

## **«КОГДА Я НЕМНОГО ОСВОБОДИЛСЯ»**

### **Последние работы по радиофизике**

В 1987 и 1988 годах, после выхода постановления Президиума АН СССР о введении ограничения по возрасту для сотрудников Академии наук, занимающих посты директоров институтов и членов Президиума, В.А. Котельников тотчас «подал в отставку» с поста директора ИРЭ АН СССР и вице-президента АН СССР. Он стал Почетным директором ИРЭ и советником Президиума АН СССР, продолжая при этом работать по остальным направлениям своей деятельности — руководить научными советами и участвовать в жизни института. «Немного освободившись», он вновь вернулся к теоретическим работам в области радиофизики.

Владимир Александрович очень радовался, что у него появилось свободное время, и на вопрос, чем он сейчас занимается, отвечал следующим образом: «Когда я освободился от своих наиболее сложных обязанностей, то решил

в свободное от работы время разобраться с вопросами, которые мучили меня долгие годы, но руки до них не доходили, все было некогда».

Начал Владимир Александрович, как он говорил, с «более простых» задач. Решил разобраться с «хвостами» радиосигналов.

На работу Владимир Александрович, как и прежде, приезжал каждый день точно в 9 часов. Рабочий кабинет у него был в помещении Президиума АН СССР (РАН), на Ленинском проспекте (д. 14). Один раз в неделю, а иногда и чаще, в зависимости от накопившихся дел, он бывал в ИРЭ. Там он продолжал вести заседания Ученого совета института и участвовать в обсуждении и решении различных научных проблем. Кроме того, приходилось бывать на различных совещаниях в других организациях. Когда Владимир Александрович приезжал в Президиум, то сначала решал все вопросы по работе. В случае если «возникало окно» — выдавались свободное время, он брался за свою научную работу. Как вспоминала Антонина Васильевна Зайцева, его бессменный помощник на протяжении многих лет, Владимир Александрович, по его словам, «наверстывал упущенное» — заказывал в библиотеке и просматривал огромное количество научной литературы. Его записи и расчеты были всегда при нем. Он много занимался дома, — по вечерам, когда возвращался с работы, и в выходные дни. После работы стал чаще возвращаться домой вовремя и, быстро поужинав, садился допоздна работать. Когда ехали на дачу, то с ним всегда был портфель с научной литературой, его записями и компьютер.

Для решения своих задач Владимир Александрович с интересом и удовольствием освоил персональный компьютер. Он свободно проводил на нем расчеты и сам набирал тексты статей, включая формулы. Когда в процессе освоения и работы у него возникали какие-нибудь проблемы, то на помощь приходили домашние — зятья и старшие внуки. Особенно ему было приятно, когда что-нибудь подсказывали внуки.

Первый компьютер у Владимира Александровича появился еще в 1970-х годах. Он купил его в одной из командировок. Это был, конечно, простенький, по современным меркам, карманный компьютер, но на нем можно было проводить не очень сложные математические расчеты. У него было даже печатающее устройство — на достаточно широкой бумажной ленте, как у современного кассового аппарата, распечатывались результаты расчетов. Компьютер был всегда при Владимире Александровиче, и он им постоянно пользовался, когда надо было проводить математические вычисления в ходе его работы над какой-то проблемой. Во всяком случае, когда Владимир Александрович вечером или в выходные дни работал дома, компьютер был постоянно «в деле».

Вскоре после «изменения статуса» Владимира Александровича его жене, Анне Ивановне и Антонине Васильевне удалось уговорить его взять «библиотечный день». Таким образом, в случае, когда не было срочных дел, один день в неделю он работал дома. Распорядок дня в этот день оставался у него обычным — вставал, как всегда, очень рано — в 5 ч 45 мин и после зарядки и завтрака садился до вечера работать, с перерывом на обед и на 15–20-минутный отдых в кресле. Вечером он, как правило, выходил на прогулку с Анной Ивановной, с кем-нибудь из домашних или один.

Своим новым положением Владимир Александрович был очень доволен.

Его коллеги вспоминали случай, свидетелями которого им довелось быть.

