

# ФОК ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ (22.12.1898—27.12.1974)

## АВТОБИОГРАФИЯ

*Март 1973 г.*

Я, Владимир Александрович Фок, родился 22 декабря 1898 г. в Петербурге (Ленинграде) в семье ученого лесовода, межевого инженера Александра Александровича Фока. Отец мой был автором ряда научных трудов по лесному делу. Старшая сестра, Надежда Фок, была врачом, другие сестры также получили высшее образование. Братьев у меня не было.

Окончив среднюю школу, я поступил в 1916 г. на 1-й курс физико-математического факультета Петроградского университета, но в начале 1917 г. зачислился добровольцем в артиллерийское училище и по окончании его был отправлен на фронт. Вернувшись после демобилизации в 1918 г. в Петроград, я возобновил занятия в университете. В феврале 1919 г. академик Д. С. Рождественский пригласил меня вместе с некоторыми другими студентами-физиками (ставшими впоследствии крупными учеными) в Оптический институт в качестве стипендиата. Это дало мне возможность окончить университет.

По окончании университета, в октябре 1922 г. я был оставлен при нем для подготовки к профессорскому званию, и с тех пор (т. е. в течение свыше 50 лет) моя работа неразрывно связана с университетом, где я последовательно занимал должности ассистента, доцента, профессора и заведующего кафедрой, а затем (с 1960 г.) заведующего отделом теоретической физики. Я воспитал много учеников, из которых некоторые стали ныне профессорами.<sup>1</sup> Помимо университета, я работал в отдельные периоды и в других научных институтах.<sup>2</sup>

В годы моего студенчества и в первые годы после окончания университета моими учителями в области теоретической физики были профессоры Крутков, Бурсиан, Фредерике и Фридман, которые проявили большой интерес



к моим первым научным работам по теоретической физике. С августа 1927 г. по август 1928 г. по рекомендации профессора Эрэнфеста я был зачислен членом Международной организации по образованию (International education board fellow) и провел это время в Геттингене, где тогда работали над проблемами только что возникшей квантовой механики профессор М. Борн и другие крупные физики. Затем я вернулся в Ленинград.

В 1932 г. я был избран членом-корреспондентом, а в 1939 г. — действительным членом Академии наук СССР. Я состою также иностранным членом Норвежской Академии наук в Тронхейме, Датской Академии наук в Копенгагене и Академии наук Германской Демократической Республики в Берлине. Имею почетные степени доктора наук Делийского университета (Индия), Мичиганского университета (США) и Лейпцигского университета (ГДР).

Среди первых моих научных работ многие относились к области математики: теория интегральных уравнений Вольтерра — 1923 г.; конформное отображение четырехугольника с нулевыми углами на полуплоскость — 1927 г. — и математической физики: 1) метод вычисления освещенности от поверхности, излучающей по закону Ламберта, — 1924 г.; 2) плоская задача теории упругости — 1926 г.; 3) тепловая теория электрического пробоя — 1927 и 1928 гг.; 4) электромагнитное поле переменного тока для случаев, применяемых в электроразведке, — 1926 г.; 5) теория каротажа — 1932 г. Но уже в самом начале моей научной деятельности я интересовался теорией строения атома и возникавшей тогда квантовой механикой.

После появления первых работ Гейзенберга и Шредингера (1925— 1926 гг.) квантовая механика стала моим увлечением. Уже в 1926 г. (до начала моих занятий в Геттингене) я дал — для частиц без спина — обобщение уравнения Шредингера на случай наличия магнитного поля, а также его релятивистское обобщение (которое одновременно было получено Клейном). Последнее уравнение иногда называют уравнением Клейна—Фока.<sup>3</sup> Эта работа, по-видимому, и явилась основанием для моей командировки в Геттинген.

После возвращения из Геттингена я занялся квантовой задачей многих тел. В конце 1929 г. я обосновал, исходя из вариационного начала, предложенный Хартри приближенный метод решения этой задачи, основанный на введении одноэлектронных волновых функций, и существенно уточнил его путем надлежащего учета свойств симметрии волновой функции системы электронов. Эти свойства могут быть сформулированы и без явного введения электронного спина на основе установленного мною свойства циклической симметрии многоэлектронной волновой функции, зависящей только от координат. Выведенные мною уравнения для одноэлектронных волновых функций, из которых построена многоэлектронная функция, принято называть уравнениями Хартри—Фока. Эти уравнения допускают приближенное решение численными методами и являются той основой, на которой и ныне строятся уточненные методы расчета атомов и молекул.

К 1935 г. относится моя работа, устанавливающая группу симметрии атома водорода; эта группа, совпадающая с группой вращений в четырехмер-

ном евклидовом пространстве, позволяющие ввести обычные квантовые числа, определяющие уровни энергии, и приводит к независимости уровней от азимутального квантового числа. Использование различных групп симметрии для вывода следствий, относящихся к уровням энергии, получило ныне широкое распространение в теории элементарных частиц.

К тому же периоду (1928—1937 гг.) относится цикл моих работ по квантовой теории поля. Основой является здесь теория систем с неопределенным числом частиц (например, фотонов). Такая система описывается функционалом от некоторой вспомогательной функции, причем вид этого функционала характеризуется последовательностью волновых функций в пространстве одной, двух, трех и т. д. частиц. Совокупность пространств, в которых определены эти функции, принято называть «пространством Фока».

