Добавлю еще, что его голос и особенно его смех не проходят незамеченными даже в переполненном зале. В связи с Рамзеем добавлю пару слов о двух других учениках **Раби**: Ниренберге (**Nierenberg**) и Каше (**Kusch**), тоже громогласных. Ниренберг объяснил мне, что виноваты в этом довоенные насосы, столь шумные, что в лаборатории Раби надо было орать, чтобы быть услышанным. Теперь появилось новое поколение бесшумных насосов, а с ними и новое поколение физиков-джентльменов, которые говорят негромко.

Насосы помогут перейти к анекдоту (подлинному) о Каше. В день, когда он узнал о присвоении ему Нобелевской премии (мягко выражаясь, неожиданной) за сверхточное измерение гиромагнитного отношения электрона, в его кабинет ворвался аспирант с криком, что лопнул главный насос. **"Мне сейчас не до этого, я только что получил известие, что награжден Нобелевской премией"**. - **"Кто? Вы?!"** - воскликнул аспирант. Анекдот этот подлинный, потому что мне его рассказал сам Каш и еще по одной причине. Несколько лет спустя я был в Ватсоновской лаборатории в Нью-Йорке. Завтракая с группой физиков, я рассказал эту историю. **"Кому рассказываете, - сказал один из них, - ведь я тот самый аспирант"**.

Николас Бломберген (**Nicholaas Bloembergen**), уроженец Голландии, не участвовал в открытии ЯМР, но начиная с 1947 года сотрудничал с Парселлом и Паундом и внес важный вклад в знаменитую статью, известную в ЯМР под сокращенным заглавием БПП (Бломберген, Парселл, Паунд). Эта статья играла ведущую роль в развитии ЯМР фактически до выхода в свет в 1961 году моей монографии **"Ядерный магнетизм"**, которая значительно расширила, обобщила и обновила БПП, а также исправила несколько ошибок. (Надо помнить, что сказал Ньютон: "Карлик, стоя на плечах гиганта, видит дальше, чем гигант". Я же в конце своей карьеры однажды сказал: "Я тот карлик, на чьих плечах стоят все эти молодые гиганты".) Одаренный находчивым и плодотворным умом, Бломберген, более чем кто-либо другой, постоянно движим духом соревнования, который создает вокруг него чувство напряжения, и который в 1981 году привел его, неожиданно для многих, к **"четверти"** Нобелевской премии, не за ЯМР, а за работы по нелинейной оптике.

Я закончу Робертом Вивианом Паундом (**Robert Vivian Pound**), с которым подружился по приезду в Гарвард и с которым дружу уже более тридцати пяти лет, правда, эта дружба прерывается вре-

мя от времени бурями различной силы. Родившийся в 1919 году в Канаде, но, ставший теперь гражданином США, Паунд - пример того, что американцы зовут "рано начавший" (**early starter**) со всеми преимуществами и некоторыми из слабостей молниеносного старта. (Я для них, наоборот, "поздно начавший" (**late beginner**).) Настоящий волшебник электроники, во время войны Паунд участвовал в деятельности знаменитой **"Лаборатории излучения"** (**Radiation Laboratory**) MIT и изобрел несколько приборов, которые быстро принесли ему известность. Сразу по окончании войны он участвовал с Парселлом и Торри в открытии ЯМР, где его искусство в обнаружении слабых сигналов сыграло важную роль. Здесь же произошла первая неудача в его карьере (но это моя догадка, он никогда мне этого не доверял). Он прекрасно понимал все значение их открытия, которое "тянет на Нобелевскую", на треть которой он вполне мог рассчитывать. Но пару недель спустя другая группа, возглавляемая Блохом и тоже состоящая из трех, объявляет о том же открытии. Нобелевскую шестерым не дают, и лишь руководители - Парселл и Блох - поделили эту награду в 1952 году. (О другом травмирующем случае его карьеры я расскажу в другой главе.)

Однако Паунд не падает духом и после участия в БПП изобретает новый детектор ЯМР, очень простой и эффективный, известный в литературе под названием **"Коробка Паунда"** (**Pound box**), с помощью которого он первым обнаруживает влияние **квадрупольного** момента ядра на ЯМР. Наконец, вместе с Парселлом он вводит понятие "отрицательной спиновой **температуры"**, о которой будет речь дальше. Добавлю еще, что он очень хорош собой (**вернее**, был тридцать пять лет тому назад), с чисто британской элегантностью, которую он поддерживает частыми поездками в Англию. У него трудный характер, у меня тоже, но только за известным порогом. Когда переступался этот порог, возникали бури, о которых я говорил. Он часто меня упрекал: "Вы не слушаете, что я говорю, а только ждете, чтобы я замолчал, чтобы сказать то же самое". В этом была доля правды, но виной была его сложная и порой канительная манера выражаться, из которой было нелегко извлечь содержание. Я отвечал, что он должен быть доволен тем, что, по крайней мере, я его не перебиваю.

### **\*Возмущенные угловые корреляции**

Мы с Паундом работали вместе над этой задачей. Вот в чем дело. Когда радиоактивное ядро испускает один квант за другим, направление испускаемого первого становится определяющим для спина ядра в его промежуточном состоянии и угловое *распре-*

деление второго кванта по отношению к этому направлению не изотропно. Эта связь между направлениями двух **последовательных** излучений и есть *угловая корреляция*. Из ее изучения можно извлечь информацию о спинах ядра в разных состояниях во **вре-**мя каскада и о **мультиполярности** различных квантов. При этом **предполагается**, что направление ядерного спина в промежуточном состоянии не возмущено разными полями, которые этот спин **мо-**жет **"увидеть"** за свое время жизни, будь эти поля электрическими или магнитными, внутренними или внешними, постоянными или переменными.

Эффекты постоянного магнитного поля, как и изотропной сверхтонкой структуры, были известны раньше. Но никто не знал лучше меня, как может отличаться сверхтонкое взаимодействие в веществе, находящемся в конденсированном состоянии, от его вида в свободном атоме, и никто не знал лучше **Паунда**, что ядра имеют **квадрупольные** моменты, которые взаимодействуют с градиентами электрических полей в материи. Наконец, никто не изучал действия переменных полей. В нескольких письмах в "Physical Review" и затем в обширной статье, опубликованной в 1953 году, мы дали полную теорию возмущенных угловых корреляций, которая, несмотря на прошедшие тридцать пять лет, мало отличается от ее сегодняшней формы. В частности, мы объяснили, почему **воз-**мущение корреляций значительно слабее в жидких радиоактивных источниках, чем в твердых. Это такое же явление, как и "сужение благодаря движению", хорошо известное в ЯМР. В жидкостях возмущающие внеядерные поля колеблются очень быстро, гораздо быстрее, чем в твердых телах, и их возмущающее влияние на ориентацию ядерного спина, усредняется почти до нуля.

Во время этой работы я нашел несколько слабостей, неточностей и даже просто ошибок в БПП, вполне естественных для пионерской статьи, и воспользовался нашей работой, чтобы представить теорию ядерной релаксации в более сжатой и более элегантной форме, которая нашла впоследствии свое окончательное выражение в монографии "Принципы ядерного **магнетизма**". Одновременно я размышлял о более общей проблеме квантовой статистики - о переходе от уравнения Шредингера, которое орудует амплитудами вероятности, к уравнению **Больцмана** (или его обобщению, так называемому **"основному"** уравнению), которое оперирует самими вероятностями.

Паунд уверял, что с тех пор, как люди занимаются квантовой статистикой, они не могли не поставить себе этой задачи и, **навер-**ное, уже решили бы ее, если такое решение существует. Мне не хотелось терять времени на библиографические поиски, и я послушался его. Напрасно, как оказалось, но я виноват сам. Альфред

**Редфилд** и **Феликс Блох** изучили эту проблему независимо друг от друга и пришли к одинаковому заключению, к которому, **на-**верное пришел бы и я, если бы взялся за это дело. После моего мертворожденного доклада в Мэриленде я больше не попадался на такого рода советы. Во всяком случае, приехав в Гарвард как господин **"Сверхтонкая структура"**, я вернулся домой как господин **"Возмущенные угловые корреляции"**.

Вначале наша теория была исключительно вспомогательным средством для физиков-ядерщиков, изучавших **мультиполярность** излучений и значения ядерных спинов, учитывая поправки, обусловленные влиянием **внеядерных** полей, но со временем она стала орудием физиков твердого тела, интересующихся свойствами самой среды, окружающей ядро. Когда я вернулся во Францию, два молодых физика из **КАЭ** - **Пьер Леман** и **Антуан Левек** - изучали угловые корреляции в жидких источниках. Я посоветовал им капнуть глицерина в их источник и посмотреть, что произойдет. Они решили, что я сошел с ума (как могла капля глицерина повлиять на **ядерное явление?!)**, и ...**были** ошеломлены исчезновением корреляции. Объяснение было простым: глицерин увеличивал **вяз-**кость жидкости и замедлял скорость колебаний внеядерных полей, делая их более эффективными для разрушения корреляции. (**Пьер Леман**, с которым мы припоминали это недавно, т.е. тридцать пять лет спустя, не отрицает результата, но уверяет, что они читали нашу статью и вполне ожидали то, что произошло. Я же, конечно, предпочитаю свой вариант истории.)

### \* **Тайна Оверхаузера**

Чтобы покончить с ЯМР в Гарварде, я хочу описать еще одно событие, которое должно было сыграть важную роль в будущей моей деятельности. **Альберт Оверхаузер (Albert Overhauser)**, молодой теоретик **Иллинойского университета**, сделал следующее предсказание: *в металле, где, как известно, механизмом ядерной релаксации является связь ядерных спинов со спинами электронов проводимости, насыщение ЭПР последних должно привести к громадному увеличению ядерной поляризации*. Не стану объяснять сейчас смысла этой фразы, потому что вернусь к этому вопросу в другой главе. А пока скажу лишь две вещи. **Во-первых**, эта работа произвела на меня замедленное действие, направив мои размышления к вопросу, занимавшему меня много лет: *ядерная динамическая поляризация*.

**Во-вторых**, слушатели Оверхаузера на собрании Американского физического общества, где он представил (за десять минут) рассуждения, которые привели его к этому изумительному заключению, сразу разделились на две части: одни не поняли ни слова из

его доказательства, другие не поверили ни слову из его заключения. В первом ряду скептиков, которые не поверили заключению, блистали светила магнитного резонанса: Блох и **Парселл**, Раби и Рамзей. Бломберген сомневался, я тоже. Главным вопросом был, конечно, **"прав ли Оверхаузер?"**.

Как говорится у англичан, качество пудинга доказано, когда он съеден. В том же году **иллинойсский** физик Чарльз **Слихтер** и его студент **Карвер** **"съели пудинг"**. Насыщая резонанс электронов проводимости в металлическом натрии, они наблюдали увеличение ядерной поляризации, предсказанное Оверхаузером.\*

Были и другие выдающиеся личности в Гарварде в том году: Братейн (**Brattain**) - создатель транзистора с **Шокли** и Бардином (**Shockley, Bardeen**). Я вспоминаю со стыдом, как я реагировал на присуждение им Нобелевской премии за открытие : **как**, "Нобель" за **"gadget"**<sup>13</sup>?!

Был **Бриджмен** - король высоких давлений. Он однажды сказал, что можно обновить всю физику, добавив к названию любого опыта слова "под высоким **давлением**". Много лет спустя, когда я работал над динамической поляризацией ядер, я предложил в шутку слова "под высоким давлением" заменить словами "с поляризованными ядрами". Еще я заимствовал у него, на этот раз нечаянно, название книги, написанной им много лет назад, - "Размышления физика".

Был еще Юлиан Швингер (**Julian Schwinger**) - "сверхмощная электростанция" теоретической физики. Его девизом могло бы быть: "Все мое, что доступно счету". В 1947 году он решил задачу **расходимостей** в квантовой **электродинамике**, что позволило вычислить с фантастической точностью радиационные поправки, измеренные Лэмбом и **Кашем**. Это принесло ему Нобелевскую премию вместе с Фейнманом и с японским физиком Томонага (**Tomonaga**). За много лет до того, как он стал (в двадцать восемь лет) самым юным из ординарных (**full**) профессоров Гарвардского университета, он был открыт Исидором Раби, который любил говорить, что Швингер - его самое дорогое открытие.

Ученик публичной школы в Бронксе, квартале **Нью-Йорка**, населенным до войны в большинстве еврейскими семьями, а теперь негритянскими (здесь необходимо объяснить, что американские публичные школы посещаются детьми из беднейших семейств, в чем диаметрально противоположны английским публичным **школам**, которые я описал в главе об Оксфорде), юный Швингер был прислан к Раби знакомым, потому что отметки Швингера не позволяли ему надеяться на прием в колледж. Раби попросил его

посидеть в углу кабинета, пока он обсуждал у доски с **коллегой** вопрос из квантовой механики, на котором они споткнулись. "Почему бы не употребить теорему замкнутости?" - раздался **тоненький** голосок. Юлиан нашел решение раньше старших, и не в последний раз.

В этом году он читал курс квантовой механики, который я посещал. Я был поражен ледяным совершенством его лекций. В течение двух часов он выписывал уравнения одно за другим, никогда не боясь подойти к задаче самым сложным способом, если он считал, что такой подход приближает к физической сути **проблемы**. Мне не приходилось бывать на лекциях Фейнмана, но я читал статьи обоих на одну и ту же тему. Для тех, кто интересуется теннисом, скажу, что стиль Швингера напоминает Бьерна Борга (**Bjorn Borg**), а стиль Фейнмана - Макинроя (**McEnroe**).

### \*Жесткая фокусировка

Другой деятельностью, которая заняла значительную часть **этого** хорошо наполненного года, была теория ускорителей. В главе "Накануне" я объяснил принцип протонного синхротрона, где одновременная модуляция частоты ускоряющего поля и величины управляющего орбитой магнитного поля позволяет сохранить **орбите** постоянный радиус. Чтобы удерживать орбиту в пределах вакуумной камеры, магнитному полю придется слабый фокусирующий радиальный градиент. Слабым он должен быть потому, что иначе (по уравнению Лапласа) появится сильный **дефокусирующий** вертикальный градиент. С увеличением энергии ускорителей размеры вакуумной камеры, а значит, и размеры и вес магнита, становятся очень велики. **Брукхейвенский (Brookhaven) космотрон** 3 ГэВ и **Берклийский (Berkeley) беватрон** 6 ГэВ весили несколько тысяч тонн, в то время как советский фазотрон, строившийся в Дубне с 1949 года (но на Западе об этом не знали), достигал 35 тысяч тонн - веса линейного корабля.

Летом 1952 года - тремя американскими физиками из Брукхейвена - Ливингстоном, Курантом и Снайдером (**Livingston, Courant, Snyder**) - было сделано очень важное изобретение, которое круто изменило искусство строить ускорители. Они "меж делом и досугом" открыли, что, если заменить слабый фокусирующий радиальный градиент чередой сильных градиентов (то **фокусирующих**, то **дефокусирующих**), получается общая сильная **фокусировка** как радиальная, так и вертикальная (так называемая жесткая **фокусировка**).\*

В МИТ, совместно с Брукхейвеном, сформировали группу физиков для работы по проектам машин нового типа. Я получил из **КАЭ** инструкцию постараться быть принятым в эту группу. Меня

<sup>13</sup>**gadget** - мелкое устройство, приспособление.

приняли радушно, и я там работал часть своего времени. Скоро оказалось, что принцип чередующихся градиентов был изобретен двумя годами раньше неким **Кристофилом**, греческим инженером из Афин, специалистом по лифтам (как знать, может быть, именно небольшое число высотных домов в Афинах оставляло Кристофилосу досуг для изобретения жесткой фокусировки). **Кристофилос** послал свои результаты в Беркли, где тогда на них никто не обратил внимания.

Это открытие имело два неприятных последствия для Брукхейвенской тройки. **Во-первых**, власти американской атомной комиссии (АЕС) с почетом выписали из Греции в США **Кристофила** и постановили, чтобы ко всем его предложениям тщательно прислушиваться. Бедный Курант жаловался мне, что предложения Кристофила были **"a lot of hot air"** (горячий воздух), а сам Кристофилос **"a pain in the neck"** (болью в шее). Но появление четвертого всадника - Кристофила - имело еще одно, апокалипсическое последствие для бедной тройки. Начну с загадки: какая разница между игрой в бридж и Нобелевской премией? Ответ: для Нобелевской четвертого не ищут (максимальное число лауреатов три). Вот почему открытие, которое изменило ход физики элементарных частиц, никогда не получило своей, **по-моему** вполне заслуженной, награды.

Наше пребывание в Америке приближалось к концу. Перед отъездом мы решили проехать поездом через Америку, от Чикаго до Калифорнии и обратно. (Скучный кусок между **Нью-Йорком** и Чикаго мы решили перелететь.) Наш милый Ван, большой знаток железных дорог всего мира, разработал нам маршрут. (В Гарварде все звали Ван Флека - Ван, за исключением одного китайца, который находил это непочтительным и обращался к нему **"доктор Ван"**.) От Чикаго до Лос-Анджелеса мы ехали знаменитым экспрессом **"Эль Капитал"** с остановкой на сутки, чтобы осмотреть чудо всех чудес Гранд-Каньон. Снова поездом из Лос-Анджелеса в Сан-Франциско и оттуда обратно в Чикаго другим экспрессом **"Калифорния Зефир"**, увы, давно канувшим в Лету. Нам не хватило денег на спальный вагон, и, несмотря на комфорт американских поездов, замечательный в те дни, каждый из двухсуточных концов был довольно утомительным. Тем не менее мы сохранили от поездки, и в особенности от **Гранд-Каньона**, незабываемое впечатление. Мы открыли необъятность и разнообразие американского континента, недоступные самолетным пассажирам.

В Америке трансконтинентальная поездка поездом имеет много общего с путешествием по морю. Запомнился забавный случай в вагоне-ресторане **"Калифорния Зефир"**. Я заметил, что мой счет за меню был на 50 центов меньше, чем счет соседа, **кото-**

**рый** покинул наш столик на несколько минут раньше. Официант объяснил: **"Мы** уже в Неваде - не те **налоги"**.

Мы провели несколько дней в Пасадене (Pasadena), около Лос-Анджелеса, в клубе университета. В первый вечер после ужина мы вышли погулять на улицу и были тотчас же остановлены полицейской машиной: наше поведение показалось **подозрительным**. Мы объяснили, что мы из Франции, где хождение пешком общепринято, это их удовлетворило.