На одном из Общих собраний Отделения физических наук РАН (раньше Отделение общей физики и астрономии), в котором состоял Владимир Алек-

сандрович, неожиданно произошел очень неприятный инцидент. Получилось так, что академика А.М. Прохорова не переизбрали на пост академика-секретаря Отделения, который он до этого занимал в течение ряда лет. Было видно, что для Александра Михайловича это явилось неожиданностью и страшным ударом. Неожиданным это оказалось и для Владимира Александровича, который не был в курсе планов членов отделения по «кадровым изменениям». После заседания Владимир Александрович, видя, что Александр Михайлович очень расстроен, подошел к нему и начал успокаивать: «Александр Михайлович, не стоит так расстраиваться. Вы себе не представляете, как на самом деле это хорошо! Вот я, например, очень доволен, что ушел с постов директора института и первого вице-президента. Раньше я приезжал на работу, и меня ждала вот «такущая» кипа бумаг (он развел руки, показывая, какая это была огромная кипа), да еще масса всяких срочных дел, совещаний и прочее. На науку оставалось совсем немного времени. А теперь — всего вот столько бумаг (показал небольшую стопку) и гораздо меньше всяких совещаний. Остальное же время у меня остается на науку. Это замечательно!» И Владимир Александрович был абсолютно искренен.

Нагрузка по работе у Владимира Александровича, по меркам обычного человека, была, конечно, очень большая. Ему же, при его организованности и привычке чрезвычайно много работать, она казалась вполне умеренной.

Работал Владимир Александрович очень много, правда, дела по его научным темам продвигались не настолько быстро, как ему того хотелось бы.

Страшное горе, которое обрушилось на нашу семью, выбило его на какое-то время из «колеи». В 1990 году умерла жена — Анна Ивановна Богацкая-Котельникова, с которой он прожил в большой любви и согласии 52 года, а позже, в 2000 году, в возрасте 60-ти лет скончался сын — Шурик (Александр Владимирович Котельников). Папа очень тяжело переживал их уход из жизни, но, будучи человеком очень сильным и сдержанным, не сетовал, не жаловался — «загонял» боль внутрь себя и старался успокоить и поддержать нас, членов его семьи. Однако было видно, насколько ему тяжело. После каждого из этих события он долго болел, и вообще, стал болеть чаще. Однако Владимир Александрович продолжал работать даже в периоды болезни, и когда находился дома, и в больнице. Работа и забота близких ему людей были для него лучшим лекарством.

К 1996 и 1997 гг. Владимир Александрович завершил обе свои работы по радиофизике — «Сигналы с минимальным вредным спектром» (Радиотехника и электроника. 1996. Т. 41, № 7. С. 773–780) и «Импульсы с наименьшей энергией на частотах вне заданной полосы» (Радиотехника и электроника. 1997. Т. 42, № 4. С. 436–441). Он сам полностью подготовил статьи к печати: набрал на компьютере тексты и формулы, построил графики. Владимир Александрович обсудил их на семинарах в ИРЭ и в МЭИ и отправил в печать. В знак благодарности за помощь в работе с компьютером Владимир Александрович подарил своему внуку, студенту Московского физико-технического института Андрею Прохорову отпечатки этих работ. Дарственная надпись на одном из них гласила: «Андрею с большой благодарностью за помощь в обуздании компьютера. 17.10.1996 В. Котельников».

Таким образом, в 88 и 89 лет В.А. Котельников опубликовал последние свои статьи, замыкающие круг его работ в области радиофизики.

Академик Ю.В. Гуляев в своих воспоминаниях так определил уровень и значение этих работ: «Эти работы Владимир Александрович, как в молодые годы,

выполнил в одиночку и опубликовал почти накануне своего 90-летия! В них он решал задачу обратную той, которую рассматривал в своих предыдущих работах. Если раньше он определял, какой должен быть сигнал, чтобы его можно было передать по заданному каналу, то теперь наоборот — как подобрать канал для заданного сигнала, чтобы передать его наилучшим образом. Владимир Александрович опять опередил свое время. Работы эти сейчас пользуются очень большой популярностью. Раньше радиоэлектроника не позволяла менять канал, и приходилось подбирать сигнал. Теперь же можно подобрать канал так, чтобы он оптимальным образом пропускал сигнал, при этом еще и «подчищал» его, отфильтровывая всякие паразитные шумы, которые на выходе не дали бы его как следует расшифровывать. По сути дела это адаптивные каналы. Это были его самые последние научные публикации. Затем он занялся квантовой механикой [73].