К области, промежуточной между квантовой механикой и теорией тяготения Эйнштейна, относятся мои работы по геометризации теории Дирака. Инвариантная форма уравнения Дирака в пространстве с геометрией Римана получена мною на основе понятия параллельного переноса спинора.

Другой цикл моих работ относится к теории тяготения Эйнштейна. Основной является моя работа 1939 г., в которой из уравнений тяготения Эйнштейна выведены уравнения движения системы конечных (не точечных) масс. Вычисления произведены в ньютоновском приближении; они продолжены моими учениками, получившими следующее (последеньютоновское) приближение. Существенным для постановки задачи является требование, что рассматриваемая система масс погружена в пространство, которое на бесконечности является евклидовым; это позволяет ввести систему координат, обладающую свойствами, в известной мере аналогичными галилеевым координатам обычной теории относительности. Такая система координат названа мною «гармонической». Наша работа была сделана независимо от аналогичной работы Эйнштейна и Инфельда, рассматривавших точечные массы (с ней я познакомился, когда моя статья была уже в печати).

На основе моих работ у меня выработалась своя точка зрения на теорию относительности и теорию тяготения, несколько отличная от точки зрения Эйнштейна. Согласно моей точке зрения, следует строго различать понятия «физической» и «формальной» относительности (ковариантности). Понятие «общая относительность», являясь формальным, а не физическим, не может характеризовать физическое содержание теории тяготения Эйнштейна. Эта точка зрения подробно развита в моей книге «Теория пространства, времени и тяготения» (1955—1961 гг.), содержащей систематическое изложение этой теории. Книга переведена на английский и немецкий языки (1959 и 1960 гг.).\*

Отдельным циклом моих работ, примыкающим к упомянутым в начале этого обзора работам по математической физике, являются работы по дифракции, объединенные в книге «Проблемы дифракции и распространения

---

\* The theory of space, time and gravitation. London: Pergamon Press, 1959. Theorie von Raum, Zeit und Gravitation. Berlin: Akademie Verlag, 1960.

электромагнитных волн», напечатанной сперва на английском, (1965 г.),\* а затем на русском языке (1970 г.). В этих работах исследуется асимптотический вид решений задач дифракции от поверхности с плавно меняющейся кривизной, справедливый при малых значениях двух параметров, характеризующих форму и электрические свойства дифрагирующего тела и длину волны. При выводе асимптотических формул широко используются функции Эйри, что позволяет применять эти формулы также и в области полутени. Наши результаты получили за последние годы развитие (учет неоднородности атмосферы и другие обобщения).

Занимаясь вопросами теории относительности и квантовой механики, я сталкивался с проблемами философского характера. О принципиальных вопросах теории относительности я уже упоминал. Что касается квантовой механики, то я был глубоко убежден в необходимости диалектического подхода к основам этой теории и видел поучительный пример такого подхода в рассуждениях Бора о строении атома и о понятии дополнителности. В феврале—марте 1957 г. я был гостем Нильса Бора в Копенгагене и неоднократно обсуждал с ним принципиальные вопросы квантовой механики. Признавая правильность его взглядов на квантовую механику по существу, я не всегда соглашался с его формулировками (например, оспаривал правомерность понятия «неконтролируемое взаимодействие между объектом и прибором»). Наши дружеские беседы сильно сблизили наши взгляды (в частности, термин «неконтролируемое взаимодействие» перестал употребляться Бором в позднейших его работах).

В последующие годы я продолжал думать над философскими вопросами, связанными с квантовой механикой, и опубликовал на эту тему ряд работ.<sup>4</sup> В этих работах я, естественно, исходил из убеждения в реальности внешнего мира и в объективности законов физики, но для более полной и более правильной формулировки этих законов мне представлялось необходимым уточнить проблему связи между внешним миром и человеческим сознанием. Я предложил при формулировке и толковании физических законов, в особенности законов квантовой механики, исходить из «принципа относительности к средствам наблюдения» — принципа, обобщающего, с одной стороны, «принцип относительности к системе отсчета» Галилея—Эйнштейна и, с другой стороны, «принцип дополнителности» Бора. Кроме этого принципа, для правильного понимания квантовой механики и вводимого в ней понятия «состояние системы» существенно использовать понятие «потенциальной возможности», реализуемой в ходе взаимодействия объекта с прибором. О моих последних работах на эти темы можно прочесть в составленном Silvano Tagliagambe сборнике «L'interpretazione materialistica della meccanica quantistica» (Milano, 1972).

В. Фок

*ААН СССР, ф. 1034, оп. 2, д. 2, л. 9—14. Копия.*

\* Electromagnetic diffraction and propagation problems. London: Pergamon Press, 1965.

В. Фок — лауреат премии им. Д. И. Менделеева (1936 г.), Государственной премии СССР (1946 г.), Ленинской премии (1960 г.). Герой Социалистического Труда (1968 г.).

<sup>1</sup> Учениками В. А. Фока являются М. Г. Веселое, П. П. Павинский, М. И. Петрашень, Ф. И. Федоров, Л. А. Вайнштейн, А. П. Юцис, К. К- Ребане, Ю. В. Новожилов, Ю. Н. Демков, Л. Д. Фаддеев и др.

