
ЭТЮДЫ
ОБ УЧЁНЫХ

“ОН ПРИПОДНЯЛ УГОЛ ВЕЛИКОГО ЗАНАВЕСА”

К 125-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЛУИ ДЕ БРОЙЛЯ

© 2017 г. Р.Н. Щербаков

Таллин, Эстония

e-mail: robertsch961@rambler.ru

Поступила в редакцию 15.08.2016 г.

Имя выдающегося французского физика-теоретика, лауреата Нобелевской премии Луи де Бройля, автора гипотезы о существовании волн не только у световых частиц, но и у частиц материи, навсегда вошло в историю квантовой механики. Статья повествует о полном внутреннего драматизма жизненном пути учёного, его озарениях и заблуждениях, которые сопровождают трудный поиск истины.

Ключевые слова: квантовая механика, волновая механика, концепция волны-пилота Луи де Бройля, волновые свойства электрона, волны де Бройля.

DOI: 10.7868/S0869587317080084

Луи де Бройль родился 15 июля 1892 г. в портовом городе Дьеп на берегу Ла-Манша. Аристократический род, из которого он происходил, дал Франции немало известных военных и политиков, а вот Луи и его старший брат Морис выбрали иную стезю, но также добились многого: Морис проявил себя как талантливый физик-экспериментатор, а Луи – как гениальный теоретик, ставший “крупнейшей фигурой французской физики XX века” [1, с. 61].

Начальное образование Луи де Бройль получил дома, а с 14 лет продолжил его в лицее, по окончании которого юноше была присвоена степень бакалавра по философии и математике. В 1910 г. он поступает на исторический факультет Парижского университета, но довольно скоро разочаровывается в своём выборе, им овладевают другие интересы. Благодаря Морису Луи узнаёт о состоянии физической науки того времени, а главное – постигает роль эксперимента в разгадке механизма физических явлений, его необходимость в построении будущей научной теории и в последующей проверке предсказанных доселе неизвестных явлений. Сильное впечатление на него произвели материалы Сольевского конгресса 1911 г., с которыми его познакомил Морис (он был секретарём конгресса): “Со страстностью, свойственной молодости, я увлёкся



Луи де Бройль в год получения Нобелевской премии по физике

обсуждавшимися проблемами и решил посвятить все свои силы выяснению истинной природы таинственных квантов, глубокий смысл которых ещё мало кто понимал” [2, с. 347]. После испытанного им интеллектуального потрясения де Бройль оставляет занятия историей и переходит на факультет естественных наук, где в 1913 г. сдаёт экзамены на

ЩЕРБАКОВ Роберт Николаевич – доктор педагогических наук.

степень бакалавра, однако, по словам Ф. Франка, ещё некоторое время ощущает себя учёным-историком и всего лишь физиком-любителем. Ему потребуется немало усилий, чтобы овладеть необходимыми знаниями.

К началу деятельности де Бройль как физик-теоретик, наряду с классической механикой, электродинамикой и оптикой, уже имел дело с радиоактивным распадом, квантом энергии М. Планка и фотоном А. Эйнштейна, моделью атома Э. Резерфорда и теорией атома Н. Бора. Де Бройль штудирует новейшие учебные курсы, посещает семинар по теории относительности П. Ланжевена и, что оказалось весьма полезно для него, работает в лаборатории брата — одной из передовых в области рентгеновских и гамма-лучей. Именно общение с её сотрудниками побудило его начать собственные исследования основ квантовой теории. Морис, изучавший рентгеновские лучи и считавший их определённой комбинацией волны и частицы, не имел при этом ясных представлений о самой комбинации. Луи де Бройль вспоминал позднее: “Долгие беседы с братом о свойствах рентгеновских лучей... помогли мне глубоко понять необходимость обязательной связи волновой и корпускулярной точек зрения” [2, с. 348].

С началом Первой мировой войны де Бройль на пять долгих лет вынужден был оставить свои научные замыслы, отправившись служить сначала сапёром, а затем в войска радиосвязи. Демобилизовавшись в 1919 г., он возвращается в лабораторию брата, где работает над теорией рентгеновских лучей и фотоэффекта. Кстати, для будущей карьеры де Бройля его служба в армии оказалась полезной. В годы войны он не терял научного интереса к применению достижений физики, в частности радио, эволюция которого проходила в последующие десятилетия на его глазах, вплоть до последних изобретений в области волноводов, полупроводников, мазеров и лазеров.