### Квантовая механика

**ВАК:** «Когда я разобрался с более простыми задачами и опубликовал результаты, то решил заняться квантовой механикой. Ну, как же так? Так же невозможно. Надо же все-таки ее понимать! Что же, я так и помру, не разобравшись с этими постулатами? Многие люди, когда в старости освобождаются от части своих обязанностей по работе, или просто уходят на пенсию, находят для себя какое-нибудь приятное занятие — кто-то решает шахматные задачки или кроссворды, увлекается рыбалкой, выращивает цветы, кто-то пишет мемуары или еще что-то делает, а мне вот хотелось разобраться с квантовой механикой».

Однажды, то ли после одного из заседания Президиума, то ли на Общем собрании РАН, академик Виталий Лазаревич Гинзбург, к которому Владимир Александрович относился с глубоким уважением и большим теплом, в разговоре с ним спросил: «Владимир Александрович, а чем Вы теперь собираетесь заняться?»

— Да вот, хочу разобраться с квантовой механикой, мне там многое не нравится, слишком много постулатов. Может, удастся объяснить как-то более понятно.

— О-о-о, не советую! Это — гиблое дело! Сам бы я за это дело не взялся.

— Так тем и интереснее! — ответил Владимир Александрович и поинтересовался, — А как там с уравнением Шредингера на сегодняшний день, все в порядке? Оно «работает»?

Виталий Лазаревич подтвердил, все нормально — «работает».

Пересказывая этот разговор, Владимир Александрович заметил: «Я теперь достиг такого возраста и положения, что могу позволить себе заняться “всякой ересью”». Он имел в виду, что не занимает никаких ответственных постов и у него появилось свободное время, которым он может распорядиться по своему усмотрению — заняться чем-нибудь для себя интересным и приятным, «для души», возможно, даже и никчемным. При этом он тихо добавил: «Только, по возможности, не впадая в старческий маразм».

Интерес к квантовой механике у Владимира Александровича возник еще в молодости. Его творческий путь начался в 1927 году, когда он, увлеченный радиотехникой восемнадцатилетний выпускник первого курса Московского энергетического института, по собственной инициативе отправился на практику в Нижегородскую радиолaborаторию (НРЛ). Это было время, когда радиотехника

была на самом начальном этапе своего развития. В эти же годы зарождалось и новое направление в физике — квантовая механика.

1900 г. — М. Планком были введены первые квантовые представления.

1905 г. — А. Эйнштейном создана теория фотоэффекта, квантовая теория света (введено понятие фотон).

1922 г. — А. Комптоном осуществлены опыты, доказавшие экспериментально корпускулярно-волновую природу света.

1924 г. — Луи де Бройль выдвинул гипотезу о всеобщности корпускулярно-волнового дуализма...

1926 г. — написано волновое уравнение Шредингера, ставшее основным уравнением нерелятивистской квантовой механики.

Квантовая механика будоражила умы научной интеллигенции, в среде которой горячо обсуждались новые работы, появившиеся в этой области. Естественно, волна интереса к этой «загадочной» науке захватила и молодого Владимира Котельникова. По-видимому, первое «соприкосновение» Владимира с квантовой механикой произошло как раз во время его первой практики в НРЛ. Тогда Борис Андреевич Остроумов, к которому он приехал, планировал заняться изучением эффекта А. Комптона, повторить его опыты. Борис Андреевич решил приобщить к этому делу и только что появившегося в лаборатории практиканта — Владимира. Они обсуждали опубликованную А. Комптоном работу, Владимир начал знакомиться с литературой... Но неожиданно в лабораторию поступил срочный заказ от военных на разработку и изготовление аппаратуры для прожекторных войск, и планы изменились — Владимиру было поручено изготовление прибора для измерения однородности светового пучка прожектора — «тройного характеристографа». Это и была его первая научная работа.

Владимир, наряду с горячим увлечением радиотехникой, очень интересовался физикой и математикой и, помимо своего обучения в МЭИ и МГУ, очень много занимался сам, изучая курсы теоретической физики и высшей математики. Квантовой механикой он начал интересоваться, фактически, с самого начала развития этого направления. Этому способствовали, конечно, и обсуждения с Б.А. Остроумовым эффекта Комптона, и беседы о волновой механике в кругу отца и его знакомых — профессоров математики и механики, и среди студентов и преподавателей на физико-математическом факультете МГУ.