<sup>2</sup> Помимо Ленинградского университета, В. А. Фок работал в Государственном оптическом институте (1919—1925, 1928—1941 гг.), Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова (1924—1936 гг.), Ленинградском физико-техническом институте (1925— 1929 гг.), Геофизическом геолого-разведочном институте (1929—1931 гг.), Ленинградском политехническом институте (1930—1933 гг.), Физико-математическом институте АН СССР (1931 — 1934 гг.), Физическом институте АН СССР (1934—1941 гг.), Институте физических проблем АН СССР (1954—1974 гг.).

<sup>3</sup> Это уравнение еще называется уравнением Клейна—Гордона. Более подробно о нем см.: Kragh H. Equation with many fathers. The Klein—Gordon equation in 1926//J. Amer Phys. 1984. Vol. 52, N 11. P. 1024—1033.

<sup>4</sup> См., например: Фок В. А. Квантовая физика и философские проблемы // Ленин и современное естествознание. М., 1970. С. 186—201.

## **ОТЗЫВ О НАУЧНЫХ РАБОТАХ В. А. ФОКА**

**[Конец 1938 г.]**

Владимир Александрович Фок является крупнейшим советским физиком-теоретиком, занимающим видное место в мировой науке. Он отличается редкой ясностью и точностью мысли, виртуозным владением математическим анализом и совершенно исключительной математической интуицией, позволяющей ему с чрезвычайным изяществом разрешать труднейшие проблемы, представлявшие собой камень преткновения для крупнейших ученых, ими занимавшихся. В. А. Фок сочетает исключительную плодовитость (ему принадлежит 67 научных трудов, из которых очень большое число являются фундаментальными исследованиями, не считая 8 книг и большого числа популярных статей) с почти полным отсутствием отдельных ошибок и ляпусов, которые обычно встречаются в той или иной мере даже у крупнейших ученых. При этом В. А. Фок никогда не ограничивается только общим, принципиальным разрешением той или иной проблемы, а всегда доводит решение до конца, часто до числовых таблиц и графиков, которыми непосредственно может пользоваться физик-экспериментатор и инженер.

Это является особенно ценным для того круга работ В. А. Фока, которые носят прикладной характер. В. А. Фок никогда не замыкался в вопросы «чистой науки», науки для науки, и решение практически важных проблем, непосредственно выдвигавшихся запросами техники и социалистического строительства, занимают в его научном творчестве отнюдь не второстепенное, а,

напротив, весьма существенное место. Результаты многих из этих работ были использованы на деле нашей промышленностью и оказались для нее весьма ценными (тепловой пробой, теплоизоляция кабеля, геологическая электро-разведка, давление газов в орудии, фототехника, варка оптического стекла и т. д.).

Второй основной областью работ В. А. Фока является квантовая механика. В. А. Фок принимал непосредственное и постоянное участие в развитии этой новейшей отрасли теоретической физики с самого момента ее зарождения, т. е. с 1926 г. Ему принадлежит ряд фундаментальных исследований по квантовой механике, результаты которых вошли в золотой фонд мировой науки и создали ему мировую известность. Так, например, разработанный им метод расчета электронных оболочек сложных атомов, известный под названием метода Фока, в настоящее время стал основным методом расчета сложных атомов и используется в лабораториях и институтах всего мира.

В кратком отзыве нет никакой возможности коснуться всех даже наиболее важных работ В. А. Фока. Так как эти работы широко известны, мы можем ограничиться кратким рассмотрением лишь нескольких характерных образчиков как прикладных, так и квантово-механических его работ.

Тепловой пробой диэлектриков (1927 г.). В определенных условиях пробой диэлектриков имеет тепловой характер, и практически весьма важно уметь рассчитать те электрические напряжения, при которых этот пробой наступает. Основываясь на опытах А. Ф. Вальтера и на идеях Н. Н. Семенова, В. А. Фок впервые разработал теорию этого явления. Количественное исследование явления было сведено им к некоторой системе нелинейных уравнений и к вопросу о существовании стационарных решений этой системы: пробой наступает при тех напряжениях, при которых система перестает обладать стационарным решением. В. А. Фоку удалось найти условия существования этого решения; для плоских электродов задача была рассчитана до конца, и последующая экспериментальная проверка полностью подтвердила эти расчеты.

Движение газов в канале орудия во время выстрела (1935 г.). Эта задача была поставлена еще Лагранжем, исследовалась такими первоклассными учеными, как Риман и Гюгоньо, но благодаря чрезвычайной своей трудности не была разрешена сколько-нибудь удовлетворительно. В. А. Фоку удалось так преобразовать сложные нелинейные уравнения движения газов в канале орудия, чтобы пограничные условия задачи сделались линейными, и затем использовать это обстоятельство для того, чтобы дать сравнительно весьма простой способ определения давления газов в орудии до момента вылета заряда.

Во второй части работы В. А. Фок рассчитал давление газов на дно канала после вылета снаряда, которым определяется откат орудия. Главная трудность заключается при этом в предельных условиях у конца канала орудия, где давление изменяется весьма резко: было неизвестно, как эти условия фиксировать. В. А. Фоку удалось выяснить до конца этот весьма трудный вопрос

и свести всю задачу к линейной с простыми предельными условиями, разрешимой как по методу Римана, так и по методу Фурье.