Лос-Анджелес с его жарой, невыносимым смогом, (смог или smog - помесь "smoke", т.е. дым, и "fog", т.е. **туман**), нечеловеческими размерами и несуществующим **транспортом**, кроме, конечно, бесчисленных частных машин, произвел на нас удручающее впечатление.

Полный контраст с Сан-Франциско, который нас очаровал **своей** необыкновенной красотой, улицами, упиравшимися в небо под углом в тридцать градусов, анахроническими трамвайчиками, свежестью летнего климата, столь отличного от духоты и влажности восточного побережья, и общей атмосферой веселой свободы, **которой** было далеко от, тогда неслыханной, свободы **"веселых"** (gay), будущего рассадника СПИДа.

В Беркли мы познакомились с "резонаторами" западного **побережья**, в том числе с двумя учениками Феликса Блоха, с которыми у меня завязалась долгая дружба, - Эрвином Ханом и **Карсоном** Джефризом (Erwin Hahn, Carson Jeffries). Эрвин Хан, чье **изобретение** спинного эха **"перестроило"** ЯМР, экспансивный гений, обладающий широчайшей коллекцией анекдотов (мягкое остроумие одних вызовет улыбку на устах приходского священника, здоровая вольность других приведет в восторг живодера - все зависит от компании). С Карсоном Джефризом, милым, спокойным человеком, у нас было многолетнее соревнование в ядерной динамической поляризации.

В Станфорде, где ЯМР был открыт одновременно с Гарвардом, мы нашли только Пакарда, Блох был в отъезде, а Хансен скончался.

Три чудесных дня мы провели в национальном парке **Йосемити** (Yosemite) в Калифорнии. Взяли напрокат пару велосипедов, чтобы передвигаться по парку, но были поставлены в тупик предупреждением, развешанным повсюду: "При встрече с медведем закройте все окна вашей машины".

На обратном пути остановились у канадской границы, чтобы осмотреть Ниагарский водопад. Водопад гораздо красивее с канадской стороны, но наша виза была на один единственный въезд в США. Пограничник, который сидел на одном конце моста между США и Канадой, сжалился над нами и разрешил провести пару

часов на другой стороне. Возвращаясь, мы с ужасом увидели, что его сменил другой, который категорически отказался впустить нас обратно, особенно после того, как прочел в моем паспорте, что я родился в России. **"Что, если Канада нас тоже не выпустит, - думал я, - придется остаться на мосту до конца жизни"**. Пока я так мрачно размышлял, вернулся первый пограничник и впустил нас обратно.

До отъезда оставалось шесть недель. Паунд раздобыл мне приглашение провести месяц в Брукхейвенской лаборатории, в нескольких десятках километров от Нью-Йорка, за счет американского ВММ (Военно-морского министерства). Нам дали там однокомнатную квартиру, и я проводил время, размышляя над ускорителями, возмущенными угловыми корреляциями, и о том, как бы **"соскрести"** с пресловутого эффекта Оверхаузера оболочку сложных вычислений, в которую он был **"завернут"**.

В Брукхейвене я познакомился с Морисом Гольдхабером (Maurice Goldhaber), талантливым физиком-ядерщиком, который впоследствии стал директором лаборатории. Он гордился, вполне справедливо, своей репутацией и молодостью: на несколько лет старше меня, он выглядел моложе. Он рассказал мне, что во время поездки в СССР у него спросили, не сын ли он великого Гольдхабера. "Здорово, - подумал я, - столько вложить в одну фразу!"

Познакомился я и с Сэмом Гаудсмитом (Sam Goudsmit), главным редактором **"Physical Review"**, который с Уленбеком (Uhlenbeck) впервые ввел понятие спина электрона и связанного с ним магнитного момента, человеком, остроумнее которого я не встречал. **Из-за** меня возник конфликт между двумя американскими администрациями. Когда я приехал, вице-директор лаборатории предложил мне передать письменно лаборатории права на все открытия, которые я мог бы сделать за этот месяц. "Не могу, - ответил я, - я их уже передал ВММ, на чьи деньги я смог приехать сюда". - "Это недопустимо, - возразил он, - наши гости передают свои права нам. Это правило не терпит исключений. Я подниму этот вопрос в верхах". - **"Поднимайте"**, - подумал я. К счастью, я за этот месяц ничего не открыл и больше про это дело не слыхал, но, кто знает, может быть, бюрократы американских ВММ и КАЭ продолжают оспаривать права на мои открытия. Теперь, тридцать пять лет спустя ужасное сомнение приходит мне на ум: мог ли я, сам служащий французского КАЭ, передавать Военно-морскому министерству чужой страны права на мои открытия за целый месяц? Надеюсь, что сработает срок давности и неприятностей у меня не будет. Через несколько дней по-

сле Брукхейвена мы отплыли во Францию на пароходе **"Фландр"** (Flandre), гораздо меньшем, чем **"Свобода"**.

## Ускорители и резонансы

Кружится вальса вихорь шумный

*Перемены. - Группа Орбиты. - Ускорители или динозавры. Арни. - Феликс-Вотан. - Рождение лаборатории*

Вернувшись во Францию в 1953 году, я нашел ряд перемен. Лаборатории КАЭ были переведены из Шатийона в новый центр Сакле (Saclay), в двадцати километрах от Парижа, гораздо более просторный. Там сосредоточилась со временем научная деятельность КАЭ, главным образом физиков. КАЭ предоставил мне хорошую квартиру в очень приятном местечке Жиф-сюр-Ивет (Gif-sur-Yvette) в пяти километрах от Сакле. Там проживало много моих коллег, в том числе один из "мушкетеров" - Мишель Трошри - со своей молодой женой Симоной, которая за семь лет нашего пребывания в Жифе родила ему четырех детей и стала близкой подругой Сюзан. Там же я свел дружбу с Жаком Прентки, талантливым специалистом по физике элементарных частиц, который впоследствии сделал блестящую карьеру в ЦЕРН'е, международной лаборатории высоких энергий в Женеве. Не только география изменилась в КАЭ. В новой организации были созданы крупные отделения, называемые *департаментами* (Départements). Каждый департамент подразделялся на несколько отделений, которые назывались *сервисами* (Services). Сервис подразделялся на *секции* (Sections). Несколько департаментов составляли *дирекцию*, и над дирекциями "парил наш двуглавый орел" - ГА и ВК (Главный администратор и Верховный комиссар) <sup>14</sup>. Директор отделения властвовал над начальниками департаментов, которым подчинялись начальники лабораторий, а тем - начальники секций. Иногда встречалось небольшое осложнение - *автономные лаборатории*, зависящие непосредственно от директора, и *автономные секции*, которые зависели непосредственно от начальника департамента. Прошу **извинения**, но без этих подробностей я не смог бы **объяснить**, как протекала моя служебная карьера в КАЭ.

<sup>14</sup>Для удобства советского читателя в дальнейшем мы изменили наименование двух структурных подразделений следующим образом: дирекция - отделение, сервис - лаборатория. В дальнейшем появится еще термин - личная лаборатория - лаборатория проф. **Абрагама**, которая в различные периоды входила в разные структурные подразделения. - *Примеч. ред.*

Одним из новых департаментов был ДИР (Департамент изучения реакторов), возглавляемый Жаком Ивоном и имеющий среди своих лабораторий ЛМФ (Лабораторию математической физики), начальником которой стал Горовиц, а я одним из членов. Программа ЛМФ разделялась на две части: первой была теоретическая физика, которой мы занимались неофициально, до того как застыли новые структуры; вторая (в глазах нашего начальника Жака Ивона самая важная) - участие в строительстве атомных реакторов. Не помню точно, когда к ЛМФ примкнули Клод Блох и Альберт Мессиа после долгого пребывания за границей (Блох - в Копенгагене и Беркли, Мессиа - в Принстоне и Рочестере). Вместе с Мишелем Трошри они составляли в здании ЛМФ крыло "чистой науки". Сам Горовиц, хотя и сохранил некоторый интерес к ней, посвятил себя разработке реакторов, окружив себя для этой цели созвездием молодых блестящих политехников.

Горовиц быстро шел в гору. В 1959 году, когда Ивон стал директором, Горовиц заменил его, возглавив ДИР; в 1962 году Ивон покинул КАЭ, чтобы занять в Сорбонне кафедру де Бройля, и Горовиц стал директором вместо него. Какие мелочи решают судьбы людей! Если бы капризные американские власти решили в 1952 году впустить Горовица вместо меня, мы могли бы поменяться карьерами. С его способностями к теоретической физике, работая с Вайскопфом в Америке, Горовиц наверное сделал бы себе имя в чистой науке и, вернувшись, не захотел бы ее забросить; если бы я остался во Франции вместо него, вполне возможно, что место начальника ЛМФ предложили бы мне и я сделал бы карьеру Горовица. Очевидно, *моей* планидой было стать профессором в Коллеж де Франс: самодур Чаруэлл помешал мне стать профессором Оксфордского университета, самодур(ша) американский консул **впустил(а)** меня в Америку. Но "не жаль мне прошлого ничуть".

Когда я вернулся, наши власти предложили мне задание (которое мне подходило) руководить "Группой Орбиты". Как я уже говорил в главе "Между Оксфордом и Кембриджем", КАЭ собирался построить синхротрон в несколько ГэВ, и необходимо было дважды сделать выбор: электронный или протонный, а также с мягкой или с жесткой фокусировкой. Техника мягкой фокусировки была хорошо разработана, что подтверждено успешным завершением строительства Брукхейвенского **космотрона** на 3 ГэВ. Жесткая фокусировка была заманчива, но рискованна; ни одной машины этого типа еще не существовало. КАЭ для постройки располагал автономной лабораторией ускорителей. В **кредит** этой лаборатории можно было записать постройку электростатического ускорителя типа Ван де Граафа на несколько **МэВ**, а в дебет -

его чрезмерную стоимость и, что еще хуже, чрезмерные сроки постройки, которые в течение нескольких лет ограничивали деятельность многих **физиков-ядерщиков** КАЭ библиографическими поисками.

Власти КАЭ не пожелали доверить лаборатории ускорителей выбор и возложили ответственность подготовки решения **на** мою "Группу Орбиты". Мы должны были изучить динамику орбит ускоряемых **частиц**, подсчитать размеры вакуумной камеры и магнита и представить заключение.

Группа состояла из пяти человек, включая меня. Главным моим помощником был Ионель Соломон, молодой политехник, чьи способности превысили все мои ожидания. (По окончании задания группы он проработал со мной еще девять лет, затем основал свою собственную лабораторию. В 1988 году он был выбран в члены нашей Академии наук.) Остальными тремя были представители лаборатории ускорителей и инженеры двух фирм, соперничавших между собой за контракт на строительство ускорителя.

Мы работали усердно в течение нескольких месяцев. Я мечтал назвать нашу работу по Жюльо Верну "Вокруг орбиты в восемьдесят дней", но срок пришлось удвоить. С начальником лаборатории ускорителей у меня возникли проблемы. Он успел оценить качества Соломона, который работал у него некоторое время, пока я был в США, и отказывался его отпустить. Дебьес, административный заместитель Перрена, о ком я уже говорил в связи с моей визой, придумал остроумный выход, достойный царя Соломона (без игры слов). Он предложил, чтобы Соломон **работал** два дня в неделю в лаборатории ускорителей над электронным синхротроном и три дня в моей группе - над протонным. Как настоящая мать в притче, я отказался резать дитя на части, но, не как в притче, наотрез отказался отдавать его другой матери. И победил.

Позвольте мне здесь отвлечься на минуту от орбиты, чтобы описать красочную личность Дебьеса. До прихода в КАЭ он служил инспектором в Министерстве народного просвещения (у нас говорят: "Не можешь сделать сам, учи других, не можешь учить, инспектируй учителей"). Прослужив несколько лет с Перреном, он стал директором Сакле (лишь административным, хотя он это часто забывал). Он был чрезвычайно изворотлив, и для него не существовало неразрешимой задачи. Его решения иногда напоминали мне номер американских комиков братьев Маркс: на голову одного из них падал громадный горшок, закрывавший лицо, а остальные, после тщетных усилий сорвать горшок, рисовали на нем углем очки, нос и усы, считая, что задача решена. Аналогичным было и предложенное им решение проблемы с Соломоном.

В шестидесятых годах, в разгар войны в Алжире, Дебьес **основал** в Сакле институт, где желающие могли обучаться техническим проблемам реакторов. Я как-то спросил его, легко ли он находит работу для своих дипломников. - "**Нет** проблем, их сразу берут в армию и отсылают в **Алжир**". Вскоре после того, как де **Голль** дал независимость нашим колониям в Африке, он устроил осмотр Сакле. На ступенях своего института Дебьес выстроил выпускников, надеясь показать их генералу. "**По-вашему**, как они выглядят?" - спросил Дебьес меня. "**Ничего**, жаль только, что негров нет". - "Вы так думаете?" Я шутил, но по сей день храню фотографию визита де **Голля**, на которой в первом ряду стоит здоровенный негр, которого Дебьес извлек "из вакуума" за несколько минут.

Хотя нельзя считать **Дебьеса** ученым, как ему этого хотелось бы, но он был компетентным администратором, и интендантство Сакле ему обязано многим. К тому же, всегда готовый услужить людям, он оставил хорошую память о себе.

После этого **отступления** вернемся к Группе Орбиты. Исследования жесткой фокусировки проводились во всем мире. ЦЕРН, который начинал свое существование в Женеве и до открытия жесткой фокусировки мечтал об ускорителе на 10 ГэВ, поднял свои планы до 26 ГэВ. Конструктором этой машины, названной PS (протонный синхротрон), был Джон Адаме (John Adams), который впоследствии построил и теперешний суперпротонный синхротрон (SPS) ЦЕРН'а с энергией 450 ГэВ. Джон Адаме был замечательно обаятельным человеком и одним из величайших создателей **ускорителей**. Я ездил несколько раз в Женеву для совещаний с ним и с его сотрудниками. Он умер преждевременно, от рака.

Скоро обнаружилось, что жесткая фокусировка не так проста, как казалось вначале. Более детальные вычисления показали, что во время ускорения при определенных значениях энергии частицы возникают **резонансы** (как часто во время нашей работы я проклинал это слово, прежде столь милое мне), во время которых орбиты частиц начинают вибрировать с чрезмерной амплитудой вокруг равновесной орбиты, что приводит к потере устойчивости пучка. Необходимо было распознать все эти резонансы и найти способы, позволяющие либо избавиться от них, либо пройти через них достаточно быстро, чтобы не потерять пучок. Ввиду математических трудностей этой задачи я привлек к сотрудничеству в нашей группе "мушкетера" Клода Блоха.

Мое заключение почти сформировалось: в принципе проект осуществим. Но я питал сомнения насчет компетентности нашей лаборатории ускорителей, единственным опытом которой было строительство ускорителя Ван де Граафа на 5 МэВ, о котором я уже говорил, и обыкновенного циклотрона с энергией 20 МэВ.

Поведение самого начальника лаборатории ускорителей тоже меня беспокоило: его отношение к жесткой фокусировке, отрицательное вначале, перешло в энтузиазм как раз тогда, когда начали выясняться все ее трудности. Я не мог отделаться от мысли, возможно несправедливой, что он сомневается в своих способностях **построить** машину на 3 ГэВ любого типа и считает менее унижительным провалить осуществление нового неиспробованного проекта, **такого**, как жесткая фокусировка, чем аналогичного **Брукхейвенскому космотрону**, уже успешно построенному в Америке.

Я знал физиков, всегда занятых почти невозможными **экспериментами**, которые принесли бы им мировую славу в случае почти невозможного успеха и не грозили повредить их репутации в случае более чем вероятной неудачи. Я назвал это "синдромом такси" в связи со следующим анекдотом. Человек приходит домой и докладывает жене: "Я заработал сегодня два франка: автобус отъехал до того, как я успел вскочить в него; я побежал за ним до следующей остановки, но опять не успел сесть, и так пробежал за ним всю дорогу до дома". - "Вот дурак, - говорит жена, - почему же ты не бежал за такси, заработал бы двадцать франков".

В конце концов я предложил выбрать мягкую фокусировку и не только **из-за** неуважения к "синдрому такси". Для машины в диапазоне от 2 до 3 ГэВ при выборе жесткой фокусировки экономия на весе магнита - слишком малая доля стоимости всей машины, чтобы оправдать связанный с ним риск. Так и сделали. Машина была запущена в 1958 году и получила название "**Сатурн**". В семидесятых годах она была перестроена на жесткую фокусировку и работает по сей день.

Стоит заметить, что англичане оказались гораздо боязливее меня. Свою машину "**Нимрод**" они начали строить тоже на мягкой фокусировке через три года после нашей, когда никто более не сомневался в целесообразности жесткой фокусировки, тем более для энергии 7 ГэВ, для которой **экономия**, связанная с жесткой фокусировкой, была гораздо значительней.

Между 1953 и 1956 годами электронные и протонные ускорители начали расти повсюду, как грибы. Я не собираюсь перечислять здесь все ускорители, которые сегодня работают, строятся или **проектируются** на земном шаре. Их перечень можно найти во многих публикациях. Я хочу лишь сказать несколько слов о проблемах, связанных со стремлением ко все более высоким энергиям.

\*Для ускорителей типа синхротрона энергия пропорциональна **произведению** управляющего магнитного поля на радиус орбиты, по крайней мере для частиц ультрарелятивистских энергий, превышающих во много раз их массу покоя. Масса покоя равна

приблизительно 1 ГэВ для протонов и в 2000 раз меньше, т.е. 0,5 МэВ, для электронов. Для протонов с магнитными полями в несколько тесла, производимыми сверхпроводящими магнитами, и при радиусе порядка километра энергии порядка 1 ТэВ (1000 ГэВ) получены в американской лаборатории **Фермилаб (Fermilab)** на машине **"Теватрон"**. Существует в Америке проект на машину 20 ТэВ с радиусом 80 километров, так называемый ССК (сверхпроводящий **суперколлайдер**, SSC Superconducting Supercollider).

