

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ
Институт теоретической физики им. Л. Д. Ландау





A Landay

Воспоминания о Л. Д. ЛАНДАУ

Ответственный редактор
академик
И. М. ХАЛАТНИКОВ

МОСКВА
«НАУКА»
1988

УДК 53(04) Ландау Л. Д.

В статьях сборника представлены воспоминания о крупнейшем советском физике-теоретике, лауреате Нобелевской премии, академике Л. Д. Ландау (1908–1968). Воспоминаниями делятся ученики и друзья Л. Д. Ландау. Часть материалов публикуется впервые.

Издание рассчитано на физиков, историков науки и широкий круг читателей.

Редколлегия:

академик И. М. ХАЛАТНИКОВ (председатель),
академик А. С. БОРОВИК-РОМАНОВ, академик В. Л. ГИНЗБУРГ,
член-корреспондент АН СССР Л. П. ПИТАЕВСКИЙ,
доктор физико-математических наук М. И. КАГАНОВ
(составитель)

Рецензенты:

академик Р. З. САГДЕЕВ, академик Ю. А. ОСИПЬЯН

В $\frac{1402000000-448}{042(02)-88}$ 114-88—IV

© Издательство «Наука», 1988

ISBN 5-02-000091-4

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящий сборник включены воспоминания друзей и учеников о Льве Давидовиче Ландау. Имя Л. Д. Ландау — замечательного ученого, одного из крупнейших физиков XX в. — широко известно. Сочетание могучего интеллекта с яркостью личности создало Ландау почти легендарную славу. Предлагаемые воспоминания написаны не профессиональными литераторами. Однако воспоминания имеют важное достоинство — они достоверны.

Со дня смерти Ландау прошло двадцать лет, а со дня ухода его из научной жизни почти тридцать. С этого расстояния видно не только величие ученого, значение работ которого со временем становится все более очевидным. Яснее видно и величие самого человека — человека необычайной ясности ума и большой души. Ландау был на редкость справедлив и доброжелателен. Несомненно, что и в этом лежат корни его популярности как ученого и учителя, корни той неподдельной любви и уважения, которые испытывали по отношению к нему его прямые и не прямые ученики, ученые из разных областей знания и люди, далекие от науки. Имя Ландау стало символом бескомпромиссности в науке, символом высокого профессионализма и честности.

Как всякий крупный человек, Ландау разными людьми воспринимался по-разному. Одни обращали внимание на его резкость, не слишком вдумываясь в содержание его высказываний, другие благоговели перед каждым сказанным им словом и сказанное Ландау воспринимали как догму. Но все, кто встречался с Л. Д. Ландау, сохранили память о нем как о глубокой, необычайно интересной, многогранной личности, общении с которой — подарок судьбы.

Конечно, наиболее важное, что оставил Л. Д. Ландау потомству, — это труды по теоретической физике и знаменитый десяти томный курс «Теоретическая физика». Характер книги не позволяет глубоко разбирать научное и педагогическое наследие Ландау. Однако ряд статей (и среди них прежде всего статья ближайшего ученика и друга Льва Давидовича — Евгения Михайловича Лифшица, являющаяся как бы введением в книгу воспоминаний) дают, как нам кажется, достаточно полное представление о Ландау — физике-теоретике, ученом и педагоге.

Л. Д. Ландау был великим учителем. Учить было его приванием. Учеников Ландау тщательно отбирал. В науке он придерживался самых высоких моральных принципов и требовал того же от своих учеников. Его общение с учениками не ограничивалось руководством научной работой. Свою роль учителя он воспринимал шире и глубже. Будучи человеком широких интересов, Ландау часто высказывался по многим вопросам, не имев-

шим прямого отношения к профессиональной деятельности. Воспоминания познакомят читателя со взглядами Ландау не только на науку, но и на различные аспекты культуры и жизни. С рядом высказываний Льва Давидовича не все читатели согласятся, особенно потому, что иногда они были излишне категоричны. Некоторые высказывания мы не взяли бы отстаивать, хотя сам Л. Д., будучи блестящим полемистом, скорее всего, запросто бы их обосновал.

Мы сознательно не редактировали воспоминания. Это было бы совершенно неуместно, подобно тому как элементарное право не допускает редактирования свидетельских показаний. Пусть читатель увидит Льва Давидовича Ландау глазами друзей и самостоятельно дорисует портрет этого замечательного человека.

Редколлегия

Е. М. Лифшиц

ЛЕВ ДАВИДОВИЧ ЛАНДАУ *
(1908—1968)

Со дня смерти Льва Давидовича Ландау 1 апреля 1968 г. прошло еще совсем мало времени, но волею судеб получилось так, что уже сейчас мы смотрим на него как бы с некоторого расстояния. С этого расстояния яснее видно не только величие ученого, значение работ которого со временем становится все более очевидным. Ясно видно и величие самого человека большой души. Он был на редкость справедлив и доброжелателен. Несомненно, что и в этом лежат корни его популярности как ученого и учителя, — корни той неподдельной любви и уважения, которые испытывали по отношению к нему его прямые и не прямые ученики и которые с такой исключительной силой проявились в дни борьбы за спасение его жизни после ужасной катастрофы.

На его долю выпала трагическая судьба — умереть дважды. В первый раз это случилось 7 января 1962 г., когда на шоссе по дороге из Москвы в Дубну легковая машина столкнулась со встречным грузовиком. Эпическая история последующей борьбы за спасение жизни Льва Давидовича — в первую очередь история самоотверженного труда и искусства многочисленных врачей и медицинских сестер. Но она же есть и история замечательного подвига товарищества. Несчастный случай всколыхнул всю физическую общественность, вызвав спонтанную и мгновенную реакцию. Больница, в которой Ландау лежал без сознания, стала центром для тех учеников и коллег, кто стремился внести свой посильный вклад в помощь врачам в их отчаянной борьбе за спасение жизни Льва Давидовича.

«С первого дня начался их подвиг товарищества. Превосходные ученые, однако ничего не смыслящие в медицине, академики, члены-корреспонденты, доктора, кандидаты, люди одного поколения с пятидесятичетырехлетним Ландау, и его ученики, и совсем молодые ученики его учеников — все они взяли на себя добровольно роли курьеров, водителей машин, посредников, снабженцев, секретарей, дежурных, наконец, носильщиков и

* УФН. 1969. Т. 97, вып. 1. С. 169—186; *Ландау Л. Д.* Собр. тр.: В 2 т. М.: Наука, 1969. Т. 2. С. 427—447. В конце статьи приведен список работ, помещенных в этом Собрании. Он включает в себя почти все опубликованные Львом Давидовичем научные статьи.— *Примеч. ред.*

чернорабочих. Их стихийно возникший штаб обосновался в кабинете главного врача 50-й больницы и стал круглосуточным организационным центром по безусловному, сверхсрочному выполнению всех велений лечащих врачей.

87 теоретиков и экспериментаторов стали участниками этого добровольного спасательного содружества. Появилась алфавитная книга с телефонами и адресами всех и вся — лиц и учреждений, связь с которыми могла потребоваться в любую минуту. Там записано 233 телефонных номера! Другие больницы, автобазы, аэродромы, таможни, аптеки, министерства, места возможного пребывания врачей-консультантов.

В самые трагические дни, когда казалось, что «Дау умирает», а таких дней было по меньшей мере четыре, у входа в семиэтажный корпус больницы дежурило 8—10 автомашин...

Когда от машины искусственного дыхания зависело все, 12 января один теоретик предложил немедленно изготовить ее в мастерских Института физических проблем. Это было не нужно и наивно, но как удивительно по движению души! Физики доставили машину из Института по изучению полиомиелита и принесли ее на руках в палату, где задыхался Ландау. Они спасли своего коллегу, учителя, друга.

Всего не рассказать... Это было настоящее братство физиков...»¹

Итак, жизнь Ландау была спасена. Но, когда через три месяца к нему вернулось сознание, это уже не был тот человек, которого мы знали прежде. Он так и не смог оправиться от всех последствий аварии и уже никогда не восстановил полностью своих способностей. История последующих шести лет есть лишь история длительных страданий и боли.

Лев Давидович Ландау родился 22 января 1908 г. в Баку в семье инженера-нефтяника, работавшего на бакинских нефтепромыслах. Его мать была врачом, одно время занималась научной работой по физиологии.

Лев Давидович закончил школу тринадцати лет. Он уже тогда увлекался точными науками, а его математические способности проявились очень рано. Он самостоятельно изучил математический анализ, а в дальнейшем говорил, что почти не помнит себя не умеющим дифференцировать и интегрировать.

Родители Льва Давидовича считали сына слишком молодым для поступления в университет, и в течение года он учился в Бакинском экономическом техникуме.

В 1922 г. он поступил в Бакинский университет, где учился одновременно на двух факультетах: физико-математическом и химическом. Впоследствии Лев Давидович не стал продолжать

¹ Данин Д. Товарищество // Лит. газ. 1962. 21 июля.



Л. В. и Д. Л. Ландау с сыном Львом и дочерью Софьей

свое химическое образование, но интерес к химии сохранился у него на всю жизнь.

В 1924 г. Лев Давидович перешел на физическое отделение Ленинградского университета. В этом городе — главном центре советской физики того времени — Л. Д. впервые приобщился к переживавшей бурные времена настоящей теоретической физике. Он бросился в ее изучение со всем пылом юношеского энтузиазма и чрезмерным трудом часто доводил себя до такой степени переутомления, что не мог спать по ночам от мерещившихся ему формул.

Он рассказывал в дальнейшем, как в то время он был потрясен невероятной красотой общей теории относительности (иногда он говорил даже, что такое восхищение при первом знакомстве с этой теорией должно быть, по его мнению, вообще признаком всякого прирожденного физика-теоретика). Он рассказывал также о состоянии экстаза, в которое привело его изучение статей Гейзенберга и Шрёдингера, ознаменовавших рождение новой квантовой механики. Он говорил, что они дали ему не только наслаждение истинной научной красотой, но и острое ощущение силы человеческого гения, величайшим триумфом которого является то, что человек способен понять вещи, которые он уже не в силах вообразить. И конечно же, именно таковы кривизна пространства-времени и принцип неопределенности.

В 1927 г. Лев Давидович закончил университет и стал штатным аспирантом Ленинградского физико-технического института, где он еще с 1926 г. состоял в сверхштатной аспирантуре. К этим годам относятся его первые научные работы. В 1926 г. им была опубликована теория интенсивностей в спектрах двухатомных молекул [1]², а уже в 1927 г. — работа о проблеме затухания в квантовой механике, в которой было впервые введено описание состояний систем с помощью матрицы плотности [2].

Увлеченность физикой и первые успехи на научном пути омрачались, однако, в это время болезненной стеснительностью в общении с людьми. Это свойство причиняло ему много страданий и временами — по его собственным признаниям в более поздние годы — доводило до отчаяния. Те изменения, которые произошли в нем с годами и превратили его в жизнерадостного, везде и всегда свободно чувствующавшего себя человека, в значительной степени результат столь характерной для него самодисциплинированности и чувства долга перед самим собой. Эти свойства вместе с трезвым и самокритичным умом позволили ему воспитать себя и превратить в человека с редкой способностью — умением быть счастливым. Та же трезвость ума позволяла ему всегда отличать настоящее в жизни от пустого, чему не следует придавать слиш-

² Он не знал, однако, в то время, что эти результаты были уже опубликованы годом раньше Гёнлем и Лондоном.

ком большого значения, и тем самым сохранять равновесие духа в трудные моменты, которые были и в его жизни.

В 1929 г. по командировке Наркомпроса Лев Давидович уехал за границу и в течение полутора лет работал в Дании, Англии и Швейцарии. Наиболее важным для него было пребывание в Копенгагене, где в Институте теоретической физики у великого Нильса Бора собирались физики-теоретики со всей Европы и на руководимых Бором знаменитых семинарах обсуждались все основные вопросы теоретической физики того времени. Эта научная атмосфера, усиливаемая обаянием самой личности Бора, оказала решающее влияние на



Л. Ландау в детстве

формирование физического мировоззрения Льва Давидовича, и в дальнейшем он всегда считал себя учеником Нильса Бора. Еще два раза он посетил Копенгаген в 1933 и 1934 гг. Ко времени пребывания Льва Давидовича за границей относятся, в частности, его работы по теории диамагнетизма электронного газа [4] и исследование ограничений, налагаемых на измеримость физических величин в релятивистской квантовой области (совместно с Пайерлсом) [5].

По возвращении в Ленинград в 1931 г. Лев Давидович работал в Ленинградском физико-техническом институте, а в 1932 г. переехал в Харьков, где возглавил теоретический отдел вновь организованного, отпочковавшегося от ЛФТИ Украинского физико-технического института. Одновременно он заведовал кафедрой теоретической физики на физико-механическом факультете Харьковского механико-машиностроительного института (аналог Ленинградского физмеха), а с 1935 г. стал заведующим кафедрой общей физики в Харьковском университете.

Харьковский период был для Льва Давидовича временем напряженной и многообразной исследовательской работы³. Именно

³ О степени научной активности Л. Д. в это время можно судить хотя бы по списку работ, законченных им в течение одного лишь 1936 г.: теория фазовых переходов второго рода [28, 29], теория промежуточного состояния сверхпроводников [30], кинетическое уравнение в случае кулоновского взаимодействия [23], теория мономолекулярных реакций [22], свойства металлов при очень низких температурах [24], тео-

здесь началась его деятельность как учителя, здесь начала создаваться его школа теоретической физики.

Теоретическая физика XX в. богата блестящими именами творцов нового. Одним из таких творцов был и Ландау. Но его влияние на развитие науки далеко не исчерпывалось его личным вкладом в нее. Выдающийся физик, он был в то же время и поистине выдающимся учителем, — учителем по призванию. В этом отношении, может быть, позволительно сравнить Льва Давидовича лишь с его собственным учителем — Нильсом Бором.

Вопросы обучения теоретической физике, как и физике в целом, заинтересовали его еще совсем молодым. Именно здесь, в Харькове, он впервые стал разрабатывать программы «теоретического минимума» — основных знаний по теоретической физике, необходимых для физиков-экспериментаторов и отдельно для тех, кто хотел посвятить себя профессиональной исследовательской работе по теоретической физике. Не ограничиваясь разработкой одних лишь программ, он читал лекции по теоретической физике для сотрудников УФТИ, а на физмехе — для студентов. Увлеченный идеями перестройки преподавания физики в целом, он принял заведование кафедрой общей физики в ХГУ (а в дальнейшем, уже после войны, продолжал читать лекции по общей физике на физико-техническом факультете МГУ).

Здесь же, в Харькове, появилась идея и началось осуществление программы составления полного курса теоретической физики и курса общей физики. В течение всей жизни Лев Давидович мечтал написать книги по физике на всех уровнях — от школьных учебников до курса теоретической физики для специалистов. Фактически до роковой катастрофы при его жизни были закончены почти все тома «Теоретической физики» и первые тома «Курса общей физики» и «Физики для всех». Он строил также планы составления учебников по математике для физиков, которые должны были быть «руководством к действию», обучать практическому применению математики к физике и должны были быть освобождены от излишних для таких курсов строгостей и сложностей. Приступить к осуществлению этой программы он не успел.

Владению физиком-теоретиком математической техникой Лев Давидович придавал вообще большое значение. Степень этого владения должна быть такой, чтобы математические затруднения по возможности не отвлекали внимания от физических трудностей задачи — по крайней мере там, где речь идет о стандартных математических приемах. Это может быть достигнуто лишь достаточной тренировкой. Между тем опыт показывает, что существующий стиль и программы университетского математического об-

рия дисперсии и поглощения звука [21, 27], теория фотоэлектрических явлений в полупроводниках [20].

разования физиков часто не обеспечивают такой тренировки. Опыт показывает также, что изучение математики, после того как физик начинает самостоятельную исследовательскую деятельность, оказывается для него слишком «скучным».

Поэтому первое, чему подвергал Лев Давидович всякого, кто хотел вступить в число его непосредственных учеников, было испытание по математике в ее «практических», вычислительных аспектах⁴. Прошедший через это испытание мог затем перейти к изучению и сдаче экзаменов по семи последовательным разделам программы теорминимума, включающим в себя основные знания по всем разделам теоретической физики. Этими знаниями, по мнению Льва Давидовича, должны обладать все теоретики вне зависи-



Л. Ландау с сестрой

мости от своей будущей специализации. Разумеется, он не требовал ни от кого быть универсалом в той же степени, в которой он был сам. Но здесь проявлялось его убеждение в целостности теоретической физики как единой науки с едиными методами.

Первое время Лев Давидович сам принимал все экзамены по теорминимуму. В дальнейшем, когда число желающих стало слишком большим, эти обязанности были распределены также и между его ближайшими сотрудниками. Но первый экзамен, первое знакомство с каждым новым молодым человеком Лев Давидович всегда оставлял за собой. Встретиться с ним для этого мог всякий — достаточно было позвонить по телефону и выразить свое желание.

Конечно, не у всех, кто приступал к изучению теорминимума, хватало способностей и настойчивости для того, чтобы закончить его. Всего за время с 1934 по 1961 г. прошли до конца через это

⁴ Требовалось: умение взять любой неопределенный интеграл (выражающийся через элементарные функции) и решить любое обыкновенное дифференциальное уравнение стандартного типа, знание векторного анализа и тензорной алгебры, а также основ теории функций комплексной переменной (теория вычетов, метод Лапласа). Предполагалось при этом, что такие разделы, как тензорный анализ, теория групп и др., будут изучены вместе с теми разделами теоретической физики, где они находят себе применение.

испытание 43 человека. Об эффективности такого отбора можно судить хотя бы по следующим формальным признакам: из числа этих лиц 7 уже стали членами Академии наук, а еще 16 — докторами наук.

Весной 1937 г. Лев Давидович переехал в Москву, где он стал заведующим теоретическим отделом Института физических проблем, незадолго до этого построенного для П. Л. Капицы. Здесь он оставался до конца своей жизни; в этом институте, ставшем ему родным домом, его многообразная деятельность достигла полного расцвета. Здесь же в замечательном взаимодействии с экспериментальными исследованиями Лев Давидович создал то, что, может быть, является главным делом его научной жизни, — теорию квантовых жидкостей.

Здесь же к нему пришли многочисленные внешние проявления признания его заслуг. В 1946 г. он был избран действительным членом Академии наук СССР. Он был награжден рядом орденов (в том числе двумя орденами Ленина) и удостоен звания Героя Социалистического Труда — награды как за чисто научные достижения, так и за его вклад в выполнение практических государственных заданий. Трижды ему присуждалась Государственная премия, а в 1962 г. — Ленинская премия. Не было недостатка и в почетных наградах из других стран. Еще в 1951 г. он был избран членом Датской, а в 1956 — Нидерландской академий наук. В 1959 г. он стал членом Британского королевского общества. В том же году он был избран в Национальную академию наук США и Американскую академию наук и искусств. В 1960 г. Льву Давидовичу была присуждена премия имени Ф. Лондона (США) и медаль имени Макса Планка (ФРГ). Наконец, в 1962 г. ему была присуждена Нобелевская премия по физике «за пионерские исследования в теории конденсированного состояния материи, в особенности жидкого гелия».

Научное влияние Льва Давидовича, конечно, далеко не ограничивалось его непосредственными учениками. Он был глубоко демократичен в научной жизни (как, впрочем, и в жизни вообще; ему всегда были полностью чужды напыщенность и чиновничество). За советом и критикой, которые были всегда четки и ясны, к нему мог обратиться каждый, вне зависимости от своих научных заслуг и званий, при одном лишь условии — речь должна идти о настоящем деле, а не о том, чего он больше всего не любил в науке, — пустом умствования, прикрытом наукообразными сложностями бессодержательности и безрезультатности. Его ум был острокритичен; это свойство вместе с глубоко физическим подходом к вопросам делало дискуссии с ним столь привлекательными и полезными.

В дискуссиях он бывал горяч и резок, но не груб; остроумен и ироничен, но не едок. Надпись, повешенная им на дверях кабинета в УФТИ, гласила: «Л. Ландау. Осторожно, кусается!».

С годами его характер и манеры становились несколько мягче, но его энтузиазм в науке, бескомпромиссная научная принципиальность оставались неизменными. И во всяком случае, за его внешней резкостью всегда скрывалась научная беспристрастность, большое человеческое сердце и человеческая доброта. Насколько резкой и беспощадной была его критика, настолько же искренне было его желание содействовать своим советом чужому успеху и столь же горячо было его одобрение.

Эти черты научной личности и таланта Льва Давидовича фактически привели его к положению верховного научного судьи для его учеников и коллег⁵. Несомненно, что и эта сторона деятельности Льва Давидовича, его научный и моральный авторитет, оказывая сдерживающее влияние на скороспелые работы, в значительной степени определяли высокий уровень нашей теоретической физики.

Постоянный научный контакт с множеством учеников и коллег был для Льва Давидовича также и источником знаний. Своеобразная черта его стиля работы состояла в том, что он уже с давнего времени — еще с харьковских лет — почти не читал сам научных статей или книг. Тем не менее он был всегда полностью в курсе всего нового в физике. Знание приходило к нему из многочисленных дискуссий, из докладов на руководимом им семинаре.

Этот семинар проводился регулярно, раз в неделю, в течение почти тридцати лет, а в последние годы его заседания приобрели характер общемосковских собраний физиков-теоретиков. Докладывание на семинаре вменялось в святой долг всех учеников и сотрудников, и сам Лев Давидович с чрезвычайной серьезностью и тщательностью относился к отбору материала для докладов. Он интересовался и был равно компетентен во всем в физике, и участникам семинара часто было нелегко мгновенно переключаться вслед за ним от обсуждения, скажем, свойств «странных» частиц



Л. Д. Ландау, 1939 г.

⁵ Это положение символизировано в известном дружеском шарже А. А. Юзefовича «Дау сказал».

к обсуждению энергетического спектра электронов в кремнии. Для самого Льва Давидовича прослушивание докладов никогда не было формальностью: он не успокаивался до тех пор, пока существо работы не выяснялось полностью и в ней не отыскивались все следы «филологии» — бездоказательных утверждений или предположений, выдвигаемых по принципу «почему бы не так». В результате такого обсуждения и критики многие работы объявлялись «патологией», и Лев Давидович терял к ним всякий интерес. С другой стороны, статьи, действительно содержащие новые идеи или результаты, зачислялись в так называемый золотой фонд и Л. Д. запоминал их навсегда.

Фактически ему было обычно достаточно знать лишь основную идею работы, для того чтобы воспроизвести все ее результаты. Как правило, ему было легче получить их своим собственным путем, чем следовать за деталями рассуждений автора. Таким образом, он воспроизвел для себя и глубоко продумал большинство основных результатов во всех областях теоретической физики⁶. Этому же, вероятно, была обязана и его феноменальная способность — давать ответ почти на всякий задаваемый ему физический вопрос.

Научному стилю Льва Давидовича была противна тенденция, к сожалению довольно распространенная, превращать простые вещи в сложные (часто аргументируемая общностью и строгостью, которые, однако, обычно оказываются иллюзорными). Сам он всегда стремился к обратному — сделать сложные вещи простыми, наиболее ясным образом выявить истинную простоту лежащих в основе явлений законов природы. Умение сделать это, «тривиализовать» вещи, как он сам говорил, составляло предмет его особой гордости.