Первые книги по квантовой механике, сохранившиеся в его библиотеке, относятся к 1931–1933 гг. В дальнейшем, по мере появления новых книг, он их приобретал и просматривал, но на серьезное изучение времени не хватало. Как потом вспоминал Владимир Александрович, каждый раз после прочтения очередной книги у него оставалось ощущение неудовлетворенности от того, что «до конца» понять квантовую механику ему не удавалось — очень уж ему не нравилось большое количество постулатов. Но он мечтал все же когда-нибудь в ней разобраться.

Помню, как-то в середине 1960-х годов, я, в то время студентка физфака МГУ, во время сессии сидела дома и готовилась к экзамену по квантовой механике. В обед появился папа. После того как мы переехали жить на Ленинский проспект, он, как правило, обедал дома. Очередей и суеты столовых он не любил. Обедал очень быстро, минут 10–15. Еду ему кто-нибудь из домашних быстренько подогревал, а если никого дома не было, то оставленный для него обед он грел сам. Затем минут 15–20 отдыхал в кресле, сидя с закрытыми глазами, а потом быстро убегал опять на работу. Папа умел сразу засыпать

и просыпаться в намеченное им время. Мы смеялись, говорили, что он как Штирлиц (советский разведчик — главный герой вышедшего приблизительно в то время романа Ю. Семенова, а позже и снятого по его сюжету фильма «17 мгновений весны»). Пробок на дорогах тогда не было, и на машине он очень быстро добирался до работы.

Встретив меня в прихожей, папа весело поприветствовал:

— О, ты дома. Как дела? Как экзамены?

— Да нормально. «Кванты» готовлю, — ответила я.

— Д-а-а-а?! — Папино «да» прозвучало вопросительно, удивленно, восхищенно и с подчеркнутой значимостью услышанного.

Вообще, его «да» имело массу оттенков. Простое короткое — утверждение или вопрос. Более продолжительное, с большим «взлетом в высокие частоты» — удивление, изумление, восхищение... В данном же случае оно было наделено сразу целым «букетом» оттенков.

— Ну и как? — поинтересовался он.

— Да нормально, только постулаты раздражают. Что, нельзя было объяснить, что за ними стоит?

— Вот, вот, вот! — Горячо поддержал он. — Мне они тоже очень не нравятся! Слушай, а ты не можешь, когда сдашь экзамен, дать посмотреть твой учебник?

После сессии я дала папе учебник, по которому мы занимались — «Квантовую механику» А.А. Соколова и др., и потом наблюдала, как в течение какого-то времени он по вечерам после работы и в выходные изучал его.

И, наконец, после 1997 года, «немного освободившись», Владимир Александрович «погрузился» в квантовую механику. Не считая себя специалистом в этой области, он рассматривал эту свою деятельность как «хобби на старости лет». Сначала Владимир Александрович внимательно изучил большое количество книг по «классической» квантовой механике. Работы по «альтернативным течениям» ему не попадались, и он не стал их специально разыскивать — говорил, что у него не так много осталось времени, чтобы разбираться в море работ, которые имеются на сегодняшний день. У него было желание посмотреть, что же у него самого получится.

**ВАК:** «Взял я книжки. Внимательно прочитал их и смотрю — ни на что не похоже: ни на теоретическую механику, которую я очень люблю — очень стройная наука; ни на геометрию, которую я тоже люблю, там тоже очень стройно все построено; ни на электродинамику, где имеются уравнения Максвелла, и из них все логично и строго вытекает. А тут начинается следующее — вводятся отдельные постулаты, говорится, что “по аналогии, наверное, так”, “вот частица, а она не имеет траектории...”

Ну, вот основное, скажем, везде сказано, что “у частицы нет траектории”. Чтобы выйти из этой ситуации, Фейнман, например, придумал “интеграл по траекториям”. Через каждую точку имеется пучок вероятностных траекторий. На которой из них находится частица, мы не знаем. Мы знаем только вероятность, что она находится в такой-то точке, и вероятность того, что если она в этой точке, то пойдет по определенной траектории, которую вы можете определить, если знаете волновую функцию. Но, ведь возможно, что как только вы начнете эту траекторию мерить, то нарушите ее, изменяя вероятность нахождения там частицы. К тому же от того, что эту траекторию не удастся измерить, (ну, приближенно, можно в разных камерах там искровых и прочих), — нельзя говорить, что ее нет.