За недостатком места мы не можем коснуться весьма важных прикладных работ В. А. Фока по теории освещенности (впервые освещенность рассматривается как вектор и вводится вектор-потенциал освещенности), по плоской задаче теории упругости (результаты В. А. Фока содержат в себе существенную часть последующих результатов проф. Н. И. Мухелишвили), по расчету теплового сопротивления многожильного кабеля для Волховстроя (этот расчет потребовал решения задачи о конформном изображении четырехугольника с нулевыми углами — задача, которой занимались многие математики, включая Гильберта, но которая до Фока не была решена до конца), по геологической электроразведке и каротажу и т. д.

Переходя к работам Фока по квантовой механике, мы также коснемся в виде иллюстрации лишь нескольких его исследований.

Уравнение Дирака в общей теории относительности (1929 г.). Непосредственно после того, как Дираком было сформулировано релятивистское волновое уравнение электрона, целый ряд исследователей пытался обобщить это уравнение так, чтобы оно было инвариантным по отношению к преобразованиям не только специальной, но и общей теории относительности. Для этой цели в каждой точке пространства вводились четыре единичных вектора (Vierbein<sup>\*</sup>), причем для установления связи между локальными Vierbein'aМН, согласно Эйнштейну, считалось необходимым ввести в рассмотрение совершенно чуждое теории относительности понятие Fernparallelismus'a.\*\* В. А. Фок впервые дал правильное решение задачи, не использующее понятие Fernparallelismus'a и инвариантное по отношению к выбору локальных Vierbein'ов. Решение Фока впоследствии было широко использовано в физической литературе и породило многочисленные исследования других авторов (Шредингер, Паули и др.).

Наибольшую известность принесла В. А. Фоку уже упоминавшаяся его работа о расчете сложных электронных систем. Эти расчеты, с которыми в атомной физике приходится встречаться на каждом шагу, отличаются чрезвычайной трудностью. Впервые приближенный способ таких расчетов был указан Хартри. Однако Хартри учитывал только обычное кулоново взаимодействие электронов и совершенно пренебрегал так называемым обменным их взаимодействием. Между тем это обменное взаимодействие не только весьма существенно, но в целом ряде случаев имеет основное значение: именно им, например, объясняется химическая связь в неполярных молекулах, ферромагнетизм металлов и т. д. Фок впервые дал последовательный метод расчета сложных электронных систем, полностью учитывающих это обменное взаимодействие, и применил его к ряду конкретных задач.

Этот метод в настоящее время получил универсальное распространение и сделался основным методом решения соответствующих проблем, встре-

---

\* Репер.

\*\* Параллельный перенос.

чающихся как в теории атомов, так и в теории молекул, теории металлов и т. д. Количество научных работ, принадлежащих ученым всех национальностей и пользующихся методом Фока, исчисляется многими десятками, если не сотнями.

Атом водорода и неевклидова геометрия (1935г.). Эта работа является весьма характерным образчиком исключительного изящества, с которым Фок использует разнообразнейшие методы математического анализа для решения физических проблем. В. А. Фок показал, что так называемое вырождение уровней водорода по отношению к азимутальному квантовому числу позволяет привести уравнение Шредингера для атома водорода (при переходе в пространство импульсов) к интегральному уравнению для шаровых функций четырехмерного шара. Этот метод решения уравнения Шредингера позволяет чрезвычайно упростить весьма сложные расчеты, связанные с вычислением сложных атомов на основе широко применяемого упрощенного описания их с помощью водородоподобных функций.

За недостатком места мы не можем коснуться таких важных работ В. А. Фока по квантовой механике, как, например, его фундаментальные работы 1926 г. по основам теории Шредингера, послужившие основанием для предоставления ему Рокфеллеровской стипендии, как его известные работы по квантовой электродинамике, по теории позитронов и т. д. В 1936 г. В. А. Фоку была присуждена Менделеевская премия по физике за его работы по квантовой механике.

Резюмируя все вышеизложенное, можно утверждать, что В. А. Фок, ученый с мировым именем, внесший своими работами существенный вклад как в теоретическую физику, так и в область приложений ее к актуальным проблемам техники, является бесспорным кандидатом в действительные члены Академии наук СССР.

Л. Мандельштам

*АН СССР, ф. 411, оп. 3, д. 354, л. 89—95. Подлинник. На документе притиска: «К отзыву присоединяюсь: А. Иоффе, С. Вавилов».*



# **ПРЕДСТАВЛЕНИЕ К ИЗБРАНИЮ В. А. ФОКА ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫМ ЧЛЕНОМ АКАДЕМИИ НАУК СССР**

**[Конец 1938 г.]**

Предлагаемый настоящей запиской кандидат в действительные члены Академии наук СССР Владимир Александрович Фок от самого рождения своего природой отлит в строго определенную и весьма совершенную форму ученого. Он ничем другим не может быть, кроме как быть ученым. Но зато ученая его дорога поднимается на высоты, недоступные почти всем. Сделать академиком для него в той же мере естественно, в какой для Академии естественно и необходимо выбрать его, как лучшего представителя своей специальности в нашей стране.

Тип прирожденного ученого, вообще говоря, является типом досоциалистического умонаправления. Он имеет определенные отрицательные черты, поскольку с ним обычно связывается представление о науке абстрактной в смысле науки, оторванной от жизни, науки для науки. Однако мы увидим далее, что В. А. Фок, несомненно абстрактнейший из ученых, вместе с тем удивительным образом умеет и любит самые жизненные и тем самым технически неопределенные процессы облекать в формы математического анализа. Тогда вопрос из неопределенного становится строго разрешимым. Это применение математики к технике у В. А. Фока доведено до виртуозности, и этим он славится у физиков, техников и математиков.