Для электронных синхротронов (как уже было сказано в главе **"Накануне"**) нереалистично мечтать об энергиях выше 100 ГэВ **из-за** радиационных потерь, и только линейные электронные **ускорители** позволяют (может быть) достичь высших энергий. Новой чертой ультрарелятивистских ускорителей является то, что их используют в качестве так называемых **коллайдеров**. Вместо того чтобы направлять пучок частиц на неподвижную мишень, сталкивают два встречных пучка. При этом, конечно, происходит громадная потеря интенсивности, и непосвященным не всегда понятно, зачем так делают. Я хотел бы изложить элементарное, чтобы не сказать грубое, объяснение, которое я выработал для самого себя (оказалось, что оно пришло в голову не только мне). Ключевым здесь является слово **"ультрарелятивистский"**. Частица с такой энергией, сталкиваясь с неподвижной частицей мишени, в лабораторной системе координат **"выглядит"** во много раз "тяжелее" ее, и их столкновение, подобное удару бильярдным шаром по горошине, конечно, не способно разбить ни ту, ни другую. В **коллайдере**, наоборот, столкновение двух частиц подобно столкновению двух бильярдных шаров, в котором оба могут разбиться, что и является целью эксперимента. Конечно, существуют расчеты, подтверждающие эти примитивные **рассуждения**.\*

Перед тем как расстаться с гигантскими машинами, где я "сижу не в своих санях", напомним, как урок для авторов грандиозных проектов, о грустной истории фазотрона в Дубне, машины (строительство которой было начато в 1949 году и предусматривало мягкую **фокусировку**), которая мечтала стать самой великой в мире, но оказалась лишь самой тяжеловесной, "линкором" в 35000 тонн. В 1953 году, когда появилась жесткая фокусировка, единственным разумным решением было бы отказаться от злополучного **"динозавра"** и построить новую машину. Я думаю, что моим советским читателям понятен сарказм, изливаемый бедными советскими физиками высоких энергий на это неуклюжее животное, с **которым** они должны были мириться. "У нас самая большая пушка, которая никогда не стреляла, самый большой колокол, который никогда не звонил, и самый большой **ускоритель**..." Фазотрон лишь один пример абсурдного мышления, согласно которому, если

какое-либо строительство перевалило за половину, его уже нельзя не довести до конца, даже если его нелепость стала очевидной для всех. Это, конечно, может случиться и случалось в любой стране. Английский **"Нимрод"** не так далек от фазотрона в Дубне.

Нам тоже не стоит заноситься. В семидесятых годах в Париже в квартале Ла **Вилет** (La Villette) начали строить гигантскую **скотобойню**. Авторы проекта полагали, что со всех концов Франции сюда будут привозить на убой живой скот. Безумный проект, наконец, остановили, но уже был построен исполинский **"холл"**, где должны были толпиться легионы рогатых. Единственным разумным шагом было бы снести его и посыпать пеплом его руины. Но разве мыслимо не использовать грандиозное здание! Чтобы **оправдать** холл, который обошелся в миллиард франков, в помещении, для этого не предназначенном и совсем для этого не подходящем, соорудили грандиозный Музей науки. Предприятие обошлось в 5 или 6 миллиардов франков, а его содержание стоит больше миллиарда в год. Музей науки - конечно, прекрасная вещь, но своим масштабом он обязан дурацкому скотному холлу. За полцены можно было бы построить полдюжины прекрасных музеев для главных городов страны. Но **надо было использовать холл!!** Еще пару слов про еще один гигантский проект. В моем возрасте можно оставить излишнюю осторожность тем, кто еще должен заботиться о своей карьере, и я позволю себе удовольствие сказать, что я думаю об американском проекте ССК с энергией 20 ТэВ и радиусом 80 километров. Я не страдаю манией величия и прекрасно понимаю, что ничто из того, что я скажу или напишу не может иметь ни малейшего влияния на судьбу **этого** чудовища, которая будет решена, когда появятся на свет эти строки. Все равно. Я считаю, что этот неуклюжий и грандиозный проект недостойн великой американской нации. Я не вижу в нем ни одной новой идеи. ССК - не что иное, как двадцать тева-тронов, каждый из которых уже самая большая машина в мире, расставленных один за другим.

Можно употребить следующее сравнение: представьте себе, что в начале пятидесятых годов, т.е. до открытия транзистора, собрались бы построить суперкомпьютер в двадцать раз более мощный, чем наибольший из существующих тогда, увеличивая в двадцать раз число электронных ламп. Вот, **по-моему**, что такое ССК.

Вручив властям доклад Группы Орбиты, я вернулся к мыслям о самой "легкой" области физики, т.е. к ядерным спинам; в частности, к задаче, которой суждено было меня занимать в течение немалой части моей жизни: ядерная поляризация и ее применения.

. \*Если методы ЯМР позволяют сегодня "видеть человека насквозь", то прежде всего потому, что под влиянием магнитного

поля пациент, введенный в широкий зазор томографического магнита (как и любой образец в любом **магните**), приобретает так называемую ядерную поляризацию, т.е. избыток ядерных магнитных моментов, направленных вдоль магнитного поля по сравнению с **теми**, которые направлены ему навстречу. (Поляризация равна единице, когда все спины параллельны полю.)

Ядерная поляризация зависит от абсолютной температуры образца: чем выше температура, тем эффективнее беспорядочное тепловое движение противится действию магнитного поля, которое старается выстроить все ядерные магнитные моменты **параллельно** себе. При полях, встречающихся в лабораториях ЯМР, при комнатной температуре образец, например наш пациент, будет обладать протонной поляризацией не выше нескольких миллионов долей. Но для подавляющего большинства применений ЯМР этого вполне достаточно.

Но есть в физике задачи, которые требуют ядерной поляризации гораздо большей: например, излучение радиоактивных ядер. Выше говорилось об угловых ядерных корреляциях: испускание первой частицы создает привилегированное направление, по **отношению** к которому *угловое распределение* второй частицы обладает анизотропией, из которой можно извлечь полезную информацию. Но физикам-ядерщикам иногда желательно создать анизотропию прямым путем, не прибегая к угловым корреляциям, что может быть достигнуто благодаря высокой поляризации спинов радиоактивных ядер.

Подход к этой задаче возможен с двух концов: понижением температуры и повышением поля. И в обоих направлениях надо пройти довольно далеко, если желательна поляризация порядка единицы. Чтобы перейти от поляризации в несколько миллионов долей до, скажем, нескольких процентов, можно, например, понизить температуру от комнатной до 1 К и повысить поле от 1 до 100 Тл. В 1954 году, о котором сейчас идет речь, первое легко достигалось откачкой паров жидкого гелия, но второе не достигнуто и до сих пор. Поэтому в 1948 году голландцем Гортеном и американцем Роузом (Rose) был (независимо друг от друга) предложен иной способ. Использовалось очень высокое сверхтонкое поле, создаваемое магнитными электронами парамагнитного атома в том месте, где находится ядро. Остроумное изменение этого метода, предложенное **Блини** в 1951 году, вскоре сделало возможным первое наблюдение в Оксфорде анизотропного излучения радиоактивного кобальта. Меня терзало то, что не был в Оксфорде, когда там производились исследования, столь близкие моим собственным интересам.

Другой проблемой, о которой я размышлял, было точное измерение с помощью ЯМР магнитного поля Земли, очень важное для геофизики. Его малая величина, менее 0,5 Гс, приводит к **протонной** поляризации менее одной миллиардной, недоступной для ЯМР.\*

Я изучал все публикации о ЯМР и мечтал о своей собственной лаборатории, где я мог бы испытать идеи, которые приходили мне в голову. Я заразил своим энтузиазмом своего лучшего сотрудника в Группе Орбиты **Ионеля** Соломона. Я сговорился с **Парселлом** и Паундом насчет его пребывания в Гарварде в течение года и добился его командировки туда администрацией **КАЭ**. Мы надеялись иметь первый набросок лаборатории к его возвращению.

Пока одной из задач, которая меня занимала, был все тот же эффект Оверхаузера, или динамическая ядерная поляризация в металлах. Я старался упростить сложные вычисления Оверхаузера и распространить теорию его эффекта на диэлектрики. Естественно было объединиться в этих исследованиях с лабораторией **Кастлера** и **Бросселя** в Высшей нормальной школе. Там тоже экспериментировали с резонансом и были заинтересованы в получении высоких ядерных поляризаций. Но были два важных различия. **Во-первых**, они имели дело с парами атомов, где плотности в миллионы раз меньше, чем в жидких и твердых телах, которыми интересовался я. **Во-вторых**, они использовали оптические лучи, чтобы производить высокие поляризации методом, названным Кастлером *оптической накачкой*, а также чтобы детектировать резонанс. Известно, что эти работы принесли **Кастлеру** Нобелевскую премию, которую, **по-моему** (как и по мнению самого Кастлера), лучше было бы разделить между ним и **Бросселем**.

Осенью 1954 года произошли два события, которые повлияли на мою деятельность. В лабораторию Кастлера приехал на год американский физик, которого я назову Арни (Arnie), как он сам представлялся. Он был учеником Чарльза Таунса, который **тогда** еще не совершил своего великого открытия - лазера. Арни появился в ореоле открытия, только что опубликованного в **"Physical Review Letters"**, которое могло показаться фантастическим, по крайней мере, тем, которые, как я, интересовались ядерной поляризацией. Он утверждал, что в кристалле кремния, легированного мышьяком, ему удалось создать стопроцентную поляризацию ядер мышьяка. Его метод, вариация на тему эффекта Оверхаузера, заключался в насыщении четырех линий сверхтонкой структуры мышьяка. (Я не поставил звездочки потому, что, даже если читатель не понял ни слова из предыдущей фразы, это несколько не повлияет на его понимание того, что следует.) Все в его ста-

тье было объяснено очень ясно и убедительно. За статьей Арни следовала вторая, написанная его коллегой, теоретиком, в которой давалось более подробное теоретическое изложение.

**Кастлер** читал статью и был ею **убежден вполне**. **Броссель** прочел **"письмо"** и **был убежден**. Я прочел письмо и был *тоже убежден*. Перечитал я ее потому, что нашел маленькую неясность и понял немножко хуже. Я начал ее перечитывать вновь и вновь, и раз от разу статья становилась менее и менее **понятной**, пока не превратилась под конец в полную бессмыслицу. Создалось неловкое положение: Кастлер понимал, Броссель понимал, а я, специалист по резонансу и ядерной поляризации, *не понимал ничего*. Прошел мимо Пьер Эгрэн, восходящая звезда французской физики, впоследствии крупный деятель и даже министр, который понимал все, что можно понять, и даже больше. Он прочел статью, понял, конечно, и объяснил ее очень наглядно с помощью акустической аналогии с так называемой трубкой Кундта (Kundt). Я не помнил, как устроена трубка Кундта, и ушел из Нормальной школы, где все это происходило, в отвратительном настроении.

Просидев еще день над таинственной статьей Арни, я сумел, наконец, точно определить, где была "зарыта его собака", и **выкопать** ее на Божий свет. Экспериментальный результат, полученный Арни, надо было истолковать как перенос поляризации между разными сверхтонкими компонентами ЭПР спектра мышьяка, результат не лишенный интереса, но, конечно, не имевший ничего общего со стопроцентной поляризацией ядер, как Арни уверил себя и не безуспешно пытался уверить других. Мне пришлось провести с ним полдня, чтобы разуверить его.

Оставалась еще тайна: каким образом рецензент **"Physical Review Letters"** пропустил в печать подобную статью без малейшего возражения и почему руководитель Арни, весьма известный физик (не **Таунс**), поссорился с ним потому, что Арни отказался **разделить** с ним авторство. (На самом деле ему здорово повезло.) Эта слепота весьма компетентных людей, **по-моему**, объясняется так: после того как люди отказались поверить предсказаниям Оверхаузера, которые, тем не менее, оказались правильными, они были психологически подготовлены поверить чему угодно. К тому же софизм в рассуждениях Арни было не так легко заметить.

Красочная личность Арни заслуживает нескольких слов. **Коренастый**, с походкой вразвалку, с курчавой нечесаной башкой цвета воронова крыла, со смехом, подобным ржанию **застоявшегося** жеребца, мохнатый, как обезьяна, с брюками, спадавшими до "тропика Козерога", он был замечательно свободен от запретов, связанных с тем, что в моей юности называлось приличными манерами. Он решил сразу приобщиться к французской культуре,

приобретая берет, который не снимал со своей головы, и **говорил** на странном наречии, которое считал французским языком. Его выражения стали классическими среди нас, но, к сожалению, непереводаемыми. Я мог бы рассказать про него кучу историй. Например, во время поездки из Лондона в Оксфорд в битком набитом купе во всеуслышание, к возмущению **британцев**, он рассказывал мне следующий анекдот. В верующее еврейское семейство приходит сват и с большим трудом убеждает их согласиться на брак их старшего сына с принцессой Маргарет, младшей дочкой английского короля. Когда это ему, наконец, удастся, он **произносит** со вздохом облегчения: "Половина работы **сделана"**. Только традиционная сдержанность британской нации спасла нас тогда от линчевания. Но моя любимая история - про ужин, который он устроил у себя на квартире вскоре после своего приезда. Среди гостей были профессор Кастлер с **супругой**, я с **Сюзан** и еще несколько пар. Накануне он попросил у своей хозяйки **несколько** лишних вешалок и, когда она невинно спросила, нужны ли ему вешалки с перекладами для брюк, ответил: "Не знаю, в Париже у меня гости в первый **раз**". Я так много говорю про Арни потому, что воспоминания о нем меня все еще забавляют, но более того из-за размышлений, на которые меня навела **необходимость** опровергнуть его абсурдные заключения. Благодаря им я продвинулся к своей тогда еще отдаленной цели: динамической ядерной поляризации в диэлектриках.

Но осенью 1954 года состоялось другое событие. **Феликс Блох**, великий **Феликс Блох**, стал первым Генеральным директором ЦЕРН'а и пригласил меня провести с ним несколько месяцев в Женеве. Выбор первого директора был не прост: можно было опасаться, что страна, к которой он принадлежит, возьмет благодаря этому перевес в международной организации. Выбрали Блоха, уроженца Швейцарии, но жителя и гражданина Америки и, к тому же, крупнейшего физика.

Одно было нехорошо в этом выборе: Блох недолюбливал **"тяжелую"** науку и ненавидел администрацию. Осенью 1954 года большие машины были еще лишь в состоянии проектов или, в лучшем случае, земляных работ, и оставалась администрация, от которой его тошнило. Он принял предложение ЦЕРН'а **из-за** симпатии к старой Европе, к которой он оставался близок после двадцати лет **"изгнания"**, и к идее ЦЕРН'а как общеевропейского предприятия. Но надо признать, что в Женеве он скучал. Ему хотелось иметь около себя **кого-нибудь**, с кем можно было бы говорить о своем любимом ЯМР, "дружескую руку", как он выразился, и я был польщен тем, что из всей Европы он выбрал меня. В этом выборе мои скромные заслуги в области ускорителей

телей, про которые он, наверное, никогда не слышал, не играли никакой роли; поводом был только резонанс. Он хотел располагать мною в течение шести месяцев, но **КАЭ**, который оплачивал мою командировку в Женеву, предложил месяц; сговорились на двух.

Мы сошлись характерами, хотя он был капризен, как примадонна, и сразу стали друзьями. Он был всем тем, о чем я мечтал и чего никогда не достиг, отчасти **из-за** обстоятельств моей молодости (в возрасте, когда я бегал по следам неуловимого Перрена, он общался с такими гениями, как Бор, Гейзенберг, Паули и т.д.), но главным образом **потому**, что у меня не было и доли его гения.

В "Reflections of a Physicist" я посвятил ему несколько страниц. Здесь я лишь напомним, что, кроме более чем заслуженной Нобелевской премии за открытие ЯМР, он сделал еще два или три открытия, каждое из которых было достойно этой награды. Он был высок, широкоплеч и силен, со сложением боксера-тяжеловеса. Его нос был, вероятно, когда-то сломан, что увеличивало сходство с боксером. Он был прекрасным горнолыжником и опытным альпинистом.

Он обогатил мою коллекцию историй о Паули, рассказав мне, как это сделал Вайскопф до него, о встрече с великим физиком в Цюрихе. В отличие от Вайскопфа, которому было только сказано: **"Сделайте что-нибудь и приходите мне показать"**, Блох получил более подробные инструкции: "Сделайте мне теорию сверхпроводимости". Блох уселся за работу и через десять дней принес плоды своих трудов Паули, которому не понадобилось и десяти минут, чтобы разнести их в клочья. Вторая и третья попытки имели ту же судьбу. За свое пребывание в Цюрихе Блох сделал десяток подобных безуспешных попыток. **"Теперь"**, - сказал Блох, - "когда **кто-нибудь** мне приносит теорию сверхпроводимости (не надо забывать, что наш разговор происходил в 1954 году), я просто замечая, что это моя попытка номер такой-то".

Он сформулировал две теоремы (скорее, два постулата): первый - все теории сверхпроводимости ошибочны; второй - все крупные ускорители в конце концов работают. Опираясь на второй постулат, он не боялся посвящать немалую часть своего времени в Женеве усилиям доказать неверность первого; его не оставляла надежда справиться когда-нибудь с заданием Паули. Можно сказать, что оба постулата оказались неверными в конце концов. Фазотрон Дубны никогда не работал **по-настоящему**, и в 1957 году Бардин, Купер и Шриффер предложили то, что **по-русски** носит смешное название **"бекаша"** (вроде бекеши). Бекаша была

не по вкусу Блоху, но он с ней примирился, так как ничего лучшего предложить не мог.

Во время своего пребывания в Женеве он заканчивал работу об установлении основного уравнения для спиновой матрицы плотности системы спинов во взаимодействии с решеткой (читатель, если сие не понятно, не горюй), ту самую работу, которую я сам хотел предпринять в Гарварде **и**, как дурак, забросил, **наслушавшись** чужих советов. Работа была внушительной, хотя слегка, и даже более чем слегка, тяжеловесной, и была опубликована позже в трех увесистых статьях в "Physical Review". Блох запросил мое мнение о работе, и я выразил грандиозность предприятия одним словом: **"Gottverdämmerung"**<sup>15</sup>. Хотя, как сказано выше, я сам не предпринимал этой "вагнеровской" работы, я позже изложил ее в более сжатой и, как мне кажется, более изящной форме в своей книге "Принципы ядерного магнетизма"; тут мы опять имеем дело с карликом, **взобравшимся** на плечи гиганта.

Не я один был призван в Женеву для культурного общения с маэстро Феликсом, был доставлен и более **тяжеловесный** участник - Блох распорядился привезти в Женеву из Станфорда большой постоянный магнит весом в несколько тонн, специально предусмотренный для ЯМР высокого разрешения. С ним прибыли и два ученика Блоха, два здоровенных парня - Джим Арнольд и Уэстон Андерсон, которых я окрестил именами вагнеровских гигантов Фафнер и Фазольт; сам Блох был, **конечно**, ввиду его вагнеровской работы, властителем Вальхаллы - Вотаном. Мои отношения с этими молодцами, веселыми ребятами (в особенности Арнольдом) и прекрасными физиками (в особенности Андерсоном), были приятными и полезными. Едва приехав, они распаковали магнит, установили электронику и взялись за эксперименты. "Таким образом, в этом ЦЕРН'е будет хоть капля физики", - прокомментировал Блох. Впоследствии я не раз встречался с Андерсоном на конференциях ЯМР и один раз даже выступал в роли его сообщника (таких во Франции почему-то зовут *баронами*).