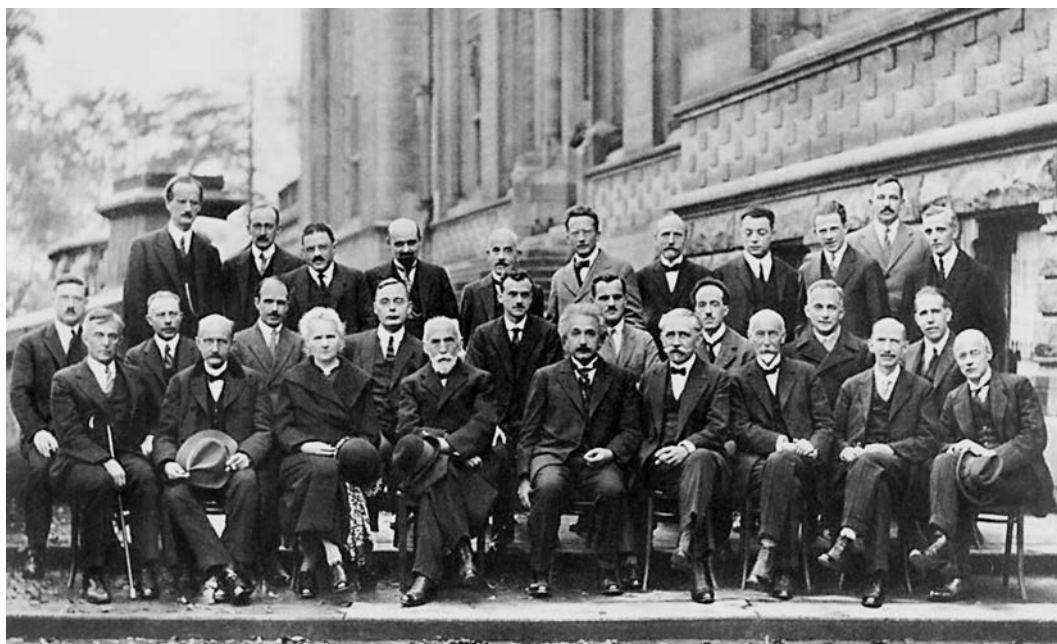
В первые три года после демобилизации де Бройль, опираясь на опыты по спектрам рентгеновских лучей и фотоэффекту, проводившиеся в лаборатории Мориса, выполняет ряд теоретических работ — они касаются объяснения наблюдавшихся явлений. Общей основой их толкования и предсказания новых эффектов для него послужила квантовая теория Бора. Де Бройль описывает фотон как реальную частицу с массой покоя, а в 1923 г., в продолжение этой идеи, открывает волновые свойства материи и выводит формулу для длины волны, связанной со всякой материальной частицей. Свои идеи, возникшие при анализе экспериментов и накопившихся трудностей в понимании квантовых и волновых свойств света и частиц, он формулирует в четырёх статьях, опубликованных в том же году в “Докладах Парижской академии наук”, а подробно обобщает результаты проведённых им исследований

в докторской диссертации, защищённой 29 ноября 1924 г. Гипотезу о квантах света он согласует в ней с интерференцией и дифракцией, обратится к аналогии аппаратов аналитической механики и волновой теории, к концепции фазовых волн, полагая, что “пучок электронов, проходящий сквозь узкое отверстие, также должен испытать дифракцию. <...> В этом направлении следует искать экспериментальное подтверждение наших идей” [3, с. 241, 242]. В частности, аналогия между траекториями частиц и лучами света получена де Бройлем через понятие действия. В итоге он реализовал идею о том, что квант действия служит связью корпускулярных и волновых представлений о частицах. Частота волны движущейся частицы равна её энергии, делённой на постоянную Планка, а длина волны — частному от деления этой постоянной на импульс частицы. Его вывод совпадает с выводом Эйнштейна для фотона и световой волны.