Число разрешенных им технических вопросов, пожалуй, не меньше, чем число его работ по абстрактнейшим вопросам физики.

По существу главной силой В. А. Фока является математическая интуиция, то странное сочетание сильной формальной логической мысли и стихийно рождающейся догадки, которая свойственна только самым большим умам. Насколько я знаю, математики считают его первоклассным математиком. И быть может, Владимир Александрович и был бы исключительно математиком, если бы случайно не встал на его пути Оптический институт. В 1919 г. набирались кадры Оптического института — молодежь, студенты 1-го и 2-го курсов. Университет тогда замерзал, и преподавание было нерегулярным, но в университете отапливался Физический институт, где помещался организуемый тогда, еще в вихре гражданской войны, Советской властью Государственный оптический институт. Здесь, наоборот, преподавание физики и математики шло усиленными темпами сверх норм. Здесь В. А. Фок попал в среду своих товарищей, очень сильную группу физиков, и здесь он получил свое образование даже не столько по математике, сколько по физике. Может быть,

только поэтому из него выработался не только чистый математик, но математик в физике с сильным уклоном и любовью к технике.

Небезынтересно отметить как курьез, что первой официальной должностью В. А. Фока, который не сделал ни одного эксперимента в своей жизни, была должность «лаборанта при мастерских» в Государственном оптическом институте, которую он формально занимал со своими товарищами-физиками, пока они были студентами, фактически только для того, чтобы усиленной учебой с возможной быстротой подготовиться к работе в Оптическом институте.

Свою большую эрудицию по математике В. А. Фок получил главным образом как автодидакт, так как уже через короткое время по окончании университета он превосходил своих учителей физиков-теоретиков обширностью и разносторонностью своего математического аппарата.

Таким образом, из В. А. Фока образовался физик-теоретик с огромным математическим знанием и умением. В последнем отношении он превосходил не только всех русских своих товарищей — теоретиков в физике, но чуть ли не всех зарубежных теоретиков с мировым именем. Работы его в большинстве так математичны, что физик-экспериментатор не может их даже оценить в должной мере.<sup>1</sup> Данная записка и не ставит это своей целью. Она стремится только с точки зрения экспериментатора охарактеризовать некоторые вопросы и некоторые аспекты ученой деятельности В. А. Фока и предоставляет теоретикам и математикам их систематический анализ. [ . . . ]

Как известно, основные постулаты квантовой теории были лишь гениальной догадкой Бора. Гейзенберг с упорным и тяжелым боем пробивался к тому, что мы в настоящее время называем физическим обоснованием квантовой теории, именно к квантовой механике. В это время Шредингеру посчастливилось в существующем уже готовом математическом аппарате найти все формальные моменты для этого физического обоснования. Характеристические числа некоего уравнения — это было потом уравнением Шредингера в поле ядра — точно передавали набор квантовых чисел для атома водорода. Некий формальный процесс был придуман для перехода от уравнения Гамильтона—Якоби для электрона водородного атома к этому уравнению. Далее Шредингером этот процесс обобщен и для случая внешнего электрического поля (явление Штарка). Однако он еще считал обобщение на случай магнитного поля и случая релятивистского (больших скоростей электрона) весьма затруднительным. Мы видим, что здесь разворачивалась вся современная волновая механика, так как далее всем этим процессам был придан физический смысл и отсюда родилась вся современная физика. В, это напряженное время внезапно прозвучал голос В. А. Фока — тогда еще юноши 28 лет. То, что казалось трудным, для него было более чем легким, так как почти с обратной почтой он дал разрешение всех загадок.<sup>2</sup> Номер «Анналов» со статьей Шредингера появился в апреле 1926 г., а уже в июне редакция «*Zeitschrift für Physik*» имела от В. А. Фока статью, где весьма просто и кратко дано и решено уравнение Шредингера и для магнитного поля, и для быст-

рого электрона, и еще в других случаях.

Это очень характерно для В. А. Фока. Если большой человек выскажет большую истину, то через 5 минут он эту истину выскажет и лучше, и полнее, если только истина облечена в сугубо математическую форму.

Другая характерная черта Фока — это его непрерывная устремленность на работу. Он живет, чтобы непрерывной своей математической мыслью ставить и решать новые задачи. Он делает это, как мне рассказывали его товарищи, даже ночью, вставая и записывая свои мысли. При силе его мысли это дает огромную продукцию. В списке его трудов 67 ученых статей, из них около дюжины таких крупных по своему значению, что каждая была бы целой докторской диссертацией для любого ученого. Далее, 8 книг и 14 популярных произведений. И это в 40 лет. Такие масштабы уже напоминают классиков XVIII столетия.

Наконец, третья характерная черта, уже упомянутая выше, — это охота и удовольствие, с которыми В. А. Фок берется за технические проблемы. Среди них мы находим весьма крупные работы, например, движение газов в канале орудия во время выстрела, если не ошибаюсь, по заданию академика А. Н. Крылова,<sup>3</sup> ряд работ по электроразведке, сведенных отчасти в книгу (теория *carotag'a*),<sup>4</sup> теория пробоя диэлектрика в случае теплового пробоя по заданию Физико-технического института. Мне приходилось прибегать к помощи Владимира Александровича в сугубо техническом вопросе. На ленинградском заводе оптического стекла специально изучали вопрос о мешке оптического стекла. Этот процесс, введенный Гипаном 150 лет тому назад для получения однородного (оптического) стекла, впервые теоретически был изучен В. А. Фоком. Впервые было понято образование вихрей в этой чрезвычайно вязкой массе и соответственно улучшено производство и поставлены новые опыты. Как всегда, В. А. Фок не довольствуется постановкой и общим решением задачи, в данном случае гидродинамической, и доводит ее до конкретного числового результата.