Это дело было на заседании фарадеевского общества в Кембридже. По правилам общества доклады печатаются и отсылаются участникам заранее, каждому докладчику отпускается всего десять минут, чтобы показать лишь свои слайды. В одном из спектров ЯМР, которые Андерсон намеревался демонстрировать, была одна интересная деталь: две линии ЯМР, которые в первом приближении совпадали, слегка расщеплялись в приближении высшего порядка. Андерсон очень гордился тем, что ему удалось обнаружить экспериментально это расщепление, но ему не хватало времени, чтобы его объяснить. Во время дискуссии после доклада

<sup>15</sup> Название оперы Вагнера в русском переводе "Гибель Богов".

его барон, т.е. я, должен был задать наивный вопрос, почему на слайде видны две линии вместо одной? Я не прислушивался к докладу Андерсона, с которым был хорошо знаком, и по окончании его поднял руку и спросил, как было **условлено**: "На одном из ваших слайдов вы показали две линии там, где должна быть только одна. Объясните, **пожалуйста**". Андерсон покраснел и сказал при взрыве хохота: "**Я** не успел показать этот **слайд**".

Главная польза, которую я извлек из пребывания в ЦЕРН'е с Блохом, заключалась в дискуссиях с ним, касавшихся моих идей о ядерной поляризации. Он посоветовал мне опубликовать их, что я и сделал в статье под названием "Эффект Оверхаузера в **неметаллах**" в "Physical Review". Блины, обыкновенно скупой на комплименты, назвал эту статью замечательно проницательной. Я расскажу более подробно об этой работе в следующей главе в связи с экспериментами, проведенными в моей лаборатории, так как я скоро заполучил собственную лабораторию.

Во время моей второй поездки в Женеву мне предложили **прочсть** доклад в Женевском университете о возмущенных угловых корреляциях. Мы условились с Блохом, что доклад будет **по-французски**, на языке, который Блох понимал прекрасно. За две минуты до начала он вошел в аудиторию и сказал мне: "Было бы лучше, если бы вы говорили **по-английски**; здесь присутствуют Бор и Гейзенберг, которые хотели бы вас послушать." Думаю, что если бы риторы древней Греции вдруг сказали, что Зевс и Афина спустились с Олимпа на несколько минут, чтобы послушать его рассуждения, он чувствовал бы себя не лучше, чем я. Но все обошлось. Бор проспал, или, по крайней мере, казался спящим, во время большей части моей лекции, а Гейзенберг задал весьма тривиальный вопрос, на который Блох ответил сам.

На следующий день Блох сообщил мне, что решил сложить с себя обязанности Генерального Директора и уехать обратно в **Станфорд**. Состоялось заседание Совета ЦЕРН'а (что и объясняло приезд в Женеву Бора и **Гейзенберга**), на котором Блох потребовал введения, наряду с его должностью должности административного директора, отвечающего за решения административного характера (с которыми Блох категорически отказывался иметь дело). Совет отказал ему в **этом**, считая, что именно на Генеральном Директоре лежит полная ответственность за все. Андерсон и Арнольд разобрали и упаковали магнит и электронику, успев, к счастью, довести до конца интересный опыт, и магнит отправился обратно в кругосветное путешествие. Поведение Блоха вызвало отрицательные комментарии, но только не у меня; нельзя требовать от арабского скакуна того же, что от битюга.

После Женевы я часто виделся с Блохом. Лучше всего помню наши диспуты насчет понятия спиновой температуры, о которой будет речь в следующей главе. Блох не верил в это понятие, или скорее не видел в нем никакой пользы, в то время как я был противоположного мнения. После очень жаркого спора, в котором он постоянно меня перебивал, я не вытерпел и сказал ему: "Как я могу надеяться переубедить вас, когда вы просто не слушаете того, что я говорю. "К моему удивлению, он расхохотался: "**Знаете** ли вы, что точно то, что вы мне сейчас сказали, Эйнштейн говорил Борну во время их дискуссий о квантовой механике? Я всегда уважал Борна и готов играть его роль, но не боитесь ли вы, что мантия Эйнштейна тяжеловата для ваших плеч?" Добавлю, что впоследствии Блох убедился в разумности понятия спиновой температуры и стал одним из ее самых горячих защитников.

В конце 1954 года (или, может быть, в начале 1955) Блох (Клод, а не Феликс), **Мессиа**, Трошри и я по своей собственной инициативе начали читать высшие курсы в Сакле, каждый по своей специальности. Мессиа читал курс квантовой механики, который впоследствии вырос в прекрасную книгу, Клод Блох - курс по теории ядерных реакций, а Трошри - о ядерных моделях. Я, конечно, выбрал магнитный резонанс, ЭПР и **ЯМР**. Другие коллеги последовали нашему примеру. Эрпин (**Herpin**) читал прекрасный курс классического магнетизма. Мы сами приготавливали записи лекций, а затем их размножали и раздавали нашим студентам. Я помню, что я очень настаивал на том, чтобы не раздавать их бесплатно. Я утверждал, что при отсутствии экзаменов (а их не было) плата, пусть символическая, необходима, чтобы студент отнесся к записям лекций серьезно; бесплатный курс, как **листовку** или рекламу, теряют или просто выбрасывают, не прочитав. Такого рода курсы в Сорбонне тогда еще не существовали, и наш пример, я полагаю, сыграл немалую роль в появлении в университетах пару лет спустя так называемого "третьего цикла" (**troisieme cycle**). Мои слушатели включали всех сотрудников лаборатории Кастлера, в том числе самого Кастлера и **Бросселя**. В конце курса слушатели подарили мне записи моих лекций в роскошном кожаном переплете.

**Дебьес**, который постоянно был в поисках рекламы для Сакле, сговорился с редакцией киножурнала о съемке наших лекций (по телевидению хроника тогда еще не передавалась). Жребий пал на мою лекцию. На лекции было около тридцати слушателей, что, учитывая предмет и уровень лекций, было совсем неплохо, но мест-то в аудитории было двести. Киношник, воздев руки к небу, заявил: "Я этого снимать **не стану**". Дебьеса это не смутило. Он усадил в зал добровольцев, созвав лаборантов из всех **химических**

и биологических лабораторий **Сакле**, и так как всего этого все равно было мало, одел в белые халаты уборщиц и даже дюжину молодцов из охраны. Видно, кровь Потемкина текла в его жилах.

### Но я хотел лабораторию.

Мне было необходимо убедить власти **КАЭ** в полезности **ЭПР и ЯМР** для развития работ по атомной энергии. С этой целью я сделал доклад в присутствии Перрена, Ивона, Герона, Дебьеса и других (которых не помню). Я перечислил все выгоды, которые **ЭПР** и **ЯМР** могли принести работам по атомной энергии: измерение с помощью **ЯМР** примесей тяжелой воды в обыкновенной воде и наоборот; с помощью **ЭПР** примесей урана-235 в естественном или обогащенном уране, исследования плутония, изучение с помощью **ЭПР** дефектов, производимых в материалах различными излучениями, к этому надо было добавить все применения **ЯМР** и **ЭПР**, интересовавшие химиков. Некоторые из применений были стандартными, другие - гипотетическими, чтобы не сказать сомнительными; но меня это мало беспокоило, так как я не рассчитывал терять время ни на одно из них. Чего я хотел, так это приобрести у американской фирмы **Вариан (Varian)** магнит, спектрометр с широкой полосой частот для **ЯМР** в твердых телах (в жидкостях твердо засели химики), клистрон, чтобы сконструировать самим спектрометр для **ЭПР** (готовые спектрометры для **ЭПР** тогда не продавали), нанять нескольких техников, и вместе с Соломоном и с Жаном **Комбриссоном (Jean Combrisson)**, физиком на несколько лет старшим Соломона, который уже имел кое-какой опыт в **ЭПР**, начать проводить некоторые из экспериментов, о которых мечтал. От властей я получил согласие "в принципе" и задание представить смету и подробный план.

Это было не так просто; у меня не было опыта, и я начинал с нуля. В советах и в информации, которые я смог собрать от окружающих, было мало толку и еще меньше практической пользы. Те редкие французские группы, которые занимались **ЯМР**, имели устарелое оборудование и, если можно так выразиться, устарелые идеи. Я с интересом выслушал мнение **Бросселя**, но его область была слишком далека от моей, чтобы я мог извлечь пользу из его совета.

Информацию о **ЯМР** надо было искать в Америке, где он родился и развивался со скоростью, непревзойденной в других странах. Так я решил и так и сделал. Летом 1955 года я уехал в США. Моим первым этапом был Гарвард, где успехи моего "посланника" Соломона за предыдущий год превысили все мои надежды. Мне было бы приятно назвать его своим учеником, но это не соответствовало бы фактам. Хоть он и научился у меня

кое-чему, он был, как и я, *ничей ученик*. В физике у меня была, несомненно, более широкая культура, я *знал* гораздо больше, чем он, я размышлял дольше, чем он, над проблемами, которые нас интересовали, и я умел объяснить и выразить свои мысли лучше, чем он, и, зачем скрывать, лучше, чем большинство моих коллег. Может быть, я повлиял на него больше, чем он на меня, но даже в этом я не уверен. Я старше его на четырнадцать лет, но обстоятельства сделали мой старт поздним, а его - ранним, что уменьшило разницу в годах и сблизило нас. Но Соломон был настоящим экспериментатором, который "сам и пушку заряжал", в то время как я, за редким исключением, довольствовался тем, что придумывал эксперименты, следил за их исполнением и истолковывал результаты. Объединяла нас также, кроме любви к физике, особая манера не принимать самого себя слишком всерьез, которая, я надеюсь, не покинула меня с возрастом, разными высокими назначениями и (в последние годы) "почестями", и никогда не оставляла его. (Академик с 1988 года, он все еще ходит в Академию без галстука.) Эксперимент, который он сам придумал, провел и истолковал в Гарварде, по-моему, самый красивый во всей его научной биографии, которая насчитывает немало красивых экспериментов.

Летом 1955 года мы подготовили и провели в течение месяца поездку по лучшим лабораториям **ЯМР** США в поисках информации и вдохновения. Я не сохранил списка, но их было много. Кроме Гарварда и МИТ главными были Рэтгерс, Белл Телефон, Джeneral Электрик, Чикаго, Иллинойс, Станфорд, Пало Альто и Беркли. Каждый вечер после осмотра, как бы ни был утомителен день, мы не ложились спать, пока не обсудили всего, что видели за день, и не записали подробно. В Пало Альто мы осмотрели лабораторию фирмы **Вариан (Varian)**, главой которой был Паккард, один из трех, кто во главе с **Блохом** открыл **ЯМР** в Калифорнии. Паккард как глава технического отдела рассчитывал главным образом на продажу спектрометров **ЯМР** высокого разрешения, предназначенных для химиков, и которые поэтому нас мало интересовали, но которые для тех времен были техническим чудом. Он показал нам на экране спектр этилового спирта с его знаменитым триплетом трех групп протонов: метила, метилена и гидроксила. Он улучшил разрешение поворотом нескольких кнопок, и на экране появилась целая роща линий, следствие так называемой косвенной связи между разными группами спинов. Погордившись перед нами возможностями своего аппарата, Паккард сказал: "Пора вернуться к слабому разрешению с тремя линиями. Я ожидаю покупателей, двух представителей крупного химического завода из Техаса. Про три группы в спирте они знают и суть

трех линий поймут. Но если я покажу им множество всех линий, это собьет их с толку, и они могут отказаться от **покупки**.” Мы вернулись (я в Париж, а Соломон отправился еще на месяц в Кембридж) измученные, но довольные собой.

Соломон был длинным, как жердь, с бесконечными ногами. Его угловатая физиономия порой освещалась очаровательной **улыбкой**. Как я уже говорил, он оставил меня в 1962 году, чтобы основать свою собственную лабораторию. Мы расстались друзьями и остались ими по сей день.

**Комбриссон** - выпускник Школы Физики и Химии (той самой, которую окончил Жوليو) - был знаком с техникой СВЧ <sup>16</sup>, что предопределяло его занятие ЭПР в нашей будущей лаборатории. Рослый, спокойный и осмотрительный, он был человеком, на **кото**-рого можно было положиться; что я и делал в течение пятнадцати лет, после чего он перешел работать с Горовицем.

Итак, осенью 1955 года наша тройка была готова пуститься в путь, который для меня продлился ровно тридцать лет. Был старый американский фильм, называвшийся **”Жизнь начинается в сорок лет”**. Это я и собирался испробовать.

## Ядерный магнетизм и я (Вторая золотая пятилетка)

Лучше поздно, чем никогда

*Теория и эксперимент. - \*Динамическая ядерная поляризация в жидкостях. - Доктор Франкенштейн. - \*Магнитометр. - \*Спиновая температура. - \*Динамическая ядерная поляризация в твердых телах. - Библия*

Этот пятилетний промежуток был, пожалуй, самым **плодотворным** в моей жизни. Я, конечно, не сделал никаких великих открытий, чего, очевидно, мне не было суждено, но у меня остались неплохие воспоминания кое о чем из того, что я тогда сделал. В общем три достижения я записал бы себе в кредит. Начиная с нуля, мне удалось создать лабораторию, которая пять лет спустя была известна специалистам магнитного резонанса всего мира, я открыл два или три интересных явления и написал книгу **”Принципы ядерного магнетизма”**, изданную в 1961 году, которая сразу имела замечательный успех, на которой воспитывались поколения

<sup>16</sup>СВЧ (в западной литературе микроволны) - сверхвысокие частоты (частоты порядка 1-100 ГГц или длины волн 30 см - 3 мм) - *Примеч. ред.*

научных работников и в которую заглядывают и сегодня, через тридцать лет после того, как я ее написал.

Все три достижения связаны между собой: если бы у меня не было определенных идей насчет этих двух или трех явлений, я, может быть, не боролся бы за собственную лабораторию; без идей и без талантливых сотрудников эти явления не были бы открыты, по крайней мере мною; без идей и без лаборатории я, наверное, не написал бы книги, и, если бы я не взялся ее писать, несколько весьма интересных экспериментов, подсказанных писанием книги, не были бы сделаны.

Я забыл еще один, четвертый момент: вряд ли жизнь была когда-нибудь так занимательна, как в течение этих пяти лет. Исходной причиной этого успеха (**предполагая**, что успех был) была моя разносторонняя тренировка по ЭПР в Оксфорде и по ЯМР в Гарварде. К этому можно добавить все те знания, которые я беспорядочно приобретал в разных областях в течение многих лет. Многие из того, что казалось ненужным, оказалось полезным. Я не раз убеждался, что тому, кто стоит на гребне, разделяющем две долины, и смотрит вниз, происходящее в долинах виднее, чем тому, кто пашет на дне одной из долин. Мне кажется, этим объясняется успех нашей с Паундом работы, посвященной возмущенным угловым корреляциям, находившейся на границе между ядерной физикой и ядерным магнетизмом.

Теоретик (потому что хоть и руководитель лаборатории, но все-таки я теоретик), имеющий в своем распоряжении лабораторию, в которой он может претворять в практику свои идеи, воистину счастливчик. При условии, что его лаборатория принадлежит к легкой науке (**по-английски** говорят *большая и малая наука*, Big Science and Little Science, но, потому ли что я бывший артиллерист, я предпочитаю выражение *легкая и тяжелая*), появившаяся вдруг идея может быть испытана очень скоро, иногда за неделю, иногда в тот же день. В первой главе **”Русское детство”** было уже сказано о **”божественном сюрпризе увидеть явление, предсказанное теорией, там, где оно было предсказано, и таковым, как предсказано”**. При проверке предсказанного может появиться неожиданное, и найти ему объяснение - еще более захватывающее дело.

\*Я помню один из первых экспериментов, которые мы сделали с Комбриссоном, наблюдая ЭПР мышьяка в кремнии (в том же кремнии, и даже в том же самом образце, одолженном мне Арни, на котором он сделал свое **”открытие”** стопроцентной ядерной поляризации). Так как ядерный спин мышьяка  $I = (3/2)$ , сверхтонкая структура ЭПР должна была представлять собой  $(2I + 1) = 4$  линии одинаковой интенсивности аналогично спектру меди, **откры-**

тому Пенроузом на восемь лет ранее. Мы действительно увидели четыре линии, но те две, что в середине, были почти в два раза выше боковых, что было очень странным. Мне пришло в голову, что спины мышьяка не **находились** в состоянии теплового равновесия, и я придумал механизм "косвенной" релаксации, благодаря которому вначале внутренние линии растут быстрее внешних. Если это действительно было так, то через достаточно длинный промежуток времени все четыре линии должны были прийти в равновесие и оказаться одинаковой высоты. Продав четыре часа, мы с радостью убедились в правильности моей гипотезы. Гипотеза в те времена была смелой, потому что такие длинные времена релаксации в ЭПР были тогда **неизвестны**.\*

Я остановился на этом забавном, но маловажном явлении потому, что это был пример ситуации, с которой я встречался впервые - непосредственное участие в эксперименте.

В поисках объяснения неожиданного явления встречаются **разные "подводные камни"**. Объяснение может быть остроумным и соответствовать всем фактам и все же быть неверным. Например, как было рассказано в главе "Между Оксфордом и Кембриджем", Жолио истолковал треки позитронов в своей камере как треки электронов, движущихся в обратном направлении. Гораздо чаще встречается ситуация, когда новое явление на самом деле, как сказал генерал де Голль, "вульгарно и второстепенно" или, как более красочно выразился Раби, просто "швайнерай" (Schweingerei). В нашей лаборатории я вывесил плакат: "Перед тем как выбросить квантовую механику в мусорное ведро, проверим еще раз все **предохранители**". Сколько раз бывало, когда после мобилизации всей нашей эрудиции и находчивости в поисках рационального объяснения, мы убеждались, что имели дело с "швайнерай". Но бывает и наоборот, хотя гораздо реже. В тридцатых годах физики-ядерщики в Беркли избавились от паразитного раздражающего треска своих счетчиков с помощью тщательного экранирования, только чтобы убедиться, прочитав публикацию супругов Жолио, что они закрыли глаза (вернее, уши) и прозевали открытие искусственной радиоактивности.