По воспоминаниям де Бройля, датированным 1955 г., он, ещё до представления диссертации на защиту, показал её П. Ланжевону, а тот — А. Эйнштейну, который, прочитав работу, сказал об авторе: “Он приподнял угол великого Занавеса” [4, с. 265]. Для де Бройля это стало “самой большой поддержкой” в его работе, а Эйнштейн, не ведая того, оказался “крёстным отцом” будущей волновой механики. Получив столь положительный отзыв, Ланжевен решил принять диссертацию к защите.

Свой труд де Бройль завершит скромно: “Я намеренно дал... нечёткие определения фазовой волны и периодического процесса, которые она, как кванты света, некоторым образом выражает. Теорию нужно, таким образом, рассматривать, скорее, как форму, физическое содержание которой не вполне установлено, а не как окончательно разработанную стройную схему” [5, с. 324]. Высоко оценив работу, оппоненты, однако, не поверили в реальность существования волн.

Между тем Эйнштейн в статье “Квантовая теория одноатомного идеального газа” (1925) обратит внимание на открытие французского учёного: “Каким образом материальной частице или системе материальных частиц можно сопоставить (скалярное) волновое поле, показал Л. де Бройль в своей работе, заслуживающей всяческого внимания” [6, с. 496]. С подачи Эйнштейна физики обратятся к этой работе, до того почти не замеченной подавляющим большинством из них. Идеи, высказанные де Бройлем, привели Э. Шрёдингера к созданию волновой теории и получению волнового уравнения, ценного простотой и возможностью решать широкий класс задач атомной физики. Однако сложности в разгадке физического смысла входящей в него волновой функции в виде её вероятностной трактовки, означавшей отказ от причинности в классическом её понимании, поставят новые вопросы перед де Бройлем и Шрёдингером [7].



Луи де Бройль на 5-м Сольвеевском конгрессе (во втором ряду третий справа). 1927 г.

С этого момента де Бройль займётся анализом понятий волновой механики Шрёдингера, получит релятивистское волновое уравнение для бесспиновых частиц, известное как уравнение Клейна–Фока–Гордона, и обсудит возможность согласования электромагнитной теории с волновой механикой. Итогом его поисков синтеза волн и частиц станет “теория двойного решения”. Её упрощённый вариант – теорию волны-пилота – он изложит на 5-м Сольвеевском конгрессе в 1927 г.

Свою теорию де Бройль построит в 1927–1928 гг. на следующих трёх постулатах:

- частица должна быть локализована в пространстве и описывать с течением времени некоторую непрерывную траекторию;
- волна должна быть физически реальной и распространяться в пространстве с течением времени;
- частица теснейшим образом связана со своей волной, и при этом её движение должно быть в некотором роде ведомым, определяемым распространением волны.

И далее: «Развивая эту идею, как “теорию двойного решения”, я убедился, что истинная физическая волна, сопровождающая частицу, должна выглядеть как некоторая волна, содержащая сильно концентрированную область очень большой амплитуды, которая и представляла бы частицу в узком смысле этого слова. <...> При этом частица оказывалась внедрённой в волну, а последняя представляла собой “горбообразное поле” или “стуслок поля”» [4, с. 71–75].

Уже в 1927 г. американцы К. Дэвиссон, Л. Джермер и англичанин Дж.П. Томсон, а в 1932 г. П.С. Тартаковский в СССР обнаружат дифракцию электронов. В итоге экспериментально подтвердится гипотеза де Бройля о наличии волн материи. И если в 1906 г. Дж. Дж. Томсон был удостоен Нобелевской премии за открытие электрона как частицы, то в 1937 г. его сын Дж.П. Томсон и К.Д. Дэвиссон получают её за обнаружение у него волновых свойств. При этом Дэвиссон заметит: “Мы должны признать, что при некоторых условиях удобно, если не необходимо, считать электроны волнами, а не частицами, и мы всё чаще и чаще употребляем такие термины, как дифракция, отражение, преломление и дисперсия, когда описываем их поведение” [3, с. 249]. Новые эксперименты с атомами и молекулами, протонами и нейтронами окончательно подтвердили предсказание де Бройля о двойственной природе материи.