То, что Вы что-то не можете померить, не означает, что этого не существует. Можно, конечно, условиться, что “если нельзя что-то померить, то этого не существует”. А можно сказать другое — что “существуют некоторые вещи, которые не удается померить, но если я их введу в рассмотрение, так тогда оно делается более наглядным”.

Вот, скажем, в других разделах физики вводятся разные понятия, например, “сила”, используются векторы — хотя все понимают, что это некоторые условные “штуки”, но это позволяет рассуждать и получать верные результаты.

Таким же образом можно создать и наглядную модель квантового мира, которая будет описывать накопленный экспериментальный опыт...

И мне захотелось выделить отдельные постулаты и постараться из них вывести все остальное как-то более стройно, чем это сделано в книгах. Но я скоро убедился, что лучше не скажешь. Над этим столько работали! И тут у меня начали появляться “еретические идеи”. Я стал их развивать и ждать, когда же зайду в тупик, в противоречие с экспериментальными фактами. Но пока все “укладывается” очень хорошо.

Сейчас я нахожусь на такой стадии, что пока не хочу выходить на широкое обсуждение моих результатов и подвергаться критике со стороны физиков, которые знают современную квантовую механику гораздо лучше меня. Они ее изучали в вузах, продолжают заниматься до сих пор и хорошо знают все эти фокусы, правила и детали, которые выдумали. Я же квантовой механикой более или менее обстоятельно начал заниматься совсем недавно, когда уже совсем состарился. Когда я учился, она была на стадии становления, и на лекциях, которые я слушал в Московском университете, о ней рассказывали только “намеками”. Потом я еще что-то немного читал урывками. Поэтому, прежде чем обсуждать то, что у меня получается, мне хочется посмотреть, как это все будет развиваться дальше. Не подойду ли я к какому-то случаю, который вот таким наглядным способом уже не удастся рассмотреть, и я приду к каким-нибудь противоречиям в системе.

Ну, и потом, я не знаю. Меня несколько удивляет, почему никто другой до меня этого не делал. Я просмотрел много литературы, потом мне понаташили еще массу книг, но до сих пор я не видел, чтобы такое где-то было. Поэтому есть некоторое подозрение, что этот путь или как-то слишком сложен, или имеет в своей основе какие-то ошибки. Так что я хочу в этом разобраться, чтобы не сказали, что вот, на старости лет какой-то ерундой занимается.

Вот этим я сейчас занимаюсь. Это меня увлекает, потому что, конечно, очень интересно». (Фрагмент беседы с В.А. Котельниковым, записанной в январе 2000 г.)

Работал Владимир Александрович очень много, увлеченно, даже с азартом.

«Квантовая механика», — книги, его записи, а на последующих этапах работы его вычисления и компьютер, была с ним везде — дома, на работе, на даче и даже в больнице, когда ему случалось туда попадать.

Когда папа работал дома, то свои проблемы он обдумывал сидя за письменным столом. Писал он обычно простым карандашом на листах обычной писчей бумаги. На каждом листе ставил дату и номер страницы, «чтобы не запутаться». Когда ему нужно было особенно сосредоточиться, чтобы разобраться с каким-нибудь очень сложным вопросом, он садился в кресло и закрывал глаза. У него вообще была манера обдумывать что-то особенно сложное с закрытыми глазами. Иногда создавалось впечатление, что он просто спит. Когда я по какому-нибудь

делу заходила к папе в кабинет и заставляла его сидящим в кресле с закрытыми глазами, то окликала его очень, очень тихо, потому что было неясно — отдыхает он или думает. Если он откликнулся, то я спрашивала: «Не мешать?» В случае, когда папа сосредоточенно думал и не хотел, чтобы прерывали ход его мыслей, он отвечал: «Да, пожалуйста, если можно».