Я должен теперь хоть сделать намек на те два или три явления, открытием которых хвастался выше. Более подробно об этом сказано в "Reflections of a Physicist" и *гораздо* более подробно в "Принципах ядерного магнетизма". Однако читатель вообще может пропустить следующие параграфы, хоть я и постарался "встретить его на полпути".

### \*Динамическая ядерная поляризация в жидкостях

В предыдущей главе я говорил, что ядерная поляризация повышается с понижением температуры и наоборот. Чего я не сказал, так это того, что эти изменения не моментальны. Чтобы ядерные спины приобрели свою равновесную тепловую поляризацию, они должны быть некоторым образом "информированы" о температуре остальных степеней свободы образца, которые принято называть "решеткой". Механизм, осуществляющий эту информацию, называется спин-решеточной релаксацией, а постоянная, определяющая длительность этого процесса, есть время спин-решеточной релаксации, или  $T_1$ . Здесь я попрошу разрешения у читателя засорить "гордый ваш язык" варварскими терминами с **английского**. Единственное, что я могу сказать в свою защиту, это то, что наш гордый французский язык ими засорен не менее. Итак, **благодаря**, начнем. Переворот спина мы назовем **флип**. Одновременный переворот двух взаимодействующих спинов назовем **флип-флон**: если они переворачиваются в противоположные направления; **флип-флип**, если они переворачиваются в одно и то же направление; **флип-стоп**, если только один из них переворачивается. Наконец, я нахально введу глаголы **флипать**, **флонать**, **флип-флонать** и **флип-флипать** (как хлопать), смысл которых очевиден.

Под влиянием спин-решеточной релаксации спины **флипают**. В каждом таком флипе спин получает от решетки (или отдает ей) энергию, которая в частотных единицах равна резонансной, или, как говорят, **ларморовской** частоте спина  $\Omega_n$ , пропорциональной его магнитному моменту.

Равновесная ядерная поляризация определена отношением тепловой энергии  $kT$  к энергии обмена с решеткой во время ядерного флипа. Эта энергия обычно равна ядерной **ларморовской частоте**  $\Omega_n$ , но может быть отличной от нее, как это происходит в эффекте Оверхаузера. Все, что сказано до сих пор, применимо и к электронным спинам с той разницей, что магнитный момент электрона больше ядерного на три или четыре порядка, а значит, и энергия  $\Omega_e$  электронного флипа соответственно превышает энергию ядерного флипа в том же отношении. Еще надо запомнить, что электронная спин-решеточная релаксация на много порядков быстрее, чем ядерная. Теперь можно понять механизм динамической поляризации в жидкостях.

Предположим сначала для простоты, что связь между ядерными спинами жидкости, скажем, протонными и электронными спинами **растворенных** в ней парамагнитных примесей, чисто скалярная, т.е. разрешает между ними только **флип-флопы**. Релаксация

ядерных спинов, которую производит их связь с электронными спинами, - **двухэтапный** процесс. На первом этапе ядерный спин флип-флопает с электронным спином, что требует энергии  $\Omega_e - \Omega_n$ . На втором этапе электронный спин сейчас же флипает обратно, сам по себе, в силу своей сверхскорой релаксации, и возвращает решетке энергию  $\Omega_e$ . Окончательный баланс обмена энергии с решеткой во время одного ядерного флипа равняется  $\Omega_n$ , как и полагается.

Напомним теперь, что когда говорят о насыщении спинового резонанса внешним резонансным радиочастотным полем, это означает, что вынужденные **флипы**, производимые этим полем, происходят гораздо скорее, чем те, которые производит спин-решеточная релаксация. Отсюда следует, что в эффекте Оверхаузера, где насыщается электронный резонанс, электронный спин, только что флип-флопнувший с ядерным спином, возвращается обратно не из-за своей релаксации, а гонимый насыщающим полем, и не успевает вернуть решетке энергию  $\Omega_e$ . Таким образом, во втором этапе решетка не участвует и баланс обмена энергией с решеткой при ядерном флипе не  $\Omega_n$ , а  $(\Omega_e - \Omega_n) \approx \Omega_e \gg \Omega_n$ . Вследствие этого ядерная поляризация принимает значение, которое она имела бы, если бы ядерный момент равнялся электронному.

Это и утверждал Оверхаузер. Если бы он сказал своей аудитории то, что сказано здесь, для чего десяти минут вполне хватает, может быть, его поняли бы и поверили. Но это опять **"карлик"** (или, вернее, карлики, потому что несколько человек занимались упрощением его изложения) на плечах **гиганта"**.

На самом деле в растворах парамагнитных примесей в жидкостях, скажем в воде, ситуация усложнена тем, что взаимодействие между ядерными и электронными спинами не скалярное, как предполагалось выше, а дипольное. Такое взаимодействие существует между двумя маленькими магнитами. Можно показать, что оно разрешает не только флип-флопы между спинами, но еще (с **разной** вероятностью) и **флип-флипы** и **флип-стопы**. Я подсчитал все эти возможности и показал, что в этом случае максимальное увеличение ядерной поляризации эффектом Оверхаузера не  $(\Omega_e/\Omega_n)$ , как при скалярной связи, а  $-(\Omega_e/2\Omega_n)$ , т.е. в два раза меньше и с обратным знаком.

Для развлечения слушателей моих лекций или докладов на конференциях (но никогда письменно) я иногда позволял себе называть этот вариант с поляризацией обратного знака эффектом "Унтерхаузера" (*Underhauser effect*) вместо Оверхаузера. Каково же было мое удивление, когда несколько лет спустя в библиографии очень серьезной монографии об ЭПР я обнаружил среди авторов, работающих над динамической поляризацией, фамилию

Унтерхаузера! Мое удивление не знало границ, когда я понял, что автор монографии цитировал мифического Унтерхаузера, ссылаясь на него как на соавтора некоторых *моих* работ. Неужели, как доктор Франкенштейн, **я** создал чудовище?! Я никогда не пытался выяснить эту тайну; на основании того, что я знаю об авторе монографии, совершенно не способном не только выдумать, но и понять **какую-либо** шутку, я уверен, что это искренняя ошибка (но которую было бы жаль исправлять).

Оставалось проверить опытом все эти предсказания, качественно (так как динамическая поляризация в жидкостях, предсказанная в моей женеvской работе, еще никогда не наблюдалась) и количественно. Но прежде всего надо было отыскать подходящую парамагнитную примесь, растворимую в воде. Листая каталог со свойствами свободных радикалов, я напал на вещество, которое мне показалось подходящим. Его длинное название было **дисульфонат** и еще несколько слов, которые здесь не стоит выписывать. ЭПР спектр этого дисульфоната состоит из трех узких линий сверхтонкой структуры, обусловленной взаимодействием электронного спина свободного радикала с ядерным спином  $I = 1$  ( $2I + 1 = 3$ ) атома азота, присутствующего в дисульфонате. Существование трех линий являлось недостатком. Максимальное увеличение протонной поляризации в воде, по **"Унтерхаузеру"**,  $(-\Omega_e/2\Omega_n) = -(\mu_e/2\mu_n) \approx -330$ , но, так как насыщалась только одна из трех ЭПР-линий дисульфоната, это число надо было **разделить** на три, т.е. можно было ожидать увеличения не выше 110.

Экспериментальные трудности, связанные с одновременным **насыщением** одной из ЭПР-линий дисульфоната и наблюдением ЯМР на протонах, были преодолены, и мы наблюдали, как и было предсказано, изменение знака протонного сигнала и его увеличение приблизительно в сто раз. Все это прекрасно, но, кроме чисто интеллектуального удовольствия, которое, конечно, не следует презирать, на что это годилось? Как я сказал в прошлой главе, слабая **"естественная"** поляризация в нескольких миллионных в полях в несколько килогауссов при комнатной температуре достаточна для большинства применений ЯМР, и усложнения, связанные с техникой двойного резонанса, были бы слишком большой ценой за увеличение поляризации даже в сто раз.

### \*Магнитометр

Измерение резонансом магнитного поля Земли - совсем другое дело. Его интенсивность порядка 0,5 гаусса, и соответствующая протонная поляризация менее одной *миллиардной*, что делает протонный сигнал ЯМР ненаблюдаемым. Примесь *дисульфоната* могла бы увеличить поляризацию в сто раз, что все равно было бы недостаточным для наблюдения. Но однажды во время прогулки после ужина меня осенила мысль, которая не дала мне спать всю ночь. Ядерный спин азота, который нас раздражал потому, что снижал в три раза максимальную ядерную поляризацию, в полях порядка земного был Даром Божьим. Поясню. Отношение ( $\Omega_e/\Omega_n$ ) ларморовских частот электрона и протона равняется отношению их магнитных моментов ( $\mu_e/\mu_n$ ) при условии, что на оба момента действует одно и то же магнитное поле. Но в магнитном поле Земли это не так: протоны воды действительно **"видят"** только поле Земли в 0,5 гаусса, но электронный спин дисульфоната **"видит"**, кроме того, магнитное поле, производимое спином **"своего"** азота, порядка двадцати гауссов. Им можно пренебречь в больших полях, но оно в сорок раз выше земного поля. Из этого следует, что максимальное **"унтерхаузерское"** увеличение протонной поляризации с помощью дисульфоната в поле Земли - не 110, а несколько тысяч.

Конечно, я не удовольствовался подобным расчетом на пальцах, а пересчитал все, как следует, за эту ночь раз десять, таким чудесным это казалось. Я с трудом дождался утра, чтобы все рассказать Соломону, который сразу понял суть дела и принялся за реализацию магнитометра с невероятной энергией. Магнитометр, основанный на принципе, выработанном в нашей лаборатории, показал себя в течение многих лет самым точным и самым выносливым в тяжелых условиях эксплуатации. Среди тех, кого интересует быстрое и точное измерение магнитного поля Земли, встречаются геофизики, археологи и разведчики нефти, а также личности, связанные с Министерством обороны, которых почему-то интересует обнаружение металлических тел под поверхностью океанов.

Мы построили лабораторный прототип, после чего по настоянию нобелевского лауреата Луи Нееля, который был связан с морским министерством в Гренобле, учредили специальную лабораторию для разработки прибора, способного работать в полевых условиях. Немало времени у нас заняло оспаривание наших патентов представителями фирмы Вариан, которые защищали интересы моего хорошего друга Феликса Блоха. Но, как говорится, дружба друж-

бой, а денежки врозь (денежки не мои, конечно, а КАЭ, которому принадлежали все наши патенты).

Блох после своего открытия ЯМР запатентовал невероятное число применений ЯМР, в том числе и примешивание парамагнитных веществ к диамагнитным **жидкостям**, чтобы укоротить время ядерной релаксации. Мне удалось доказать, что суть патентов Блоха, несмотря на внешнее сходство, была отличной от наших. До Оверхаузера о динамической поляризации не помышляли ни Блох, ни я.

Венцом этого дела была премия, которую в конце 1958 года мне вручил сам генерал де Голль и половину которой я затем разделил между Соломоном и Комбриссоном. Во время приема после вручения награды он беседовал несколько минут с Сюзан и со мной. Должен признаться, что он очаровал меня и еще больше Сюзан простотой и обходительностью своего обращения, несмотря на то, что **обстоятельства** его возвращения к власти семь месяцев назад меня далеко не очаровывали. Перед вручением награды ко мне подошел очень приятный господин (я подозреваю, но не смею уверять, что это был директор кабинета де Голля Помпиду, о котором в то время никто не слышал) и сообщил мне, что не успели приготовить чек, который генерал должен был мне вручить, и поэтому в конверте, который он мне передаст, будет только поздравление правительства. Чек я получу через несколько дней. Может **быть**, он опасался, что я устрою генералу скандал, когда открою конверт?

### \*Спиновая температура

Перехожу теперь к другому понятию, которое меня преследовало все эти годы и должно было значительно изменить мышление специалистов по ядерному магнетизму в ближайшие десятилетия. Понятие спиновой температуры возникло из того факта, что в твердых телах ядерные спины связаны друг с другом дипольными магнитными взаимодействиями гораздо сильнее, чем с решеткой. Гипотеза (так как это только гипотеза) спиновой температуры - это предположение, что спины находятся в состоянии внутреннего равновесия, достигнутого за время  $T_2$ , которое гораздо короче времени спин-решеточной релаксации  $T_1$ , и что это состояние может быть описано внутренней температурой, так называемой спиновой температурой, которая может быть совсем отличной от температуры решетки.

Эта гипотеза никогда не была доказана *теоретически*, и в 1957 году я посвятил свои усилия ее *экспериментальному* доказательству. Я придумал для этого опыт, который и осуществил с помощью американского физика Уорена Проктора (Warren

Proctor), бывшего ученика Блоха, работавшего у меня два года. (Да, на этот раз я решил **"испачкать ручки"**, ведь я сам был инженером-радиотехником из **Сюпелека**.) Принцип эксперимента следующий.

*Эксперимент А.* Ядерные спины образца (кристалла) приводят в состояние теплового равновесия с решеткой при температуре 300 К в сильном магнитном поле, где они приобретают намагниченность, измеряемую с помощью ЯМР. Затем образец **размагничивают** до нулевого поля за время, короткое по сравнению с  $T_1$ , но длинное по сравнению с  $T_2$ . Можно предположить, что спины находятся все время в состоянии внутреннего **равновесия**, но изолированы от решетки. Если снова поднять поле до начального значения, можно наблюдать возвращение ядерной намагниченности к начальному значению (если учесть малые **потери**). Это *совместимо* с гипотезой спиновой температуры, но не является *доказательством* этой гипотезы. В частности, техникой ЯМР ничего нельзя узнать о состоянии спинов в нулевом поле. Если *предположить*, что систему спинов можно в каждый момент времени описать спиновой температурой, ее значение в нулевом поле легко подсчитать, записав условие сохранения энтропии спинов во время адиабатического размагничивания. Предположим для наглядности, что эта подсчитанная температура равняется 2 К (такова она была в нашем **эксперименте**).

*Эксперимент В.* Образец охлаждают в нулевом поле в **криостате** с температурой 2 К в течение времени, гораздо большего, чем  $T_1$ . В этом случае мы *знаем*, что спины находятся в **состоянии равновесия** при *настоящей* термодинамической температуре 2 К. Затем адиабатически поднимают магнитное поле до того же значения, что в начале эксперимента А, и измеряют с помощью ЯМР ядерную намагниченность. Если она равна той, что наблюдалась в эксперименте А, правильность гипотезы спиновой температуры доказана. Так оно и оказалось. Этот опыт изменил отношение многих физиков к понятию спиновой температуры, введенному впервые в электронный магнетизм двумя голландскими физиками Казимиром и дю Пре (du Pre), и в ядерный - Паундом и Парселлом.

Думаю, именно этот опыт положил конец враждебному отношению Блоха к понятию спиновой температуры. Что касается **Парселла**, который еще со времени своих первых экспериментов с Паундом был убежден в его правильности, про наш опыт с Проктором он сказал: **"Дитя родилось давно, а сегодня вы принесли брачное свидетельство"**.

Спиновые системы имеют интересную особенность: спектр их энергии ограничен сверху (в отличие, **например**, от систем с кинетической энергией).

Это дает возможность создать эти системы в состоянии отрицательной температуры. При отрицательной температуре вероятность найти систему на данном уровне энергии тем больше, чем выше энергия этого уровня. Очевидно, что состояние с отрицательной температурой бессмысленно для **"нормальной"** системы, т. е. такой, энергетический спектр **которой** не имеет верхней границы. Энергия такой системы в подобном состоянии была бы бесконечна.

Наоборот, для спиновых систем такие состояния не только мыслимы, но и создавались, и подробно изучались. Важно понять, что система с отрицательной температурой **"горячее"** любой системы с положительной температурой; если ее поместить в тепловой контакт с "нормальной" системой (которая может иметь только положительную температуру), она будет необратимо передавать энергию "нормальной" системе и достигнет состояния с бесконечной температурой, где все ее уровни одинаково населены, т.е. состояния максимального беспорядка. Только после неизбежного перехода через полный хаос сможет она достигнуть **положительной** температуры и прийти в тепловое равновесие с "нормальной" системой. Ниже, в главе "Запад и Восток", будет рассказано о неожиданном применении понятия отрицательных температур.

#### **\*Динамическая ядерная поляризация в твердых телах**

Перехожу к третьему явлению, обнаруженному в эти годы в нашей лаборатории, а именно к динамической ядерной поляризации (или ДЯП) в твердых телах. Ее разные проявления и приложения занимали нас почти четверть века.

В своей работе Оверхаузер очень настаивал на том, что электроны проводимости в металлах, насыщение резонанса которых приводило к громадному увеличению ядерной поляризации, подчинялись так называемой статистике Ферми, подробности которой я здесь опущу. В моей женеvской работе я показал, что эта предпосылка была излишней, и предсказал возможность ДЯП в жидкостях, впоследствии доказанной в нашей лаборатории (о чем рассказано выше). Хорошо известно, что спины парамагнитных примесей, растворенных в жидкостях, где они играют роль спинов электронов проводимости, статистике Ферми не подчиняются. Не я один настаивал на необязательности статистики Ферми для **эффекта Оверхаузера**; Блох это тоже заметил и сделал заключение, что эффект Оверхаузера должен быть наблюдаем и в твердых диэлектриках. Но *это* заключение было в общем ошибочным, как я показал в своей женеvской работе. Тщательный анализ роли электронных спинов в ядерной релаксации позволил обнаружить

малозаметное, но существенное различие ее механизма в металлах и жидкостях, с одной стороны, и твердыми диэлектриками - с другой. Неверующий читатель может на свой страх и риск, обратиться к книге *"Ядерный магнетизм"* за доказательством. Но, если ДЯП с помощью эффекта Оверхаузера или его *"унтерхаузерского"* варианта была невозможна в твердых диэлектриках, есть ли другой метод?

То, к чему я стремился (да и не только я), не было увеличением во много раз очень малых поляризаций, переходя, скажем, от одной миллиардной доли к нескольким миллионным, как в магнитометре для земного поля, или от нескольких миллионных долей к одной тысячной, как было с жидкостями в сильных полях. Целью была высокая *абсолютная* поляризация, близкая к стопроцентной, для ряда применений, которые я опишу позже.

Но при динамических увеличениях порядка нескольких сотен в лучшем случае (поле земли было специальным исключением) начинать приходилось с *"естественной"* ядерной поляризации в несколько **тысячных**, т.е. с температуры порядка 1 К. Для металлов можно было бы подумать об использовании обычного эффекта Оверхаузера, если бы при низких температурах так называемый скин-эффект не препятствовал проникновению в глубь металла насыщающего микроволнового поля. Что же касается жидкостей, то при температурах порядка 1 К они ...не жидкости. Единственным исключением является изотоп гелия  $^3\text{He}$  ( $^4\text{He}$  не имеет ядерного спина). Между 1955 и 1960 годами у нас в лаборатории его не было, но позже мы, как и другие, безуспешно пытались **поляризовать** его с помощью эффекта Оверхаузера. Причины неудачи не поняты до сих пор.