Итак, дебройлевская идея сводится к тому, что движение частиц сопровождается волнами, чья частота и длина определяются энергией и импульсом частицы ($\lambda = h/p$). Расширив оптико-механическую аналогию Гамильтона для геометрической оптики до волновой, Шрёдингер приходит к выводу: движение частиц (электрона) должно обнаруживать свои волновые свойства в пространстве, размеры которого сравнимы с длиной волны де Бройля. Таким образом, если до де Бройля проблемы корпускулярно-волнового дуализма вещества не существовало, то он обнаруживает его, представив в виде физической концепции, содержащей

представления о симметрии между веществом и излучением. С помощью гипотезы о волнах материи он успешно объясняет существование стационарных орбит в атоме Бора, явления интерференции и дифракции частиц света и электрона.

Существенно, что стационарность орбит в атоме Бора, которая учёным ранее была неясна, благодаря де Бройлю получает теперь простое объяснение. Загадочное количественное постоянство в модели атома неизбежно вытекает из того обстоятельства, что объём электронных орбит целочисленно кратен длине волны электрона, в противном случае идущие друг за другом волны усиливались бы посредством наложения или взаимно гасились бы.

Вместе с тем попытки учёных выявить физическую природу волн де Бройля привели к тому, что М. Борн в 1926 г. предложил их статистическую интерпретацию, позволяющую сочетать атомизм частиц с их волновыми свойствами. Согласно ей, интенсивность волны, порождаемой частицей в каком-либо месте пространства, пропорциональна вероятности нахождения частицы в этом месте, причём её вероятностные свойства могут быть обнаружены в эксперименте со многими частицами.

Кстати, в 1923 г. американский физик А. Комптон экспериментально убеждает учёных в существовании квантов света, с чем согласится в 1925 г. и Н. Бор. В итоге Бор придёт к выводу, что излучение и атомные частицы одновременно обладают как волновыми, так и квантовыми свойствами, означающими проявление корпускулярно-волнового дуализма. Стремление сохранить в правах и волновую, и корпускулярную картины, а также понять роль соотношения неопределённости в квантовых процессах приводят Бора в 1927 г. к принципу дополнительности.

Таким образом, Комптон и де Бройль экспериментально и теоретически подтверждают наличие в природе корпускулярно-волнового дуализма. В их судьбах оказалось немало общего: оба родились в 1892 г., оба начали свой путь в науке с исследования рентгеновских лучей и оба в возрасте 31 года независимо друг от друга совершили свои главные открытия нобелевского масштаба. И тот факт, что работали они на разных континентах над одной и той же проблемой, лишний раз свидетельствует о том, что наука в своём развитии не знает границ.

Между тем на Сольвеевском конгрессе 1927 г., целиком посвящённом изучению электронов и фотонов, де Бройль выступит с теорией волны-пилота неудачно: «Я был разочарован, ибо школа “индетерминистов”, у которой там были многочисленные представители, по большей части молодые и непримиримые, оказала моим гипотезам холодный приём. <...> Обескураженный трудностями, с 1928 года я присоединился к почти единодушно принимаемой

точке зрения теоретиков квантовой физики, и с тех пор... её излагал и преподавал» [4, с. 278, 279].

К этому времени усилиями В. Гейзенберга, Н. Бора, М. Борна, П. Дирака, Э. Шрёдингера и других ведущих физиков было завершено создание квантовой механики в виде матричной и волновой и разработан математический аппарат. Её законы были признаны вероятностными, не имеющими той наглядности, что присуща законам механики классической. Но, оставаясь на позициях классического детерминизма, с этим не могли согласиться Х.А. Лоренц, М. Планк, А. Эйнштейн, Луи де Бройль, М. Лауэ.

Итак, пытаясь сохранить верность классическому детерминизму, но не сумев преодолеть тематические трудности, де Бройль был вынужден признать вероятностную интерпретацию. Но его будущий отказ от неё станет первым сигналом наметившегося отклонения учёного от магистрального пути в развитии науки. Идти по нему у него уже не будет ни желания, ни сил. Разрыв в понимании микромира им и другими творцами квантовой механики со временем только увеличится.