Стремление к простоте и порядку было вообще свойственно всему складу ума Льва Давидовича. Оно проявлялось не только в серьезных, но и в полусерьезных и даже в типичных для него чисто шуточных вещах⁷. Так, он любил классифицировать все: от женщин — по степени их красоты и до физиков-теоретиков — по степени значительности их вклада в науку. Эта последняя классификация проводилась по пятибалльной системе в логарифмической шкале: так, подразумевалось, что физик второго класса сделал в 10 раз больше, чем физик третьего класса (в пятый же класс помещались «патологи»). В этой шкале Эйнштейн занимал

⁶ Кстати, этим объясняется отсутствие некоторых нужных ссылок в статьях Л. Д., которое было обычно не намеренным актом. Впрочем, он мог в некоторых случаях опустить ссылку и намеренным образом, если считал соответствующий вопрос слишком тривиальным, а у него были на этот счет свои, весьма высокие, критерии.

⁷ Характерно, однако, что эта черта не относилась к привычкам Л. Д., так сказать, в обыденной жизни. Здесь он отнюдь не был педагогично аккуратен и вокруг него довольно быстро создавалась «зона беспорядка».

половинный класс, а Бор, Гейзенберг, Шрёдингер, Дирак и некоторые другие относились к первому классу. Себя самого Лев Давидович долго относил скромно к двухполовинному классу и лишь сравнительно поздно перевел себя во второй класс.

Он работал всегда и много (никогда за столом, а обычно полулежа у себя на диване). Признание результатов своей работы в той или иной степени важно для всякого ученого; оно было существенно, конечно, и для Льва Давидовича. Но все же можно сказать, что он придавал вопросам приоритета много меньше значения, чем это бывает обычно. И во всяком случае, несомненно, что внутренним стимулом к работе было для него не стремление к славе,



Л. Д. Ландау, 1959 г.

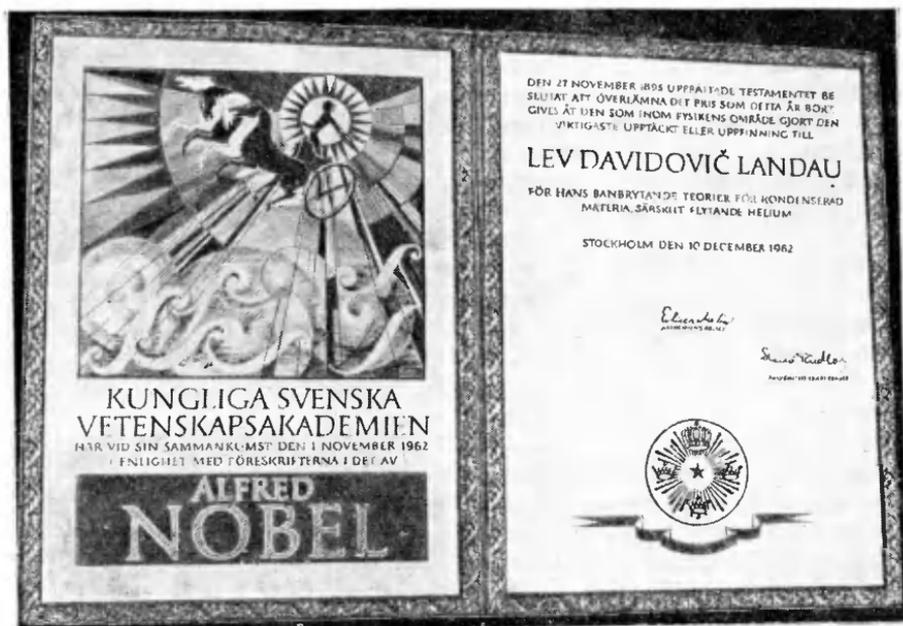
а неистощимое любопытство, неистощимая страсть к познанию законов природы в их больших и малых проявлениях. Никогда не следует работать ради посторонних целей, ради того, чтобы сделать великое открытие; так все равно ничего не получится — эту простую истину он никогда не упускал случая повторять.

Очень широк был и круг интересов Льва Давидовича вне физики. Помимо точных наук, он очень любил — и хорошо знал — историю. Его горячо интересовали и глубоко впечатляли все виды искусства, за исключением, однако, музыки (а также и балета).

Те, кто имел счастье в течение многих лет быть среди его учеников и друзей, знали, что наш Дау, как его звали друзья и товарищи⁸, не старел. С ним никогда не было скучно. Яркость его личности не тускнела, а научная мощь не ослабевала. Тем нелепее и страшнее случай, прервавший в расцвете его блестящую деятельность.

Статьи Ландау, как правило, несут на себе все признаки свойственного ему научного стиля: ясность и четкость физической постановки вопросов, наиболее прямой и элегантный путь к их решению, ничего лишнего. Даже сейчас, спустя много лет, большая часть его статей не требовала бы никаких изменений.

⁸ Сам Л. Д. любил говорить, что это имя происходит от французского прочтения его фамилии: Landau = L'âne Dau (осел Дау).



Диплом лауреата Нобелевской премии Л. Д. Ландау

Следующий ниже краткий обзор должен дать лишь некоторую ориентировку среди изобилия и разнообразия работ Льва Давидовича, а также несколько прояснить место, занимаемое этими работами в истории физики, которое, может быть, не всегда очевидно для современного читателя.

Характернейшей чертой научного творчества Ландау является его широта, почти беспрецедентная по своему диапазону; оно охватывает собой всю теоретическую физику, от гидродинамики до квантовой теории поля. В наш век все усиливающейся узкой специализации расходились постепенно и научные пути его учеников. Сам же Лев Давидович объединял их всех, всегда сохраняя поистине удивительную заинтересованность во всем. В его лице ушел из физики, возможно, один из последних великих универсалов.

Уже беглый взгляд на список работ Ландау покажет, что в его жизни нельзя выделить сколько-нибудь длительных периодов, в течение которых он работал лишь в какой-либо одной области физики. Поэтому и перечисление ряда его работ составлено не в хронологическом порядке, а по возможности по тематическому признаку. Начнем с работ, посвященных общим вопросам квантовой механики.

Сюда относится прежде всего несколько ранних работ Ландау. В связи с рассмотрением проблемы торможения излучением им было впервые введено понятие о неполном квантовомеханическом описании, осуществляемом с помощью величин, которые в дальнейшем получили название «матрицы плотности» [2]. В этой работе матрица плотности была введена в энергетическом представлении.

Две статьи [6, 7] посвящены вычислению вероятностей квазиклассических процессов. Трудность этого вопроса связана с тем, что ввиду экспоненциальности (с большой мнимой экспонентой) квазиклассических волновых функций подынтегральное выражение в матричных элементах оказывается быстроосциллирующей величиной, что сильно затрудняет даже оценку интеграла; фактически до работ Ландау все исследования подобных вопросов оказывались ошибочными. Ландау впервые дал общий метод вычисления квазиклассических матричных элементов, а также применил его к ряду конкретных процессов.

В 1930 г. Ландау (совместно с Р. Пайерлсом) опубликовал детальное исследование ограничений, вводимых в квантово-механическое описание релятивистскими требованиями [5]; эта статья вызвала в свое время оживленные дискуссии. Ее основной результат состоит (помимо уточнения вопроса об индивидуальной неопределенности координаты) в установлении принципиальных границ возможности измерения импульса частицы за конечное время. Отсюда следовало, что в релятивистской квантовой области не могут быть измерены никакие динамические переменные, характеризующие частицы в их взаимодействии, и единственными измеримыми величинами оказываются импульсы (и поляризации) свободных частиц. В этом и лежит физический корень тех затруднений, которые возникают при переносе в релятивистскую область методов обычной квантовой механики, использующих понятия, теряющие здесь свой смысл. Ландау снова вернулся к этому вопро-



Нобелевская медаль Л. Д. Ландау

су в своей последней опубликованной статье [98], выразив в ней свое убеждение в том, что ψ -операторы как носители ненаблюдаемой информации, а с ними и весь гамильтонов метод должны будут исчезнуть из будущей теории.

Одним из оснований для этого убеждения послужили Льву Давидовичу результаты проведенных им в 1954—1955 гг. (совместно с А. А. Абрикосовым, И. М. Халатниковым и И. Я. Померанчуком) исследований основ квантовой электродинамики [76—79, 83]. Эти исследования исходили из представления о точечном взаимодействии как пределе «размазанного» взаимодействия при стремлении к нулю радиуса размазывания. Это позволило сразу иметь дело с конечными выражениями. Далее оказалось возможным произвести суммирование основных членов всего ряда теории возмущений, и в результате были получены асимптотические (при больших импульсах) выражения для основных величин квантовой электродинамики — гриновских функций и вершинной части. Из этих выражений, в свою очередь, была найдена связь между истинными зарядом и массой электрона и их «затравочными» значениями. Хотя эти вычисления были проведены в предположении малости «затравочного» заряда, были высказаны аргументы в пользу того, что формула для связи истинного и «затравочного» зарядов сохраняет свою применимость и при любой величине последнего. Тогда исследование формулы показывает, что в пределе точечного взаимодействия истинный заряд обращается в нуль — теория «нуллифицируется»⁹. (Обзор относящихся сюда вопросов дан в статьях [82, 86].)

Только будущее сможет показать, насколько оправдывается намеченная Ландау программа построения релятивистской квантовой теории поля. Он сам усиленно работал в этом направлении в последние годы перед катастрофой. В этом плане, в частности, им был разработан общий метод для определения особенностей величин, фигурирующих в диаграммном методе квантовой теории поля [96].

На открытие в 1956 г. несохранения четности в слабых взаимодействиях Ландау сразу же откликнулся предложением теории нейтрино с фиксированной спиральностью («двухкомпонентное» нейтрино) [90]¹⁰, а также выдвинул принцип сохранения «комбинированной четности», как он назвал совместное применение пространственной инверсии и зарядового сопряжения. По мысли Ландау, тем самым должна была быть «спасена» симметрия пространства — асимметрия переносилась на сами частицы. Этот

⁹ В связи с поисками более строгого доказательства этого утверждения в статье [98] содержится характерное для Л. Д. высказывание о том, что «ввиду краткости нашей жизни мы не можем позволить себе роскошь заниматься вопросами, не обещающими новых результатов».

¹⁰ Одновременно и независимо эта теория была предложена Саламом, а также Ли и Янгом.

принцип действительно оказался имеющим более широкую применимость, чем закон сохранения четности. Как известно, однако, в последние годы были открыты также и процессы, не сохраняющие комбинированную четность; смысл этого нарушения в настоящее время еще неясен.

К ядерной физике относится опубликованная в 1937 г. работа Ландау [31]. Эта работа — количественное воплощение идей, выдвинутых незадолго до того Н. Бором. Здесь ядро рассматривается методами статистической физики как капля «квантовой жидкости». Замечательно, что при этом не было сделано никаких сколько-нибудь далеко идущих модельных предположений, как это делалось до того в работах других авторов. Была, в частности, впервые получена связь между средними расстояниями между уровнями составного ядра и их шириной.

Отсутствие модельных представлений характерно и для развитой Ландау (совместно с Я. А. Смородинским) теории рассеяния протонов на протонах. Сечение рассеяния было выражено при этом через параметры, смысл которых не связан какими-либо конкретными предположениями о потенциале взаимодействия частиц.

Пример технической виртуозности представляет работа (совместно с Ю. Б. Румером) по каскадной теории электронных ливней в космических лучах [36]; физические основания этой теории были сформулированы ранее рядом авторов, однако количественная теория по существу отсутствовала. В этой работе был создан математический аппарат, ставший основой всех последующих работ в этой области. Сам Л. Д. принял участие в дальнейшей разработке теории ливней еще двумя работами — об угловом распределении частиц [41] и о вторичных ливнях [42].

В наименьшей степени виртуозна работа Ландау, посвященная развитию идеи Ферми о статистическом характере множественного рождения частиц при столкновениях [72]¹¹. Эта работа — также и блестящий пример методического единства теоретической физики, когда решение задачи осуществляется путем применения методов из, казалось бы, совершенно иной области. Ландау показал, что процесс множественного рождения проходит через стадию расширения «облака», размеры которого велики по сравнению с длиной пробега частиц в нем; соответственно эта стадия должна описываться уравнениями релятивистской гидродинамики. Решение этих уравнений потребовало ряда остроумных приемов и глубокого анализа. Л. Д. говорил, что эта работа стоила ему большего труда, чем любая другая из решенных им задач.

Лев Давидович всегда охотно откликался на запросы и нужды экспериментаторов. Таково, в частности, происхождение его

¹¹ Более подробно изложение и дальнейшая детализация этой работы даны в обзорной статье [85] (совместно с С. З. Беленьким).

работы [54], в которой было найдено энергетическое распределение ионизационных потерь быстрых частиц при прохождении через вещество (до того существовала лишь теория средних потерь энергии).

Переходя к работам Ландау по макроскопической физике, начнем с нескольких статей, составляющих его вклад в физику магнетизма.

Согласно классической механике и статистике, изменение характера движения свободных электронов в магнитном поле не может привести к появлению новых магнитных свойств системы. Ландау был первым, выяснившим характер движения в магнитном поле в квантовом случае и указавшим, что квантование полностью меняет ситуацию, приводя к появлению диамагнетизма газа свободных электронов («диамагнетизм Ландау», как теперь называют это явление) [4]. В этой же работе была качественно предсказана периодическая зависимость магнитной восприимчивости от величины магнитного поля при больших значениях его. В то время (1930 г.) это явление еще никем не наблюдалось, и оно было открыто экспериментально лишь впоследствии (эффект де Гааза—ван Альфена); количественная теория этого эффекта была дана Ландау в более поздней работе [37].

Небольшая статья, опубликованная в 1933 г. [11], имеет значение, далеко выходящее за рамки поставленного в ее заглавии вопроса — о возможном объяснении зависимости магнитной восприимчивости определенного класса веществ от поля при низких температурах. В ней впервые было введено понятие об антиферромагнетизме (хотя этот термин и не был применен) как особой фазе магнетика, отличающейся от парамагнитной фазы своей симметрией; соответственно этому переход между обоими состояниями должен происходить в строго определенной точке¹². Конкретно в этой работе была рассмотрена модель слоистого антиферромагнетика с сильной ферромагнитной связью в каждом слое и слабой антиферромагнитной связью между слоями; для этого случая проведено количественное исследование и найдены характерные особенности магнитных свойств вблизи точки перехода. Примененный при этом Ландау метод опирался на идеи, которые были в дальнейшем развиты им в общей теории фазовых переходов второго рода.

¹² Примерно за год до того в работе Нееля (которая была неизвестна Ландау) была предсказана возможность существования веществ, которые состоят в магнитном отношении из двух подрешеток с противоположными моментами. Неель, однако, не предполагал, что речь идет об особом состоянии вещества, а просто считал, что парамагнетик с положительным обменным интегралом при низких температурах постепенно переходит в структуру, состоящую из нескольких магнитных подрешеток.

Еще одна работа относится к теории ферромагнетизма. Идея о структуре ферромагнитных тел как состоящих из элементарных областей, спонтанно намагниченных в различных направлениях («магнитные домены» по современной терминологии), была высказана П. Вейссом еще в 1907 г. Однако не существовало подхода к вопросу о количественной теории этой структуры. В работе Ландау (совместно с Е. М. Лифшицем) [17] в 1936 г. было показано, что такая теория должна строиться на основании термодинамических соображений, и были определены для типичного случая форма и размеры доменов. В этой же работе было установлено макроскопическое уравнение движения вектора намагниченности доменов и с его помощью развиты основы теории дисперсии магнитной проницаемости ферромагнетиков в переменном магнитном поле; в частности, было предсказано явление, известное в настоящее время под названием ферромагнитного резонанса.

В опубликованной в 1933 г. небольшой заметке [9] была высказана идея о возможности «автолокализации» электрона в кристаллической решетке в потенциальной яме, возникающей в силу его собственного поляризационного действия. Эта идея в дальнейшем явилась основой для так называемой поляронной теории проводимости ионных кристаллов. Сам Ландау еще раз вернулся к этим вопросам в позднейшей работе (совместно с С. И. Пекаром) [65], посвященной установлению уравнений движения полярона во внешнем поле.

В другой маленькой заметке были сообщены результаты, полученные Ландау (совместно с Г. Плачеком) относительно структуры линии рэлеевского рассеяния в жидкостях или газах [13]. Еще в начале 20-х годов Бриллюэном и Мандельштамом было показано, что благодаря рассеянию на звуковых колебаниях эти линии должны расщепляться в дублет. Ландау и Плачек обратили внимание на необходимость существования еще и рассеяния на флуктуациях энтропии, не сопровождающегося никаким изменением частоты; в результате вместо дублета должен наблюдаться триплет¹³.

К физике плазмы относятся две работы Ландау. В одной из них было впервые получено кинетическое уравнение с учетом кулоновского взаимодействия между частицами [23]; медленность убывания этих сил делала неприменимыми в этом случае обычные способы составления кинетических уравнений. В другой работе, посвященной колебаниям плазмы [59], было показано, что даже в условиях, когда столкновениями между частицами в

¹³ Подробное изложение выводов и результатов этой работы так и не было опубликовано в виде статьи. Частично оно дано в книге «Электродинамика сплошных сред», § 96 (М.: Физматгиз, 1959).

плазме можно пренебречь, колебания большой частоты будут все же затухать («затухание Ландау») ¹⁴.

Работа над составлением одного из очередных томов курса «Теоретическая физика» явилась для Льва Давидовича стимулом к глубокому изучению гидродинамики. Как всегда, он занялся самостоятельным продумыванием и выводом всех основных положений и результатов этой науки. Его свежий и оригинальный взгляд привел, в частности, к новому подходу к проблеме возникновения турбулентности; при этом он выяснил основные свойства процесса постепенного развития нестационарности при увеличении числа Рейнольдса после потери устойчивости ламинарным движением и предсказал качественно различные варианты, которые могут здесь иметь место [50]. Исследуя качественные свойства сверхзвукового обтекания тел, Лев Давидович пришел к неожиданному результату, что вдали от тела должна существовать не одна, как это обычно считалось, а две следующие друг за другом ударные волны [58]. Даже в таком «классическом» вопросе, как теория струй, ему удалось найти новое, не замеченное до него точное решение для осесимметричной «затопленной» струи вязкой несжимаемой жидкости [49].

Выдающееся положение в научном творчестве Ландау — как по непосредственному значению, так и по объему вызванных ею к жизни применений — занимает теория фазовых переходов второго рода [28, 29]; первый набросок лежащих в ее основе идей содержится уже в заметке [16] ¹⁵. Понятие о фазовых переходах различного порядка было впервые введено Эренфестом чисто формальным образом, в зависимости от порядка термодинамических производных, которые могли бы испытывать скачок в точке перехода. Вопросы же о том, какие именно из этих переходов могут в действительности существовать и в чем заключается их физическая природа, оставались открытыми; по этому поводу в литературе высказывались лишь довольно смутные и необоснованные предположения. Ландау впервые указал на глубокую связь между возможностью существования непрерывного (в смысле изменения состояния тела) фазового перехода и скачкообразным изменением какого-либо свойства симметрии тела в точке перехода. Он показал также, что в точке такого перехода возможно далеко не всякое изменение симметрии, и дал метод, позволяющий определить допустимые типы изменения симметрии. Развитаая Ландау количественная теория была основана на пред-

¹⁴ Интересно, что эта работа возникла как реакция Льва Давидовича на «филологию», содержащуюся, по его мнению, в предыдущих работах на эту тему (например, безосновательную замену расходящихся интегралов их главными значениями). Чтобы доказать свою правоту, он и занялся сам этим вопросом.

¹⁵ Самому Ландау принадлежит применение этой теории к рассеянию рентгеновских лучей кристаллами [32] и — совместно с И. М. Халатниковым — к поглощению звука [80] вблизи точки перехода.

положении о регулярности разложения термодинамических величин вблизи точки перехода. В настоящее время ясно, что такая теория, не учитывающая возможной особенности этих величин в точке перехода, не отражает всех свойств фазового перехода. Вопрос о характере этой особенности очень интересовал Ландау, и в последние годы своей деятельности он много работал над этой трудной проблемой, не успев, однако, прийти к каким-либо определенным результатам.

В духе идей теории фазовых переходов построена также и созданная в 1950 г. Ландау (совместно с В. Л. Гинзбургом) феноменологическая теория сверхпроводимости [71]; в частности, она явилась в дальнейшем основой для теории сверхпроводящих сплавов. В этой теории фигурирует ряд величин и параметров, смысл которых в момент ее создания был не вполне ясен и стал понятным лишь после появления в 1957 г. микроскопической теории сверхпроводимости, позволившей дать строгое обоснование уравнений Гинзбурга—Ландау и установить область их применимости. В этой связи поучительна история (рассказанная В. Л. Гинзбургом¹⁶) одного ошибочного утверждения, содержавшегося в их оригинальной статье. Основное уравнение теории, определяющее эффективную волновую функцию сверхпроводящих электронов Ψ , содержит векторный потенциал поля \mathbf{A} в члене вида

$$- \frac{1}{2m} \left(-i\hbar\nabla - \frac{e^*}{c} \mathbf{A} \right) \Psi,$$

вполне аналогичном соответствующему члену в уравнении Шрёдингера. Можно было бы думать, что в феноменологической теории параметр e^* должен представлять собой некоторый эффективный заряд, не обязанный находиться в прямой связи с зарядом свободного электрона e . Ландау, однако, отверг эту мысль, указав, что эффективный заряд не универсален и должен был бы зависеть от различных факторов (давления, состава образца и т. п.); тогда в неоднородном образце e^* было бы функцией координат, а это нарушило бы градиентную инвариантность теории. Поэтому в статье было сказано, что заряд e^* «нет оснований считать отличным от заряда электрона». Мы знаем теперь, что в действительности e^* совпадает с зарядом куперовской пары электронов, т. е. $e^* = 2e$, а не e . Это значение можно было предвидеть, разумеется, лишь на основании идеи о спаривании электронов, лежащей в основе микроскопической теории сверхпроводимости. Но значение $2e$ также универсально, как и e , так что выдвинутый Ландау аргумент сам по себе был правилен.

Другой вклад Ландау в физику сверхпроводимости состоит в выяснении природы так называемого промежуточного состояния.

¹⁶ См.: УФН. 1968. Т. 94, вып. 1. С. 181.

Понятие об этом состоянии было впервые введено Пайерлсом и Ф. Лондоном (1936 г.) для описания наблюдавшегося факта постепенности сверхпроводящего перехода в магнитном поле. Их теория, однако, имела чисто феноменологический характер, и вопрос о природе промежуточного состояния оставался открытым. Ландау показал, что это состояние не является каким-либо новым, а в действительности сверхпроводник в нем состоит из последовательных тонких слоев нормальной и сверхпроводящих фаз. В 1937 г. [30] Ландау рассмотрел модель, в которой эти слои выходят на поверхность образца; изящным и остроумным методом ему удалось полностью определить форму и размеры слоев в такой модели¹⁷. В 1938 г. он предложил новый вариант теории, согласно которому при выходе к поверхности слои подвергаются многократному разветвлению; такая структура должна стать термодинамически более выгодной при достаточно больших размерах образца¹⁸.

Но наиболее значительный вклад, которым физика обязана Ландау,— это создание им теории квантовых жидкостей. Значение этой новой области в настоящее время все более возрастает; несомненно, что ее развитие за последние десятилетия оказало революционизирующее влияние и на другие области физики — физику твердого тела и даже на физику ядра.

Теория сверхтекучести была создана Ландау в 1940—1941 гг., вскоре после открытия в конце 1937 г. П. Л. Капицей этого основного свойства гелия II. До этого предпосылки для понимания физической природы наблюдавшегося в жидком гелии фазового перехода по существу отсутствовали и неудивительно, что по этому поводу высказывались взгляды, которые в настоящее время могли бы даже показаться наивными¹⁹. Замечательна та полнота, с которой теория гелия II была создана с самого начала: уже в первой классической статье Ландау [44] содержатся почти все основные идеи как микроскопической теории гелия II, так и построенной на ее основе макроскопической теории — термодинамики и гидродинамики этой жидкости (последней посвящена также статья [51]).