Решение задачи ДЯП в твердых диэлектриках пришло мне в голову в один прекрасный день. Попробую его изложить в бессовестно упрощенном, но, в принципе, правильном виде.

Рассмотрим образец твердого диэлектрика, содержащий ядерные спины  $I$  в нормальной пропорции и малую примесь электронных спинов  $S$ , скажем, один  $S$  на несколько тысяч  $I$ . Положим для магнитного поля и для температуры условия, скажем, 2,5 Тесла и 1 К, при которых электронные спины поляризованы почти на 100% и все *"смотрят вверх"*, а ядерные спины имеют почти нулевую поляризацию, при которой столько же из них смотрят *"вверх"*, сколько и *"вниз"*.

Предположим еще, что время спин-решеточной релаксации спинов  $S$  очень коротко, так что если по какой-нибудь причине спин  $S$  флиппнет *"вниз"*, релаксация моментально вернет его в равновесие, т.е. *"вверх"*. Все эти гипотезы вполне реалистичны.

Наша задача заключается в том, чтобы перевести все спины  $I$  из состояния *"вниз"* в состояние *"вверх"*.

Возьмем ядерный спин  $I$ , который направлен *"вниз"*. Он мог бы перейти в *"вверх"*, флип-флопнув с электронным спином, направленным *"вверх"*. Но для этого нужна энергия  $\Omega_- = (\Omega_S - \Omega_I)$ , которую в жидкости можно почерпнуть из кинетической энергии относительного движения этих спинов, но которая совершенно отсутствует в твердом образце при низкой температуре. Этот флип-флоп можно **все-таки** произвести, взяв эту энергию у внешнего микроволнового источника с нижней частотой  $\Omega_-$ . (В первом приближении для внешнего источника такой переход запрещен, но не во втором.) Но спин  $S$ , который в результате такого флип-флопа перешел в состояние *"вниз"*, сразу возвращается в *"вверх"* благодаря своей **сверхскорой** релаксации, и спин  $I$ , который перешел *"вверх"*, *"видит"* вокруг себя только спины  $S$ , которые тоже *"вверх"*, и не может флип-флопнуть с ними. Он мог бы флип-флиппнуть с любым из них, но для этого нужна энергия  $\Omega_+ = (\Omega_S + \Omega_I)$ , которой в образце нет и спин  $I$  остается пойманным *"вверх"*. Таким образом, все спины  $I$  переводятся в состояние *"вверх"* один за другим.

Предположение стопроцентной электронной поляризации, сделанное, чтобы облегчить изложение, совсем не нужно; можно показать, что при любой электронной поляризации изложенный метод, т.е. облучение образца микроволновым источником с частотой  $\Omega_- = (\Omega_S - \Omega_I)$ , уравнивает ядерную поляризацию с электронной.

Легко также показать, что облучение флип-флиповой частотой  $\Omega_+ = (\Omega_S + \Omega_I)$  приводит к ядерной поляризации той же величины, но с обратным знаком. Необходимо отметить важность быстрой электронной релаксации. Каждый из спинов  $S$  *"обслуживает"* тысячи спинов  $I$ . Не успел он флип-флопнуть с одним спином  $I$ , как он же должен поскорее вернуться в состояние *"вверх"*, чтобы заняться другим. Эта быстрая релаксация требует качеств, напоминающих те, которыми по легенде располагал царь Соломон, что побудило меня назвать этот метод ядерной поляризации *"методом царя Соломона"*. (По просьбе Дебьеса я однажды прочел лекцию об этом методе группе школьных учителей и учительниц. Объясняя происхождение названия *"метод царя Соломона"*, я вдруг заметил в первых рядах трех монахинь, учительниц из католических **школ**, которые прилежно записывали все, что я говорил.)

В публикациях я предпочитал название *"солид-эффект"*, чтобы подчеркнуть отсутствие относительного движения электронных и ядерных спинов для контраста с жидкостями и металлами. В 1958 году я решил проверить эту идею экспериментом. Чтобы выиграть время, я поручил роль электронного спина  $S$  ядерному

спину с ларморовской частотой, в несколько раз большей, чем у ядерного спина  $I$ . Я выбрал кристалл фтористого лития  $LiF$ , где роль спина  $5$  играл спин  $^{19}F$ , а спином  $I$  был  $^6Li$ , с ларморовской частотой, в шесть раз меньшей. Работая снова с Проктором, в двадцать четыре часа мы проделали успешно опыт и доказали, что "солид-эффект" существует. Несколько позже с Комбриссоном и еще с одним молодым сотрудником мы повторили опыт, но на этот раз с настоящим электронным спином  $S$ . Эра ДЯП началась. Интересно заметить, что, перечитывая свою женеvскую работу несколько лет спустя, я открыл, что, если читать между строками, принцип "солид-эффекта" был там ясно указан, но в течение трех лет никто, включая меня, этого не заметил. Мне повезло, что я оказался первым.\*

А что же насчет применений резонанса к атомной энергии? Никого из моих начальников это не беспокоило. Со своей стороны я не считал нужным затрагивать этот вопрос в моих отношениях с ними. Вначале мой сотрудник Гольдман сделал одну или две попытки в этом направлении, но, так как никто, во всяком случае я, его особенно не поощрял, он перешел к другим занятиям. Позже в Сакле была основана лаборатория, деятельность которой была сосредоточена на такого рода применениях. Я им не завидовал и с ними не соперничал.

Перечислю моих первых сотрудников. Я к ним буду возвращаться еще не раз. Кроме Комбриссона и Соломона я назову в порядке, который более или менее совпадает с их появлением в моей лаборатории, Жозе Эзратти, Андрея Ландесмана, Мориса Гольдмана, Мишеля Боргини, Жака Винтера, Шарля Ритера. ((José Ezratty, Andre Landesman, Maurice Goldman, Michel Borghini, Jacques Winter, Charles Ryter). За исключением Гольдмана, который заменил меня, когда я оставил свою лабораторию в октябре 1985 года, все они ушли раньше меня и их заменили другие. В моей памяти особое место занимает Алле (Allais) (имя я забыл) - высокий, красивый, спокойный и ласковый, умный, одаренный. Этому молодому политехнику, казалось, была обещана блестящая будущность. Он работал с Комбриссоном над динамической поляризацией в жидкостях. Но однажды, он пришел ко мне и сообщил, что совесть не позволяет ему взирать равнодушно на бедствия тех, кого тогда еще не называли "третьим миром". Он решил уехать в Индию и поселиться там в деревне, чтобы помогать крестьянам улучшать их земледелие. Ничто из того, что я ему тогда сказал, пытаясь отговорить от этого предприятия, на него не подействовало. Я помню, это произошло в 1958 году, как раз когда де Голль пришел к власти после Алжирского путча, от которого многие во Франции, и я в том числе, ничего хоро-

шего для демократии не ожидали. Когда Алле уезжал, я сказал ему: "Пришлите ваш адрес, кто знает, может быть, я сам к вам приеду". С тех пор я о нем ничего не слышал.

Были иностранные гости - на различные сроки; среди них мой друг Паунд, который сотрудничал у нас с англичанином из Оксфорда Реєм Фриманом (Ray Freeman), впоследствии блестящим специалистом по ЯМР высокого разрешения, недавно изменившим Оксфорду и занявшим (о ужас!) кафедру в Кембридже. Был и Уорен Проктор, о котором я уже говорил и с которым у нас было двухлетнее замечательно успешное сотрудничество.

В том же 1958 году я получил премию имени Гольвека (Holvewek), основанную после войны в честь физика Фернанда Гольвека, убитого немцами во время оккупации. С 1946 года эта премия присуждается каждый год, поочередно французскому физики Британским физическим обществом и британскому физики Французским физическим обществом.

Среди британских лауреатов мне доставляет удовольствие называть моих добрых друзей Блини и Курти, а также четырех Нобелевских лауреатов: Габора, Джозефсона, Райла и Хьюиша (Gabor, Josephson, Ryle, Hewish). Я однажды заметил, что только два французских Гольвекских лауреата - Кастлер и Неель - получили Нобелевскую премию. Это доказывает, что наше общество выбирает лауреатов Гольвекской премии гораздо лучше, чем британское. Премия невелика, но с ней связана очень приятная трехдневная поездка с супругой в другую страну, где лауреата принимают очень радушно. Лауреат "расплачивается" за гостеприимство так называемой Гольвекской лекцией о своих работах. Я прочел свою лекцию в Кембридже, в той самой аудитории, где почти на век раньше преподавал Максвелл. Затем мы побывали в Оксфорде, где "я был принят как вернувшийся блудный сын".

## Библия

В 1955 году Морис Прайс сообщил мне, что издательство Оксфордского университета (Oxford University Press или OUP) предложило ему написать книгу о магнитном резонансе. То ли у него не было времени, то ли охоты, то ли ни того, ни другого, поэтому он назвал меня, и OUP попросило его, чтобы он сам предложил мне авторство. "Теперь самое время," - бойко заявил он, - "вы только что закончили курс лекций по ЯМР и курс по ЭПР. Переведите все это на английский и отошлите OUP в одной папке, вот и все." У меня не было опыта написания книг; до сих пор я их только читал в большом количестве, но мне было ясно, что это не так просто.

Больше всего меня одновременно и привлекало, и отпугивало то, что эта книга (пока еще не написанная) будет принадлежать к знаменитому собранию монографий OUP. До войны я созерцал со священным трепетом на полках университетской библиотеки их знаменитые заглавия, тисненные золотом на корешках их знаменитых **темно-зеленых** переплетов: *"Принципы квантовой механики"* Дирака - величайшая из книг по физике, *"Теория атомных столкновений"* Мотта и Месси, *"Квантовая теория излучения"* Гайтлера, *"Теория электрических и магнитных восприимчивостей"* Ван Флека, *"Принципы статистической механики"* Толмена - замечательные книги, источники **мудрости**, в которых я утолял свою жажду знаний. Могло ли стать, что мое несовершенное творение будет стоять на полках рядом с ними?

Я согласился с трепетом. Через несколько недель я получил два экземпляра контракта, которые по качеству бумаги и шрифта напоминали скорее дипломатический договор, чем простое коммерческое соглашение; OUP уже демонстрировало качество своей продукции. Контракт был кабальный: OUP оставляло за собой все права за передачу по телевидению и возлагало на меня всю ответственность в случае судебного преследования за непристойность. И все-таки я согласился, подписал один экземпляр контракта, засвидетельствовал свою подпись и отослал его в Оксфорд. Жребий был брошен.

Прайс легкомысленно говорил о книге в 300 страниц об ЭПР и ЯМР вместе, в то время как одни только записки моих лекций превышали этот объем в два раза. Я пришел к заключению, что надо выбирать: ЭПР или ЯМР. В 1955 году гораздо лучше меня знали по моим работам по ЭПР, чем по ЯМР; друзья советовали выбрать ЭПР - где меня уважали как эксперта, а не ЯМР, где я считался новичком. Но я не был убежден, что они правы. Хотя я действительно тогда еще мало написал работ по ЯМР, однако за предыдущие пять лет я прочитал большую часть того, что стоило читать в этой области. Кроме того, я предвидел в будущем больше возможностей для ЯМР, чем для ЭПР. Наконец, для моей новорожденной лаборатории я видел в ЯМР массу вещей, за которые можно было взяться сразу, и ничего подобного в ЭПР. Итак, еще один жребий был брошен - был выбран ЯМР.

Смело взяв (иные скажут нахально) пример с Дирака, я назвал книгу **"Принципы ядерного магнетизма"**. На русском языке заглавие было просто **"Ядерный магнетизм"**; с моим желанием отдать честь Дираку, как вообще с любым моим желанием, связанным с переводом моей книги, не посчитались, что не удивительно, так как моего мнения никто не спрашивал. Как научный работник и педагог я, конечно, был очень доволен, что книга переведена на

русский язык; но сожалел, что она была напечатана на скверной бумаге, что мне не сказали, каков был тираж, и, самое главное, **что**, несмотря на наличие большого спроса на нее среди учащейся молодежи, ее никогда не переиздавали. "У нас этого не делают", - объяснили мне. Дело, конечно, не в гонораре, который меня мало интересовал, а в желании любого автора найти признание у читателя. Технически перевод был, безусловно, компетентен. Что касается его литературных качеств, то на вопрос профессора Скроцкого, редактора перевода всех моих книг на русский язык о моем мнении о литературном качестве перевода другой моей книги, я ответил: "Вы не Пастернак, да ведь и я не Шекспир".

После этого отступления возвращусь к тому, как книга писалась. Это были четыре года ожесточенного труда. Можно лишь удивляться, как мне удалось совместить написание книги в 600 страниц (вместо 300 страниц для ЯМР *вместе* с ЭПР, о которых говорил Прайс) с основанием моей лаборатории и управлением ею и с моими личными работами. Объяснение заключалось в том, что между этими разными заданиями существовал симбиоз. С одной стороны, наши идеи (мои собственные и моих юных сотрудников) и результаты наших экспериментов питали книгу одновременно с их публикацией в научных журналах. А с другой стороны, написание книги служило предлогом для новых теоретических или экспериментальных работ.

Например, желая расширить и уточнить в книге теорию спиновой диффузии Хуцшвиля, я "заказал" эту работу де Жене (de Gennes), и ее публикация в книге появилась раньше, чем в журнале. Иногда я придумывал эксперименты для наглядной демонстрации развиваемой в книге теории. Именно так родились некоторые, далеко не тривиальные эксперименты, осуществленные в лаборатории.

Редко я приводил расчет, взятый из литературных источников, без того, чтобы постараться сделать его короче, понятнее или строже. Раньше я уже говорил о своих усилиях сорвать со статистических работ Блоха их "вагнеровскую мантию". Такого же рода операцию я произвел над очень важной, но труднопонятной работой Альфреда Редфильда, про которую многие читатели говорили мне, что они поняли ее, лишь прочитав мою книгу. Я строго следовал своему правилу не включать в книгу ни одной теории, с которой я не был согласен или которую я не совсем понимал, ни одного экспериментального результата, который грубо противоречил хорошо установленной теории, ни одной формулы, которую бы я сам не проверил. От последнего правила я отступил дважды, доверяя авторам, которых уважал, и каждый раз сожалел об этом.

Все те, кто пишут книги для студентов, знают (или, по крайней мере, должны бы знать) о своей ответственности перед студентами, которая тем больше, чем лучше студент. Хороший студент, который читает научную книгу с пером в руке, доверяет автору и, когда наталкивается на ошибку, теряет много времени, стараясь понять или доказать неправильный результат. Я не хочу этим сказать, что безобидно накапливать ошибки в оригинальной статье, но в этом случае можно надеяться, что искушенный читатель сможет распознать ошибку коллеги скорее и, может быть, не без некоторого невинного удовольствия. Поэтому я и был так осторожен. Я помню формулу, приведенную П.В. Андерсоном и Н. Бломбергенем (ни тот, ни другой тогда еще не был Нобелевским лауреатом), которая различалась у них множителем 4 (или, может быть, 8 - давно это было) и для которой я сам нашел **множитель**, отличный от обоих. Я проконсультировался с Уолтером Коном (Walter Kohn) и с де Женем, чьи результаты, к счастью, совпали с моим.

Я облегчал напряжение работы над книгой, придумывая для каждой главы забавные эпиграфы (или, по крайней мере, казавшиеся мне таковыми). Увы, их скосили при переводе на русский язык. В предисловии я напомнил читателю (и коллегам), **что**, по мнению автора, в книге, в отличие от **статьи**, ссылка на приоритет не является необходимой. Этим путем я значительно укоротил библиографию **и**...нажил себе немало недоброжелателей. Успех книги превзошел все мои ожидания. Кроме русского она была переведена на японский и на французский! За последние двадцать с хвостиком лет, если верить знаменитому "Citation Index", она цитировалась более десяти тысяч раз, чаще, чем раз в день, и (у нас это делают) перепечатывалась несколько раз.

Я так распространился насчет этой книги не только потому, что прожил с ней четыре бурных года, иногда - как с любовницей, "блестящей, ветреной, живой", иногда - как со сварливой женой, но и потому, что она бросает тень на остальные мои **достижения**, которыми, грешный человек, я дорожу больше. Конан Дойл - создатель бессмертного Шерлока Холмса - был раздражен его успехом, который, по его мнению, бросал тень на другие его творения, которые ему казались важнее. Таков и я. Всякий, кто соприкасался хоть слегка с ЯМР, а таких немало, знает мою фамилию благодаря книге. Но кто из них слышал про мои работы о сверхтонкой структуре, о ДЯП, о поляризованных мишенях, о ядерном псевдомагнетизме и о том, что я ценю больше всего и о чем расскажу подробно в другой главе, - о ядерном ферромагнетизме и антиферромагнетизме? В конце концов, возможно, успех, которым пользуются мои остальные творения, вполне **соответству-**

**ет** их ценности, а успех книги преувеличен. Что делать, очевидно, никто не доволен своей судьбой.

Вся физика и все писание, о которых я рассказал, очень занимали меня, но не настолько, чтобы сделать равнодушным к моей карьере в КАЭ. Более, чем чин, оклад или престиж, также не оставлявшие совершенно равнодушным сорокалетнего господина, которым я сделался незаметно для себя, меня прельщала независимость, к которой я всегда стремился; я нашел свою дорогу и не желал, чтобы **кто-нибудь** из начальства давал мне советы или, что еще хуже, инструкции, куда мне идти. Это было не так легко: КАЭ был (и остался) учреждением с сильной субординацией, от высот, где парил двуглавый орел, ГА и ВК, до скромного начальника секции, последнего из начальников. Все должности, которые я занимал в КАЭ в течение моей карьеры, вплоть до Директора Отделения физики (я мог бы стать и Верховным Комиссаром, если бы захотел), я занимал не **из-за** любви к власти, а **из-за** того, чтобы тот другой, кто занял бы эту должность при моем отказе, не упражнял бы *свою любовь к власти* за мой счет. Должен признаться, что разные обязанности, которые мне выпадали, пробуждали во мне новые интересы и расширяли кругозор, но подробнее об этом позже.