По моей просьбе в 1923 г. В. А. Фок в связи с задачами фотометрического сектора ГОИ занялся вопросом об освещении от любой светящейся поверхности и пришел к весьма интересным математическим выражениям (вектор потенциала освещенности), которые далее развивались фотометрическим сектором ГОИ (С. О. Майзель, А. А. Гершун, М. М. Гуре-вич). Весьма интересны были также сделанные по моей просьбе работы В. А. Фока по диффузии света и по геометрической оптике.<sup>5</sup>

Однако центр тяжести ученой деятельности В. А. Фока, несмотря на всю его любовь к техническим проблемам, заключается в работе на поприще волновой механики. Здесь мы имеем  $\frac{2}{3}$  всех его работ. Именно этими работами он главным образом славится и у нас, и среди иностранных ученых. То, что составляет недостаток современной физики, основанной на волновой механике, именно отсутствие наглядности, тяжеловесный и непрозрачный математический аппарат, — это как будто бы особенно привлекает В. А. Фока. Тяжелым мечом он владеет как перышком; как не экспериментатор, в нагляд-

ности он не чувствует потребности, и следовательно, здесь он находится в своей стихии. Мы видели, с каким блеском, еще юношей он попал в первые ряды западных квантистов. Результатом этого выступления были получение им Рокфеллеровской стипендии и заграничная командировка. Во время последней он окончательно вошел

в круг главных деятелей волновой механики. Последние 10 лет его работы прошли почти исключительно в разработке основных вопросов волновой механики по всем главнейшим направлениям.

Из всех этих работ я буду характеризовать только тот крупный комплекс, который был сделан в Оптическом институте по спектроскопии. Все, что мы знаем об атоме, мы узнаем из спектроскопических данных. Здесь имеется два ряда сведений. Во-первых, ряд дискретных значений энергии атома в различных состояниях (особенно валентного электрона). Во-вторых, вероятности перехода из одного состояния в другое (классический аналог — «силы вибраторов»). Последний ряд особенно систематически исследуется в Государственном оптическом институте по методу аномальной дисперсии. Конечная цель познания атома — это несомненно умение управлять им, т. е. владеть химией. Переход от спектроскопических данных к химизму атома далеко не прост и требует чрезвычайно сложных теоретических изысканий. Вместе с тем число спектроскопических экспериментальных данных избыточно велико и позволяет внутреннюю проверку всяких теорий. Например, из первого ряда данных можно вывести второй (Сигура, Прокофьев). Еще более трудная задача, ведущая прямее к химизму, если и первый ряд, и второй ряд вычислить непосредственно теоретически, иначе говоря, создавать атом теоретически, зная лишь число электронов и общие соображения о соединении их в слои. Разумеется, возможно лишь приближенное решение такой задачи. Ведь ее классический аналог — задача многих тел. Впервые за последнюю, тяжелую, но заманчивую задачу взялся Хартри. Как это часто бывало в квантовой механике, довольно быстро В. А. Фок в Государственном оптическом институте показал, что это можно сделать гораздо лучше и точнее, если прибегнуть к тому же (вариационному) методу, который он применил в полноте после Шредингера. Таким образом будут учтены «обменные» силы (силы взаимодействия, особенно выступающие при «резонансе» электронов) электронов. Теоретически задача была в полуклассическом приближении решена до конца. Однако реальные трудности вычислений оказались настолько велики, что вычисления атомов не появилось до тех пор, пока В. А. Фок с группой сотрудников в ГОИ не показал, как приступить к делу с вычислительной стороны, так как В. А. Фок — не только выдающийся математик, но и выдающийся вычислитель (что далеко не всегда совмещается). Уравнения, которые дал В. А. Фок, так и носят название уравнений Хартри—Фока и служат основой многих исследований и вычислений. Иногда они дают очень хорошее приближение. Иногда это приближение, хотя и малой точности, тем не менее дает возможность качественно понять процессы внутри атома, как например в случае лития, дающего аномальный ход вероятности перехода в главной се-

рии линий поглощения (А. Н. Филиппов). Этот комплекс работ В. А. Фока занимает больше четверти всех его работ по квантовой механике. Относительно значения других его работ в этой области, иногда еще более важных, пусть выскажутся специалисты-квантисты.

Что касается его популярных произведений и книг — среди последних особо отметим курс «Начала квантовой механики», где много оригинального и математически интересного, — то они вообще непросты. В. А. Фок мыслит математическими образами, и вникнуть в психику экспериментатора или среднего человека ему трудно, несмотря на всегдашнюю готовность помочь всякому, кто обратится к нему. И тем не менее его присутствие среди экспериментаторов имеет огромное значение. Как большой знаток, он не колеблется в сомнительных случаях — он решает вопросы. В нем чувствуется громадный авторитет.