В основе теории Ландау лежит представление о квазичастицах (элементарных возбуждениях), составляющих энергетический спектр гелия II. Именно Ландау впервые поставил вопрос об энергетическом спектре макроскопического тела в таком наиболее общем виде, и он же нашел характер спектра для квантовой жидкости того типа, к которому относится жидкий гелий

¹⁷ Сам Л. Д. писал по этому поводу, что «удивительным образом оказывается возможным точное определение формы слоев» [30].

¹⁸ Подробное изложение этой работы опубликовано в 1943 г. [47].

¹⁹ Так, сам Ландау в своей работе по теории фазовых переходов [29] высказал предположение о том, не является ли гелий II жидким кристаллом, хотя и подчеркивал сомнительность такого представления.

(изотоп He^4), — как теперь говорят, бозевского типа. В работе 1941 г. Ландау предполагал, что спектр элементарных возбуждений состоит из двух ветвей: фононов — с линейной зависимостью энергии ϵ от импульса p и «ротонов» — с квадратичной зависимостью, отделенной от основного состояния энергетической щелью. Впоследствии Ландау нашел, что такой вид спектра не удовлетворителен с теоретической точки зрения (так как был бы неустойчив), а тщательный анализ появившихся к тому времени более полных и точных экспериментальных данных привел его в 1946 г. к установлению знаменитого спектра, содержащего всего одну ветвь, в которой «ротонам» отвечает минимум на кривой $\epsilon(p)$. Макроскопические представления теории сверхтекучести широко известны. В своей основе они сводятся к представлению о двух одновременно происходящих в жидкости движениях — «нормальном» и «сверхтекучем», которые можно для наглядности рассматривать как движения двух «компонент жидкости»²⁰. Нормальное движение сопровождается, как и у обычных жидкостей, внутренним трением. Определение коэффициента вязкости представляет собой кинетическую проблему, требующую анализа процессов установления равновесия в «газе квазичастиц»; основы теории вязкости гелия II были развиты Ландау (совместно с И. М. Халатниковым) в 1949 г. [67, 68]. Наконец, еще в одной работе (совместно с И. Я. Померанчуком) рассмотрен вопрос о поведении посторонних атомов в гелии [62]; было показано, в частности, что всякий такой атом войдет в состав «нормальной компоненты» жидкости вне зависимости от того, обнаружит ли само по себе вещество примеси свойство сверхтекучести, — в противоположность высказывавшемуся до того в литературе неправильному взгляду.

Жидкий изотоп He^3 представляет собой квантовую жидкость другого типа, как теперь говорят фермиевского. Хотя ее свойства не так эффектны, как свойства жидкого He^4 , с принципиальной теоретической точки зрения они не менее интересны. Теория таких жидкостей была создана Ландау и изложена им в трех статьях, опубликованных в 1956—1958 гг. В двух первых работах [87, 88] был установлен характер энергетического спектра фермижидкости, рассмотрены ее термодинамические свойства и установлено кинетическое уравнение для релаксационных процессов в ней. Исследование кинетического уравнения привело Ландау к предсказанию особого типа колебательного процесса в жидком

²⁰ Некоторые идеи «двухкомпонентного» макроскопического описания жидкого гелия (хотя и без ясной их физической интерпретации) были введены независимо от Ландау Л. Тиссой. Его подробная статья, опубликованная во Франции в 1940 г., в силу условий военного времени была получена в СССР лишь в 1943 г., а небольшая заметка 1938 г. в «Докладах Парижской академии» осталась, к сожалению, незамеченной. Критика количественной стороны теории Тиссы дана Ландау в статье [64].

He³ вблизи абсолютного нуля, который был назван им пулевым звуком. В третьей работе [93] кинетическое уравнение, вывод которого содержал в себе ранее ряд интуитивных предположений, получило строгое микроскопическое обоснование.

Заканчивая этот краткий и далеко не полный обзор, остается лишь повторить, что для физиков нет необходимости в подчеркивании значения вклада Льва Давидовича Ландау в теоретическую физику. Сделанное им имеет непреходящее значение и останется в науке навсегда.

СПИСОК РАБОТ Л. Д. ЛАНДАУ *

1. К теории спектров двухатомных молекул // *Ztschr. Phys.* 1926. Bd. 40. S. 621.
2. Проблема затухания в волновой механике // *Ztschr. Phys.* 1927. Bd. 45. S. 430.
3. Квантовая электродинамика в конфигурационном пространстве // *Ztschr. Phys.* 1930. Bd. 62. S. 188. (Совм. с Р. Пайерлсом.)
4. Диамагнетизм металлов // *Ztschr. Phys.* 1930. Bd. 64. S. 629.
5. Распространение принципа неопределенности на релятивистскую квантовую теорию // *Ztschr. Phys.* 1931. Bd. 69. S. 56. (Совм. с Р. Пайерлсом.)
6. К теории передачи энергии при столкновениях. I // *Phys. Ztschr. Sow.* 1932. Bd. 1. S. 88.
7. К теории передачи энергии при столкновениях. II // *Phys. Ztschr. Sow.* 1932. Bd. 2. S. 46.
8. К теории звезд // *Phys. Ztschr. Sow.* 1932. Bd. 1. S. 285.
9. О движении электронов в кристаллической решетке // *Phys. Ztschr. Sow.* 1933. Bd. 3. S. 664.
10. Второй закон термодинамики и Вселенная // *Phys. Ztschr. Sow.* 1933. Bd. 4. S. 114. (Совм. с М. Бронштейном.)
11. Возможное объяснение зависимости восприимчивости от поля при низких температурах // *Phys. Ztschr. Sow.* 1933. Bd. 4. S. 675.
12. Внутренняя температура звезд // *Nature.* 1933. Vol. 132. P. 567. (Совм. с Г. Гамовым.)
13. Структура несмещенной линии рассеяния // *Phys. Ztschr. Sow.* 1934. Bd. 5. S. 172. (Совм. с Г. Плачемом.)
14. К теории торможения быстрых электронов излучением // *Phys. Ztschr. Sow.* 1934. Bd. 5. S. 764; *ЖЭТФ.* 1935. Т. 5. С. 255.
15. Об образовании электронов и позитронов при столкновении двух частиц // *Phys. Ztschr. Sow.* 1934. Bd. 6. S. 244. (Совм. с Е. М. Лифшицем.)
16. К теории аномалий теплоемкости // *Phys. Ztschr. Sow.* 1935. Bd. 8. S. 113.
17. К теории дисперсии магнитной проницаемости ферромагнитных тел // *Phys. Ztschr. Sow.* 1935. Bd. 8. S. 153. (Совм. с Е. М. Лифшицем.)
18. О релятивистских поправках к уравнению Шрёдингера в задаче многих тел // *Phys. Ztschr. Sow.* 1935. Bd. 8. S. 487.
19. К теории коэффициента аккомодации // *Phys. Ztschr. Sow.* 1935. Bd. 8. S. 489.
20. К теории фотоэлектродвижущей силы в полупроводниках // *Phys. Ztschr. Sow.* 1936. Bd. 9. S. 477. (Совм. с Е. М. Лифшицем.)
21. К теории дисперсии звука // *Phys. Ztschr. Sow.* 1936. Bd. 10. S. 34. (Совм. с Э. Теллером.)

* Номер в списке работ совпадает с номером статьи в «Собрании трудов» Л. Д. Ландау (М.: Наука, 1969).

22. К теории мономолекулярных реакций // *Phys. Ztschr. Sow.* 1936. Bd. 10. S. 67.
23. Кинетическое уравнение в случае кулоновского взаимодействия // *ЖЭТФ.* 1937. Т. 7. С. 203; *Phys. Ztschr. Sow.* 1936. Bd. 10. S. 154.
24. О свойствах металлов при очень низких температурах // *ЖЭТФ.* 1937. Т. 7. С. 379; *Phys. Ztschr. Sow.* 1936. Bd. 10. S. 649. (Совм. с И. Я. Померанчуком.)
25. Рассеяние света на свете // *Nature.* 1936. Vol. 138. P. 206. (Совм. с А. И. Ахиезером и И. Я. Померанчуком.)
26. Об источниках звездной энергии // *ДАН СССР.* 1937. Т. 17. С. 301; *Nature.* 1938. Vol. 141. P. 333.
27. О поглощении звука в твердых телах // *Phys. Ztschr. Sow.* 1937. Bd. 11. S. 18. (Совм. с Ю. Б. Румером.)
28. К теории фазовых переходов. I // *ЖЭТФ.* 1937. Т. 7. С. 19; *Phys. Ztschr. Sow.* 1937. Bd. 7. S. 19.
29. К теории фазовых переходов. II // *ЖЭТФ.* 1937. Т. 7. С. 627; *Phys. Ztschr. Sow.* 1937. Bd. 11. S. 545.
30. К теории сверхпроводимости // *ЖЭТФ.* 1937. Т. 7. С. 371; *Phys. Ztschr. Sow.* 1937. Bd. 7. S. 371.
31. К статистической теории ядер // *ЖЭТФ.* 1937. Т. 7. С. 849; *Phys. Ztschr. Sow.* 1937. Bd. 11. S. 556.
32. Рассеяние рентгеновых лучей кристаллами вблизи точки Кюри // *ЖЭТФ.* 1937. Т. 7. С. 1232; *Phys. Ztschr. Sow.* 1937. Bd. 12. S. 123.
33. Рассеяние рентгеновых лучей кристаллами с переменной структурой // *ЖЭТФ.* 1937. Т. 7. С. 1227; *Phys. Ztschr. Sow.* 1937. Bd. 12. S. 579.
34. Образование ливней тяжелыми частицами // *Nature.* 1937. Vol. 140. P. 682. (Совм. с Ю. Б. Румером.)
35. Стабильность неона и углерода по отношению к α -распаду // *Phys. Rev.* 1937. Vol. 52. P. 1251.
36. Каскадная теория электронных ливней // *Proc. Roy. Soc.* 1938. Vol. A166. P. 213. (Совм. с Ю. Б. Румером.)
37. Об эффекте де Гааза—ван Альфена // *Proc. Roy. Soc.* 1939. Vol. A170. P. 363. Приложение к статье Д. Шенберга.
38. О поляризации электронов при рассеянии // *ДАН СССР.* 1940. Т. 26. С. 436; *Phys. Rev.* 1940. Vol. 57. P. 548.
39. О «радиусе» элементарных частиц // *ЖЭТФ.* 1940. Т. 10. С. 718; *J. Phys. USSR.* 1940. Vol. 2. P. 485.
40. О рассеянии мезотронов «ядерными силами» // *ЖЭТФ.* 1940. Т. 10. С. 724; *J. Phys. USSR.* 1940. Vol. 2. P. 483.
41. Угловое распределение частиц в ливнях // *ЖЭТФ.* 1940. Т. 10. С. 1007; *J. Phys. USSR.* 1940. Vol. 3. P. 237.
42. К теории вторичных ливней // *ЖЭТФ.* 1941. Т. 11. С. 32; *J. Phys. USSR.* 1941. Vol. 4. P. 375.
43. О рассеянии света мезотронами // *ЖЭТФ.* 1941. Т. 11. С. 35; *J. Phys. USSR.* 1941. Vol. 4. P. 455. (Совм. с Я. А. Смородинским.)
44. Теория сверхтекучести гелия II // *ЖЭТФ.* 1941. Т. 11. С. 592; *J. Phys. USSR.* 1941. Vol. 5. P. 71.
45. Теория устойчивости сильно заряженных лиофобных золь и слипания сильно заряженных частиц в растворах электролитов // *ЖЭТФ.* 1941. Т. 11. С. 802; *ЖЭТФ.* 1945. Т. 15. С. 663; *Acta phys.-chim. USSR.* 1941. Vol. 14. P. 633. (Совм. с Б. В. Дерягиным.)
46. Увлечение жидкости движущейся пластинкой // *Acta phys.-chim. USSR.* 1942. Vol. 17. P. 42. (Совм. с В. Г. Левичем.)
47. К теории промежуточного состояния сверхпроводников // *ЖЭТФ.* 1943. Т. 13. С. 377; *J. Phys. USSR.* 1943. Vol. 7. P. 99.
48. О соотношении между жидким и газообразным состоянием у металлов // *Acta phys.-chim. USSR.* 1943. Vol. 18. P. 194. (Совм. с Я. Б. Зельдовичем.)

49. Об одном новом точном решении уравнений Навье—Стокса // ДАН СССР. 1944. Т. 43. С. 299.
50. К проблеме турбулентности // ДАН СССР. 1944. Т. 44. С. 339.
51. К гидродинамике гелия II // ЖЭТФ. 1944. Т. 14. С. 112; J. Phys. USSR. 1944. Vol. 8. P. 1.
52. К теории медленного горения // ЖЭТФ. 1944. Т. 14. С. 240; Acta phys.-chim. USSR. 1944. Vol. 19. P. 77.
53. Рассеяние протонов протонами // ЖЭТФ. 1944. Т. 14. С. 269; J. Phys. USSR. 1944. Vol. 8. P. 154. (Совм. с Я. А. Смородинским.)
54. О потерях энергии быстрыми частицами на ионизацию // J. Phys. USSR. 1944. Vol. 8. P. 201.
55. Об изучении детонации конденсированных взрывчатых веществ // ДАН СССР. 1945. Т. 46. С. 399. (Совм. с К. П. Станюковичем.)
56. Определение скорости истечения продуктов детонации некоторых газовых смесей // ДАН СССР. 1945. Т. 47. С. 205. (Совм. с К. П. Станюковичем.)
57. Определение скорости истечения продуктов детонации конденсированных взрывчатых веществ // ДАН СССР. 1945. Т. 47. С. 273. (Совм. с К. П. Станюковичем.)
58. Об ударных волнах на далеких расстояниях от места их возникновения // Прикл. математика и механика. 1945. Т. 9. С. 286; J. Phys. USSR. 1945. Vol. 9. P. 496.
59. О колебаниях электронной плазмы // ЖЭТФ. 1946. Т. 16. С. 574; J. Phys. USSR. 1946. Vol. 10. P. 27.
60. О термодинамике фотолюминесценции // J. Phys. USSR. 1946. Vol. 10. P. 503.
61. К теории сверхтекучести гелия II // J. Phys. USSR. 1946. Vol. 11. P. 91.
62. О движении посторонних частиц в гелии II // ДАН СССР. 1948. Т. 59. С. 669. (Совм. с И. Я. Померанчуком.)
63. О моменте системы из двух фотонов // ДАН СССР. 1948. Т. 60. С. 207.
64. К теории сверхтекучести // ДАН СССР. 1948. Т. 61. С. 253; Phys. Rev. 1949. Vol. 75. P. 884.
65. Эффективная масса полярона // ЖЭТФ. 1948. Т. 18. С. 419. (Совм. с С. И. Пекаром.)
66. Расщепление дейтрона при столкновениях с тяжелыми ядрами // ЖЭТФ. 1948. Т. 18. С. 750. (Совм. с Е. М. Лифшицем.)
67. Теория вязкости гелия II. 1. Столкновения элементарных возбуждений в гелии II // ЖЭТФ. 1949. Т. 19. С. 637. (Совм. с И. М. Халатниковым.)
68. Теория вязкости гелия II. 2. Вычисление коэффициента вязкости // ЖЭТФ. 1949. Т. 19. С. 709. (Совм. с И. М. Халатниковым.)
69. О взаимодействии между электроном и позитроном // ЖЭТФ. 1949. Т. 19. С. 673. (Совм. с В. Б. Берестецким.)
70. О равновесной форме кристаллов // Сборник, посвященный семидесятилетию академика А. Ф. Иоффе. М.: Изд-во АН СССР. 1950. С. 44.
71. К теории сверхпроводимости // ЖЭТФ. 1950. Т. 20. С. 1064. (Совм. с В. Л. Гинзбургом.)
72. О множественном образовании частиц при столкновениях быстрых частиц // Изв. АН СССР. Сер. физ. 1953. Т. 17. С. 51.
73. Пределы применимости теории тормозного излучения электронов и образования пар при больших энергиях // ДАН СССР. 1953. Т. 92. С. 535. (Совм. с И. Я. Померанчуком.)
74. Электронно-лавинные процессы при сверхвысоких энергиях // ДАН СССР. 1953. Т. 92. С. 735. (Совм. с И. Я. Померанчуком.)
75. Излучение γ -квантов при столкновении быстрых π -мезонов с нуклонами // ЖЭТФ. 1953. Т. 24. С. 505. (Совм. с И. Я. Померанчуком.)
76. Об устранении бесконечностей в квантовой электродинамике // ДАН СССР. Т. 95. С. 497. (Совм. с А. А. Абрикосовым и И. М. Халатниковым.)

77. Асимптотическое выражение для гриновской функции электрона в квантовой электродинамике // ДАН СССР. 1954. Т. 95. С. 773. (Совм. с А. А. Абрикосовым и И. М. Халатниковым.)
78. Асимптотическое выражение для гриновской функции фотона в квантовой электродинамике // ДАН СССР. 1954. Т. 95. С. 1177. (Совм. с А. А. Абрикосовым и И. М. Халатниковым.)
79. Масса электрона в квантовой электродинамике // ДАН СССР. 1954. Т. 96. С. 261. (Совм. с А. А. Абрикосовым и И. М. Халатниковым.)
80. Об аномальном поглощении звука вблизи точек фазового перехода второго рода // ДАН СССР. 1954. Т. 96. С. 469. (Совм. с И. М. Халатниковым.)
81. Исследование особенностей течения при помощи уравнения Эйлера—Трикоми // ДАН СССР. 1954. Т. 96. С. 725. (Совм. с Е. М. Лифшицем.)
82. О квантовой теории поля // Нильс Бор и развитие физики. М.: Изд-во иностран. лит., 1955.
83. О точечном взаимодействии в квантовой электродинамике // ДАН СССР. 1955. Т. 102. С. 489. (Совм. с И. Я. Померанчуком.)
84. Градиентные преобразования функций Грина заряженных частиц // ЖЭТФ. 1955. Т. 29. С. 89. (Совм. с И. М. Халатниковым.)
85. Гидродинамическая теория множественного образования частиц // УФН. 1955. Т. 56. С. 309. (Совм. с С. З. Беленьким.)
86. О квантовой теории поля // Nuovo Cimento. Suppl. 1956. Vol. 3. P. 80. (Совм. с А. А. Абрикосовым и И. М. Халатниковым.)
87. Теория ферми-жидкости // ЖЭТФ. 1956. Т. 30. С. 1058.
88. Колебания ферми-жидкости // ЖЭТФ. 1957. Т. 32. С. 59.
89. О законах сохранения при слабых взаимодействиях // ЖЭТФ. 1957. Т. 32. С. 405.
90. Об одной возможности для поляризационных свойств нейтрино // ЖЭТФ. 1957. Т. 32. С. 407.
91. О гидродинамических флуктуациях // ЖЭТФ. 1957. Т. 32. С. 618. (Совм. с Е. М. Лифшицем.)
92. Свойства гриновской функции частиц в статистике // ЖЭТФ. 1958. Т. 34. С. 262.
93. К теории ферми-жидкости // ЖЭТФ. 1958. Т. 35. С. 97.
94. О возможности формулировки теории сильно взаимодействующих фермионов // Phys. Rev. 1958. Vol. 111. P. 321. (Совм. с А. А. Абрикосовым, А. Д. Галаниным, Л. П. Горьковым, И. Я. Померанчуком и К. А. Тер-Мартirosяном.)
95. Численные методы интегрирования уравнений в частных производных методом сеток // Тр. III Всесоюз. мат. съезда (Москва, июнь—июль 1956 г.). М.: Изд-во АН СССР, 1958. Т. 3. С. 92. (Совм. с Н. Н. Мейманом и И. М. Халатниковым.)
96. Об аналитических свойствах вершинных частей в квантовой теории поля // ЖЭТФ. 1959. Т. 37. С. 62.
97. Малые энергии связи в квантовой теории поля // ЖЭТФ. 1960. Т. 39. С. 1856.
98. О фундаментальных проблемах // Theoretical physics in the 20th century: A memorial volume to W. Pauli. N. Y.; L.: Interscience, 1960.

А. А. Абрикосов

О Л. Д. ЛАНДАУ

Впервые я увидел Дау в Казани, году в 42-м, в академической столовой. Было создано такое предприятие, чтобы в голодное время подкармливать обедами членов и ведущих сотрудников Академии (оно сохранилось и поныне). Ходил туда от нашей семьи обычно я, ибо мать работала, а отец нуждался в особом диетическом питании из-за язвы. Среди других посетителей на себя обращала внимание пара друзей: один — высокий, худой и чубатый, другой — маленький, лысый и остроносый. Они сидели, и лысый начинал быстро осматриваться. Как только он замечал красивую женщину, он подавал знак чубатому, и тот вперялся в нее своими черными навывкате глазами, чем приводил ее в немалое смущение. Кем были эти двое, я узнал несколько позже, когда была объявлена лекция для школьников «Жидкий воздух». Ее должен был читать доктор физико-математических наук Л. Д. Ландау (ассистент Е. М. Лифшиц). Лекция оказалась стандартной, я потом слышал такие много раз и даже как-то сам читал. Роль ассистента сводилась к опусканию резинки в дьюар и разбиванию ее молотком. Впоследствии В. И. Гольданский сделал очень хорошую пародию на такую лекцию: «Мальчик, выпей из этого стаканчика. Видите, мальчик толстеет на глазах! Это в нем расширяется воздух. А через несколько минут он станет как бочка...»

Мог ли я ожидать, что этот «халтурщик» (как мы все тогда решили) станет потом моим любимым учителем и, более того, самым значительным человеком, определившим всю мою жизнь? Что касается лекции о жидком воздухе, то она, как я узнал через много лет, отвечала идейной установке Дау: рассказывать слушателям только то, что они могут понять. У нас с ним были споры по этому поводу. Я доказывал, что надо учитывать и психологию слушателя. Если он все поймет, то решит, что то, о чем слышит, тривиально. Надо в каком-нибудь месте чуть-чуть «загнуть» без вреда для остального содержания. Тогда появится уважение к науке и докладчику. Но Дау с этим не соглашался.

Что касается более подготовленной аудитории, то у Дау была своя особая манера читать лекции или делать доклады. Он начинал с элементарных вещей, которые слушатели заведомо знали. Внимание их несколько рассеивалось. Далее совершенно логично он выводил все более и более сложные вещи. Понять-то можно было, но градиент был столь высок, что отвлекшиеся вначале слушатели не успевали сосредоточиться и «отрывались». И опять-таки все уговоры не помогали. Дау был уверен, что только так и надо докладывать. Отмечу, что куда лучшим лектором



Теоретический отдел ИФП АН СССР в 1956 г.

Стоят (слева направо): С. С. Герштейн, Л. П. Питаевский, Л. А. Вайнштейн, Р. Г. Архипов, И. Е. Дзялошинский, Сидят: Л. А. Прозорова (единственный физик-экспериментатор на этой фотографии), А. А. Абрикосов, И. М. Халатников, Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц

был Е. М. Лифшиц, и главным образом именно из-за не слишком элементарного начала и меньшего градиента.