Работать над квантовой механикой папе помогал наш кот, которого звали Бакс или Баксик. Папа его очень любил, и тот отвечал ему полной взаимностью. Баксик любил приходить к папе в комнату и устраиваться в кресле или на кровати, которая всегда была аккуратно застелена. Папа не любил неубранной постели и, как только вставал, сразу ее застилал. Когда он садился работать, кот перебирался к нему на письменный стол и пристраивался там, продолжая наблюдать за тем, что происходит. Даже засыпая, кот продолжал внимательно посматривать сквозь узенькую щелочку одного почти закрытого глаза. Периодически папа аккуратно отодвигал его, когда тот слишком «наползал» на бумаги, приговаривая при этом: «Ну, Баксик, ты так мне мешаешь. Давай-ка подвинься немного». Папа его не прогонял, а кот, в свою очередь, не обижался, не убежал, а спокойно отодвигался. Если папа пересаживался в кресло, то Бакс тут же устраивался у него на коленях. А еще больше он любил разлечься, вытянувшись вдоль папиного живота, положить лапки ему на грудь, а голову пристроить так, чтобы его мордочка была почти у самого папиного подбородка. Так, под Баксино урчание, папа обдумывал свою квантовую механику, или они вместе отдыхали.

Периодически папа некоторые из своих черновики набирал на компьютере. Сразу, по ходу размышлений, он не вводил материал в компьютер, — говорил, что думается ему лучше «с карандашом и бумагой». «Печатать» папа научился всеми 10-ю пальцами «вслепую».

Он вообще любил осваивать что-нибудь новое. Однажды, когда папа лежал в больнице, я приехала к нему и стала доставать из своей сумки привезенные для него вещи, книги, а также бумаги и документы, переданные Антониной Васильевной для просмотра и на подпись. Вместе с бумагами из сумки выскользнула и моя «тренировочная клавиатура» — картонка, которую я вырезала и разметила в соответствии с клавиатурой моего компьютера. Я ее использовала для того, чтобы между делом, когда выдается свободная минута, тренироваться печатать «вслепую». Увидев ее, папа очень оживился и поинтересовался, что это такое. Когда я ему объяснила, он ее рассмотрел, примерился и попросил меня сделать ему такую же — «загорелся» тоже научиться печатать «вслепую». Я, конечно, оставила ему свою «клавиатуру», объяснив, как при работе должны располагаться на ней пальцы левой и правой рук. Он тут же начал тренироваться. Потом, когда папа уже выписался из больницы, у нас появилась специально предназначенная для этих целей программа «Виртуоз», которую установили на его компьютер, и он в перерывах между своими занятиями квантовой механикой с удовольствием обучался «слепой печати». Освоил он это дело довольно быстро. Только единственное — папа не мог печатать очень быстро, поскольку с возрастом пальцы стали не такими подвижными, как в молодости.

Самым интенсивным и, по-видимому, плодотворным периодом работы Владимира Александровича над квантовой механикой был 2000–середина 2003 гг., когда он «вышел» на свой последний вариант «Модельной нерелятивистской квантовой механики». Особенно много он работал во время отпуска на даче. Он целыми днями сидел за компьютером, так что я стала даже беспокоиться за его здоровье.



Свои соображения по квантовой механике он обсуждал лишь в беседах с близкими и знакомыми.

Однажды я спросила Владимира Александровича — не будет ли ему обидно, если окажется, что его идея не верна или это уже кем-то сделано, ведь так много сил и времени он тратит на «свою квантовую механику». Он на мгновение задумался и сказал: «Нет, конечно, ведь я получаю столько удовольствия!»

В конце 2003 года Владимир Александрович собирался получившиеся результаты напечатать и обсудить на семинаре со специалистами. Я спрашивала его, — не боится ли он, что при обсуждении теоретики его «заклюют»? На что он спокойно, даже с некоторым «куражом» отвечал: «Ну что же, пусть клюют. А я буду отбиваться. Всякая теория, которая не противоречит здравому смыслу, основным законам природы и накопленным экспериментальным данным, имеет право на рассмотрение». Но не успел! На 97-м году жизни творческий путь Владимира Александровича оборвался на почти законченной, но не опубликованной работе «Модельная нерелятивистская квантовая механика» [73].

11 февраля 2005 г. В.А. Котельников скончался.