## Дай оглянись...

### Вздыхать о сумрачной России.

*Впечатления возвращенца не с того света. - Портрет колкого гения. - Полет в пространство и время. - Портрет причудливого гения. - Превратности перевода*

Весной 1956 года произошло событие, которое меня сильно взволновало, - первая поездка в Россию, через более чем тридцать лет после того, как я ее покинул десятилетним мальчиком. Это была коллективная поездка, организованная по инициативе Жолио для **физиков-ядерщиков** НЦНИ и КАЭ. По правде говоря, я, конечно, не был профессиональным физиком-ядерщиком, но я скорее объявил бы себя при необходимости даже **профессиональным** баритоном, чем отказался от поездки. Мы летели из Парижа в Москву с остановками в Праге и Минске.

Я мало что успел увидеть из красот Праги. Это я смог сделать, когда побывал там в 1968 году, и видел своими глазами, как злополучные чехи пьянели от кратковременной свободы. Пока же в 1956 году, они пьянели только от замечательного **пльзен-**

ского пива, приверженцем которого я сам сделался на время этой остановки.

Во время перелета Минск - Москва я заметил, что никто из пассажиров не застегивал поясов. Их примеру я последовал поневоле, потому что мой был вырван с корнем. Во время полета я испытал совершенно ненужный дурацкий испуг. Мы летели, очевидно, на небольшой высоте, потому что в салоне не было избыточного давления, но с моего места я не видел земли и рассеянно глядел на висевший на стенке высотомер. И вдруг я заметил, что мы быстро теряем высоту. Вокруг меня никто не обращал на это внимания. Стрелка показывала тысячу метров, затем восемьсот, четыреста, двести. В этот момент стюардесса выскочила из кабины летчиков и пробежала по салону. Я решил, что пришел мой последний час. Стрелка высотомера дошла до нуля и остановилась, но неизбежного, казалось бы, столкновения с землей не произошло, и мы продолжали лететь. Никто, кроме меня, ничего не заметил. Что за дурацкая затея вешать в салоне альтиметры, тем более невротические! В Москве во Внуковском аэропорту, куда мы прибыли вечером, нас встретило официальное лицо и дама, которая оказалась нашей главной переводчицей во время всего пребывания в СССР. Паспортные и таможенные формальности были сведены к минимуму; очевидно, мы были гостями жданными и желанными.

(В другой главе я расскажу про прием, который меня ожидал, когда я приехал простым туристом. А сейчас расскажу про прием, который несколько лет спустя, был оказан гостям не столь желанным, как мы, и слишком уверенным в себе. Я сам при этом не присутствовал, но мне рассказал очевидец. Во время международной конференции в Киеве по физике высоких энергий один из участников, американский физик, **неосторожно** похвастался, что делал работы для Пентагона и даже получил инструкции от специалистов, как предохранять свой багаж от нескромного осмотра. Для этого надо было оставить внутри чемодана в нужных местах несколько волосков или щепотку талька и еще **кое-какие** приметы, которых он не раскрыл. Самый искусный агент не смог бы **осмотреть** его багаж незаметно для него. Когда он прибыл в гостиницу, его ожидал чемодан, оба замка которого были просто сорваны, а сам чемодан был перевязан вокруг толстой веревкой, чтобы он не открылся. Я нашел этот инцидент крайне поучительным.)

Несколько лимузинов ожидали нас. Мы помчались в Москву по дороге, освещаемой только фарами машин. Наша гостиница "**Украина**" оказалась высоким зданием уродливого псевдо-неоклассического стиля, с широкими коридорами, обширными, но неудобными комнатами и приводящими в отчаяние лифтами.

Здесь я хотел бы сделать краткий перерыв и рассказать маленькую историю про Паули, связь которой с тем, что последует, скоро выяснится. Когда Паули читал лекции, рано или поздно он запутывался в своих вычислениях и задумывался. Мне было дано присутствовать на одной такой лекции. В первом ряду сидел физик по фамилии Гус (Guth), сверстник и старый знакомый Паули, который начал ему помогать таким образом: "Сложите первое и третье уравнение, помножьте на два и вычтите третье, и т.д." Паули обернулся к нему: "Слушай, Гус, то, что знаешь *ты*, я тоже знаю" (what you know, I know). Я описал здесь этот случай, чтобы избежать унижения Гуса, так как собрался рассказать о том, что может заинтересовать западного читателя, но что русские знают гораздо лучше меня.

Не мешало бы теперь разобраться в моих чувствах весны 1956 года по отношению к стране, про которую было бы преувеличенно сказать, "где я страдал, где я любил, где сердце я **похоронил**", но где я провел первые десять лет своего, в общем **счастливого**, детства. Немного более десяти лет прошло с тех пор, как умолкли пушки, грохотавшие на восточном фронте. Я испытывал безмерную личную благодарность к Красной Армии и к народам Советского Союза. Ценой нечеловеческих страданий они **положили** конец невыразимым ужасам нацизма - ежедневной угрозе моей жизни и жизни всех тех, кто, если я могу так выразиться, родился под той же звездой, что и я. Эта благодарность умрет лишь вместе со мной, хотя теперь она меня больше не ослепляет.

Правда, как раз перед войной был позорный **германо-советский** договор, раздел Польши и массовые ссылки в Сибирь. Но не спасли ли многих эти самые ссылки, отдалив их от нацистов? И, когда при германской оккупации французские газеты бесновались насчет убийства тысяч польских офицеров в **Катыни**, кто из нас сомневался **тогда**, что это было для отвода глаз и что убийцами были сами нацисты?

Довоенные, непонятные для нас процессы, террор 37-го и 38-го годов, ужасы которого никто еще не разоблачал, все это было уже далеко позади. Правда, совсем недавно, в начале 1953 года, было дело "белых халатов", врачей-евреев, обвиняемых в невероятных преступлениях; но ведь Сталин **умер**, их освободили, Берию казнили, Маленкова и Булганина принимали в Англии как представителей новой современной и умеренной традиции. Один буян Хрушев слегка портил эту идиллическую картину. Так рассуждали представители так называемой "умеренной **левой**", к которой я себя причислял. Добавьте к этому мое детство и мои счастливые воспоминания. Добавьте еще, что в разгар холодной войны вторая великая держава со своей "охотой на

**ведьм**" (witch hunts), вдохновляемой зловещим сенатором **Маккарти**, казалась вряд ли более привлекательной. Так рассуждала меньшая половина нашей группы, которую вместе со мной можно было причислить к **"умеренной** левой".

Второй частью нашей группы были **"верующие"**. Они веровали в усатого бога, "кремлевского горца", чьи "слова, как пудовые гири, верны". В СССР они восхищались всем безоговорочно, и, если такие маловерные, как я, указывали им на **что-нибудь** особенно нелепое, у них был один ответ: "Это пока у них не **первоочередное**". Некоторые из них (не все) прозрели, когда вышел доклад, который (до появления гласности в СССР) орган Французской компартии называл "докладом, приписываемым товарищу **Хрущеву**".

Вместе с этими смешанными чувствами я испытывал сильное любопытство к советской науке, о которой мы знали очень мало. Все еще охмурял всех Лысенко. Последствия этого охмурения были ужасными, как выяснилось позже, но это была биология, более того, ботаника. (Не было ли это скорее спором между агрономами, чем настоящим научным диспутом?) Признаюсь со стыдом, что так рассуждало большинство наших "неверующих". Для "верующих" все было просто: великим биологом был не Дарвин, а Лысенко; его оппоненты были изменниками или, в лучшем случае, несчастными заблуждающимися душами.

Но в физике русские, которые взорвали атомную бомбу всего через четыре года после американцев, а водородную еще скорее, были, безусловно, в авангарде, и была очевидна взаимная польза от сотрудничества с ними (что было легче сказать, чем сделать). Лично я не нуждался в грохоте атомных бомб, чтобы быть убежденным в высоком уровне советской физики. Не были ли **Фок** и **Френкель** моими первыми руководителями в квантовой механике, не изучал ли я теорию относительности и математическую физику в русских переводах **Эддингтона** и **Куранта**? В стране, где такие шедевры имели массовое распространение, уровень физики не мог не быть высоким.

Сильнее всего было глубокое волнение, которое я испытывал, ступив на почву страны, где прошло мое детство. В этот **первый** вечер после роскошного ужина - зернистая икра, осетрина на вертеле, **беф-строганов**, запиваемые водкой и советским шампанским (на мой вкус нестерпимо сладким) - я решил, несмотря на поздний час, пройтись пешком по Москве. Очевидно, это не было предусмотрено, потому что метров через двести меня **догнал** запыхавшийся служащий Интуриста и предложил вернуться в гостиницу. Несмотря на поздний час и усталость, я почти не спал первую ночь. Во время нашего трехнедельного пребывания

в России мы осмотрели лаборатории, а также музеи в Москве, Ленинграде и Киеве. В Москве мы осмотрели Кремль, мавзолей (где Ленин и Сталин спали последним сном еще рядом друг с другом, но не надолго), разные музеи и монастыри и роскошное метро, чистотой которого я был восхищен не менее "верующих".

Вечера были заняты балетами, цирком, театром кукол **Образцова**, одним словом, всем тем, что может развлечь не знающих языка. Один раз мне удалось улизнуть от осточертевших **балетов**, чтобы посмотреть "Три **сестры**". (Маленькое отступление на счет театра Образцова. Много лет спустя он приезжал на гастроли во Францию, и я, конечно, пошел на спектакль. В одном из действий было цирковое выступление дрессированных собачек с очень забавным "подмигиванием" русским эмигрантам: **дрессировщица** сладеньким голоском **по-французски** умоляла собачек прыгать через обруч: "Прыгай, милочка, прыгай" (saute **chérie**, saute), прибавляя скороговоркой сквозь зубы **по-русски**: "Прыгай, тварь окаянная". Соседи с удивлением смотрели, как я катался от смеха.) Я нашел свой дом во **2-м** Бабынском переулке **собиравшимся** развалиться (однако он продержался после этого еще лет двадцать пять), но не решился зайти во двор. **Альбер** Мессиа снял меня стоящим перед домом, а рядом раздавались громогласные призывы прохожих фотографировать современные высотные дома вместо развалин.

Самым большим удовольствием для меня было гулять по Москве и беседовать с прохожими. Но скоро я убедился, что для них я был загадкой, которая их беспокоила. Этот **тип**, который, судя по его выговору, был, безусловно, русским, откуда он свалился, если он не знает, сколько стоит билет в метро или телефонный звонок в автомате, где можно переходить широчайшие московские бульвары, как работают машины с газированной водой и тысячу тому подобных мелочей. В магазинах я убедился, что, по сравнению с моими товарищами, чистота моего выговора была не преимуществом, а, скорее, наоборот и скоро догадался коверкать язык, чтобы быть лучше обслуженным (и даже вне очереди).

Нас поразило то, что тяжелыми земляными работами занимались женщины. Нередко можно было видеть на улице, как женщины перетаскивают тяжелые булыжники *под надзором* мужчины (с руками в карманах). "Верующие" говорили, что советская власть раскрепостила женщину. Возможно. Но мне это напомнило анекдот, который рассказывает Шамфор, французский юморист конца XVIII столетия. Регент государства захотел побывать на бале, но так, чтобы его никто не узнал. "Я знаю, как это сделать", - сказал аббат Дюбуа, сообщник всех его сомнительных предприятий, и во время бала стал ему давать пинки в зад. **"Аб-**

бат, *не слишком ли* ты меня **маскируешь**", - возмутился регент. Не подумывают ли советские женщины, таская булыжники, что их *слишком* раскрепощают?

Не будучи физиком-ядерщиком, я не очень интересовался лабораториями, которые нам показывали и которые отличались от западных более кустарной аппаратурой, и (в большинстве зданий) ужасающим качеством того, что впоследствии один из моих сотрудников прозвал "предварительно **растресканный бетон**." Люди в лабораториях интересовали меня гораздо больше, но, за редким исключением, я нашел их довольно сдержанными. Желая быть им **приятным**, я считал своим долгом хвалить все, что мне показывали. Боюсь, что меня принимали за "верующего", с которым лучше держать ухо востро.

Самым интересным был Институт физических проблем, которым руководил Капица, но Капицы, к **сожалению**, в то время не было в Москве. В первый раз я увидел оборудование (например, большой оживитель гелия, построенный самим Капицей), которое могло смело соперничать с любой западной аппаратурой. Там я встретил лучших теоретиков СССР: **Померанчука** - исключительно оригинального и симпатичного ученого с необыкновенно широким кругозором - и, конечно, знаменитого Ландау, окруженного своими учениками, как Христос апостолами. Я стесняюсь говорить о Ландау со своими русскими читателями: "то, что знаю я, им известно, и сокращу написанное для западных читателей".

На западе широко известны книги Ландау, написанные в сотрудничестве с Евгением Лифшицем. Злые языки говорят, что в книгах нет ни одной строчки Ландау и ни одной мысли Лифшица. Это, конечно, абсолютная ложь. Но, как говорится, для красного словца не пожалеешь и родного Лифшица. Я пользовался в свое время их книгами и многое извлек из них. Одно меня удивляет и смущает в этих книгах: полное отсутствие численных и опытных данных. Тем более изумительной кажется мне способность Ландау определять законность приближений. Ведь, за исключением простейших проблем, точных решений в физике не существует. Как же определить качество приближения при полном отсутствии численных оценок? Восхитительно и непонятно!

Среди открытий, которые Ландау не сделал, можно назвать **двухподрешеточную** модель антиферромагнетизма. Как я понимаю, Ландау рассматривал эту модель, но отбросил ее, потому что она не отвечала требованиям квантовой механики. Луи Нееля мало беспокоили требования квантовой механики, которую он, по правде говоря, мало знал, и он смело опубликовал эту модель. Модель оказалась исключительно плодотворной и принесла ему Нобелевскую премию. С квантовой механикой же впоследствии

удалось сговориться. Какое заключение из этого можно сделать? Для Ландау - на **всякого** мудреца довольно простоты, а для **Нееля** - Sancta Simplicitas (святая простота).

Во время нашего свидания с Ландау один член нашей группы, специалист по физической химии, рассказал о своей деятельности, может быть, слишком подробно. Ландау ему сказал: "Я уважаю хорошего химика, как уважаю хорошую кухарку, мастерицу своего дела. Чего я не люблю, так это когда кухарка лезет в философию. Так я себе представляю физического химика". Помню, я был шокирован этим замечанием, более невежливым, чем остроумным, по отношению к гостю, пусть даже действительно с преувеличенным чувством собственной значительности. На всякий случай про свою деятельность я предпочел промолчать.

В свои последние годы Паули, которого Ландау особенно ценил, страдал тем же недостатком: заменял остроумие резкостью. Зато юный Паули был обаятелен в своем **почтительно-насмешливом** отношении к великим учителям - Эйнштейну (как рассказано в главе "**Первый** взгляд на физиков") и Бору. Однажды он написал Бору о какой-то проблеме, и вежливый Бор сразу ответил: "Спасибо за письмо, по существу отвечу в четверг". Месяц спустя, все еще не получив ответа по существу, Паули написал Бору: "Дорогой профессор Бор, не обязательно писать в четверг, подойдет любой день недели."

Один из апостолов Ландау (скажем, Петр) рассказал мне о его привычке импровизировать в конце лекции на **какую-нибудь** тему, по ходу дела покрывая доску уравнениями, получая новые результаты, которые он открывал одновременно со слушателями. Один раз, находясь в кабинете Ландау, апостол с удивлением обнаружил целый ряд тщательно выписанных уравнений, предназначенных для завтрашней "**импровизации**". Когда я услышал эту историю, мне пришла в голову мысль о том, что может быть, Ландау **делал** предварительные численные оценки своих приближений, которые он потом опускал при публикации. Не верю, он в этом не нуждался!

Его ученики и сотрудники, с некоторыми из которых мне случилось встречаться впоследствии, испытывали к нему глубокое уважение и искреннюю любовь, но не было ни одного, кому не пришлось бы хоть раз пожаловаться на его жестокую и не всегда заслуженную критику, а порой (как, например, с его учеником Абрикосовым) и на авторитарный запрет публикации. Больше я про Ландау ничего не скажу: "Что знаю я, русскому читателю известно." Добавлю только, что в автобиографии Казимира "Narzard Reality" (Случайная действительность) есть много забавных историй про его встречи с юным Ландау (одну из них я рас-

сказал в главе **"Первый взгляд на физиков"**), но я не стану их переписывать здесь, это моя автобиография, а не его.

Мы побывали в Московском университете имени **Ломоносова**, здании, очень напоминавшем гостиницу **"Украина"**, только больше и выше. Нашим **"Виргилием"** был некий профессор **И.**, скользкий господин, который, очевидно, был в университете важной шишкой. Я к нему еще вернусь. Он рассказал нам про советскую систему высшего образования, про высокий уровень студенческих стипендий и преподавательских окладов. **"Верующие"** восхищались. Я нашел, что он жонглировал цифрами уж очень ловко, но смолчал. Но когда **И.** объявил, что студенты выслушивают тридцать пять часов лекций в неделю, что вызвало восторг **"верующих"**, я не вытерпел и спросил: "Когда же они думают?" Мой вопрос был встречен неодобрительным молчанием.

Позволь **мне**, о читатель, перенестись в четырехмерном пространстве на несколько месяцев вперед, в сентябрь 1956 года, и на тринадцать тысяч километров к западу, в американский город Сиэтл (Seattle) на побережье Тихого океана. Позже станет понятно, почему я приглашаю в эту поездку. Именно там проходила тогда громаднейшая конференция по теоретической физике (если память не изменяет, там не было ни одного представителя СССР). Она буквально кишела знаменитостями, **включая** нобелевских лауреатов, будущих и прошлых: **Юкава** и **Феликс Блох**, **Вигнер**, **Ли** и **Янг**, **Швингер** и **Томонага**, а также **Оппенгеймер**, **Кондон**, **Дайсон** и многие другие, которых я теперь забыл.

Там встретил я одного из самых замечательных людей нашего времени, который заслуживал Нобелевскую премию, по крайней мере, не меньше любого из тех, кого я только что назвал, **Георгия Гамова**.