Несомненно, многие авторы этой книги отметят, что Дау чрезвычайно тщательно продумывал не только свои научные работы, но все что угодно: план своей жизни и деятельности, свои взгляды по любым вопросам. Его семинар, ученики, теорминимум, книги были частями продуманного плана организации жизни. Это и многое другое он называл «теорфизическим подходом к жизни». Спорить с ним было бесполезно, ибо в том, что касалось логики, он был сильнее всех, а иных аргументов он не признавал. В то же время он чувствовал, что это приводит к некоторой заостренности. В порыве откровенности он признавался, что хотя на свете нет человека, который мог бы решить любую задачу быстрее, чем он, но ему не хватает интуиции, такой, как у Эйнштейна, Бора, Гейзенберга, Дирака. Этих физиков он ставил выше всех.

Обсуждать с ним новую работу было очень трудно, и требовалась привычка. Я помню, как В. В. Судаков пришел и расска-

зал, что он придумал простой способ суммирования диаграмм рассеяния бозонов — «паркет». Мне очень понравились простота и изящество этого метода. Появился Дау. Узнав, что «Судак» решил задачу «паркета», он тут же пожелал услышать. Володя стал рассказывать в своей неторопливой манере с длинными паузами. Дау тут же засыпал его вопросами, на которые тот не мог найти быстрый ответ. Тогда я взялся за дело и через короткое время до Дау «дошло». Володя удивился: «Ведь Алеша рассказал Вам точь-в-точь то же самое, что я». «Нет,— отвечал Дау.— Вы мне какую-то ерунду несли, а Алеша рассказал совсем другое». Прав был, конечно, Судаков. Просто у него не было привычки.

Впрочем, и у меня не всегда получалось. Когда мы с Горьковым придумали «крестовую технику» для славов, то я от души надеялся, что Горьков вынесет ее на суд Великого учителя. Объяснялось это тем, что, как Дау неоднократно говорил, он «боялся» Горькова. Действительно, его высокая фигура в квадратных очках с непрístupной физиономией могла произвести устрашающее впечатление на любого, кто не знал его ближе. Я этим хотел воспользоваться, чтобы уклониться от неизбежных разносов, топая ногами и прочих атрибутов ознакомления Дау с непривычной техникой. Но увь, Горьков куда-то убыл и мне пришлось «пробивать» работу через Дау самому. Это был месяц с одинаковой ежедневной программой. Утром приходил Дау. Я начинал рассказывать. Он быстро возбуждался и в конце концов с криком: «Если Вы и дальше будете нести такую чушь, то я с Вами о науке никогда разговаривать не буду!» — удалялся, хлопнув дверью. Целый день после этого его не было. Наутро как ни в чем не бывало он заходил и спрашивал: «Так на чем мы остановились?» Дальше все шло так же, как накануне. Общий итог всех этих бесед был таким. «Конечно, можно и проще, только мне пока не приходит в голову, а потому так и быть, печатайте».

Надо отдать справедливость Учителю: после таких пререканий работа сильно совершенствовалась, ибо сам автор начинал понимать ее куда лучше, чем вначале.

Многие считали, что Дау мало заботился об учениках: не давал им тем для работ, отказывался находить у них ошибки («это ваша работа, а не моя, так сами и ищите» или «ваше вранье представляет интерес лишь для вашей биографии»). Кстати, в ответ на «биографию» многие обижались и, если это были люди со стороны, никогда более не возвращались, а только поносили Дау на всех углах. Но у нас, учеников, выбора не было, тем более что постепенно приходило сознание, насколько вся его система воспитания была продумана. Ведь достаточно дать одну-единственную тему ученику, и он всю жизнь будет смотреть тебе в рот. А Дау заставлял его перескочить порог самостоятельности. Ученик оказывался на другом уровне, и это опре-

деляло его дальнейшую жизнь в науке. Те же, которым не хватало способностей или упорства, откатывались, и он о них не жалел. Наверное, это было справедливо и по отношению к науке, и по отношению к самим ученикам, даже отвергнутым, ибо они нередко находили иной путь, более соответствующий их таланту и характеру, и очень преуспевали.

В то же время Дау считал, что писать статьи — это искусство, которому надо учиться. И он это делал, не жалея времени. Помню, что мою первую маленькую заметку для «Писем в ЖЭТФ» он заворачивал шесть раз, а в конце сказал: «Все равно плохо, но мне надоело». Интересно, как писались его собственные статьи. Он физически не писал сам, а привлекал помощника (даже если был единственным автором) и диктовал ему статью. Обычно это был Е. М. Лифшиц, про которого он говорил: «Женька — великий писатель: он не может написать то, чего не понимает». В этой фразе был ключ ко всему. Дау писал для читателей и хотел, чтобы по крайней мере один из них физически здесь присутствовал. Несколько раз он диктовал статьи мне. Иногда было непонятно. Я спрашивал. Он отвечал и менял формулировку. Но пару раз Дау начинал крутиться ужом и уходил. На следующий день вопрос излагался совсем иначе.

Самое удивительное в Учителе было то, что он как будто бы руководствовался своими эгоистическими интересами, а пользу получали все. Теперь, через много лет, я думаю, что это не было случайным совпадением. Дау был глубочайшим образом интеллигентен, а потому все время думал о пользе и удобстве других. Даже не думал, а просто инстинктивно так поступал. Взять хотя бы его семинар, который он объяснял тем, что сам очень не любит читать статьи и предпочитает, чтобы ему их рассказывали другие. Сколько замечательных теоретиков выросло из этого семинара! Я долго был секретарем семинара и знаю, как Дау серьезно к нему относился. Я приносил ему журналы, и он отмечал, что надо рассказывать. Я составлял картотеку, и «очередники» (а очередь была строгой по алфавиту) выбирали оттуда себе карточки. Не было большего греха, чем плохой доклад. Дау устраивал выволочку (любимое ругательство было «гусь!»), а если это повторялось, то человека отстраняли от докладывания, и Дау никаких дел по науке с ним больше не имел.

Иногда происходили курьезы. Как-то я доложил хорошую работу, и, хоть она была непростой, я заслужил одобрение. Почему-то я забыл вынуть карточку, и через два года другой коллега стал опять рассказывать то же самое. Поскольку он не очень разобрался, то Дау начал ругаться. Я тогда тихо ему сказал: «Дау, я это рассказывал два года назад, и вы все поняли». Дау отрицал и прогнал докладчика. Это повторялось еще раз, но на третий раз докладчик был на высоте. Потом оказалось, что он настолько вник в эту работу, что его дальнейшая научная дея-

тельность в значительной степени стала развитием этой работы. А Дау так и отказался признать, что он эту работу слушал раньше.

А вот другой случай. Как-то В. Г. Левич не пришел на собственный доклад: то ли что-то случилось, то ли не подготовился. На следующий раз было видно, что Дау уже «разводит пары». Явился Левич, подошел к Дау и, прежде чем тот успел раскрыть рот, сунул ему бумажку. Дау прочел и начал дико хохотать. Это была справка по всей форме, за подписью и печатью, о том, что Левич умер. Левич был прощен.

Так случилось, что я был его последним успешным аспирантом и как-будто последним, у кого он сам принял экзамены по теорминимуму. После этого Дау произвел реформу. С этого момента аспиранты числились формально за его сотрудниками: Лифшицем, Халатниковым и мной, хотя сам он их всех консультировал. Мы же стали принимать и экзамены теорминимума. К тому времени вследствие существования Московского физтеха народ повалил толпой. Вскоре мы узнали, что студенты ограничивались списыванием друг у друга немногих задач, дававшихся на экзамене. Тогда я придумал трудный комплексный интеграл и провалил такого ловкача, чем очень возгордился. Когда я рассказал об этом Дау, тот начал меня ругать и потребовал, чтобы мы вернулись к его стандартным задачам. «Дау, но ведь они ничего, кроме этого, знать не будут», — возразил я. «А ничего больше и не нужно», — был его ответ.

В связи с учениками (уже нашими) мне вспомнилась одна история. Дау, хотя и любил женщин, считал, что теоретической физикой они заниматься не могут. «Если бы на меня возложили хоть $1/3$ забот, которые есть у обычной женщины, я бы не смог вообще думать о теоретической физике», — говорил он. Однако, как он правильно отмечал, «женщины любят учиться», а потому они приходили и сдавали теорминимум. И вот я решил доказать Дау, что из женщины может выйти теоретик. После сдачи теорминимума (как правило с третьего захода) я взял одну на диплом. Работу пришлось мне делать за нее, и, конечно, я не захотел брать ее в аспирантуру. Однако она была упрямой и настаивала. Я было сдался, но тут выяснилось, что в МГУ, где я был совместителем, мне не дают аспирантского места. Я обрадовался, но моя упрямая дипломница сказала: «Если Ландау захочет взять аспиранта, то ему дадут. Пусть он возьмет меня формально». Я поплелся к Дау и предложил ему взять ее для меня. «Она ваша любовница?» — спросил он. «Нет», — отвечал я. «Но, может быть, вы надеетесь, что она ею станет?» — спросил он. «Да что вы, Дау, у меня и в мыслях этого нет», — возразил я. «Так, может быть, она — теоретический гений?» — с весьма скептической миной спросил он. «Вряд ли», — отвечал я, вспомнив, как делался диплом. «Так я вас выручу», — сказал Дау, — я не возьму ее в

аспирантуру, так ей и передайте». Я с большим облегчением ей это сообщил. В результате она сменила специальность и очень даже преуспела. Я ее вижу редко, но отношения у нас прекрасные. Добавлю лишь, что я предпринимал и другие попытки опровергнуть тезис Дау. Один раз у меня была даже французская стажерка, очень способная. Но в конце концов Дау оказался прав.

Многие люди, не знавшие Дау, были заранее против него предрешены, по-видимому под влиянием обиженных его резкостью, и повторяли кучу нелепых сплетен. Он слыл человеком злым и недоступным. В действительности я не знаю никого более доступного и доброжелательного. Он готов был принять любого, совершенно незнакомого человека, чтобы выслушать сбивчивый рассказ о его работе, и если у человека хватало сил перенести все резкости, то он часто уносил с собой идею, превращавшую его работу в «кофетку». При этом Дау никогда не «приписывался» к чужим работам. Сейчас очень распространилась тенденция, чтобы ученики включали своего научного руководителя, зав. лабораторией, директора института и т. п. в соавторы. Соавторство Дау означало, что а) идея работы в значительной степени или целиком принадлежит ему и б) он реально участвовал в расчетах. Если хотя бы одно из этих условий не было выполнено, то он от соавторства отказывался. Если бы это было не так, то число его работ (примерно 120) надо было бы увеличить в 30—40 раз, ибо все его ученики приносили ему свои работы и не было случая, чтобы что-то в них он не внес.

Дау очень любил беседовать с молодежью и излагать свои концепции по разнообразным вопросам. Поскольку все концепции были тщательно продуманы, то и излагались они практически всегда одними и теми же словами. Мы это называли «пластинками Дау».

Однажды во время киевской конференции по физике низких температур было организовано путешествие по Днепру на теплоходе. На обратном пути, шатаясь по теплоходу, я обратил внимание на группу людей, сидевшую в самом неподходящем месте около машинного отделения. Было жарко, пахло горелой масляной краской. Я остановился, чтобы узнать, что тут происходит. Оказалось, что Дау сидит среди группы молодежи и проповедует. Едва он заметил меня, он тут же сказал: «А вы идите-идите, вы все это уже слышали».

Когда его звали в гости, он никогда не отказывался и в любой компании довольно быстро оказывался на месте. Люди, значительно более молодые и в малых чинах, как-то забывали, что он академик и один из лучших физиков в мире. Помню, как после вечеринки мы его доставили домой на мотоцикле. Приятель вел мотоцикл, я сидел у него за спиной, а Дау в коляске. Боялся он ужасно. От ветра по лицу струились слезы, но он не пик-

нул. Лишь на следующий день Дау признался, какого страха он натерпелся.

Конечно, Дау не был спортсменом, и его друзья над ним добродушно подшучивали. Я еще застал то время, когда он на Воробьевке пытался кататься на горных лыжах. Выглядело это так. Большую часть времени он болтал со знакомыми, преимущественно с Мигдалом, стоя на одном месте. Наконец Дау решился. Он немного поднимался по пологой ложбинке между двумя холмами, поворачивал лыжи вниз по склону, выставлял палки вперед и, с трудом приведя лыжи в движение (ибо наклона почти не было), медленно спускался, а в конце концов падал. Кто-то, помню, имел время забежать перед ним, сфотографировать и убраться. Дау этого не заметил, ибо ужас застилал ему глаза. Эта ложбинка называлась «пик Ландау». Как-то через много лет, когда Дау давно уже отказался от горных лыж, я услышал, как один младенец сказал другому: «Пошли на пик Ландау».

Если уж говорить о Дау вне теорфизики, то всех поражала его разносторонность: он интересовался театром, кино, литературой, живописью. Правда, в последней он не пошел дальше Ренуара, остальное была «мазня». Совсем не интересовался музыкой, и обычно задаваемый им вопрос женщинам при знакомстве: «Вам нравится Лемешев?» — происходил от наивного убеждения в том, что именно это интересно женщинам (Лемешев играл тогда ту же роль, что в наши дни играет В. Леонтьев). Но что он знал досконально — это история. Как-то раз я прочел книжку Вулли «Ур халдеев» и решил устроить Дау экзамен. Я спросил его о чем-то, что, как мне казалось, нельзя было знать, не прочтя этой книги. Дау не только ответил на мой вопрос, но сам задал мне несколько вопросов о тех же местах и временах, на которые я не сумел ответить.

При жизни Дау еще не успели появиться экстрасенсы, сыродядцы, доморощенные йоги и тому подобные, хотя время от времени возникали разговоры о телепатии и телекинезе. Тут Дау был совершенно категоричен, а когда некоторые его друзья полагали, что в этом что-то есть, то он говорил: «Нет той глупости, в которую бы не поверил интеллигентный человек». Мыслил он чрезвычайно конкретно, и ему было чуждо всякое философствование или туманные рассуждения о человеческой психике. Все это он называл «кислощепством» (от выражения «профессор кислых щей»). Я помню его рассказ о том, как в возрасте 12 лет он поинтересовался сочинениями Канта, стоявшими на полке у его отца. «Я сразу же понял, что все это чушь собачья, и с тех пор не изменил своего мнения» — таково было его заключение.

Он очень близко принимал к сердцу все дела своих учеников, не только научные. Большое значение он придавал правильной организации семейной жизни. Зная, что теоретическая физика требует большой концентрации мысли, он считал, что жена тео-

ретика должна быть такой, чтобы дома было разделение труда: муж делает науку и зарабатывает деньги, а жена хозяйничает. Конечно, в реальной жизни жены не всегда соответствовали этому идеалу, и тогда он сам пытался их перевоспитать, а если не получалось, то разрушить неудачный брак. Когда же такой брак продолжался, то он считал, что муж — погибший человек, а жена — «свинья под дубом». Он глубоко вникал во все детали семейной жизни, понимая сколь они важны. Мне, молодому человеку, когда я женился, он преподавал первые уроки того, что сейчас называется «сексологией», и, сказать по правде, это мне очень пригодилось.

Все это, а не только восхищение научными талантами привело к тому, что ученики очень его любили и по мере сил старались ему подражать (даже те, которые бравировали своей независимостью). Любовь к Дау выразилась особенно ярко во время вечера в честь его 50-летия и затем через четыре года, после автомобильной катастрофы. Я не буду описывать оба эти события, наверное, это сделают другие. Но во всяком случае ничего похожего я никогда не видел. Сколько раз по телевизору я смотрел юбилей знаменитых артистов с шутивными поздравлениями и подарками, но все это не сравнить по остроумию и искренности с 50-летием нашего Дау. А кто видел, чтобы все теоретики Москвы дежурили и днем и ночью в больнице после аварии? Чтобы ведущие физики мира высылали лекарства, организовывали консультации с иностранными экспертами по телефону? Чтобы знаменитые врачи прилетали из-за океана и отказывались от гонорара?

После аварии и присуждения Нобелевской премии все увидели, что среди нас жил гениальный физик и неповторимый человек. Возник огромный общественный интерес к Дау. О нем писались статьи, книги, делались кинофильмы. Может быть, Дау, будь он здоров, порадовался бы этому, ибо он был живым человеком и ему была приятна популярность. Но после аварии он был уже не тем, что раньше, думал только о болях, которые его мучали.

Вспоминать о Дау можно без конца. Иногда такие воспоминания подступают, как цунами, и я готов рассказывать о нем часами. Но, по сути дела, вся моя жизнь и других его учеников была в значительной степени им «запрограммирована»: мы такие, какими сделал нас он, несмотря на все различия характеров и судеб.

Н. Е. Алексеевский

ДАУ — 30-е ГОДЫ

Со Львом Давидовичем Ландау мне довелось познакомиться в 1935 г., когда я приехал на преддипломную практику и выполнение дипломной работы в Харьков, в Украинский физико-технический институт (УФТИ). Познакомил меня с Ландау мой товарищ по Политехническому институту И. Я. Померанчук. При первом знакомстве Лев Давидович (или, как все его уже в то время звали, Дау) поразил меня своей необычностью: высокий, худой, с черной курчавой шевелюрой, с длинными руками, которыми он очень выразительно жестикулировал во время беседы, с живыми черными глазами, несколько экстравагантно (как мне казалось в то время) одетый. Он относительно недавно вернулся из-за границы и поэтому ходил в элегантном голубом пиджаке с металлическими светлыми пуговицами, с которым не очень гармонировали коломьянковые брюки и сандалии на босу ногу. Галстука он в то время никогда не носил, всегда ходил с расстегнутым воротом.

Широтой знаний и быстротой реакции в беседе он сразу же привлекал к себе. В то время он уже был признанным главой харьковской школы теоретической физики. Он ввел в УФТИ сдачу теорминимума не только для теоретиков, но и для экспериментаторов: он считал, что многие экспериментаторы плохо знают физику и поэтому зачастую неправильно ставят эксперимент. (Он любил повторять по этому поводу: «Господи, прости им, ибо не ведают, что творят».) Научная молодежь УФТИ того времени буквально трепетала перед ним, так как экзамен он принимал чрезвычайно строго. На экзаменах в Харьковском университете, где он преподавал параллельно с работой в УФТИ, он поставил однажды больше 50% двоек.

Дау часто заходил в лаборатории и, хотя детали эксперимента ему не были интересны, весьма охотно беседовал на конкретные научные темы. Тут, кстати, можно упомянуть о случае, когда Дау, который очень любил яркие краски, пришел в восторг, увидев в лаборатории ярко-красный ф-гальванометр, весьма популярный измерительный прибор того времени.

Отдел теоретической физики, которым Дау руководил, находился на третьем этаже главного здания УФТИ. В помещении отдела не было почти никакой мебели, кроме нескольких стульев, черной доски и черного клеенчатого дивана, лежа на котором Дау обычно работал. На квартире Дау в УФТИ тоже не было ни письменного стола, ни шкафов с книгами. Обстановка состояла из дивана-тахты, довольно изящных низких деревянных табуреток и низкого стола типа журнального. Характер обстанов-

ки определялся принципами Дау: он считал тогда, что ни книжных шкафов, ни книг в квартире вообще не должно быть; книгами следует пользоваться только в библиотеке. Рабочим местом дома ему также служил диван.

Несмотря на большую увлеченность наукой, он был человек с широкими и разносторонними интересами. Так, например, он не чужд был спорта: регулярно играл в теннис, причем, не отличаясь сильными ударами, играл столь «хитро» и расчетливо, что часто обыгрывал сильных игроков.

В общении с людьми он был очень прост, однако любил острое слово и часто в научной беседе мог зло высмеять собеседника. Он не признавал чинов и званий, не любил напыщенных выражений, потешался над словом «ученый», говоря, что учеными могут быть только коты (по-видимому, имея в виду кота из сказки Пушкина). Его острый язык способствовал тому, что у него было много не только преданных ему учеников но и недоброжелателей.

В 1937 г. Дау был неожиданно уволен из Харьковского университета, что вызвало бурное возмущение среди харьковских физиков. Как раз в это время он был приглашен в Москву П. Л. Капицей возглавить теоретдел организованного им Института физических проблем. Вскоре из УФТИ в ИФП перешел и его ближайший ученик Е. М. Лифшиц.

В 1938 г. я был приглашен П. Л. Капицей в Москву для выполнения кандидатской диссертации, и в этот период мне довелось ближе узнать Дау — в значительной мере потому, что мы вместе столовались. Дау тогда еще не был женат, я также, и наше общее хозяйство вела управительница квартиры для приезжих. Членом нашего кооператива того времени был и живший в квартире для приезжих Д. И. Шенберг, ученик П. Л. Капицы по Кембриджу. Несколько раз в день мы встречались за столом, после вечернего чая мы иногда собирались в гостиной, Дау рассказывал различные забавные истории, шутил, часто подтрунивал над Шенбергом, иногда доставалось и мне.

Как я уже говорил, Дау был многосторонне образованным человеком с очень широкими интересами. Он любил живопись, знал и любил литературу, и в частности поэзию. Так, он мог на память читать стихи на русском, немецком, английском языках, очень любил шуточные стихи. При этом, как ни странно, Дау совершенно не выносил музыки, он говорил, что это шум, который ему мешает.

Так же как и в харьковские годы, он был очень прост и доступен. К нему можно было обращаться по любым научным вопросам, он всегда охотно помогал. Бывали случаи, когда, присев на край стола, он тут же, на глазах решал совсем новую задачу, еще неизвестную по литературе. В определенном смысле он был более благосклонен к экспериментаторам, чем к теоретикам: теоретик, придя с каким-либо вопросом, мог быть высмеян и

подвергнут злой критике за то, что сам недостаточно обдумал интересующий его вопрос или допустил легкомысленную его трактовку...

После женитьбы Дау и отъезда в Англию Шенберга наш кооператив распался и, хотя я по-прежнему сохранял хорошие отношения с Дау, у меня было меньше возможностей близко с ним общаться.

Э. Л. Андроникашвили

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ПЕРИОД ЖИЗНИ МОЛОДОГО ПРОФЕССОРА ЛАНДАУ

В начале тридцатых годов мы с братом Ираклием частенько бывали в семье переводчика Исаея Бенедиктовича Мандельштама, жившего в Ленинграде по Моховой улице.

Вместе с Мандельштамом жили две его падчерицы — Женя и Нина Конегиссер. Старшая (Женя) была физикоматематичкой, а младшая собиралась стать биологом.

Девушки были большими затейницами, особенно Женя, и, собираясь у них, мы ставили шарады, разыгрывали простейшие сценки, слушали музыку. Ираклий рассказывал свои «устные рассказы», спорили о литературе.

Однажды среди гостей появился только что приехавший из трехгодичной заграничной командировки 21—22-летний Ландау. Знакомясь, он протягивал каждому руку с длинными мягкими пальцами и в ответ на фамилию знакомящегося «Андроников», «Франк» он говорил или «Дау», или «Мяу» и делал книксен, как маленькая девочка из балетного училища, приседающая на ходу перед старшеклассницей или перед педагогом. Потом-то он научился делать огромные реверансы, как балетная звезда, «выбегающая на апломб» в ответ на рукоплескания публики.

Вместе с Дау в дом вошли и его товарищи, тоже физики, Бронштейн (по прозвищу Аббат), Гамов (Джони), Иваненко (Димус), впоследствии «отлученный от церкви», т. е. лишенный дружбы Ландау и даже права быть с ним знакомым.

Вскоре к этой компании присоединился и Рудольф Пайерле (Руди), ученик знаменитого Паули, специально приехавший из Германии для того, чтобы работать с Ландау.

Некоторые из этой пятерки вскоре прославились благодаря своим работам. Так, например, Гамов создал теорию α -распада, основанную на представлениях волновой механики. С этого его исследования в физику впервые вошло понятие туннелирования.