Черновики незаконченной рукописи В.А. Котельникова «Модельная нерелятивистская квантовая механика (размышления)» впервые были опубликованы в 2008 году издательством ФИЗМАТЛИТ. В этой публикации были представлены результаты первого этапа развития «еретических идей» Владимира Александровича. В ней дано описание построения его «модели» нерелятивистской квантовой механики. Затем в рамках этой модели им было рассмотрено поведение частицы в свободном пространстве, прохождение сквозь отверстия и потенциальный барьер (туннельный эффект). Проанализированы эксперимент прохождения через две щели и квантовая интерференция. Построены теория стационарных состояний и теория атома водорода и осциллятора, теория нестационарных состояний и квантовых переходов.

Помимо тех результатов, которые теперь уже опубликованы, Владимир Александрович обдумывал и планировал написать также главу, посвященную тому, как в рамках его модели можно описать поведение электрона в магнитном поле.

После того как «Модельная нерелятивистская квантовая механика» увидела свет и появились первые отзывы на работу, оказалось, что Владимиром Александровичем создана теория, которая относится к так называемым «теориям скрытых параметров». В данной модели «скрытым параметром» является траектория точечной частицы.

#### *Немного истории.*

С первых же лет, последовавших за открытием волновой механики, ее развитие пошло по двум направлениям, сторонники которых находились и по сей день находятся в непримиримом противостоянии. Одно направление — чисто вероятностная интерпретация квантовой механики, которая исключала возможность традиционного для классической физики точного описания атомных явлений как происходивших в пространстве и времени и тем самым исключала детерминизм. Это направление связано с именами М. Борна, Н. Бора, В. Гейзенберга, В. Паули, П.А.М. Дирака и др.

Другое направление поддерживали физики, настаивавшие на том, что теоретическая физика должна оставаться детерминистической и продолжать использовать ясные образы в классических рамках пространства и времени. Ключевыми фигурами этого направления были такие видные физики, как М. Планк, А. Эйнштейн, Л. де Бройль, Е. Шредингер, которых поддерживал и ряд других ученых.

Практически с самого начала, в 1924–1927 гг., Луи де Бройль, выдвинувший гипотезу о всеобщности корпускулярно-волнового дуализма, сделал попытку предложить другую интерпретацию квантовой механики, альтернативную вероятностной. Он создал теорию «двойного решения», но поскольку у него возникли непреодолимые трудности при ее математическом описании, он предложил более упрощенный способ представления — «теорию волны-пилота». Эта теория была раскритикована Паули, который выдвинул против нее, как тогда казалось, серьезные возражения.

В 1932 году фон Нейман доказал свою знаменитую теорему о том, что проверенные опытом вероятностные законы в той форме, которая принята в волновой механике, несовместимы с существованием скрытых параметров. Таким образом, путь к отступлению был отрезан: вернуть частице ее классическое определение, привлечь скрытые параметры к интерпретации формализма квантовой механики стало невозможно. Доказательство фон Неймана, абстрактное и изящное, производило сильное впечатление.

После этого Луи де Бройль «сдался», но, как потом оказалось, — временно. Он оставил свои попытки создания альтернативной теории и принял сторону «вероятностной интерпретации», сохранив все же в душе по поводу нее некоторое сомнение.

В дальнейшем большинством физиков квантовая механика интерпретировалась чисто вероятностным образом.

Однако не все физики безоговорочно приняли ставшую доминирующей точку зрения. Среди них были Планк, Эйнштейн, де Бройль и Шредингер — ученые, сыгравшие чрезвычайно важную роль в развитии квантовой механики, вклад которых справедливо подчеркивается почти в каждом элементарном учебнике. Подвергаясь жесткой критике, они продолжали «стоять на своем» — категорически отвергали вероятностную интерпретацию и выдвигали против нее серьезные возражения. Ответа от оппонентов на некоторые из своих возражений они так и не получили. Их поддерживал Г.А. Лорентц и некоторые другие физики.

Планк так выразил свое окончательное мнение: «Если бы квантовая теория по всем пунктам превосходила классическую теорию или же была равноценна ей, то от последней не только можно, но и нужно было бы отказаться в пользу первой. Это, однако, решительно не так... И дело совсем не в том, что квантовую теорию невозможно применить, а в том, что, будучи применена, она приводит к результатам, которые не согласуются с нашим опытом».