Гамов, этот эксцентрический гений, родился в Одессе в 1904 году, получил высшее образование в Ленинградском университете и в 1928 году защитил диссертацию. В начале тридцатых годов он покинул родину и больше туда не возвращался. Во время попытки уплыть в гребной лодке из Крыма в Турцию он чуть не погиб вместе с женой, так как поднялась буря. Их спасли рыбаки. Попытка бегства в Турцию морем была столь нелепа, что власти поверили, что они просто катались в лодке и буря унесла их далеко от берега. Его вторая попытка покинуть СССР была успешнее. В 1933 году он получил приглашение на **Сольвеевский** конгресс (**Solvay**) в Брюссель. Благодаря протекции **Молотова**, с которым он, очевидно, был знаком, он получил разрешение взять с собой жену. Но по окончании конференции его ожидал неприятный сюрприз. Ланжевен сообщил Гамову, что разрешение на выезд он получил потому, что он, Ланжевен, дал слово, что

Гамов вернется в СССР по окончании конгресса и что это его долг. Гамов впал в уныние, но ему посоветовали обратиться к мадам Кюри, которая имела сильное влияние на Ланжевена. Она выслушала Гамова внимательно и пообещала поговорить с Ланжевенем. На следующий день она принесла Гамову **"разрешение"** Ланжевена остаться на Западе.

Важнейшее открытие Гамова - количественная теория- альфа-распада и, что еще важнее, связанное с ним общее явление квантового **туннелирования**, которое играет значительную роль в бесконечном числе физических явлений.

Гамов первый предположил, что Вселенная началась с **"Биг Бенга"**, т.е. с начального колоссального взрыва, и первый заговорил о существовании генетического кода. Он также сделал важный вклад в теорию бета-распада. Наконец, он написал серию замечательно забавных популярных книг о физике **"Приключения мистера Томкина"**. Он был большой шутник. Например, в своей книге о строении ядра, выпущенной издательством Оксфордского университета в 1937 году, он ссылается на публикацию Ландау в несуществующем журнале **"Червонный гудок"**, название которого он выдумал. Когда я рассказал об этом **Я.А. Смородинскому**, он признался мне, что сам тщетно разыскивал этот журнал в библиотеках. В работе, которую Гамов написал с **Альфером**, они выбрали соавтором Ганса Бете (не **спрося** его) лишь потому, что Гамову понравилась комбинация **"альфа, бета, гамма"**. Его книга о ядерной физике переиздавалась два раза. В предисловии к третьему изданию 1947 года он писал следующее (цитирую по памяти): "Сразу после первого издания последовало открытие нейтрона, которое тотчас обесценило мою книгу, сразу после второго издания появилась теория **компаундного** ядра Бора, сделавшая то же самое со вторым изданием. Прошу рассматривать третье издание как еще одну попытку вызвать новые открытия в ядерной физике." Он не ошибся: вскоре после выхода этого издания появилась теория ядерных оболочек **Марии Гепперт-Майер**, которая сильно изменила взгляды на структуру ядра.

Я познакомился с **Гамовым** на гигантской **Сиэтлской** научной ярмарке. Для развлечения участвующих была организована экскурсия на пароходе по **Пьюджетскому** проливу (Puget Sound), берега которого представляют собой пейзаж необыкновенной красоты. Сразу же после отплытия поднялся густой туман, скрывший берега и заморозивший нас до мозга костей. Капитан, **обеспокоенный** плохой видимостью (нельзя было видеть дальше кончика носа), пустил в ход **что-то** вроде сонара **и**, так как разговоры пассажиров ему мешали, предложил нам (не слишком любезно) заткнуться или очистить палубу, спустившись в каюты. Я по-

следовал его совету и спустился вниз. Внизу, в одном из салонов, полулежал, растянувшись на диване, одинокий, высокий (или, скорее, длинный) блондин неопределенного возраста с высоким бокалом (highball) виски в руке. Это был, конечно, Гамов. Он приветствовал меня на английском языке, на который нельзя было не ответить ему **по-русски**. Мы проболтали два или три часа, во время которых он сообщил мне о себе подробности, **изложенные** выше. Он рассказал, между прочим, как была встречена в Копенгагене его теория альфа-распада. Борн возражал против нее на том основании, что она приводила к комплексным значениям для энергии, а это было недопустимо. Гамов пожаловался Бору: **"Чего** им надо; я даю им правильное решение волнового уравнения, которое правильно описывает все факты, а они **капризничают"**. Позже Борн изменил свое отношение к теории и даже стал самым горячим ее поклонником.

Гамов сообщил мне, что только что был награжден премией Калинга (Kalinga Prize) за выдающуюся деятельность по популяризации науки. Премия должна была вручаться в Индии, но организаторы хранили молчание насчет расходов на дорогу, и он сомневался, покроет ли их премия. Я рассказал ему по этому поводу анекдот про игру **"угадай-ка"** на американском телевидении, где угадавшим заданную загадку вручают призы. Некто выигрывает поездку на Огненную Землю. Организатор спрашивает его: "Не угодно ли вам попытаться счастья на обратный билет?" Анекдот привел его в восторг. **"Я этот игрок"**, - сказал он.

Гамов был необыкновенно похож на другого выдающегося физика - **Невила Мотта**. У меня на стене висит фотография того самого Сольвеевского конгресса 1933 года, с которого Гамов не вернулся домой. Что за фотография! Всего там человек сорок и, кого там только нет! Из старших (родившихся в прошлом столетии) Бор, мадам **Кюри**, Ланжевэн, Резерфорд, братья де Бройль, Шредингер, Лиза Мейтнер, Иоффе, Крамере, Чэдвик, Дебай, Ричардсон, Боте. Из младших Гейзенберг, Дирак, Паули, Ферми, чета Жолито, Блэккетт, Кокрофт, Пайерлс, **"мой"** Фрэнсис Перрен, Гамов рядом с Моттом (как два близнеца) ...Сегодня, в 1990 году, только Мотт, Пайерлс и Фрэнсис Перрен еще в живых. В 1977 году Мотт получил вполне заслуженную Нобелевскую премию. Но для меня Гамов куда интереснее. Больше я с ним не встречался.

**"Позвольте,"** - спросит читатель, - "все это, может быть, и интересно, но зачем надо было скакать из Москвы в четырехмерном пространстве в середине разговора?" А вот зачем: я рассказал Гамову о своей поездке в Россию и о встрече с Ландау. Он погрузился в думу, потом сказал: "Нас было трое неразлучных:

Ландау, И. да я. Нас звали три мушкетера. А теперь? Ландау - гений, И. - все **знают**, кто **такой**, а я - вот **где"**. Он ткнул стаканом в самого себя, развалившегося на диване. Читатель поймет, я надеюсь, что я не смог отказаться от соблазна сблизить еще раз трех мушкетеров, хоть на бумаге.

Пока я еще в Сиэтле в сентябре 1956 года, позвольте рассказать про новую встречу с неподобным Феликсом.

Организаторы конференции поручили мне организовать и **провести** трехчасовую сессию, посвященную радиоспектроскопии. Я должен был собрать предложения желающих участвовать и **отобрать** достойные интересы доклады. Сначала казалось, что моей главной задачей будет найти достаточно добровольцев, чтобы заполнить три часа. Феликс предложил свой доклад в вагнеровском стиле, о котором я уже говорил не раз. Я приветствовал его предложение с энтузиазмом. Но в своих расчетах забыл про японцев, которых "как пчел из лакомого улья, на ниву шумный рой летит". Пришлось учинить строгий отбор и ограничить каждого докладчика двадцатью минутами. Возник конфликт с Феликсом: осведомленный вовремя о двадцатиминутном регламенте, он потребовал тридцать. Я охотно бы их ему подарил, но не мог потерять лицо перед моими японцами и не уступил. Когда пришла его очередь, я решительно объявил: "Двадцать минут, профессор Блох." - "Но вы же знаете, что это невозможно, дайте хоть двадцать пять." - "Девятнадцать минут профессор Блох". Он чуть не рассердился и едва не покинул эстраду, но раздумал и блестяще уложился в двадцать минут. Покончив с Сиэтлом, вернемся в Москву.

Из Москвы мы улетели в Киев. Я запомнил прогулки по **Крещатику**, заново застроенному **зданиями** того же сомнительного вкуса, хотя меньшего **масштаба**, чем в Москве, и экскурсию нашей группы по Днепру на роскошных быстрых моторных катерах, подобных которым я видел до сих пор только в голливудских фильмах. Потом вернулись в Москву; несколько дней пробыли в Ленинграде, куда ездили поездом. **"Люблю** тебя, Петра **творенье"**. Кроме этого, читатель, ты у меня о Ленинграде ничего не добьешься. Мы встретились там с ленинградскими теоретиками, **которые-де** не знали, есть ли в Ленинграде ускорители Ван де Граафа или циклотроны. Такая неосведомленность поразила даже наших **"верующих"**. Из Ленинграда снова вернулись в Москву, где наше пребывание было увенчано банкетом, который стал поводом для забавной сценки.

Старший нашей группы, физик-ядерщик **Розенблум**, тот самый, в чьей лаборатории десять лет тому назад у меня был плачевный опыт с вакуумной **камерой**, произнес благодарственную речь. **По-**

сле нескольких фраз он остановился для того, чтобы переводчица перевела на русский язык. Когда переводчица умолкла, **Розенблюм** (уроженец России и хорошо говоривший **по-русски**) по инерции, рассеянно, продолжил **по-русски**. Переводчица не растерялась и перевела на французский, а Розенблюм продолжил **по-французски**. Так они преследовали друг друга то одним языком, то на другом, среди всеобщего хохота, к которому не присоединился лишь бедный Розенблюм, ничего не заметивший.

В связи с темой переводов скажу еще, что у нас было три переводчицы, но одна из них всегда безмолвствовала. Она мне объяснила, что от автомобильной езды ее страшно тошнит; чуть только она успевала прийти в себя после одной поездки, как начиналась другая, и она была неспособна переводить. В Киеве ей повезло: наша гостиница находилась так близко от Института полупроводников, что мы пошли туда пешком. Мы уселись, директор произнес несколько слов приветствия, и наша обычная переводчица начала: **"Nous sommes dans l'Institut des semi-conducteurs..."**. Вдруг громкий голос ее поправил: **"demi-conducteurs."** Это заговорила наша **"переводчица валаамова"**. Все на нее оглянулись, она покраснела, как свекла, и, как Казбек, навек затихла.

## Карьера

В пору в гору

*Заморские посулы. - Великаны и истуканы. - Или ты, или тебя*

Хотя чистая наука, сосредоточенная в Институте фундаментальных исследований (ИФИ), давно уже стала полноправной частью программы **КАЭ**, вначале это было не так, и во время моего пребывания в Гарварде в **1952-1953** годах мне порой приходила в голову мысль о научной карьере в США.

За это время у меня были две возможности остаться в Америке. Через несколько месяцев после моего прибытия Гарвард предложил должность лектора (Lectureship) на два года. После этого мне обещали должность доцента (Assistant Professor) на срок пять лет. Затем, по гарвардскому правилу **"вверх или вон"** (Up or Out), следовал или уход, или повышение до постоянной должности экстраординарного профессора (Associate Professor). Доценту с малыми надеждами на повышение тактично намекали по истечении трех лет, что не мешало бы начать искать другое место. Венцом карьеры был ординарный, или полный, профессор (Full Professor).

К концу моего пребывания пришло второе предложение от **Вестингауза** (Westinghouse). Эта гигантская фирма желала создать (или, вернее, воссоздать) новейшую научную лабораторию в области магнетизма, низких температур и резонанса. Очевидно, слухи о моих скромных успехах в Оксфорде и Гарварде дошли до них. Они пригласили меня приехать в Питтсбург, чтобы **обсудить** их предложение. В Питтсбурге меня приветствовал сам директор отдела всех научных исследований **Кларенс Зинер** (Clarence Zener), физик с более чем приличной репутацией в области физики **твердого тела**. Он знал обо мне гораздо больше, чем я предполагал, в том числе мою старую работу о **синхротронном** излучении. Его волновали две проблемы. Первая - введение новых способов **борьбы** с промышленной пылью. Такая **борьба** превратила Питтсбург, прежняя репутация которого в этой области была далеко не **безукоризненной**, в чистый город. Второй проблемой было желание смыть пятно с репутации фирмы, которая во время **экономического** застоя тридцатых годов ликвидировала свои исследовательские лаборатории и безжалостно выгнала на улицу своих сотрудников. Зинер клялся, что такое никогда больше не повторится. Мое начальное жалование превышало бы в три или четыре раза мою гарвардскую стипендию, правда мизерную.

Я вовсе не собирался принимать предложение Вестингауза (если бы я решил остаться в Америке, то это был бы Гарвард), а **по**ехал в Питтсбург на **чужой** счет исключительно из любопытства. Дым, который, если судить по довоенным фотографиям, действительно тогда висел над городом, теперь исчез, но в большинстве зданий еще стояли электростатические аппараты для поглощения пыли. Кроме лабораторий мне показали еще университет, дурацкое сооружение в виде готической башни, которое носило громкое название **"Собора науки"**. (Я вспомнил о нем три года спустя в Москве при виде МГУ, здания иного стиля, но столь же нелепого.)

Но еще о Вестингаузе. Много лет спустя (не помню сколько) в Париж приехал их эмиссар, чтобы привлечь меня в **Питтсбург**. (Хочу надеяться, что у него были и другие причины для поездки.) С этим эмиссаром, неплохим специалистом в области физики твердого тела из Чикаго, я встречался пару раз. Фамилия его была Адаме (в английском издании я наградила его прозрачным псевдонимом Эвас). У него была странная особенность: он держался очень прямо, как истукан, и все его жесты были резкими и скачкообразными, как у автомата. С этим связана забавная история. В то время в Чикагском университете **работал** великий Ферми. В профессорской столовой университета, где иногда столовались и Ферми, и Адаме, работал официантом один простачок-итальянец, который боготворил своего соотечественника

Ферми. И вот несколько молодых физиков разыграли бедного парня, убедив его, что Адаме на самом деле является роботом, построенным его кумиром, Энрико Ферми. После этого каждый раз, принося **Адамсу** его заказ, итальянец долго вертелся около стола, чтобы посмотреть, как **"робот"** будет принимать пищу.

Может быть для того, чтобы меня соблазнить, Адаме пригласил меня в шикарный ресторан шикарного отеля Георг V (George V), более знаменитый среди французов роскошью сервировки, чем своей кухней. Внушительный метрдотель усадил нас и окружил роєм официантов. Адаме заказал форель с миндалем. Очевидно, она ему показалась пресной, потому что он, нагнувшись ко мне и кивнув на метрдотеля, заявил: "Мне плевать на то, что этот тип будет меня презирать, я велю ему принести горчицы". Ничего нельзя было прочесть на бесстрастном лице метрдотеля, когда он выслушал заказ. Через пару минут он вернулся величественно неся перед собой громадный поднос, весь уставленный банками **горчицы**, разнообразных форм и оттенков, каких мне никогда не приходилось видеть. Всегда ли так подают горчицу в столовой Георга V или это был способ выразить свое презрение, не могу сказать.

Адаме меня не убедил. И в **Питтсбург** я не поехал. Хотя сам я не верю, что Ферми построил робот (с обликом **Адамса**) я никому не уступлю в своем восхищении им. Его качества прекрасно описаны в **анекдоте**, который мне рассказал однажды Норман Рамзи. "Аспирант приходит к Роберту Оппенгеймеру с задачей, которую не смог решить. Тот ему в течение двух часов читает блестящую лекцию, из которой аспирант понимает очень мало, но уходит в восторге, что есть среди нас **гении**, способные решать задачи, недоступные простым смертным.

Затем он обращается к Швингеру, который за час решает задачу, и к тому же так, что аспирант понимает решение. Он уходит в восторге, что есть среди нас и такие гении, которые могут сделать столь трудные задачи доступными для простых смертных.

Наконец, он заходит к Ферми и выходит через пять минут в плохом настроении, страшно недовольный собой, что не сумел сам решить такую простую задачу."

Мое восхищение Ферми может оправдать мое странное поведение в следующем случае. На приеме, где мы были вместе с Сюзан, Ван Флек пригласил нас познакомиться с невысоким брюнетом с редкими волосами, прервав оживленный разговор Сюзан с мадам Ван Флек. Поэтому Сюзан не обратила должного внимания на невысокого брюнета с редкими волосами, с которым ее знакомили. Видя это, я ушпикнул ее (незаметно, но довольно больно) в первый раз в жизни. Кипя от негодования, она

ласково улыбнулась невысокому брюнету с редкими волосами, но при первой же возможности потребовала объяснения такому возмутительному поведению. "Это чтобы запечатлеть навеки в твоей памяти, что ты пожала руку Ферми."

В течение своей карьеры я получал еще дважды предложения из Америки. Первое, на должность полного профессора, пришло в январе 1958 года из университета Пенсильвании. Хотя Филадельфия (столица Пенсильвании) меня привлекала не более **Питтсбурга**, я не сразу отказался наотрез, по соображениям, которые объясню немного позже.

Второе предложение, тоже на должность профессора, гораздо более привлекательное, пришло в 1959 году. Громадный университет Калифорнии создавал новый филиал, посвященный исключительно исследовательской деятельности, среди восхитительного ландшафта на побережье океана вблизи Сан-Диего, в месте, называемом Ла Хоя (La Jolla). Президентом будущего департамента физики был Уолтер Кон (Walter Kohn), талантливейший физик и милейший человек. Это предложение было воистину соблазнительным. Быть приглашенным стать членом этого филиала считалось в США большим отличием. Я был тогда кандидатом на кафедру в Коллеж де Франс и, вероятно, уехал бы в Ла Хую, если бы не был выбран в Коллеж де Франс. Но я был выбран.

Вернемся к **КАЭ** и к развитию моей карьеры в этом **учреждении**. Передо мной стояла проблема включения моей юной личной лаборатории в жесткие рамки организации **КАЭ**. Фрэнсис Перрен хотел сделать ее частью лаборатории ядерной физики, которой заведовал **Андре Бертело (Andre Berthelot)**, ученик и бывший ассистент **Жолио**. Мне же казалось желательным иметь непосредственного начальника, более отдаленного от меня. Был вариант, который мне подходил и в целесообразности которого мне удалось убедить начальство: сделать из моей лаборатории "автономную **секцию**" в департаменте изучения реакторов (**ДИР**), см. с. 262. Главой его был Жак Ивон, у которого было слишком много подчиненных и слишком много важных проблем, чтобы дышать мне в затылок. В рамках своего бюджета я был полным хозяином, делал, что хотел, никому не мешал и никого не обижал.

Эта идиллия длилась два года, после чего возникли новые проблемы. На мою секцию начали заглядываться химики **КАЭ**, считая, что гораздо логичнее, чтобы она принадлежала департаменту химии. Быть под началом **химиков** - невыносимо. Ведь сказал однажды великий Блох: "Когда химики куда-нибудь забираются, пора оттуда уходить". Лучшая защита - нападение. Я намекнул Ивону, что в *Лаборатории физической химии*, **начальник** которой собирался уйти на пенсию, было больше физики,