Димус стал известен благодаря образному выражению: «Протон и нейтрон так сильно связаны в атомном ядре, что легче разорвать протон на части, чем оторвать его от нейтрона».

Появилась и жена Гамова — студентка МГУ, которую он привез из Москвы. Ей тоже была присвоена кличка Ро, происходившая от греческой буквы ρ. Потом ее стали называть Ро с ноликом (ρ_0). Все это выглядело довольно претенциозно.

Не знаю, каким образом к Ландау пришвартовался некто Илик Чумбадзе, ставший моим другом и погибший под Сталинградом.

Не берусь утверждать, что все члены этой компании были хорошо воспитаны. Этого нельзя было сказать про Гамова и Иваненко. Руди и Аббат, наоборот, держались очень корректно, в особенности Руди. Во всяком случае они были способны слушать собеседника.

Ландау и Бронштейн работали в Физико-техническом институте, а занятия со студентами вели на физико-механическом факультете Политехнического института. Гамов и Иваненко работали в Ленинградском университете.

Ландау любил шокирующие поступки. Так, например, не признавая Абрама Федоровича Иоффе, он повсюду называл его не иначе как «Жоффе». Ни во что не ставил талантливейшего теоретика-классика мировой физики Якова Ильича Френкеля, о чем говорил открыто при любых слушателях. Когда были введены пропуска для входа в институт, он прикрепил свой пропуск к заднему карману брюк и, проходя мимо охранника, поворачивался к нему спиной и задира лиджак, заставляя дежурного нагибаться, чтобы разобрать его, Ландау, фамилию. Однажды он поспорил, что всемирно известный журнал «Zeitschrift für Physik» напечатает заведомо неправильную статью, и вместе с кем-то из своих друзей написал нечто, что нельзя было назвать иначе чем ахинея. И радовался чрезвычайно, когда эта статья была напечатана.

Экзальтированность была его характерной чертой.

Наконец он появился в нашей аудитории на физико-механическом факультете. Первое, что он произнес, было: «Меня зовут Дау, я ненавижу, когда меня называют Львом Давидовичем». Желаящим он предложил обращаться к нему на «ты».

На первых занятиях голос его немножко дрожал, но потом это прошло.

То, как он рассказывал, не было похоже ни на что, слышанное нами от других преподавателей. Никакого формализма, только самые общие положения, как, например, соображения, основанные на понятии о размерности.

Слушать его электродинамику было легко, все казалось понятным. Но отвечать оказалось гораздо труднее, чем любому другому преподавателю.

Вскоре он начал приглашать нас к себе домой, в квартиру его старшей сестры, жившей у «Пяти углов», там, где Владимирский проспект переходил в Загородное шоссе.

Кроме меня, его чаще других посещали студенты моего курса Миша Корец, ставший впоследствии его близким другом, и Илья Бытенский. Кроме них, запомнился Илико Чумбадзе.

В эти вечера Дау излагал свои взгляды на искусство, в том числе на оперу и балет (которые он презирал), на мюзик-холл (который он обожал), на эстраду, на поэзию и на творчество знаменитейших писателей. Шум и крик стояли отчаянные, ведь никто не умел слушать собеседника, все говорили одновременно на самых высоких регистрах. Никто ни с кем не соглашался.

Весной 1932 г. подошло мне время ехать в Москву на практику, откуда в Ленинград я уже больше не возвращался. Пришлось оторваться от этой компании. Да и Дау, не желая работать у «Жоффе», вскоре уехал в Харьков, где начал работать в Украинском физико-техническом институте.

Мы встретились снова только в январе 1940 г., когда я начал работать в Институте физических проблем у академика П. Л. Капицы.

Я много писал о Ландау этого периода, и тем не менее хочется добавить несколько черт к тому образу, который описан в моих книгах.

Ему сопутствовал успех в науке. Состояние творчества было его постоянным состоянием. Творчество же он считал наивысшей радостью человека. И эта радость постоянно его сопровождала. Вот почему за несколько лет творческой дружбы с ним я видел его только в хорошем настроении, только веселым. Помню не более двух исключений: он был очень огорчен, когда его не пригласили на правительственный прием в честь 225-летия АН СССР, когда в Москву приехало много иностранных гостей. Второй случай был связан со снятием с поста директора института П. Л. Капицы. Дау в эти дни был очень расстроен и растерян.

«Авторитеты» не имели для него никакого значения. Ни президенты Академии наук, ни академики, ни министры. Всем людям он стремился дать соответствующую оценку. При этом часто ошибался.

Если он чего-нибудь не понимал, то сходу отбрасывал непонятное. «Термодинамика необратимых процессов есть необратимая глупость», — говорил Ландау, не желая вдуматься в смысл тех понятий, за которые несколькими годами позже была присуждена Нобелевская премия. Такая же ошибка была совершена им, когда в науку вошло новое понятие «плазма». «Есть три состояния веществ: твердое тело, жидкость и газ, и никакого четвертого состояния нет и быть не может», — говаривал Дау.

Он был, несомненно, скован устоявшимися понятиями классической и квантовой физики и не очень-то верил в то, что приро-

да может на каких-то участках отклониться от этих законов. И только в том случае, когда стенку, отделяющую известное от неизвестного, он рушил сам, то на участке прорыва он выходил на интеллектуальный простор. И тогда делал чудеса.

А. И. Ахиезер

УЧИТЕЛЬ И ДРУГ

I

В 1928 г. в Харькове был организован новый физический институт — Украинский физико-технический институт (УФТИ). Институт был создан по решению правительства Украины на основе предложения академика Абрама Федоровича Иоффе. А. Ф. Иоффе в качестве первостепенной задачи указал на необходимость «децентрализации физики», т. е. создания сети физических институтов по всей стране, а не только в Ленинграде и Москве. В первую очередь он указал на необходимость создания мощного физического института в Харькове — крупнейшем промышленном и культурном центре страны. Разъясняя значение такого решения, сравнивая состояние науки и техники в Германии и Франции, он указывал, что более высокий научно-технический потенциал Германии по сравнению с Францией связан именно с тем, что физические институты в Германии размещены во многих городах в отличие от Франции, в которой почти вся наука сосредоточена в одном Париже¹.

Основными сотрудниками УФТИ стали физики, переехавшие из Ленинградского физико-технического института (ЛФТИ). В Ленинграде группу ученых, уезжавших в Харьков, провожали на вокзале с музыкой, ибо их отъезд рассматривался как важный патриотический шаг.

Здание для нового института проектировал по предложению будущего директора УФТИ И. В. Обреимова ленинградский архитектор, и здание получилось отличным.

Из Ленинграда в УФТИ переехала большая группа молодых талантливых ученых: И. В. Обреимов, А. И. Лейпунский, Л. В. Шубников, К. Д. Синельников, А. К. Вальтер, В. С. Горский, Г. Д. Латышев, А. Ф. Прихотько, О. Н. Трапезникова, Л. В. Розенкевич и другие. В состав УФТИ вошли также молодые харьковские ученые А. А. Слуцкий и Д. С. Штейнберг.

¹ Об истории создания УФТИ см.: Научно-организационная деятельность академика А. Ф. Иоффе: Сб. документов. Л.: Наука, 1980; Харьковский физико-технический институт: [Сборник]. Киев: Наук. думка, 1978.

В августе 1932 г. в УФТИ переехал Л. Д. Ландау. Ему было в это время 24 года, но он был уже известен во всем мире как выдающийся физик-теоретик. Этому содействовало то, что в 1929—1931 гг. он находился в заграничной научной командировке и участвовал в работе семинаров знаменитых физиков М. Борна, В. Гейзенберга, В. Паули, П. Дирака и, наконец, самого Нильса Бора. Общение его с этими крупнейшими учеными было очень активным, и им пришлось скоро убедиться в силе его необычайного таланта. Он беседовал даже с великим Эйнштейном и пытался перевести его в «квантовомеханическую веру», что, впрочем, ему не удалось. Особенно высоко оценил Ландау Нильс Бор, который, начиная с этого времени и до последних дней Ландау, относил его к числу своих лучших учеников, а Ландау считал Бора своим учителем. Много позже Иван Васильевич Обреимов в беседе со мной говорил, что в ЛФТИ Ландау недооценивали, и только он, Обреимов, зная, насколько талантлив Ландау, предложил ему должность заведующего теоретическим отделом УФТИ и полную свободу действий в смысле подготовки кадров молодых теоретиков и научной тематики.

После переезда Ландау в Харьков УФТИ стал одним из лучших мировых центров физической науки.

Цели Ландау были ясны и определены с самого начала: создание теоретического отдела, выявление творческой молодежи и работа с ней, научная деятельность в области теоретической физики, педагогическая работа в вузах Харькова, написание книг и обзоров по теоретической и общей физике, взаимодействие с экспериментаторами УФТИ.

А ему было в это время 24 года!

К началу деятельности Ландау в УФТИ развивались экспериментальные исследования в следующих направлениях: ядерная физика и ускорители, физика низких температур, физика твердого тела, радиофизика.

Ландау считал, что физики-экспериментаторы должны владеть определенным минимумом знаний в области теоретической физики. Поэтому он читал для экспериментаторов каждую неделю лекции по теоретической физике, начиная с классической механики и кончая квантовой механикой.

С большой охотой он обсуждал результаты экспериментальных исследований, проводившихся в УФТИ. Часто далеко за полночь он просиживал в криогенной лаборатории Л. В. Шубникова, обсуждая с ним результаты его опытов, которые привели к важным открытиям. К числу их относится в первую очередь доказательство невозможности проникновения магнитного поля в сверхпроводник. Это явление получило название эффекта Мейснера, хотя оно независимо было открыто Шубниковым, впервые показавшим, что магнитная индукция в сверхпроводнике точно равна нулю. Шубникову принадлежит также открытие промежу-

точного состояния сверхпроводников, теория которого была создана Ландау.

До сих пор старожилы вспоминают, как поздно вечером жена Л. В. Шубникова О. Н. Трапезникова приносила в лабораторию мужа ужин для двух Львов...

Консультировал Ландау А. И. Лейпунского и К. Д. Синельникова в связи с их ядерными исследованиями.

Много времени он уделял обсуждению работ в области физики твердого тела с И. В. Обреимовым и В. С. Горским, который выполнил первоклассные исследования по рассеянию рентгеновских лучей.

Каждую неделю в УФТИ происходило заседание совета и проводился реферативный семинар. На заседаниях совета докладывались все работы, выполнявшиеся в лабораториях УФТИ, а на реферативном собрании — новые журнальные статьи по различным разделам физики.

И совет, и реферативное собрание были прекрасной школой как для молодых, так и для опытных физиков. На собраниях особую роль играл Ландау. Его критицизм и универсальные знания позволяли ему проникать в суть всех докладов, которые делались на совете и реферативном собрании, и его блестящие комментарии и замечания по-особому освещали все происходившее на этих заседаниях. Прекрасный овальный стол, за которым сидели участники заседаний, создавал неповторимую обстановку легкости и даже интимности, чему содействовал еще подаваемый чай с пирожными.

Сотрудники института работали с огромным энтузиазмом. Творческий накал был характерен буквально для всех исследований, проводимых в институте, и он соответствовал тому духу энтузиазма, который господствовал в стране. В 1932 г. в УФТИ впервые в СССР была произведена ядерная реакция расщепления ядра лития (К. Д. Синельников, А. И. Лейпунский, А. К. Вальтер, Г. Д. Латышев). Об этом событии институт рапортовал «самому» Сталину. В рапорте говорилось:

«Украинский физико-технический институт в Харькове в результате ударной работы к XV годовщине Октября добился первых успехов в разрушении ядра атома.

10 октября высоковольтная бригада разрушила ядро лития: работы продолжаются».

В Политехническом музее в Москве была организована выставка, на которой демонстрировалась эта работа. Выставку посетил Сталин, который спросил: «Какая может быть польза от расщепления ядра?» Разъяснявший работу не мог, естественно, знать тогда о возможности использования ядерной энергии — для этого еще не пришло время. Поэтому он не нашел ничего лучше, как сказать: «А какая польза была от открытия электрона?». Сталину, видимо, этот ответ не понравился, и он лишь сказал:

«Когда я учился в духовной семинарии, нас учили, что на вопрос нельзя отвечать вопросом...»

Подобно физико-механическому факультету в Ленинградском политехническом институте, в Харьковском механико-машиностроительном институте (впоследствии он вошел в состав Харьковского политехнического института) был создан физико-механический факультет, одной из функций которого была подготовка научных кадров для УФТИ. На этом факультете с 1933 г. Ландау стал заведовать кафедрой теоретической физики.

Первыми его учениками, окончившими физико-механический факультет, были Е. М. Лифшиц и А. С. Компанеец, которые стали сотрудниками организованного Ландау теоретического отдела УФТИ. Они сдали Ландау специально придуманный им теорминимум, содержащий основы основ различных теоретических разделов физики. По мысли Ландау, каждый, кто хотел заниматься теоретической физикой под его руководством, обязан был сдать в возможно краткий срок все экзамены, входящие в теорминимум. Этот закон неукоснительно выполнялся как при жизни Ландау, так и в значительной мере сейчас для всех тех, кто хочет заниматься теоретической физикой под руководством учеников Ландау.

Двери у Ландау были открыты для каждого, кто хотел заниматься теоретической физикой, а Ландау хотел иметь много своих учеников, чтобы охватить разные разделы теоретической физики; творческие планы его были безграничны.

После сдачи теорминимума А. С. Компанеец получил от Ландау тему по теории полупроводников, в которой, в частности, должно было быть исследовано кинетическое уравнение для электронов в полупроводниках. Е. М. Лифшиц получил тему — исследовать образование электронно-позитронных пар при столкновении тяжелых заряженных частиц. Выполненная по этой теме работа была доложена летом 1934 г. на международной конференции по теоретической физике, состоявшейся в Харькове. Конференция была организована именно в Харькове потому, что там работал Ландау. Этим подчеркивалась значимость 26-летнего талантливого ученого. На конференции присутствовал сам Нильс Бор и много видных теоретиков, как наших, так и зарубежных. Из наших теоретиков здесь были В. А. Фок, И. Е. Тамм, Я. И. Френкель, а из зарубежных ученых — Е. Вильямс, Р. Пайерлс, И. Веллер и др. Во дворе УФТИ часто можно было видеть гуляющих Бора и Ландау, которые оживленно обсуждали физические проблемы.

В это время в УФТИ гостили, а часто и подолгу работали такие выдающиеся ученые, как Дирак, Фок, Подольский, Пайерлс, Вайскопф, Плачек, Гамов и др. Здесь была выполнена такая важная работа, как теория многовременного формализма в квантовой электродинамике Дирака, Фока, Подольского, являющаяся

предтечей современной многовременной теории Томонага—Швингера. Делового контакта между Ландау и Дираком в то время, однако, не произошло, возможно, потому, что Ландау не сразу оценил идеи Дирака о состояниях с отрицательной энергией. (Дирак вначале считал, что этим состояниям соответствуют протоны, а не позитроны. Что было неверно.) Но уже в 1934 г. Ландау интенсивно занимался теорией Дирака.

При УФТИ в то время издавался физический журнал (на немецком языке) «Physikalische Zeitschrift der Sowjet Union», редактором которого был А. И. Лейпунский. В журнале печатались очень хорошие статьи, в частности статьи Ландау. Молодым сотрудникам Ландау часто приходилось рецензировать статьи для этого журнала. В связи с этим хочется вспомнить наставление Ландау рецензентам. Он считал, что не должно быть очень жестких преград для напечатания статей. По его мнению, можно было печатать и «патологические» статьи — лишь бы в них не нарушались законы сохранения и второе начало термодинамики. Иными словами, он был достаточно либерален в смысле печатания научных статей.

II

В 1934 г., окончив Киевский политехнический институт, я тоже решил попытаться стать учеником Ландау. Так как я был совсем для него чужим, то Ландау, естественно, должен был проверить мои знания. Я любил теоретическую физику, но хорошо знал в основном только классическую электродинамику. Толком не зная, что представляет собой Ландау, я смело двинулся в бой. В кабинет Ландау, находившийся на третьем этаже, меня проводил А. К. Вальтер, бывший тогда, помимо всего прочего, ученым секретарем института, и, открыв дверь в его кабинет, бросил меня в «объятия Льва». Я заметил лишь подвешенного к лампе большого зеленого резинового крокодила и восседавшего на диване хорошо одетого, с красным галстуком, Ландау, ноги которого находились на письменном столе.

Ответив на мое приветствие, Ландау сразу начал меня экзаменовать. Вопросы были следующие: как пишется уравнение Максвелла в четырехмерной форме и как пишется распределение Гиббса? Точного ответа на эти вопросы я не знал, поэтому я написал уравнение Максвелла в обычной форме. Что же касается распределения Гиббса, я ответил, что о таком я вообще не слышал, но распределение Максвелла и Больцмана написать могу, что и сделал. Ответы эти не удовлетворили Ландау и он сказал: «Чего, собственно, от вас можно было ждать, ведь вы из Киева, а в Киеве не у кого учиться теоретической физике. Впрочем, давайте-ка я вас спрошу по математике». И он предложил мне вычислить два интеграла, один из которых был интегралом от ра-

циональной дроби. Интегралы я вычислил, не используя стандартных подстановок Эйлера, и это меня спасло, ибо, как я понял впоследствии, Ландау не терпел их и считал, что каждый раз нужно использовать какой-нибудь искусственный прием, что, собственно, я и сделал. Я сразу почувствовал, что он расположен ко мне, и первая наша беседа закончилась вопросом Ландау о форме моей одежды. Дело в том, что я был одет не как нынешние молодые люди в джинсах и модных куртках. На мне был старый китель и сапоги. Ландау сразу обратил на это внимание и спросил: «Как это Вы одеты?». Я ответил: «Я одет под товарища Сталина», — на что Ландау заметил: «А я одет под товарища Ленина».

Я понял, что дело сделано и что Ландау возьмет меня к себе. В заключение я спросил: «А что это за портреты у вас висят?» — а на стене в один ряд висели небольшие портреты Ньютона, Френеля, Максвелла, Эйнштейна, Больцмана, Планка, Гейзенберга, Шрёдингера, Дирака, Бора, Паули. Ландау сказал, что это теоретики первого класса, а Ньютон и Эйнштейн даже нулевого класса и что всех физиков-теоретиков можно разделить на пять классов. С этими словами он выскочил из кабинета и, как выяснилось далее, сказал Лейпунскому, бывшему тогда заместителем директора УФТИ, что меня можно зачислить на нижайшую должность, каковой тогда была должность инженера. Я вышел из кабинета и только теперь заметил, что на дверях кабинета Ландау висела табличка «Осторожно, кусается!». Дверь выходила в небольшой коридор, на стене которого висела надпись «Rue de Dau», что по-русски означало «улица Ландау» (Ландау тогда назывался в институте и впоследствии для учеников и сотрудников «Дау»). Коридор вел в библиотеку — «святая святых» института, которая находилась под личным управлением директора института И. В. Обреимова.

Библиотека была замечательной — в ней были только самые необходимые книги и журналы и доступ к ним был свободный. Читатель брал нужные ему книги и журналы, клал их на свободный стол и уютно усаживался возле него. По окончании работы книги и журналы не рекомендовалось ставить на места: это делала в конце рабочего дня (а рабочий день кончался часов в 10 вечера) библиотекарь Нина Михайловна.

В этой библиотеке я, а в дальнейшем и другие сотрудники теоротдела постоянно либо занимались подготовкой к теорминимуму, либо выполняли самостоятельные научные исследования. Библиотека очень располагала к работе, чему содействовала в немалой степени помощь в подборе литературы со стороны Нины Михайловны — очень образованной, интеллигентной женщины, окончившей в свое время Сорбонну. По воскресеньям библиотека была закрыта, но так как будних дней даже до 10 часов вечера не хватало, то приходилось обращаться с просьбой к

И. В. Обреимову дать ключ от библиотеки на воскресенье. С этой целью нужно было подойти рано утром в воскресенье к директорскому домику, возле которого И. В. Обреимов обычно трудился в весеннее и летнее время по садоводству, и попросить ключ. Ключ он, как правило, давал, но требовал, чтобы в понедельник утром ключ был возвращен ему лично.

III

После сдачи теорминимума Ландау поручил мне заняться электродинамикой вакуума на основании теории Дирака.

Теорминимум состоял из девяти разделов — классической механики, электродинамики и специальной теории относительности, статистики, механики сплошных сред, макроскопической электродинамики, нерелятивистской квантовой механики, релятивистской квантовой механики, квантовой статистики и общей теории относительности (теории гравитации), — и по каждому из них нужно было сдать экзамен самому Ландау. После этого он называл тему самостоятельной работы и разрешал по средневековому обычаю в отношениях между мастером и подмастерьем называть его на «ты».

Трудность заключалась в том, что в то время не было учебников, по которым можно было бы просто сдать экзамены Ландау. Имеющиеся учебники не нравились ему, да в них и трудно было раскопать то, что нужно было для экзаменов. Поэтому приходилось многие вопросы изучать по оригинальным статьям. Это имело свои преимущества, так как приучало к изучению оригинальных статей, которые к тому же были написаны либо по-немецки, либо по-английски (а иногда даже по-итальянски).

Не нужно думать, что вообще не было учебников по теоретической физике, учебники такие были, но они не отвечали тем требованиям, которые предъявлял Ландау. Например, по квантовой механике была очень хорошая книга В. А. Фока «Начала квантовой механики», но в ней не использовалась δ -функция, вместо которой для целей нормировки применялся интеграл Стильтьеса.

В этой связи можно рассказать интересный случай, имевший место в Ленинградском университете. На физическом факультете математику читал замечательный ученый и педагог В. И. Смирнов, и он решил рассказать свойства δ -функции слушавшим его студентам-физикам, при этом, однако, как рассказывал мне один из этих студентов, Владимир Иванович попросил поплотнее закрыть дверь в коридор, говоря: «Не дай бог, по коридору будет проходить профессор Г. М. Фихтенгольц и услышит мое объяснение δ -функции — он тогда мне руки не подаст!»

Была, конечно, гениальная книга Дирака «Основы квантовой механики», но она была в общем малодоступной. Малодоступной

была также и замечательная книга фон Неймана «Математические основы квантовой механики», в которой, кстати, тоже не было δ -функции. Кроме того, в ней слишком подробно излагалась теория измерений, которую Ландау в общем недолго любил. Конкретные задачи фактически не излагались. Теорминимум же носил сильно прагматический характер.

По макроскопической электродинамике можно было использовать, правда в очень малой степени, известную книгу Я. И. Френкеля «Электродинамика».

Теорию гравитации приходилось изучать по книге Эдингтона «Теория относительности» и замечательной книге Г. Вейля «Пространство, время, материя».

Как-то поздно вечером, когда я изучал эту книгу, в библиотеку вошел Ландау и подошел ко мне. Я восхищался прочитанным, и моя реакция ему очень понравилась. Общую теорию относительности Эйнштейна он считал величайшим творением человеческого гения и тут же процитировал знаменитые слова А. Зоммерфельда о создании этой теории: «С глубокомыслием и последовательностью философского мышления, не встречавшимся никогда до сих пор в умах естествоиспытателей, с математической силой, которая напоминает Гаусса и Римана, Эйнштейн возвел в течение десяти лет здание, перед которым мы, следившие из года в год за его работой с напряженным вниманием, стоим, чувствуя изумление и головокружение».

Он сильно ободрил меня, сказав, что после сдачи теорминимума я смогу более или менее свободно владеть аппаратом всей теоретической физики. При этом он подчеркнул различие между теоретической физикой и математикой, сказав, что математика безгранична и ею овладеть так же «просто», как теоретической физикой, невозможно. «Именно поэтому,— добавил он,— я стал физиком-теоретиком, а не математиком, ибо я могу быть хозяином во всей теоретической физике, но не в математике». Так и было в течение всей жизни Ландау: он свободно владел всей теоретической физикой и знал ее, как мало кто в мире.