Пока же, в 1928 г., Эйнштейн представит де Бройлю на Нобелевскую премию, по забывчивости написав в заявке, что тот “не довёл дело до конца ... не подумал о возможности экспериментальной проверки” наличия волн материи [8, с. 486]. На самом деле де Бройль ещё в 1923 г. подчёркивал важность экспериментальных результатов в обосновании своей главной научной идеи. В 1929 г. ему присуждается Нобелевская премия по физике “за открытие волновой природы электронов”. В своей нобелевской лекции, прочитанной 12 декабря 1929 г., Луи де Бройль замечает: “То, что привлекало меня в теоретической физике, — это загадка, которая всё более и более окутывала структуру материи и структуру излучения, по мере того как странное понятие кванта, введённое Планком в 1900 г. в его исследованиях излучения абсолютно чёрного тела, с каждым днём завоевывало физику в целом” [5, с. 541]. “Я пришёл к идее... как для вещества и излучения, в частности для света, ввести одновременно понятие частицы и понятие волны... и допустить существование частиц, сопровождаемых волнами. Но поскольку частицы и волны не могут быть независимыми, так как они составляют, по выражению Бора, две дополнительные стороны действительности, необходимо установить параллелизм между движением частицы и связанной с ней волны” [5, с. 544]. В конце лекции де Бройль подчеркнёт: “Таким образом, чтобы описать свойства вещества так же хорошо, как и свойства света, надо одновременно говорить о волнах и частицах. Электрон больше не может рассматриваться как частица. Его необходимо ассоциировать с волной, и эта волна не является мифом. Можно измерять

длину волны и предвидеть явление интерференции” [5, с. 552]. Отсюда следует, что де Бройль в своих взглядах отдавал предпочтение волне.

По словам Ж. Лошака, ученика, сотрудника и биографа де Бройля, учёный подчёркивал, что получением Нобелевской премии он обязан именно Эйнштейну, так как не представлял, чтобы кто-то другой мог поддержать его. Он считал себя вечно обязанным Эйнштейну за успех своих идей и всей карьеры, так как без опоры на его научный авторитет он, возможно, запоздал бы с наблюдениями дифракции электронов. И даже если бы однажды наблюдал её, то не придавал бы значения достигнутому результату, не обрати Эйнштейн на это своего внимания. Кроме того, де Бройль был уверен, что смог осуществить свои работы, лишь воспользовавшись концом благоприятной эпохи: физика с тех пор настолько изменилась, что открытие, подобное сделанному им, стало невозможным. Он сказал об этом Ж. Лошаку весьма откровенно: “Думаю, что сегодня (разговор происходил в 1970-е годы. — *Р.Ш.*) я ничего не смог бы сделать” [5, с. 107].

С 1928 г. де Бройль усиленно занимается развитием теоретической физики во Франции: руководит аспирантами, читает курсы лекций, пишет статьи и книги. При этом, находясь в творческих поисках и сомнениях, касающихся верности своих гипотез, в частности о волне-пилоте, и господствовавшей в то время в европейском научном сообществе вероятностной интерпретации волновой механики, он уже не публикует ничего принципиально нового.

С оккупацией Франции в 1940 г. де Бройль с коллегами из Института Пуанкаре вначале меняет место жительства, затем возвращается в Париж и не покидает его до конца войны. После освобождения страны становится техническим советником Комиссии по атомной энергии, а в 1951 г. — членом её Совета.

Все эти годы он, вновь обратившись к своим научным идеям, пытается развивать их. В 1940 и 1942 гг. де Бройль публикует труд “Новая теория света”. Спустя год появляется его “Общая теория частиц со спином”. В 1949 г. выходит в свет работа “Волновая механика фотона и квантовая теория полей”. Для неё характерно обращение к идеям Бора, к которым он был вынужден примкнуть. Его концепция света базируется на модели в обычном физическом пространстве, с применением языка квантовой механики. Под влиянием статьи Д. Бома и некоторых результатов общей теории относительности, на которые внимание де Бройля обратил его ассистент Ж.П. Вижье, оживился интерес учёного к собственным первоначальным представлениям, и он вновь вернулся к причинному подходу. К тому же Вижье пытался разработать теорию двойного решения, согласованную с идеями Бома и с общей