Как я начал, так и закончу. Мыслить Академию наук без В. А. Фока я так же мало могу, как и мыслить В. А. Фока без Академии наук.

Академик Д. Рождественский

*ААН СССР, ф. 411, оп. 3, д. 354, л. 81—87. Подлинник. На документе притиска: «К отзыву присоединяюсь. Академик С. Вавилов».*

<sup>1</sup> В связи с этим интересны воспоминания И. К- Кикоина, который в студенческие годы посещал семинар В. А. Фока: «Однажды на семинаре Владимира Александровича был такой случай. Решали мы какую-то сложную несимметрическую задачу по электростатике. На первом семинаре мы решения не нашли, а на следующем в конце концов получили длиннющее дифференциальное уравнение. Оно занимало всю доску. За математическими выкладками мы sledили очень внимательно, так что с математикой все было в порядке, а вот усмотреть физический смысл, скрытый за этой длинной формулой, мы не могли. Кто-то из студентов спросил Владимира Александровича: „А какой физический смысл имеет это уравнение?“. — Он на нас посмотрел с укором и сказал: „А физический смысл этого уравнения заключается в том, что оно имеет решение“» (Кикоин И. К- Рассказы о физике и физиках. М., 1986. С. 33).

<sup>2</sup> Д. С. Рождественский имеет в виду переписку В. А. Фока с Ю. А. Крутковым, находившимся в Геттингене, и, в частности, интересное письмо последнего от 10 июня 1926 г.: «Дорогой Владимир Александрович! Виктор Робертович тут рассказал, что Вы сделали (или без труда можете сделать) задачу о притяжении к двум неподвижным центрам по Schrodingerу. Здесь этим очень заинтересовались, так как этого сделать не умеют. Заключение: 1) написать и послать в «Ztschr. f. Phys.» для опубликования и притом скорее (а то тут еще сделают); 2) написать мне без подробностей (но вразумительно), как Вы это делаете, а я тут расскажу. Как поживаете? Что дочь Наташа? Виктор Робертович кланяется. Что лекции? Ваш Ю. Крутков. Привет Маркову и Гамову» (ААН СССР, ф. 1034, оп. 3, д. 472, л. 2—2 об.). Статья В. А. Фока «К волновой механике Шредингера», о которой здесь идет речь, была получена редакцией журнала 11 июня 1926 г. и опубликована: Ztschr. Phys. 1926. Bd 38, N 3. S. 242—250.

<sup>3</sup> В 1963 г. о задании А. Н. Крылова В. А. Фок вспоминал так: «Я помню, как Алексей Николаевич давал мне на эту тему задания. Я попросил у него литературу. Литературы он мне никакой не дал, а буркнул что-то невразумительное. Ну что же, подумал я, раз не дал, постараюсь справиться сам. Через два-три месяца мне удалось найти решение задачи. Когда я принес ему готовое решение, он, не говоря ни слова, взял с полки какой-то английский журнал огромного формата и показал мне одну статью, где очень сложным путем, на 80 страницах, были получены те же результаты, которые у меня получились гораздо проще. Алексей Николаевич сказал мне в поучение: „Вот видите, я правильно сделал, что раньше не показывал, а то Вы сделали бы так

же, как тот автор, а Вы сделали лучше, и у Вас теперь результат на одной странице". Я был страшно горд такой похвалой» (ААН СССР, ф. 1034, оп. 1, д. 448, л. 2).

<sup>4</sup> Фок В. А. Теория определения сопоставления горных пород по способу каротажа. М.; Л., 1933 С. 1—60. Об истории этих работ В. А. Фока см. в предисловии к книге: Бурсиан В. Р. Теория электромагнитных полей, применяемых в электроразведке. Л., 1972. С. 6-8.

<sup>5</sup> Речь идет о работах В. А. Фока «Иослеязанке В. С. Игнатовского. Связь между геометрической и волновой оптикой и дифракция гомотрического пучка. (Новое изло->же:е).». «Исследование В. С. Игнатовского. Дифракция объектива при любом отверстии. (Н-)вое излж-сше!» (Тр. ГОИ. 1924 Т. У. выи. 27\_С. 1—51) и «Освещенность от поверхностей произвольной формы» (Тр. ГОИ 19М. Т. о. зыл. 23. С. 1 — 12).

## **С. Э. ФРИШ. ВОСПОМИНАНИЯ О В. А. ФОКЕ**

**1975 г.**

[...] Говоря об облике Владимира Александровича, очень интересно упомянуть о чертах, связанных со стилем его научной работы. Известно распространенное мнение, что люди талантливые, обладающие большим творческим потенциалом, являются вместе с тем людьми беспорядочными, напряженно работающими урывками. По отношению к Владимиру Александровичу это было совсем неверно (как, по всей вероятности, неверно и по отношению к другим по-настоящему крупным ученым). Владимир Александрович работал очень систематично, все выкладки он записывал подробно своим крупным, аккуратным почерком. Никогда у него не было каких-либо обрывков, небрежно набросанных записей и т. д. Кроме того, он был исключительным знатоком научной литературы, следил за работами других авторов и быстро схватывал и прорабатывал содержание их публикаций.