Как, однако, далеко ушла теоретическая физика с 30-х годов: теперь уже нельзя быть хозяином не только в математике, но и в теоретической физике.

IV

Так как нужных книг не было, то вполне естественным было желание Ландау написать общедоступный курс всей современной теоретической физики.

К этой задаче он и приступил вскоре после своего переезда в Харьков.

Две книги этого курса были написаны Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшицем в харьковский период творчества Ландау. Одна

из них была посвящена классической механике, а другая — статистической физике.

Отличительной чертой курса механики было то, что в нем с самого начала вводилась функция Лагранжа механической системы и устанавливалась связь между законами сохранения и свойствами симметрии пространства-времени и силового поля. Получалась очень ясная картина классической механики Ньютона, выявлялась физическая сущность механики и создавалась надежная база для изучения всех дальнейших физических теорий.

В статистической физике излагалась термодинамика, причем изложение основывалось на общем распределении Гиббса. Благодаря этому устанавливалась фундаментальная связь между термодинамикой и статистической механикой.

В следующих книгах были те же четкость, ясность, простота. В «Теории поля» электродинамике Максвелла предшествовала специальная теория относительности, в результате чего получался синтез релятивистской механики и микроскопической электродинамики.

В квантовой механике с самого начала вводились операторы физических величин, и казалось, что по-другому и не может строиться физическая теория.

Большое число конкретных задач прекрасно разъясняло физический смысл и значение квантовой механики.

Повсюду действовало правило Ландау — «братъ быка за рога», т. е. вводить читателя сразу в суть дела.

У Ландау была мысль написать ряд обзоров по различным вопросам физики. Реализовать это желание ему удалось только частично — он написал вместе с А. С. Компанейцем обзор по электропроводности металлов и вместе с Я. А. Смородинским обзор по теории ядра.

Однако делом всей его жизни было написание многотомного курса теоретической физики. 24-летний молодой человек решил, что такой курс должен быть написан, и до конца своих дней занимался этим делом, переиздавая и изменяя одни части курса и работая над созданием других частей. Работа была столь большой, что Ландау не успел ее завершить, но оставил общие принципы написания курса.

Можно сказать, что создание курса было подвигом, и этот курс является подлинным памятником Ландау и его соавтору Е. М. Лифшицу. Курс этот, лучший из всех курсов, написанных на эту тему, сыграл и продолжает играть важнейшую роль в деле подготовки молодых физиков. Не могла бы развиваться подготовка молодых физиков как у нас в стране, так и за ее рубежами, если бы не было этого курса. Этот курс в полном смысле слова произвел революцию в преподавании теоретической физики.

V

Однако вернемся к тому времени, когда своего курса теоретической физики у Ландау еще не было. Ему нужны были молодые способные люди, чтобы они, изучив теорминимум, стали его учениками и могли самостоятельно получать новые результаты в любимой им науке. С этой целью Ландау предпринял попытку привлечь новых молодых людей, в первую очередь из Ленинграда. Такого же взгляда придерживался и Лев Васильевич Шубников — лучший друг Ландау, который также хотел создать свою школу — школу физиков-экспериментаторов. И вот в Ленинград был послан специальный эмиссар, и дело увенчалось успехом.

Из Ленинграда прибыло пополнение — четыре молодых человека — И. Я. Померанчук, Н. Е. Алексеевский, А. К. Кикоин и С. С. Шалыт, которым предстояло выполнить дипломные работы в УФТИ. Первый из них пошел к Ландау, а остальные трое к Л. В. Шубникову.

Нас стало четверо. И. Я. Померанчук, быстро сдавший теорминимум, органически вошел в группу Ландау. (Ландау начал называть его Чуком.) Ландау стал в подлинном смысле слова кумиром Чука на всю жизнь, и как-то впоследствии Чук говорил, что за Ландау он пошел бы на каторгу.

Дипломная работа Чука касалась свойств металлов при очень низких температурах. Первым делом для этой цели нужно было изучить теорию металлов, но без излишней мишуры и ненужных деталей. Для этого очень подходящей оказалась обзорная статья Р. Пайерлса в «*Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften*», написанная по-немецки. Статью эту вместе с Чуком изучал и я. Ландау и нам вслед за ним нравилось в этой статье то, что в ней с самого начала электрон рассматривается не как свободная частица, а как некоторая квазичастица, обладающая определенными энергией и квазиимпульсом, причем зависимость энергии от квазиимпульса может быть произвольной. Впоследствии эту зависимость, которую стали называть произвольным законом дисперсии, вроде бы «переоткрыли» заново, хотя она была известна с 1928 г. после классической работы Ф. Блоха. Не дай бог, если бы при изучении свойств электронов проводимости в металле в материалах, представляемых Ландау, или, как мы их называли, формулярах, он увидел бы квадратичный, а не произвольный закон дисперсии — был бы колоссальный «разгон»! Используя общий закон дисперсии электронов в кристалле, Чук вывел формулу для температурной зависимости электропроводности металла, обусловленной взаимодействием электронов друг с другом. Этот важный результат вместе с исследованием термоЭДС металлов стал основой дипломной работы Померанчука, которую он успешно защитил в Ленинграде.

Примерно в то же время в число сотрудников теоротдела был принят иностранный гражданин Л. Тисса, который был участником международной теоретической конференции, созванной Ландау. Ландау произвел на него такое сильное впечатление, что он решил стать его учеником и выхлопотал себе разрешение быть зачисленным в УФТИ. После сдачи теорминимума Ландау поручил ему исследовать образование электронно-позитронных пар при β -распаде.

После защиты дипломной работы Чук возвратился в Харьков и был принят на работу в УФТИ. С этого времени мы стали близкими друзьями и начался длительный период нашей совместной с ним работы, продолжавшийся до смерти И. Я. Померанчука.

Первой работой, которую Ландау поручил нам, было исследование рассеяния света светом — эффекта, который возможен в электродинамике вакуума, основанной на теории Дирака. На этой работе следует остановиться особо, так как она входила в круг основных задач квантовой электродинамики того времени, основывающейся на релятивистской квантовой механике электронов Дирака.

Релятивистская квантовая механика Дирака была вершиной теорфизики того времени. Из релятивистского уравнения Дирака вместе с принятой в то время интерпретацией отрицательных уровней энергии электрона вытекал ряд замечательных выводов. Помимо образования и аннигиляции электронно-позитронных пар, к ним относились рассеяние фотона фотоном и когерентное рассеяние фотона электростатическим полем, например полем ядра (эффект Дельбрюка).

Об образовании пар при столкновении тяжелых частиц, а также при β -распаде речь шла уже выше (этими задачами занимались Е. М. Лифшиц и Л. Тисса). Новые же эффекты — рассеяние фотона фотоном и рассеяние фотона в поле ядра — Ландау поручил нам с Чуком. Эффекты представлялись столь интересными, что, как мы выяснили очень скоро, ими занимался не кто иной, как сам В. Гейзенберг.

В отличие от образования пар эти эффекты относились к высшим приближениям теории возмущений: они были эффектами 4-го порядка, в то время как образование пар представляет собой эффект 2-го порядка.

С высшими приближениями в те времена еще не работали. К тому же существовало убеждение, что высшие приближения всегда приводят к бессмысленным физическим результатам.

Гейзенберг был первым, кто не побоялся трудностей и вместе со своим учеником Эйлером нашел поправку к функции Лагранжа свободного электромагнитного поля, обусловленную дираковским «морем» электронов на отрицательных уровнях. Более того, он нашел правильное выражение для функции Лагранжа

свободного электромагнитного поля, учитывающего это «море». Из этой функции Лагранжа вытекали нелинейные электродинамические эффекты в вакууме, такие, как рассеяние света светом. В этом отношении Гейзенберг «обскакал» Ландау, который хотя и понимал всю картину в целом, но не успел или не смог найти эту функцию Лагранжа.

К началу нашей деятельности функция Лагранжа уже была найдена, и работу Гейзенберга Ландау назвал героической. Но Ландау был не из тех, кто быстро сдавался и опускал руки. Он сразу догадался, что Гейзенберг решил только часть задачи, хотя, может быть, и самую красивую ее часть.

Дело в том, что концепция функции Лагранжа пригодна только для медленно меняющихся в пространстве и во времени полей. Если же поля в пространстве и во времени меняются быстро, то метод функции Лагранжа вообще непригоден и необходимо развитие специальных методов исследования. Прекрасно понимая эту ситуацию, Ландау и «отдал нам приказ»: «Наступать в направлении быстро меняющихся полей!» Это и была та задача, которой мы занялись.

Сейчас кажется даже странным, что Ландау поручил решение этой задачи двум юнцам, но, с другой стороны, это показывает, насколько он верил в молодые силы!

Приступая к решению задачи, мы сразу столкнулись с тем, что не было хорошо сформулированной теории возмущений в высших приближениях. Общие формулы, правда, написать было нетрудно, хотя число возникающих членов было огромным ввиду участия отрицательных электронных состояний (число членов в амплитуде рассеяния равнялось 144). Но главное заключалось в том, что развитая нами теория возмущений не была ни релятивистски инвариантной, ни градиентно инвариантной (не нужно забывать, что в то время еще не было Фейнмана и фейнмановских диаграмм). И это привело к конфликту с Ландау. Ландау хотел и требовал, чтобы формулы были релятивистски инвариантными и градиентно инвариантными на каждом этапе вычислений. Но именно этого и не было, и мы не могли этого сделать, да и сам Ландау не мог этого сделать, хотя и чувствовал, как бы предвосхищая Фейнмана, что это сделать можно. Дело доходило до скандалов, но не двигалось вперед! Поэтому в конце концов Ландау дал указание: «Черт с вами! Делайте как хотите, если теория правильная, то результат будет и релятивистски инвариантным и градиентно инвариантным». Мы нуждались только в разрешении «на наступление» и со страшной силой устремились вперед. Прекрасно зная дираковские матрицы, мы скоро обнаружили, что амплитуда нашего процесса вроде бы бесконечна (теперь это знает каждый, кто изучал классификацию расходимостей в квантовой электродинамике). Но мы догадались, что расходимость немедленно уничтожается, если исходить из

требования градиентной инвариантности. Как сейчас помню, как мы обрадовались, когда обнаружили, что 144 члена в нашей амплитуде взаимно сокращаются. Ландау тоже был очень рад. Дело пошло еще быстрее, и с криками Чука: «Даешь Варшаву!» — мы нашли дифференциальное сечение рассеяния фотона фотоном в области высоких энергий. Ландау так понравился результат, что он дал указание немедленно написать краткую заметку и послать ее в «Nature». Написанную нами заметку тотчас же перевел на английский работавший в то время в УФТИ известный немецкий физик Ф. Хаутерманс. Перевод одобрил Ландау, и заметка вскоре была опубликована.

Наши «войска» были переброшены на «дельбрюковский фронт». Хотя дельбрюковское рассеяние, казалось бы, является эффектом третьего порядка, но мы обнаружили, что это на самом деле эффект четвертого порядка, установив, что амплитуда третьего порядка равна нулю. Сейчас это известно каждому, кто занимается квантовой электродинамикой, ибо это следует из теоремы Фарри. Но в то время теорема Фарри не была известна. Можно было исходить только из того, что амплитуда когерентного рассеяния фотона имеет непосредственный физический смысл и поэтому часть ее, пропорциональная заряду электрона в кубе, должна обращаться в нуль. Именно в этом мы и убедились непосредственным расчетом, а Ландау дал к этому следующий комментарий: «Знак заряда электрона богом не установлен, а выбран условно, и его можно изменить на обратный!» Таким образом, мы вычислили и сечение рассеяния фотона фотоном, и сечение рассеяния фотона в кулоновском поле ядра.

В это время в Харьков приехал известный теоретик Виктор Вайскопф, который привез свою работу, посвященную нахождению точной функции Лагранжа свободного электромагнитного поля в квантовой электродинамике, основанную на уравнении Дирака. Он получил те же результаты, что и Гейзенберг с Эйлером, но значительно более простым путем. Мы рассказали ему наши работы, которые ему очень понравились.

Впоследствии (кажется, в 1938 г.) на ядерной конференции в Москве присутствовавшему там Паули были представлены наши работы и он их также одобрил.

Я остановился так подробно на этих работах потому, что они в то время относились к области самой актуальной физической теории.

VI

В 1935 г. Ландау ездил к Нильсу Бору в Копенгаген. Мы с Чуком встречали его на вокзале в Харькове. Не теряя времени, в машине он рассказал нам об идее механизма образования электромагнитных ливней в веществе, высказанной Оппенгейме-

ром и Карлсоном, а также Гайтлером и Баба. Согласно этой идее, ливень образуется не в одной точке в некоторый момент времени, а в некоторой области пространства и в течение некоторого времени в результате каскадного процесса. Впоследствии Ландау вместе с Ю. Б. Румером построили первую последовательную кинетическую теорию электромагнитных ливней, в которой были введены функции распределения электронов и фотонов. Она была усовершенствована И. Е. Таммом и С. З. Беленьким, которые учли эффект ионизации.

В настоящее время теория Ландау—Румера получила новое развитие в работах, в которых ливни изучались не в аморфной среде, как у Ландау и Румера, а в кристаллах.

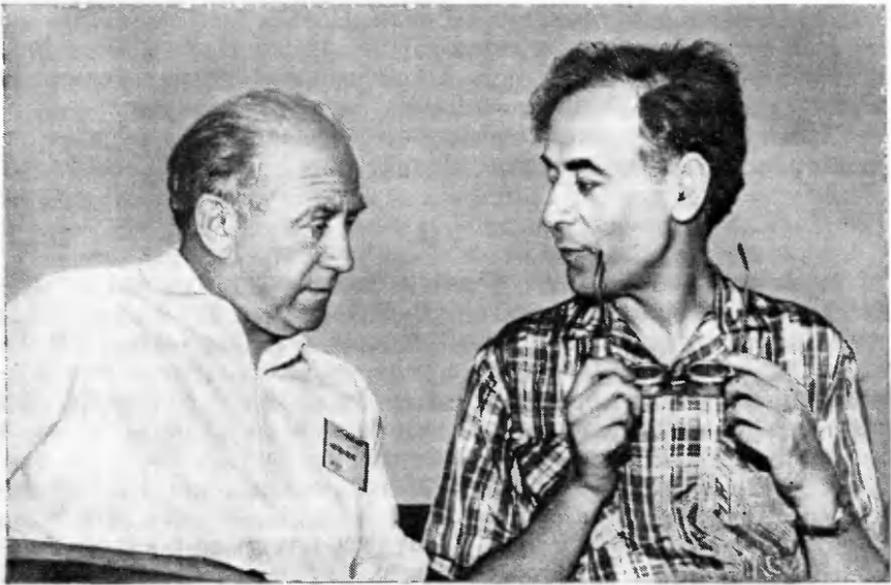
В работах Ландау о ливнях снова проявился большой интерес его к квантовой электродинамике, и исследования в этой области продолжались в течение всей его жизни.

Мне приятно сейчас вспомнить, что, когда начался новый этап в развитии квантовой электродинамики, о методах устранения расходимостей в квантовой электродинамике впервые на семинаре Ландау докладывал я.

Важнейшее значение имеют исследования Ландау, выполненные совместно с А. А. Абрикосовым и И. М. Халатниковым, свойств квантово-электродинамических функций Грина. В этих работах было установлено асимптотическое поведение функций Грина в области больших импульсов и впервые найдена зависимость перенормированного заряда электрона от его «голового» заряда. Перенормированный заряд выступал при этом как некоторая функция переданного импульса или расстояния до «голового» электрона.

С этой зависимостью связана целая драматическая история. Дело в том, что используя эту зависимость, Ландау и Померанчук пришли к выводу, что физический заряд реального электрона (перенормированный заряд на больших расстояниях) должен обращаться в современной квантовой теории в нуль. Этот результат получил даже интригующее название «московского нуля». Нулификацию заряда авторы считали фундаментальнейшим результатом, вытекающим из современной теории поля. По их мнению, поляризация вакуума должна была всегда нулифицировать заряд частицы. Так по крайней мере им казалось, и они были убеждены, что формальное применение уравнений квантовой электродинамики приводит именно к этому результату. Ландау даже написал об этом в своей статье, посвященной 70-летию Нильса Бора.

Но вывод этот был настолько физически абсурден и противоречил всей физической практике, что стоило над ним призадуматься. Померанчук особенно почувствовал это, когда заметил, что Гелл-Манн, присутствовавший в Москве на конференции по высоким энергиям, явно не отреагировал на «московский нуль».



В. Гейзенберг и Л. Д. Ландау. Киев, 1956 г.

Дело в том, что поляризация вакуума в квантовой электродинамике всегда приводит к экранированию любого заряда, т. е. к уменьшению наблюдаемого (перенормированного) заряда вдали от него. Вопрос заключается в степени экранирования.

Согласно Ландау и Померанчуку, экранирование должно всегда быть полным, стопроцентным. Их формальные соображения не всеми признавались, но и не отрицались при этом принципиальная возможность полного экранирования. Формальные соображения основывались на теории возмущений, и поэтому результат вызывал сомнения. Но любопытно отметить, что имеется пример квантово-полевой теории (модель Ли), в которой нулификация заряда получалась как точный результат без привлечения теории возмущений. Поэтому приходилось признавать, что нулификация заряда представляет собой серьезную трудность квантовой электродинамики.

Решение проблемы пришло позже, когда авторов нулификации заряда уже не было в живых. Трудность была снята после появления неабелевых калибровочных теорий поля — теории сильного взаимодействия и теории электрослабого взаимодействия, объединившей теории слабого и электромагнитного взаимодействий. В этих теориях в отличие от абелевой квантовой электродинамики наряду с эффектом экранировки заряда существует также эффект антиэкранировки. В объединенной теории антиэкранировка превышает экранировку, характерную только для

абелевых калибровочных теорий поля. Поэтому в реальной физике и не возникает нулификации заряда. Приходится только горько сожалеть, что объединение взаимодействий пришло слишком поздно, когда уже не было ни Ландау, ни Померанчука...

Квантово-электродинамические исследования шли полным ходом в школе Ландау в Москве, Ленинграде, Харькове.

VII

Исследования Ландау относятся не только к области квантовой электродинамики. Широта и диапазон его научных интересов поистине огромны. В наше время трудно, а может быть, и невозможно найти второго ученого с таким же диапазоном или, выражаясь физически, спектром интересов. Универсализм его был поистине уникален, ибо он характеризовался редкой глубиной проникновения в сущность физических явлений.

Я не могу здесь с надлежащей полнотой изложить и проанализировать тот огромный вклад, который был внесен Ландау в науку. Мне придется в основном ограничиться лишь кратким перечислением его научных достижений.

Ландау впервые ввел в квантовую механику понятие матрицы плотности (независимо от Ф. Блоха и И. фон Неймана).

Ландау создал теорию фазовых переходов второго рода.

Он построил теорию промежуточного состояния сверхпроводников.

В теории сверхпроводимости важнейшее значение имеет уравнение Ландау—Гинзбурга.

Общеизвестен диамагнетизм Ландау.

Ландау построил теорию сверхтекучести.

В физике элементарных частиц ему принадлежит теория двухкомпонентного нейтрино и введение понятия комбинированной четности (независимо от Янга и Ли). Огромную роль сыграли исследования Ландау в развитии целых областей физики, таких, как физика плазмы и физика магнетизма. Но прежде, чем говорить о них, следует отметить, как Ландау каждый раз, в каждой работе находил «нужную математику». Он прекрасно владел математическим анализом, но был в основном прагматиком и не интересовался глубокими математическими теориями. Он даже несколько бравировал, говоря, что он знает математику потому, что решил все задачи из задачника «десяти мудрецов». Иногда, правда, такая его «философия» нуждалась в сильных поправках. Например, ему явно не хватало его знаний в области теории групп. Это проявилось, когда он создавал свою теорию фазовых переходов второго рода. К счастью для него, в то лето в Харьковском математическом институте, рядом с УФТИ, гостил крупнейший алгебраист Н. Г. Чеботарев. Они играли в теннис, и это общение сильно помогло Ландау разобраться в теории представ-

лений групп, которая была ему необходима для создания теории фазовых переходов.

Многие математические догадки Ландау были просто удивительны. Например, он сам дошел до преобразования Меллина и формулы суммирования Пуассона, не зная, что они давно уже известны. Преобразования Меллина ему понадобились для решения кинетических уравнений, введенных им в теории ливней.

К формуле суммирования Пуассона он пришел, построив общую теорию эффекта де Гааза—ван Альфена. Существенно, что каждая новая «догадка» всегда была уместной в развиваемой им теории. Но у Ландау были и свои странности. Он, например, не признавал аппарата теории вероятностей. Однажды был такой случай. В споре, касающемся значения теории вероятности, И. М. Лифшиц всячески отстаивал значение этой науки. Ландау же всячески ее отрицал и говорил: «Я вам решу любую конкретную задачу из этой теории, не зная самой теории!» Тогда И. М. Лифшиц сказал: «Ну, хорошо, в таком случае решите следующую задачу: как найти функцию распределения по размерам частиц при их дроблении?»

Ландау сказал: «Хорошо, я подумаю». Вечером того же дня Ландау позвонил к нам в номер гостиницы «Якорь», в котором мы остановились с И. М. Лифшицем, и сообщил ему по телефону решение задачи. Решение было правильное.

Вообще Ландау очень любил математическую технику. Стоило ему сказать, что в работе, которую ему собирались рассказать, встретился «хитрый» интеграл, и при этом еще его «подначить», что «сомнительно, чтобы ты его смог взять!» — как он бросал дискутируемый физический вопрос и говорил: «Давай сюда интеграл!» И каждый раз быстро находил правильное решение.

Как я уже говорил, некоторые его работы, которым, возможно, он сам и не придавал особого значения, сыграли важнейшую роль в развитии целых областей физики, например физики плазмы. На этом вопросе стоит остановиться подробнее.

Еще на заре своего творчества Ландау выполнил ставшую классической работу о кинетическом уравнении в случае кулоновского взаимодействия. В этой работе он установил вид интеграла столкновений при кулоновском взаимодействии частиц. Вначале эта работа числилась в ряду чисто академических исследований, но вот постепенно все больше и больше стали занимать свойства плазмы. Физика плазмы стала одной из важнейших областей науки, особенно учитывая возможность плазменных термоядерных устройств. И тогда вспомнили работу Ландау о кинетическом уравнении при кулоновском взаимодействии, а интеграл столкновений стали называть интегралом столкновения Ландау. И без него нельзя решить ни задачу о релаксации в плазме, ни задачу об электропроводности плазмы,

ни задачу о нагреве плазмы, а нагрев плазмы стал задачей задач, даже, можно сказать, задачей эпохи.

Теперь остановимся на другой плазменной задаче. В плазме столкновения частиц очень редки, поэтому исходным математическим уравнением, описывающим свойства такой плазмы, является кинетическое уравнение без столкновений, но с учетом так называемого самосогласованного поля частиц. Это уравнение было впервые установлено А. А. Власовым и носит название «уравнение Власова». Для плазмы оно играет важнейшую роль. Однако Власов, к сожалению, не избежал «звездной болезни» и стал применять свое уравнение, которое он считал сверхуниверсальным, всюду, где можно и где нельзя. Естественно, что это вызвало соответствующую реакцию научной общественности, и в «Журнале экспериментальной и теоретической физики» появилась критическая статья за четырьмя подписями: В. Л. Гинзбурга, Л. Д. Ландау, М. А. Леонтовича и В. А. Фока.