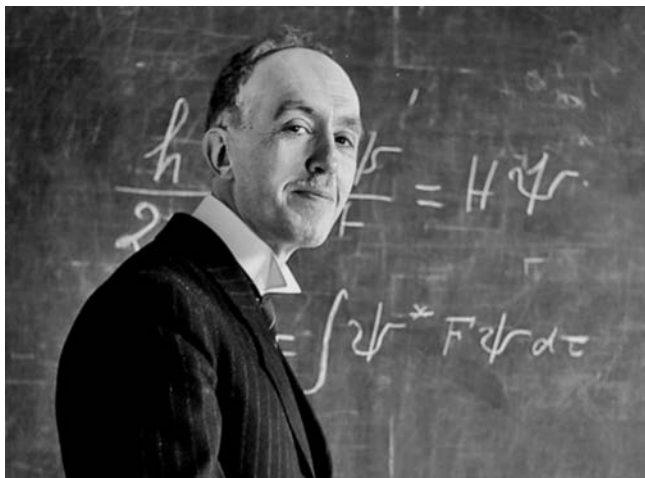
теорий относительности. Для де Бройля это показалось заманчивым.

Прояснив для себя этот новый взгляд на корпускулярно-волновой дуализм, де Бройль в конце октября 1952 г. читает в Центре синтеза в Париже лекцию соответствующего содержания. Причём уже в самом начале её он делает оговорку: “Хотя я не хочу утверждать, что можно восстановить детерминистскую концепцию в волновой механике в духе моих первоначальных идей, я думаю, тем не менее, что вопрос заслуживает пересмотра” [4, с. 239]. В своём выступлении де Бройль уже в который раз критически рассматривает вероятностную интерпретацию волновой механики, а затем в статьях и, наконец, в отдельной брошюре предлагает новое толкование своей прежней теории двойного решения, обогащённой рядом поправок. Однако появление его теории было воспринято физиками того времени весьма прохладно. И это, по мнению академика В.А. Фока, неудивительно, ибо общей чертой всех попыток де Бройля и его последователей “является их крайняя искусственность и полное отсутствие какой-либо эвристической ценности: ни одной новой задачи авторы этих попыток решить и не пытались. Напротив того, рассуждения их подгонялись (притом неубедительно) под заранее известный из квантовой механики результат. Таким образом, критерий практики решительно говорит против этого научного направления” [9, с. 462].

Как и Эйнштейн, де Бройль был мыслителем-одиночкой. Ему было присуще интуитивное мышление в виде простых образов. Отдавая должное силе и строгости абстрактных рассуждений, он вместе с тем был убеждён, что суть мышления — в конкретных образах, подчас неясных, меняющихся, нередко отбрасываемых как неверные. При этом он обращался к эволюции научных идей как в творчестве, так и в повседневном преподавании и просвещении общества.

Де Бройля и в 1952 г. поддерживало напутствие Эйнштейна 1927 г.: «Он мне сказал, что любая физическая теория, помимо всех расчётов, должна иметь возможность быть иллюстрированной столь простыми картинками, что “даже ребёнок должен их понимать”. Конечно, с чисто вероятностной интерпретацией волновой механики до этого было ещё далеко! <...> Он мне сказал: “Продолжайте, вы на правильном пути!”» [4, с. 279].

И тем не менее уже сама концепция науки, которая поддерживалась де Бройлем, его манера исследований и попытка вернуть в квантовую физику причинность в её классическом понимании, особенно в те десятилетия, когда в иной мир уходили один за другим её гениальные сторонники — Лоренц в 1928 г., Планк в 1947 г., Эйнштейн в 1955 г. и Шрёдингер в 1961 г., — породили его своеобразную изоляцию на том возрастном



Луи де Бройль – учёный и преподаватель

рубеже, когда практически для каждого человека начинается отставание от века.

В 1961 г. Н. Бор лекцией о Э. Резерфорде как бы посылает приближающемуся к своему 70-летию де Бройлю благодарность за его выдающуюся роль в создании квантовой механики, тем самым поддерживая его в последующей, но, к сожалению, уже не такой успешной деятельности и напоминая о его заслугах молодым физикам: “Луи де Бройль ещё в 1924 г. пришёл к сопоставлению поведения свободных материальных частиц и свойств фотонов. Особенно поучительным было обнаруженное им совпадение скорости частицы с групповой скоростью волнового пакета, образованного из компонент, длины волн которых заключены в узком интервале и каждая из которых связана со значением импульса эйнштейновским уравнением, связывающим импульс фотона и длину волны излучения” [10, с. 571].