Вместе с тем его труд, как всякий творческий труд, был в некотором смысле интуитивным, связанным с внезапным скачком мысли. Я позволю себе привести два примера. Один относится к высказыванию самого Владимира Александровича. Он рассказывал мне, как был недоволен корреспондентом одной из газет, который допытывался, какой у него творческий метод, какие творческие приемы. Владимир Александрович сказал: «Они воображают, что надо как-то особенно сесть за стол, особенно положить бумагу, и тогда все пойдет хорошо. На самом деле надо, чтобы идея пришла в голову, а потом „котелок" будет варить сам». Конечно, в действительности идея приходила в голову в результате огромной предварительной работы, которой Владимир Александрович постоянно был занят. Другой пример связан со следующим воспоминанием: я как-то вечером, идя из университета, зашел к Владимиру Александровичу в его квартиру на 12-й линии Васильевского острова. Он был занят и сказал: «Сядь на диван, подожди, я разбираю одну задачу». Я сел и, взяв какую-то книжку, стал ждать. Владимир Александрович

быстро ходил по диагонали своего кабинета и что-то шептал. Через некоторое время он подошел к столу, взял лист бумаги и, написав формулу, сказал: «Ну вот, решение будет примерно таким, вплоть до постоянных. Остается только его доказать, но это я сделаю завтра. Давай теперь поговорим о другом». Творческий акт был завершен.

Я хочу остановиться на работах В. А. Фока в области философии наук, работах, которым он посвятил много внимания и времени. Это было не случайно и соответствовало его общей принципиальности, необычайно глубокому и серьезному подходу ко всем вопросам, которыми он занимался. После появления сначала теории относительности, а потом квантовой механики возникли острые методологические споры, как это всегда бывает при появлении любого крупного открытия в науке. Далеко не все еще было ясно, возникали различные толкования новых теорий. Как известно, и теория относительности, и квантовая механика повлекли за собой на Западе многочисленные высказывания идеалистического характера. Ряду авторов казалось, что теория относительности подтверждает идеи философского релятивизма, а квантовая механика показывает, что в микромире нет объективных закономерностей и что электрон обладает своего рода «свободой воли». С другой стороны, у нас возникли другие тенденции. Люди, не сумевшие порвать с примитивным механистическим материализмом, считали новые теории нематериалистичными и пытались с ними бороться. Они не понимали настоящего диалектического материализма, и их рассуждения во многом были далеки от тех рассуждений, блестящий образец которых дал В. И. Ленин в своей знаменитой книге «Материализм и эмпириокритицизм». Приверженцы этого мнения действовали активно и часто выступали как устно, так и в печати.

Владимир Александрович считал нужным принципиально бороться с обоими уклонами — с идеалистическими толкованиями теории относительности и квантовой механики и примитивными механистическими воззрениями. Был момент, когда полемика приняла очень острый характер. Группа противников теории относительности и квантовой механики пыталась получить официальную поддержку своей точки зрения. Требовалось определенное гражданское мужество, чтобы выступать против них. И Владимир Александрович это гражданское мужество проявил.

Мало кто помнит, что тогда было проведено два совещания по идеологическим вопросам в физике у тогдашнего министра высшего образования С. В. Кафанова. На обоих заседаниях, которые следовали быстро одно за другим, противники теории относительности и квантовой механики пытались долго и упорно доказывать неприемлемость с философской точки зрения этих новых теорий. Наконец Кафанов предложил высказаться другим присутствующим. Владимир Александрович был первым, кто взял слово и очень серьезно и обстоятельно, пункт за пунктом опроверг противников современной физики. Надо сказать, что Владимир Александрович был прекрасным знатоком философии вообще, диалектического материализма в частности, поэтому его выступление было очень глубоким и убедительным. После него выступил ряд

других участников заседания. В конце С. В. Кафтанов сказал: «Мы были бы варварами, если бы стали отбрасывать теорию относительности и квантовую механику. Задача состоит не в том, чтобы их отбрасывать, а в том, чтобы избавить их от идеалистической шелухи, которой их опутали философствующие физики Запада».

По всей вероятности, такое мнение сложилось у С. В. Кафтanova еще до заседания, но во всяком случае роль Владимира Александровича в установлении правильной точки зрения на теорию относительности и квантовую механику велика.

Будучи весьма принципиальным человеком, Владимир Александрович считал необходимым, с другой стороны, вести полемику с представителями идеалистических направлений. Известно, что он противопоставлял свои взгляды взглядам Эйнштейна на общую теорию относительности. По этому вопросу он выступал на международных конференциях, в частности в Женеве, где его взгляды получили признание многих присутствовавших там физиков. Свою собственную материалистическую концепцию он подробно изложил в монографии «Пространство, время и тяготение», получившей известность во всем мире. Владимир Александрович вел полемику и с Бором во время встреч с ним в Копенгагене. После этих разговоров Бор, судя по его следующим публикациям, пришел к более материалистическим формулировкам, чем те, которых он придерживался ранее.

Исключительная принципиальность была свойственной Владимиру Александровичу во всех делах. Знавшие его помнят, как он не мог поступиться своими убеждениями даже в мелочах повседневной жизни, но характерным для него было умение сочетать эту принципиальность с вниманием к людям и той добротой, о которой я говорил вначале.

Образ Владимира Александровича, не только крупного ученого, но и замечательного человека, должен свято храниться в нашей памяти.

---

*Публикуется по тексту книги: Сборник статей, посвященных 80-летию со дня рождения академика В.А. Фока // Тр. ГОИ. 1978. Т. 43, вып. 177. С. 67—70.*

**Источник:** Физики о себе. — Л.: Наука, 1990.