Эйнштейн незадолго до своей смерти, последовавшей в 1955 г., писал: «Действительно, если статистическая квантовая теория не претендует на полное описание индивидуальной системы (и ее поведения во времени), то попытки найти это полное описание индивидуальной системы где-то еще, по-видимому, неизбежны... В рамках концептуальной схемы статистической квантовой теории элементов такого описания не содержится. С учетом этого приходится признать, что указанная схема в принципе не может служить базисом теоретической физики». Еще до этого Эйнштейн сформулировал некоторые из своих возражений против квантовой теории в виде экспериментальных ситуаций, в которых, как он считал, эта теория должна приводить к парадоксальным результатам.

Шредингер был более язвительен, формулируя свою окончательную позицию: «Новая наука (квантовая механика) дерзко претендует на право произвести переворот всей системы наших философских взглядов. Делает вид, будто бы рафинированные измерения, поддающиеся простому рассмотрению в рамках квантовомеханического формализма, можно осуществить на самом деле. Их осуществить нельзя... В этом фундаментальном плане действительные измерения над отдельными индивидуальными системами никогда не рассматривались, потому что существующая теория для этого не приспособлена».

Что касается Луи де Бройля, способствовавшего открытию квантовой теории, то он, оставив свои попытки построить теорию, способную конкурировать с квантовой механи-

кой, тем не менее, неоднократно выражал удивление по поводу той формы, которую она, в конце концов, приобрела. В 1952 году вышли работы Д. Бома «О возможности интерпретации квантовой теории на основе представления о “скрытых” параметрах», где была представлена его теория. Эта теория явилась как бы развитием идей, высказанных еще в 1924–1927 гг. Луи де Бройлем. К тому же Д. Бом показал, что возражения Паули, в свое время выдвинутые против теории «волны-пилота» Луи де Бройля, несостоятельны. Работы Д. Бома вдохновили Луи де Бройля вернуться к своим прежним концепциям. При этом он внимательно и теперь уже критически пересмотрел теорему фон Неймана, показав, что к теориям «двойного решения» и «волны-пилота», равно как к «теории скрытых параметров» она неприменима, что снижает ценность полученного им результата. Луи де Бройль считал, что «...возможно, в один прекрасный день окажется, что квантовая теория дает нам лишь статистическое представление определенных аспектов лежащей за ней физической реальности, которую она не в состоянии описать полностью».

Среди физиков кроме Д. Бома были и еще приверженцы взглядов Эйнштейна и де Бройля. Наиболее известные из них — Л. Яноши и Дж. П. Вижье.

Впоследствии теория скрытых параметров развивалась и совершенствовалась, подвергаясь при этом, как и прежде, яростной критике [67].

Например, в 1972 году, апеллируя все к той же теореме фон Неймана, оппоненты «теории скрытых параметров» пишут: «Значение теоремы фон Неймана для физики заключается в том, что именно благодаря этой теореме мы уверены в логической замкнутости нерелятивистской квантовой механики, и в том, что никакие попытки “подправить” ее с помощью эклектической мешанины из отдельных элементов аппарата квантовой механики и гипотезы о скрытых параметрах невозможны» [68].

В свое время по поводу подобного рода критики Луи де Бройль писал: «История науки показывает, что прогресс науки постоянно тормозился тираническим влиянием некоторых концепций, которые, в конце концов, стали считаться догмами. Ввиду этого следует периодически подвергать глубочайшему пересмотру принципы, которые были признаны как окончательные и больше не обсуждались».

Таким образом, Владимир Александрович, не будучи знаком с работами своих предшественников, отталкиваясь лишь от уравнения Шредингера и опираясь на свое знание классической физики, совершенно независимо воспроизвел всю логику теории скрытых параметров, идущую от работ Эйнштейна и развивавшуюся впоследствии Луи де Бройлем, Д. Бомом и рядом других авторов. Вводя свою терминологию и свои обозначения, он получил все основные результаты нерелятивистской квантовой механики на своем языке, аналогично тому, как это сделал в свое время Д. Бом. Кроме того, в работе Владимира Александровича приведено много примеров и частных задач, отсутствующих в других книгах по теории скрытых параметров.

Сторонники теории скрытых параметров существуют и сегодня. Научная дискуссия продолжается. А, как известно, — «истина рождается в споре».