Мало того, Ландау подверг сомнению главный результат Власова в теории бесстолкновительной плазмы — закон дисперсии ленгмюровских волн. От критического ума Ландау не ускользнул тот факт, что Власов беззаботно произвел деление на нуль, что, как говорил Ландау, является «безнравственным». Ландау показал, как следует обойти нуль в знаменателе или, как говорят математики, обойти полюс. Но при этом он пришел к потрясающему выводу: результат Власова в основном правилен там, где речь идет о законе дисперсии, но волны Ленгмюра не будут незатухающими, а будут слегка затухать, и Ландау вычислил это затухание. Ныне оно называется затуханием Ландау и играет важнейшую роль во всех плазменных процессах. Правда, Ландау пришел к затуханию скорее не как физик, а как математик, прекрасно владеющий техникой теории функций комплексного переменного, которая, как я много раз убеждался, органически была ему свойственна.

После работы Ландау появилось огромное число статей, в которых была выяснена физическая природа затухания Ландау и было показано, что это затухание обусловлено резонансным взаимодействием электронов с самосогласованным полем волны.

Сейчас нет ни одной работы по теории плазмы, где не фигурировало бы затухание Ландау.

С этой работой связано еще одно важное направление в физике плазмы, развитие которого обязано уже не самому Ландау, а другим физикам, в том числе и его ученикам. Речь идет о взаимодействии пучков заряженных частиц с плазмой (при прохождении их через плазму). В этом случае в плазме возникают колебания не затухающие, а, наоборот, нарастающие, т. е. колебания, амплитуда которых увеличивается с течением времени. Явление это, называемое пучковой неустойчивостью, играет важную роль в физике плазмы как в принципиальном отношении,

так и с точки зрения практических приложений. Когда эта работа докладывалась Ландау, он не только одобрил ее, но и внес техническое усовершенствование в расчеты.

Но докладывать ему было не просто, так как воспринимал он все очень критически. Например, когда я ему рассказывал кинетическую теорию колебания плазмы в магнитном поле, он сперва сказал: «Где ты видел плазму, да еще в магнитном поле?» Но затем работу одобрил. Так же было и с работой об устойчивости магнитогидродинамических волн.

Магнетизм был с давних времен любимой темой Ландау. Еще будучи в заграничной командировке, он нашел энергетический спектр электрона в магнитном поле (уровни Ландау) и использовал его в задаче о магнитных свойствах свободного электронного газа. При этом он обнаружил, что вопреки всеобщему мнению в квантовой теории газ приобретает диамагнитный момент, частично компенсирующий так называемый паулевский спиновый парамагнитный момент. В связи с этой работой у него даже возник спор с В. Паули, и спор этот был выигран Дау.

Коронной работой Ландау в области магнетизма была работа о движении магнитного момента в ферромагнетике. Совместно с Е. М. Лифшицем он установил уравнение движения момента, носящее название уравнения Ландау—Лифшица. Им широко пользуются при исследовании самых различных процессов в магнитоупорядоченных средах. Особенно важно оно при изучении различных колебательных процессов в этих средах.

Ландау прекрасно «чувствовал» эту область физики. Мне вспоминается, как просто и изящно он разъяснял макроскопическую природу блоховских спиновых волн и как все четко и ясно становилось при этом на свои места. Об этом же говорят и наши дискуссии с ним о магнитоупругих волнах и магнитоакустическом резонансе.

Необходимо отметить также и то, что Ландау принадлежит первая математическая теория доменной структуры ферромагнетиков.

VIII

Важнейшим элементом в творчестве Ландау был его знаменитый семинар, регулярно проходивший по четвергам в Институте физических проблем. Можно сказать, что семинар был своеобразным явлением. Это не было «простое» собрание, на котором учтиво предоставляется слово докладчику, которого не перебивают до конца доклада и затем вежливо-полулицемерно благодарят за сделанный интересный доклад. Это была скорее «запорожская сечь», на которой докладчику нужно было «держать ухо остро», чтобы его «случайно» не сбил с толку Ландау. Дело в том, что Ландау отличался острейшим умом и колоссальной степенью

критицизма. На семинаре он особенно не стеснялся, поэтому докладчик должен был очень хорошо понимать содержание докладаваемой статьи, ибо он для Ландау олицетворял самого автора и все шишки, которые по праву должны были принадлежать автору, падали на голову докладчика. Происходила в некотором смысле своеобразная «борьба» между докладчиком и Ландау, которая, естественно, была очень интересна для всех участников семинара, а их всегда было очень много: это были и сотрудники московских институтов и Дубны, и приезжие товарищи из Ленинграда, Харькова, Киева, Новосибирска.

Каждый, кто не боялся критики, шел докладывать на семинар Ландау. Если докладываемая работа была собственной работой докладчика, то после похвалы Ландау докладчик был «на седьмом небе», ибо одобрение Ландау было в значительной мере критерием истинности результатов. Но часто докладчик уходил обескураженным, не получив одобрения Ландау. В таких случаях нужно было самому пересмотреть свою работу и попросить Ландау снова выслушать ее. Ландау в этом никогда не отказывал.

Семинар Ландау был замечательной школой для теоретиков, так как докладчик получал от него огромную пользу — ведь понять научную статью не так просто, а тут нужно было еще ясно и четко изложить ее в присутствии Ландау. Участники семинара получали возможность общаться с Ландау и рассказывать ему свои работы или, как говорилось, «пропускать их через Ландау».

Семинар содействовал «образованию» самого Ландау. В этой связи следует особо отметить роль сотрудников Померанчука, благодаря которым Ландау был в курсе всего, что делалось в физике высоких энергий и элементарных частиц.

Каждое заседание семинара было событием. Участники семинара уходили обогащенные и долго еще обсуждали его результаты.

Ясный критический ум Ландау был известен во всем мире. Я в этой связи не могу не вспомнить рочестерскую конференцию по физике высоких энергий в Киеве в 1959 г. На ней был Ландау; приехал также Вернер Гейзенберг. Мы с большим интересом наблюдали их встречу. Но светская беседа продолжалась недолго, Гейзенберг взял в свои цепкие руки Ландау и буквально не отпускал его от себя. Он явно «пропускал» свои идеи через «фильтр» Ландау — так он ценил критический ум этого человека. Ландау даже уставал от Гейзенберга и говорил нам об этом. Конференция эта запомнилась мне еще и потому, что на ней помирились Ландау с Померанчуком, между которыми перед этим «пробежала кошка», впрочем, скорее котенок. Они оба пережили эту размолвку.

Ландау сделал блестящий доклад об особенностях диаграмм Фейнмана — четкий, ясный, доходчивый, без единого лишнего

слова, такой же доклад, как и все его другие доклады и лекции, которые невозможно забыть.

А какой доклад он сделал у Игоря Васильевича Курчатова о так называемой комбинированной четности в 1956 г.! В то время Ландау осенила блестящая мысль, касающаяся свойств симметрии слабого взаимодействия. Дело в том, что на опыте было установлено, что слабое взаимодействие различает «левое и правое» направления вращения. Это значило, что в этом взаимодействии не сохраняется так называемая пространственная четность. И вот Ландау высказал идею, что если изменить пространственное направление и, кроме того, заменить частицу античастицей, то все останется без изменения. Это свойство симметрии Ландау назвал комбинированной четностью. Комбинированная четность стала скоро достоянием широкой научной общественности, и Игорь Васильевич Курчатов захотел узнать о комбинированной четности из первоисточника. Ландау согласился сделать доклад в «курчатнике» и на доклад взял меня с собой. Доклад был замечательным и вызвал овацию. Сейчас тем не менее приходится сказать, что закон сохранения комбинированной четности не является абсолютно точным и в ряде случаев он не выполняется, хотя степень его нарушения очень мала.

Чтобы оттенить и подчеркнуть критицизм Ландау, стоит, пожалуй, сказать о тех случаях, правда очень немногочисленных, когда его критицизм переходил в собственную противоположность. Речь идет только о двух известных мне случаях «потери бдительности» Ландау — о варитронах и об утверждении о «ликвидации» понятия гамильтониана в теории поля.

Варитронами были названы элементарные частицы с переменной массой, будто бы открытые в космических лучах. Ландау поверил в это открытие без тщательного разбора возможных ошибок эксперимента. Такой анализ, впрочем, он и не умел делать. И именно это привело Ландау к преждевременному заключению о существовании варитронов. Однако сотрудниками ФИАНа СССР и зарубежными специалистами по космическим лучам было показано, что варитроны не существуют.

К выводу о необходимости «ликвидировать» гамильтониан Ландау пришел, исходя из своей нулификации заряда. При этом Ландау противопоставил теории поля, которую фактически стал отрицать, диаграммную технику, которой придавал особый смысл, считая, что она не связана с теорией возмущений и представлениями о гамильтониане взаимодействия. Хотя эта «философия» и является неверной, как мы теперь знаем, она не помешала Ландау решить очень важный вопрос об аналитических свойствах диаграмм Фейнмана и выяснить вопрос об их особенностях (особенности Ландау).

Ландау всегда отдавал должное чужим работам. Например, к крупнейшим достижениям теоретической физики он относил

работы А. А. Фридмана по теории гравитации, А. Н. Колмогорова по определению спектра турбулентности и Н. Н. Боголюбова по теории неидеального бозе-газа. Он очень высоко ценил замечательные работы В. А. Фока по квантовой механике и М. П. Бронштейна по квантованию гравитационного поля. Он всегда говорил, что Л. И. Мандельштам, как никто другой (если не считать Н. Бора), понимает смысл и роль измерения в квантовой механике.

IX

Возвратимся к истокам работы Ландау в Харькове и остановимся на его педагогической деятельности. Ландау очень любил педагогическую работу и был прирожденным талантливейшим педагогом. Он начал свою педагогическую деятельность с заведования кафедрой теоретической физики на физико-механическом факультете Харьковского механико-машиностроительного института и быстро организовал хорошее преподавание теоретической физики. К этой работе привлекались и мы — молодые его сотрудники. Мы решали задачи по различным разделам теоретической физики, а позже читали и самостоятельные лекции. При этом принцип был таков: ни один курс не закреплялся за кем-нибудь из нас — все разделы читались поочередно каждым из нас. Благодаря этому достигалась главная цель Ландау — все должны владеть основами науки и педагогическая работа должна содействовать этому.

Несколько позже, в 1936 г., Ландау начал преподавать в Харьковском университете, где некоторое время заведовал кафедрой общей физики. Ландау преподавал на первом курсе общую физику. У него были некоторые свои принципы преподавания физики. В основном они сводились к тому, что в самом курсе должны излагаться только основные законы, причем должна выявляться только физическая сущность законов. Детали опытов и устройство физических приборов не должны излагаться в основном курсе, а должны быть выделены в лабораторные работы. В этой связи Ландау ругал известный в свое время обширный курс О. Д. Хвольсона, в котором, как говорил Ландау, «смешаны фундаментальные законы физики с гайками для закрепления отдельных деталей приборов». Слово «хвольсонизм» в лексиконе Ландау означало такого рода эклектику или мешанину. Ясно, что, находясь на такой позиции, Ландау должен был прийти к мысли о необходимости написания собственного курса общей физики, подобно тому как раньше он пришел к мысли о необходимости написания собственного курса теоретической физики. Но курс общей физики не должен был дублировать курс теоретической физики и должен содержать предельно мало математики. Детали опытов и устройство приборов должны были в нем отсутствовать. Такой курс Ландау и начал писать в сотрудничестве с

Е. М. Лифшицем и автором этих строк. Были написаны механика и молекулярная физика. Последующие разделы общей физики Ландау хотел тоже написать, но уже не успел. Книга «Механика и молекулярная физика» издавалась дважды и переведена на многие иностранные языки.

У Ландау была даже мысль о написании школьного учебника по физике. В первые годы пребывания в Харькове его очень занимали мысли о преобразовании всей системы преподавания точных наук в средней и высшей школе. Он даже ездил по этому поводу в редакцию газеты «Правда», где имел беседу с главным редактором.

Лекции по общей физике Ландау читал прекрасно. Они отличались простотой, ясностью, изяществом формулировок, доступностью. Мы все ходили на его лекции и восхищались ими. Лекции посещал вместе с нами профессор Лев Васильевич Шубников — близкий друг Ландау. После его лекций, бывало, Ландау покупал большой кекс, и в его кабинете в УФТИ мы его коллективно съедали!

Но не все было хорошо и спокойно, и «зубрам» лекции Ландау не нравились. Пошел даже слухок, что Ландау — идеалист, и нас — молодых сотрудников — вызвали в Киев (ставший столицей Украины) в Наркомпрос. Принял нас сам нарком (которым был тогда В. П. Затопский) и сказал нам, что Ландау — идеалист. Мы молчали. Но потом он добавил, что у него есть сведения, будто Ландау отрицает закон сохранения энергии. Тут моя «казацкая» душа не выдержала, и с некоторой наивностью я заявил: «Не позже чем вчера я получил такой нагоняй от Ландау за несохранение энергии в одном из моих расчетов, что долго о нем буду помнить. Вот и Померанчук, сидящий здесь, может это подтвердить». Нарком рассмеялся и после нескольких общих замечаний сказал: «Езжайте в Харьков и спокойно работайте!»

Ландау всегда интересовало дело преподавания общей физики в высшей школе, и сам он до конца жизни преподавал курс общей физики на физическом факультете Московского университета. Мне он советовал перейти с преподавания теоретической физики на преподавание общей физики на первых двух курсах университета, что я и сделал.

Х

Когда мы говорим о Ландау и вспоминаем его крупные научные открытия, то мы должны их сравнивать с редкими по величине и красоте драгоценными камнями. Они образуют как бы корону Ландау, но от него осталась еще бездна более мелких алмазов и жемчужин, которых, как поется в «Садко», «не счесть... в каменных пещерах». Они рассыпаны в его энциклопедическом

курсе теоретической физики, в задачах, входящих в этот курс, и в оригинальных ландауских выводах многочисленных закономерностей и соотношений. Это относится в огромной степени и к гидродинамике, и к теории упругости, и к электродинамике сплошных сред. Эти книги с полным правом могут быть сравнены со знаменитыми «Paper's» Рэлея. Если вы начинаете заниматься каким-то конкретным вопросом, относящимся к макрофизике, то всегда нужно сперва посмотреть, что по этому поводу думали и писали Рэлей и Ландау.

Ландау хорошо знал достижения современной ему экспериментальной физики, причем это утверждение в равной мере относится и к физике ядра, и к физике твердого тела, и к физике элементарных частиц. Он всегда охотно выслушивал экспериментаторов, рассказывавших ему о своих работах. Но ближе всего он был с двумя великими мастерами эксперимента — с Львом Васильевичем Шубниковым и Петром Леонидовичем Капицей. Их эксперименты вдохновляли его, а обсуждения с ним помогали им. Это относится и к работам Шубникова по сверхпроводимости и антиферромагнетизму, и к замечательной работе Капицы о сверхтекучести гелия, эта работа содействовала созданию фундаментальной теории сверхтекучести Ландау. За эту работу и другие исследования в области теории конденсированного состояния Ландау в ноябре 1962 г. была присуждена Нобелевская премия. В том же году Ландау был удостоен (совместно с Е. М. Лифшицем) Ленинской премии за курс теоретической физики.

Ландау в подлинном смысле слова был великим учителем. Не говоря уже о непосредственных его учениках, имевших счастье лично общаться с ним, его курс содействовал развитию теоретической физики во всем мире, ибо по этому курсу изучали и продолжают изучать теоретическую физику молодые начинающие ученые и им пользуются как энциклопедией и кладезем мудрости уже опытные физики.

Необычайно высок был нравственный облик Ландау — его безупречная чистота и понимание научной этики. Ландау считал безнравственным «участие» псевдоруководителей в работах их сотрудников. П. Л. Капица также придерживался такого же взгляда и даже говорил, что каждый соавтор, подписавший общую работу, должен по крайней мере уметь разъяснить все ее детали, а это требование не всегда выполнялось и выполняется...

Великий талант, огромная научная результативность, всемирная известность и авторитет, создание большой школы активно работающих учеников, замечательный курс теоретической физики, охватывающий почти все ее разделы, критический ум, бескомпромиссная оценка и своих и чужих работ, демократизм в обращении с людьми независимо от их чинов, званий и имеющихся регалий — все эти качества уже при его жизни создали легенду о Ландау.

В. Б. Берестецкий

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ *

В последние годы Л. Д. Ландау все больше времени уделял теории элементарных частиц. Если в других областях физики сейчас решаются конкретные задачи на основе квантовой механики, теории относительности и других четко сформулированных законов физики, то здесь имеют дело с новой областью, в которой основные закономерности еще только нащупываются.

Одна такая работа была выполнена Ландау в конце 1956 г. Она связана с проблемой несохранения четности во взаимодействиях элементарных частиц. В ней особенно ярко проявилось присущее Ландау мастерство использования очень общих и простых принципов к анализу самых различных вопросов. Одним из таких принципов является принцип симметрии, органически содержащийся в основных законах природы. Например, в общем случае «верх» не может иметь преимущество перед «низом». «Верх» и «низ» — это свойства, связанные только с тем, что в одном направлении от нас есть земля, а в другом — нет. Нет в пространстве и разницы между «правым» и «левым». В пространстве нет преимущественных направлений.

Решение многих конкретных задач значительно облегчается, если заранее подумать, что может быть, а чего не может быть с точки зрения принципов симметрии.

Как это ни странно, в 1956 г. в физике элементарных частиц сложилась такая ситуация, что эти незыблемые, казалось бы, законы вроде нарушаются. Речь идет о симметрии между «правым» и «левым»; чем принципиально может отличаться правое вращение вокруг оси от левого вращения, т. е. направления по или против часовой стрелки?

Законы природы должны быть симметричны относительно направления вращения. Иначе говоря, нельзя — и это считалось твердо установленным — указать явление, позволяющее отличить «правое» от «левого», — явление, с помощью которого можно было бы, например, объяснить разумным существам далеких миров, что мы подразумеваем под «правым» и что под «левым».

На первый взгляд кажется, что такие явления часто встречаются. Как известно, электрический ток создает магнитное поле. Если электроны, образующие ток, вращаются в некотором одном направлении, то магнитное поле направлено, скажем, вверх.

* См.: Научное творчество Л. Д. Ландау. М.: Знание, 1963. С. 24—30.

А если они вращаются в противоположном направлении, то магнитное поле направлено вниз, и это должно было бы указывать на отличие правого вращения от левого. Но последнее заключение ошибочно, и от того, как устроена правая или левая рука, законы физики не зависят. Действительно, разберемся в том, как действует магнитное поле. Оно заставляет вращаться электроны, которые в него попали. Если электроны, создающие поле, вращаются в одну сторону, то электроны, помещенные в это поле, будут вращаться в другую сторону независимо от того, какое из этих вращений правое и какое левое.

Если бы электроны двигались вдоль магнитного поля, то существовало бы объективное отличие «правого» от «левого». Но как раз этого в природе не бывает. Можно сказать и так: из равноправности правого и левого вращений (зеркальная симметрия) следует, что электроны не движутся под действием магнитного поля вдоль него.

Вот с каким явлением столкнулась физика элементарных частиц в 1956 г. Расскажу коротко об одном опыте. Он состоит в исследовании радиоактивного распада ядра кобальта с атомным весом 60. Это радиоактивное ядро испускает электроны. Куда должны эти электроны лететь? Из соображений симметрии следует, что они должны лететь равномерно и по всем направлениям, в частности столько же вперед, сколько и назад. Ведь нет выделенного направления в пространстве.

Теперь поместим кобальт в магнитное поле, т. е. окружим его соленоидом, по которому идет ток. Теперь есть выделенная ось соленоида, но оба направления ее должны быть равноправны. При этом на опыте оказалось, что электроны летят в основном вперед и в меньшем количестве назад. Этот вывод является потрясающим с точки зрения представления о симметрии «правого» и «левого», потому что если вращать электроны, создающие ток в соленоиде в обратном направлении, то электроны, испускаемые ядром, уже будут лететь в основном назад, так что «правое» и «левое» существенно отличаются.

Этот опыт доказал, что нет симметрии между процессом и его зеркальным отражением. Наблюдаемое явление и было названо нарушением закона сохранения четности.

Еще до опыта, когда вопрос только обсуждался, но прямых экспериментов по несохранению четности не было, Ландау стал размышлять на тему, возможен ли подобный эффект. Он твердо считал, что пространство не может иметь такой право-левой асимметрии, и вначале думал, что результаты опытов будут отрицательными, а затем пришел к идее о возможности эффекта и без нарушения симметрии пространства. Он сформулировал новый закон симметрии, получивший название (в отличие от закона сохранения четности) закона сохранения комбинированной четности.

Суть его состоит в следующем. Вспомним, что, кроме электронов, существуют такие же частицы, как электроны, но с противоположным электрическим зарядом — позитроны. Каждой частице соответствует своя античастица. Несколько лет назад были открыты антипротоны, антинейтроны и другие античастицы. В обычном веществе атомы состоят из положительно заряженных ядер и отрицательно заряженных электронов. Вообще же законы природы симметричны относительно знака заряда. Можно представить себе такой мир, в котором все наоборот, т. е. атомы состоят из отрицательно заряженных ядер и положительно заряженных электронов. Ни один из известных нам фактов не противоречит этому. Когда мы искусственно создаем частицы, то они возникают и положительными и отрицательными, и частицами и античастицами.

Ландау скомбинировал принцип зеркальной симметрии с этим принципом зарядовой симметрии.

Можем ли мы дать разумному существу из других миров объективное определение того, что отличает «правое» от «левого»? Используя описанный выше опыт, можно сказать ему так: «Возьмите ядра кобальта 60 , поместите их при соответствующих условиях в магнитное поле и посмотрите, куда летят электроны. Это направление вместе с направлением вращения электронов в проводах электромагнита образует то, что мы называем правым винтом». Но, может быть, это существо живет в антимире, состоит из античастиц, возьмет антикобальт и будет наблюдать не электроны, а антиэлектроны, и они будут лететь в другую сторону. И это существо не может знать, живем ли мы в мире или антимире. И тогда что мы назовем частицами, а что античастицами?..

Так что симметрия правого с левым существует не сама по себе, а лишь объединенная с симметрией между частицами и античастицами.

Проблема несохранения четности возникла из явлений, которые привели к мысли, что четность, может быть, не сохраняется. Физики Ли и Янг, выдвинувшие эту идею, были награждены Нобелевской премией. Но их подход к вопросу был чисто эмпирическим. Для Ландау же характерен иной подход. Пока он не понял, что нарушение четности не нарушает законов симметрии, он не хотел верить в возможность таких эффектов. А когда поверил, то сформулировал обобщенный закон симметрии и указал на ряд новых эффектов. Часть из них была обнаружена экспериментально на основе работ Ли и Янга, часть — на основе работ Ландау.

Взаимодействие элементарных частиц очень сложно. Как показала теория относительности, число частиц не должно сохраняться и одни частицы могут превращаться в другие, лишь бы соблюдался закон сохранения энергии. Это и делает картину взаимодействия элементарных частиц сложной. Ведь нет такой

задачи: столкнулись две частицы и можно спокойно изучать, какие силы действуют между ними. Здесь могут возникнуть десятки частиц одновременно, это новый огромный мир.

Найти закономерность таких процессов очень трудно. Поэтому в течение долгого времени у физиков существовало мнение, что для понимания взаимодействия элементарных частиц потребуются еще более фундаментальные изменения основных понятий, чем те, которые потребовались при построении теории относительности и квантовой механики. Может быть, это так и будет. Но в последнее время появились надежды найти более простые пути.