Некая отстранённость де Бройля проявлялась не только по отношению к коллегам. По наблюдению Ж. Лошака, “он оказался непонятым, в частности, по той причине, что не принимал участия в общественной жизни. Он был как будто из иной реальности: по мировоззрению, происхождению, воспитанию и характеру... никогда не стремился стать его частью, несмотря на премии и почести, на университетский статус и принадлежность к многочисленным академиям” [5, с. 11].

Впрочем, это не мешает де Бройлю заниматься преподаванием. В 1928–1962 гг. он профессор Парижского университета, заведует кафедрой теоретической физики в Институте Анри Пуанкаре и там же организывает Центр по изучению современной теоретической физики. Научные идеи, используемые для подготовки и качественного воспитания молодых учёных Франции, нобелевский лауреат реализует в своих многочисленных выступлениях и книгах. Занимаясь наукой

и одновременно читая лекции студентам, де Бройль в ходе размышлений над общим и особенным этих двух важных видов деятельности приходит в 1959 г. к выводу, не потерявшему актуальности и сегодня: “Исследование непременно предполагает вечное беспокойство, преподавание как таковое стремится к установлению невозмутимой уверенности, которая противопоставляется беспокойству” [2, с. 345]. Придерживаясь вероятностного толкования волновой механики, и в своих учебных курсах, и в популярных лекциях де Бройль знакомил слушателей с уже устоявшимися в науке законами микромира, абстрагируясь от обуревавших его сомнений в справедливости их толкования.

Одними из последних работ де Бройля 1960–1970-х годов, посвящённых развитию детерминистской картины волновой механики, стали две его монографии: “Термодинамика изолированной частицы” и “Реинтерпретация волновой механики”. В первой из них предпринята попытка установить связь между механическим действием и энтропией, во второй – развить теорию двойного решения.

Де Бройль прожил почти 95 лет, первая треть которых завершилась гениальным открытием. Остальные 60 лет были заполнены безуспешными попытками сделать что-то ещё, хотя бы близкое к этому уровню. С годами разрыв между его поисками и главным путём движения науки увеличивался, что не лучшим образом сказалось на развитии французской теоретической физики в целом. По категоричному заявлению нобелевского лауреата С. Вайнберга, “за всю оставшуюся жизнь он не сделал практически ничего, что имело бы научное значение. Ни Шрёдингер, ни де Бройль не были удовлетворены [вероятностной] интерпретацией электронных волн. Возможно, это и объясняет, почему ни один из них не внёс далее существенного вклада в развитие квантовой механики” [11, с. 58, 59].

Учёный несколько десятилетий вёл семинар по проблемам физики. Вначале его посещали единицы, но на некоторое время он стал популярным, на нём выступали М. Борн, П. Дирак, А. Эйнштейн, Э. Ферми, В. Гейзенберг, Р. Милликен, В. Паули, И.Е. Тамм и другие. Однако из-за царившей на семинаре нетворческой атмосферы последователи де Бройля своими успехами в науке его не радовали. По воспоминаниям А. Абрагама, «ученики, собиравшиеся вокруг де Бройля, не отличались высоким интеллектуальным уровнем, а некоторые из них даже и порядочностью. Одним из признаков того была атмосфера восхищения, чтобы не сказать низкопоклонства, которой они окружали его. Например, не принято было говорить о “квантовой механике”, а только о “волновой механике”, ибо именно последняя была связана с дебройлевскими волнами» [1, с. 64].

При жизни Луи де Бройля во Франции в живых ещё оставались два нобелевских лауреата по физике — М. Кюри и Ж. Перрен. После их смерти в 1933 и 1942 гг. французская физика на протяжении четверти века не заработает ни одной Нобелевской премии. И только в 1966 г. её будут удостоены А. Кастлер, а в 1970 г. — Л. Неель. Но заслуги де Бройля в этом, то есть в воспитании молодых талантливых учёных, не было. Разумеется, это никак не принижает его вклада в науку. И если отношение в Европе к его идеям было подчас скептическим, то в СССР, начиная с 1924 г., Я.И. Френкель, И.Е. Тамм, О.Д. Хвольсон, В.Р. Бурсиан и другие обсуждали их и волновую механику в целом на съездах физиков, в журналах, а О.Д. Хвольсон в 1925 г. выдвигал его кандидатуру в номинанты Нобелевской премии. Необходимо отметить, что при участии самого де Бройля с 1956 г. между Францией и СССР налаживается стажировка учёных, специализирующихся в теоретической физике. Начиная с 1936 г. появляются переводы на русский язык его книг “Введение в волновую механику”, “Магнитный электрон”, “Революция в физике”, “По тропам науки”, а в 2014 г. выходят “Избранные научные труды”. Статьи о де Бройле публиковались с 1924 по 1988 г. в “Успехах физических наук”.

Итак, в квантовой механике сохранилось понятие “волны де Бройля”, а его формула длины волны, в которой отражены характеристики классических объектов — волны и частицы, но уже в совершенно новом дебройлевском физическом объекте, вошла в монографии и учебники физики. Подводя итоги спорам о его волнах, В.А. Фок в 1957 г. заметит: “Для атомного объекта существует потенциальная возможность проявлять себя либо как волна, либо как частица, либо промежуточным образом. Именно в этой возможности различных проявлений свойств и состоит дуализм волна—частица. Предложенная де Бройлем и его школой модель частицы, несомой волной, или модель частицы как особенной точки поля абсолютно непригодны” [9, с. 466].

Это мнение не отменяет того факта, что в момент развития квантовой механики волны материи де Бройля стали одним из важных открытий. Со временем его волны, обогатённые уравнением Шрёдингера, не только вошли в основание современной квантовой теории, но сыграли свою роль при создании электронного микроскопа, транзистора, лазера и в итоге — всей современной электроники. «Всей долгой научной деятельности Луи де Бройля можно подвести итог одной фразой: “Фотон, который — волна света, вместе с тем и частица, почему бы электрону, который — частица, не быть бы и волной материи”» [1, с. 367].

За годы работы в науке де Бройль опубликовал 240 статей, 47 научных, учебных и философских

книг. Он был удостоен многих французских и зарубежных премий, медалей, избран как во Французскую академию, так и в 18 академий наук мира, в том числе Академию наук СССР (1958). В 1973 г. для поддержки исследований фундаментальных проблем физики был создан Фонд Луи де Бройля, которому он распорядился передать свою Нобелевскую премию и дом для поддержки работы научного семинара. Первым президентом фонда стал его основатель Луи Неель, нобелевский лауреат. Позднее его сменил Ж. Лошак. По воспоминаниям Лошака, «последний раз на публике де Бройль появился на семинаре фонда осенью 1975 года в Национальной консерватории искусств и ремёсел. После семинара я проводил его до метро. По дороге он добавил: “Я больше не вернусь. Это уже не мой семинар, а ваш...”. Так закончилась карьера и общественная жизнь Луи де Бройля. Ему оставалось прожить 12 лет» [5, с. 75].

В 1981 г. де Бройль перенёс две серьёзные операции. Вскоре его перевезли в госпиталь в Нейли, где он пробыл несколько лет. Последние месяцы жизни он провёл в клинике Лувесьенна на западе Парижа, там он и скончался утром 19 марта 1987 г. на 95-м году жизни. Его похороны состоялись “без гербов и выступлений”, в присутствии сотни человек из близких родственников, учеников и друзей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрагам А.* Время вспять, или Физик, физик, где ты был? М.: Наука, 1991.
2. *Де Бройль Л.* По тропам науки. М.: Изд-во иностранной литературы, 1962.
3. *Джеммер М.* Эволюция понятий квантовой механики. М.: Наука, 1985.
4. *Де Бройль Л.* Избранные научные труды. Т. 4. М.: Принт-Ателье, 2014.
5. *Де Бройль Л.* Избранные научные труды. Т. 1. М.: Принт-Ателье, 2010.
6. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 3. М.: Наука, 1966.
7. *Щербаков Р.Н.* Эрвин Шрёдингер: яркая вспышка гения. К 125-летию со дня рождения великого учёного // Природа. 2012. № 6. С. 74–82.
8. *Пайс А.* Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М.: Наука, 1989.
9. *Фок В.А.* Об интерпретации квантовой механики // Успехи физических наук. 1957. Т. 62. Вып. 4. С. 461–474.
10. *Бор Н.* Избранные научные труды. Т. 2. М.: Наука, 1971.
11. *Вайнберг С.* Мечты об окончательной теории. М.: Едиториал УРСС, 2004.