Еще в 1943 г. Гейзенберг высказал мысль, которая тогда не могла найти конкретного воплощения, а теперь стала играть большую роль, — это мысль о том, что, может быть, мы ищем слишком подробного объяснения процессам. Взаимодействие происходит в очень маленьких областях пространства, а мы хотим их детально описывать. На самом деле, может быть, этого и не нужно делать. На эксперименте смогут проявиться лишь те свойства частиц, которые имеют место, когда они находятся на больших расстояниях друг от друга.

Эта идея напоминает ту перестройку, которая произошла на первом этапе развития квантовой механики. Сначала хотели узнать детально, по какой траектории движется электрон в атоме, а потом выяснилось, что электрон вообще траектории не имеет.

Вот эту идею, только уже в современном виде, через 15 с лишним лет после Гейзенберга возродил Ландау. В 1959 г. он выступил на международной конференции по физике элементарных частиц в Киеве с докладом, который произвел на всех физиков мира огромное впечатление. Речь идет не о какой-то завершенной теории, но о новом подходе, направлении, которое сейчас быстро развивается, но далеко еще не завершено. Под влиянием идей Ландау этому направлению во всем мире уделяется много внимания.

Раньше всегда искали уравнения движения типа ньютоновских. Теперь задача формулируется на совершенно другом математическом языке. Ландау внес большой вклад в развитие соответствующего математического аппарата.

Оказалось, что есть такие явления, где могут проявиться простые и четкие закономерности, несмотря на всю их сложность. Сейчас такие закономерности в какой-то степени теоретически вскрыты. Это вызвало сразу большое внимание со стороны экспериментаторов, которые стали их детально изучать. Такими экспериментальными исследованиями занимаются на больших ускорителях, построенных в различных странах мира. Но это уже связано не непосредственно с работами Ландау, а с тем развитием, которое они получили у нас в Советском Союзе и за рубежом.

В. Л. Гинзбург

ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЙ ФИЗИК *

Если не все, то очень многое познается в сравнении. Во всяком случае, когда мы говорим о ком-то: «великий человек», «замечательный человек», «гений», — то этим как бы проводим сравнение его с другими людьми, и, хотя каждый человек неповторим, ясно, что здесь имеются в виду некоторые очень большие отклонения от среднего. Но вместе с тем все слова в какой-то степени девальвированы, наблюдается инфляция эпитетов. Кроме того, в публичных выступлениях почти всегда хвалят. Это понимали еще древние: известно выражение «aut bene aut nihil» («либо хорошо, либо ничего»), которое применяется к людям, ушедшим от нас. Наверное, поэтому, когда читаешь различные мемуары, сборники воспоминаний, создается впечатление, что великих, замечательных людей очень много. На самом же деле их не так много.

Да что говорить о воспоминаниях. Зачитаю два отрывка из Устава Академии наук СССР. Пункт 16: «Действительными членами (академиками) Академии наук СССР избираются ученые, обогатившие науку трудами первостепенного научного значения». Пункт 17: «Членами-корреспондентами Академии наук СССР избираются ученые, обогатившие науку выдающимися научными трудами». Посмотрим теперь на повестку сегодняшнего вечера, как она обозначена на афише и на пригласительных билетах. Мы собрались на заседание, посвященное «выдающемуся» советскому физическому Л. Д. Ландау, который, таким образом, оказался на уровне члена-корреспондента АН СССР. При этом я отнюдь не обвиняю организаторов вечера. Всем ясно, что эпитеты нужно понимать условно. Войдите в магазин, и вы увидите, что масла второго сорта не существует. Масло бывает первого сорта, высшего сорта и «экстра». Так и с научными степенями и званиями, и если пользоваться подобной терминологией, то, дабы не ошибиться, я бы сказал, что Ландау был физиком «сверхэкстра»-класса. Это был совершенно уникальный физик. Одно время я очень удивлялся, да и до сих пор удивляюсь следующему обстоятельству. Вузы у нас оканчивают много молодых физиков, за десятилетия — многие тысячи физиков. Не все они, быть может, физики по призванию, но большинство сознательно выбрали профессию, и у нас масса действительно хороших физиков. Но никого даже отдаленно по таланту напоминающего Ландау не появилось. Я все ждал этого, но теперь уже даже ждать перестал.

* Выступление на вечере памяти Л. Д. Ландау в Политехническом музее (Москва, 20 января 1978 г.).

Итак, Л. Д. Ландау был совершенно исключительной личностью. Из всех людей, которых я сам видел или знал, могу сравнить Ландау лишь с Ричардом Фейнманом, который многим известен по его книгам. Конечно, в нашем веке жили великие физики — Эйнштейн, Бор, Планк, Шрёдингер, Гейзенберг, сейчас жив Дирак¹. Ландау, несомненно, не превосходил их своими научными достижениями и сам оценивал себя правильно, ставя упомянутых и некоторых других физиков выше себя «по достижениям». Он отводил себе более скромное место. И если я выделяю Ландау из всех, то потому, что оценка его «класса» складывается из многих ингредиентов. Во-первых, это научные достижения. Научные достижения Ландау первоклассны — это квантовая теория жидкостей (в частности, теория сверхтекучести гелия), теория фазовых переходов и ряд других прекрасных работ. Во-вторых, это редкая универсальность знаний, знание всей физики. И в-третьих, он был Учителем с большой буквы, Учителем по призванию. Произведение трех таких «множителей» исключительно велико.

Замечу, кстати, что Ландау не был вундеркиндом в общепринятом смысле слова: не играл в три года на пианино, сидя на подложенной подушке, не решал в эти годы математические задачи. Тем не менее он окончил школу в 13 лет, в университет поступил в 14, первую работу опубликовал, когда ему было 18 лет. Несомненно, такое раннее развитие характерно для большого таланта. В. Паули, например, в 18 лет написал известную книгу по теории относительности.

Ландау любил всякие подсчеты. Как-то он мне сказал: «Я старше тебя на 13 лет, потому что моя первая работа вышла в 1926 г., а твоя первая работа вышла в 1939 г.». По этому признаку он и считал, что старше меня на 13 лет, хотя по возрасту был старше на неполных девять лет. По другим «показателям» он, конечно, был гораздо старше меня.

Необычность Ландау проявлялась и в плане биологическом, если уместно так выразиться. Помню, как меня поразило то, что он не мог поднять больше десяти килограмм. К сожалению, эта физическая хрупкость, которая в обычных условиях не имела особого значения, сыграла трагическую роль в той катастрофе, которая погубила Ландау. При столкновении автомашин яйца в кошелке, лежавшей в машине, где ехал Ландау, остались совершенно целыми, а он оказался буквально разбит.

Но, конечно, говоря об исключительности Ландау, мы имеем в виду его талант физика. Существование таких людей, как Ландау, побуждает ставить вопрос о пределах человеческих возможностей, об огромных резервах, тающихся в человеческом мозге.

Физика — многогранная наука. Способности к физике изме-

¹ Дирак умер в 1984 г. — *Примеч. ред.*



Л. Д. Ландау, Х. Холл, В. Л. Гинзбург во время конференции по физике низких температур. Москва, 1959 г.

рять трудно. Память же, например, можно измерять, причем человеческая память варьируется в гигантских пределах. Несколько лет назад была издана небольшая книга А. Р. Лурия, в которой сообщается о человеке с феноменальной памятью. Все имевшиеся тесты не были способны найти границы его памяти. И то был не инопланетянин, а человек, как и мы с вами. Это показывает, какими фантастическими резервами обладает мозг человека. Способности и возможности Ландау-физика также свидетельствовали о том, сколько еще скрыто в человеке такого, что проявляется или выявляется лишь в редких случаях. И естественно, возникает соблазн мобилизовать резервные возможности мозга. Это одна из интереснейших проблем физиологии, с которой человечеству еще придется столкнуться.

Ландау перестал работать уже 16 лет назад. Нельзя без боли вспомнить того Дау, каким он был после катастрофы и вплоть до смерти в 1968 г. Но хотя 16 лет — срок немалый, Ландау, несомненно, жив в том смысле, который вкладывается в это слово, когда говорят о людях, ушедших от нас. То же надо сказать и о его книгах или, конкретно, о курсе «Теоретическая физика» Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица. Книги этого курса — настоящие в буквальном смысле слова. Ни одной книгой я, например, не пользуюсь больше и чаще, чем книгами курса. В какой кабинет физика в СССР или за границей ни зайдешь, везде есть кни-

ги курса Ландау—Лифшица. Это замечательные книги, это энциклопедия, это вместе с тем величественный памятник Л. Д. Ландау.

И здесь я хочу коснуться роли Е. М. Лифшица. Курс «Теоретическая физика» Ландау—Лифшица не был бы, конечно, создан без Ландау, но он не был бы создан и без Лифшица. И что замечательно — Евгений Михайлович продолжал это дело². Книжки все время выходили, переработанные, дополненные. Выходили и те книги, которые были только задуманы при жизни Ландау. Я испытываю за это к Е. М. Лифшицу чувство огромной благодарности. Нельзя себе представить лучшего памятника Ландау, лучшего продолжения его пути в физике.

Теперь мне бы хотелось рассказать о маленьком эпизоде. На днях я столкнулся с работой Дау, написанной в 1933 г., когда ему было 25 лет. Работа посвящена теории сверхпроводимости. Тогда природа сверхпроводимости еще не была понята (это было сделано лишь через 24 года — в 1957 г.). Одна из гипотез, которую выдвинул и развил Л. Д. Ландау в упомянутой статье, состояла в предположении о существовании в сверхпроводниках спонтанных токов. Потом выяснилось, что сверхпроводимость в известных случаях объясняется совсем другими причинами. Поэтому, кстати, в собрание сочинений Ландау эта статья не была включена. На самом же деле в статье не было ошибок. И сейчас представляется, что тела со спонтанными токами, быть может, существуют³. Статья Ландау и по прошествии стольких лет удивляет своей ясностью и четкостью. Статья жива, она помогает работать сегодня.

Память о Л. Д. Ландау не нуждается в приукрашивании: он бывал резким, иногда не хотел слушать, мог обидеть человека. Но никогда не было у него барства, никогда не было хамства. Надо сказать, что два раза он меня просто «бил мордой об стол», как иногда говорится. Первый раз это было в 1943 г. в Казани. Тогда он публично крайне раздраженно меня ругал. Был же он уже «мэтром», а я — еще неопытным юнцом, хотя и защитил докторскую диссертацию (тут также можно сказать, что сама по себе защита диссертации еще мало о чем свидетельствует). Второй раз Ландау резко ругал меня публично году, кажется, в 1960-м, после того как я уже несколько лет числился, по определению Устава АН СССР, выдающимся ученым (т. е. был членом-корреспондентом Академии наук). Но главное не в этом, а в том, что в это время мы уже были в дружеских отношениях. В обоих случаях Ландау, безусловно, нарушил общепринятые нормы поведения, я имел все основания обидеться и обидел-

² Е. М. Лифшиц скончался в 1985 г. — *Примеч. ред.*

³ Эта и предыдущая фразы не вполне точны и, во всяком случае, нуждаются в комментариях. — *Примеч. автора к наст. изд.*



*К. Мендельсон, Л. Д. Ландау, Н. И. Гинзбург.
Москва, 1959 г.*

ся. Но я понимал, что это не была ругань начальства, ругань с желанием унижить человека. Просто Ландау не считался с некоторыми правилами поведения, как-то их не понимал. Были люди, которым это обстоятельство мешало и помешало общаться с Ландау. Очень, очень рад, что со мной этого не произошло. Кстати, немаловажное замечание: в обоих упомянутых случаях, когда Ландау резко меня критиковал, по сути дела прав был он, а не я.

В одной из записок спрашивают, были ли у Ландау принципиальные ошибки, в частности, в оценке новых теорий и идей. Как хорошо известно, не ошибается только тот, кто не работает. Ошибался, конечно, и Ландау. Но, как я думаю, ошибался он реже многих других и, главное, как-то интересно ошибался. Об этом я подробнее написал в статье, посвященной 60-летию Ландау⁴, которая, к сожалению, фактически оказалась некрологом. Ограничусь здесь замечанием, что Ландау как аналитик, как человек с глубоким и всесторонним знанием физики особенно хорошо видел слабости и трудности новых гипотез, теорий и т. п. В сочетании с манерой резко выражать свое мнение, не думать о форме высказываний, об осторожности и т. д. это создавало впечатление, что Ландау всегда критикует новое и вообще консервативен. К тому же сам Ландау подчеркивал, что он «не

⁴ УФН. 1968. Т. 94. С. 181.

изобретатель». Но это нужно понимать, по моему убеждению, лишь в том смысле, что Ландау был особенно силен в решении трудных задач, в анализе и критике, а не в области генерирования новых смутных гипотез, в изобретении каких-то приборов, методов измерений и т. п.

Критические оценки, даваемые Ландау, в некоторых случаях оказывались неверными, но в целом приносили огромную пользу. И эта критика была необходимым элементом в процессе создания школы. А Л. Д. Ландау создавал и создал школу. Формально говоря, я не принадлежу к этой школе, поскольку Ландау не был моим руководителем в аспирантуре и я не сдавал теорминимума (кстати, Ландау не раз подчеркивал, как много я потерял, что не сдавал теорминимум, и был в этом совершенно прав). Но так уж жизнь сложилась, и мне очень повезло в том отношении, что наряду с моим глубокоуважаемым и любимым учителем Игорем Евгеньевичем Таммом я мог учиться, советоваться и в одном случае даже работать вместе с Львом Давидовичем Ландау. И кстати сказать, никакой «организационной проблемы» здесь не возникало. Как И. Е. Тамм, так и Л. Д. Ландау создали школы, а не школки и считали только естественным сотрудничество между представителями этих школ, взаимное посещение семинаров, совместные обсуждения и т. п.

Имя Ландау овеяно легендами, а в легендах действительность нередко очень сильно трансформирована и переплетена с мифами. Я надеюсь, что сегодняшняя ночь поможет отделить правду от вымысла, поможет собравшимся составить правильное представление о замечательном физике Льве Давидовиче Ландау.

В. Л. Гинзбург

ДОПОЛНЕНИЕ *

Во время довольно монотонной гребли — я ловил рыбу «на дорожку» на Ладожском озере — как-то потекли воспоминания о Ландау. И оказалось, что помню кое-что, не включенное в помещенную выше заметку, а также ранее написанную статью в связи с 60-летним юбилеем Л. Д. Ландау (УФН. 1968. Т. 94. С. 181). Ничего особенно важного и интересного. Однако решил это записать. Но это, конечно, предлог. Уже опубликован или готовится к печати ряд сборников воспоминаний, посвященных известным советским физикам. Несомненно, должен быть когда-

* Написано в 1980 г., ранее не публиковалось.

то издан и сборник воспоминаний о Ландау. Между тем уже нет И. Я. Померанчука и А. С. Компанейца — «учеников первого призыва», скончался и В. Б. Берестецкий. Мне, когда пишу эти строки (август 1980 г.), тоже почти 64 года. Это на 10 лет больше, чем было Дау ко времени катастрофы (7 января 1962 г.)¹. В общем думаю, что не следует откладывать, и решил подготовить то Дополнение, которое совместно с заметкой можно будет включить в сборник.

1. Ловля рыбы — мое единственное «хобби», и оно казалось Дау совершенно никчемным занятием, а быть может, и того хуже. Он со смехом говорил: «Ха, ха, рыболов, на одном конце червяк, на другом конце дурак, как сказал Вольтер (?)». На это я неизменно отвечал: «Дау, я на червяка не ловлю, а ловлю на блесну». Но это не помогало, Дау при всяком удобном случае твердил свое. Такое повторение вообще было типично для Дау. Как бы одна и та же пластинка вставлялась, быть может, это следует назвать стереотипом. Касалось это и науки. Должен признаться, что мы этим пользовались, было известно, что Дау можно «завести», задав определенный вопрос, он реагировал безотказно. Почему-то я хорошо запомнил лишь один пример — вопрос о формуле Лорентц—Лоренца². Упоминание об этой формуле вызывало гнев (показной, конечно) и поток брани либо язвительных замечаний. Их смысл (к сожалению, самих слов не помню, а выдумывать не хочу) таков: не существует такой формулы, это полуэмпирическое соотношение. Дау был прав, формула Лорентц—Лоренца получается лишь для простых моделей оптически изотропной среды, причем главное предположение состоит в отождествлении молекулы с точечным диполем. Разумеется, в жидкости, и вообще в конденсированной среде, когда расстояние между молекулами (атомами) того же порядка, как их размер, дипольное приближение никак нельзя считать допустимым а priori. Тем не менее для целого ряда жидкостей формула Лорентц—Лоренца довольно хорошо отвечает экспери-

¹ Как известно, Л. Д. Ландау после аварии прожил еще более 6 лет (он скончался 1 апреля 1968 г.). Но это был тяжелобольной человек, быть может, даже правильнее сказать — другой человек. Я был в числе тех, кто дежурил в больнице во время болезни Ландау, а также неоднократно навещал его в последующие годы. Однако я совершенно не буду касаться этого периода, хотя, быть может, психолог или психоаналитик и смог бы, «изучая» больного Ландау, сделать какие-то заключения о нем и в здоровом состоянии. Но я отказываюсь (да и не смог бы) заниматься таким анализом.

² Формула Лорентц—Лоренца, по сути дела совпадающая с формулой Клаузиуса—Мосотти, определяет зависимость показателя преломления или диэлектрической проницаемости от плотности жидкости (оптически изотропного вещества). К этой формуле приходят, если считать действующее на молекулу (диполь) электрическое поле E_g равным $E + \frac{4\pi}{3} P$, где E — среднее макроскопическое поле и P — поляризация среды.

ментальным данным. Это, по-видимому, и привело к преувеличению значения формулы, к ее широкому использованию (последнему содействует, конечно, и большая простота формулы Лорентц—Лоренца). Вероятно, Ландау столкнулся когда-то с непониманием роли и истинного смысла этой формулы и «записал» свое неодобрение на пластинку в мозгу. А потом, в согласии с отмеченной своей манерой, он уже проигрывал эту пластинку. Уверен, что Дау понимал, что все знают его позицию, но он как бы давал представление, разыгрывал сценку праведного гнева.

2. Спорить с Ландау было нелегко. Иногда он не хотел слушать, иногда язвил, иной раз уклонялся от ответа, заявляя: «Подумай сам». Но вот Ландау яростно отстаивает какое-то мнение, объявляя противоположное, другое мнение бредом и т. п. А потом понимает, что неправ. Такое бывало. И тогда Ландау сразу же столь же уверенно отстаивал уже новую позицию, т. е. ту, которую обзывал ранее бредом. Ничего плохого, по сути дела, я в этом не вижу. Довольно распространенное суждение, согласно которому изменять мнение плохо, представляется просто нелепым. Плохо совсем другое — когда и под влиянием убедительных аргументов или новых фактов мнения не изменяют из упрямства или по непониманию. Очень не люблю я, а это встречается не так уж редко, когда человек оказался неправ, но начинает доказывать, что его раньше не так понимали, начинает отрицать свои прежние заявления и т. п. Ничего подобного не было у Ландау. Но, оказавшись неправ, он обычно и не говорил: «Я ошибался» — или что-либо в таком роде, а переходил к новому для него мнению как к чему-то само собой разумеющемуся. Поскольку я не так уж часто оказывался прав в спорах с Ландау, меня указанное его поведение не удовлетворяло, нельзя было наслаждаться радостью «победы» над Учителем. Поэтому я начал брать с Дау «расписки», т. е. записывал оба мнения и мы расписывались. Сейчас запомнились только две такие расписки, к сожалению утерянные. В одном случае Ландау утверждал, что долгоживущие мезоны (более тяжелые, чем мю-мезон) существуют, а я твердил противоположное. Это, по сути дела, не был научный спор, поскольку надежных теоретических аргументов «за» или «против» одной из упомянутых точек зрения не было и нет до сих пор. Дело было лишь в том, что мы верили разным группам экспериментаторов. Прав в споре оказался я. Во втором случае Ландау утверждал, что в твердых телах (кажется, более конкретно — металлах) плазмонов не существует. Как всегда, когда речь шла о физике, мнение Ландау имело разумные основания. В данном случае он считал, что декремент затухания плазменных волн в металлах должен быть одного порядка величины с их частотой. Ясно, что говорить о квантах плазменных волн — плазмонах, если они сильно затухают уже на одной длине волны, не имеет особого смысла. Мое мнение о су-

пеществовании плазмонов было основано на экспериментальных данных, и сейчас действительно известно, что затухание длинноволновых плазмонов, по крайней мере в ряде случаев, не так уж велико и понятие о них имеет смысл.

3. Если в физике, как уже неоднократно подчеркивалось, суждения Ландау обычно были трезвыми и глубокими (это, конечно, никак еще не исключает возможности ошибки), то этого нельзя в такой же мере сказать о других областях. Не хотелось бы, чтобы это прозвучало каким-то упреком, я лишь констатирую факты. Существовали и, вероятно, существуют люди, наделенные различными исключительными способностями (хрестоматийный пример — Леонардо да Винчи). Но, естественно, гораздо чаще яркий талант проявляется лишь в одной области. Именно к последней категории относится Ландау, обладавший большим даром как физик. Но он не писал картин, не был скульптором или поэтом. Откровенно замечу, что даже рад этому. Если бы Дау, к примеру, рисовал плохие картины, а считал их чем-то серьезным (так бывает), об этом, вероятно, можно было бы лишь пожалеть. Вместе с тем интересы Ландау были широкими; он был весьма образованным человеком и знал языки, что не типично для людей его поколения, детство и юность которых протекали в бурную эпоху ломки старой школы, и т. д. Все это было существенно, а живого человека не разделишь на какие-то резко разграниченные элементы. Я хотел здесь (хотя и делаю это, видимо, довольно неуклюже) лишь подчеркнуть, что превосходство Ландау ярко и как-то выпукло чувствовал только в сфере физики. Если же я, скажем, не разделял некоторых его литературных вкусов (например, он высоко ставил Драйзера, которого я совершенно не ценю), то не видел в этом ничего особенного.

Здесь позволю себе одно отступление, хотя и тесно связанное с предыдущим абзацем и имеющее отношение к теме. Сплошь и рядом «известных людей» — научных работников³, писателей и других — спрашивают в различных интервью, анкетах и т. п. об их мнении по вопросам, не имеющим никакого отношения к их профессии. Ну что же, интерес к знаменитостям или просто видным представителям той или иной профессии в общем понятен и не противопоказан. Нужно, однако, твердо знать и помнить, что за пределами своей профессии даже великий человек не вправе претендовать (во всяком случае, претендовать без дополнительных на то оснований) на какой-то особый авторитет. Вариацией на ту же тему является и вопрос о поведении в обществе. Бо-

³ Л. Д. Ландау очень не любил слово «ученый». Он смеялся: кот ученый — это понятно, а ученый муж — смешно. Быть может перебив от него, а возможно, по другой причине, я также крайне не люблю слово «ученый», хотя и термин «научный работник» в качестве замены не излучших.

жий дар — обладание сколь угодно большим талантом в какой-либо области — не дает права его «носителю» нарушать некоторые общепринятые нормы и, что называется, «класть ноги на стол». В теории, вероятно, все с этим согласится. Реальная же жизнь сложна. Очень талантливый молодой человек обычно рано осознает, что он выше многих других старших и уже успешных занять известное положение. В качестве метода самоутверждения, а то и протеста «молодой талант» начинает брыкаться, эпатировать окружающих. Возникают конфликты. Прошел через эту фазу и Ландау. С годами, когда пришло признание, он сильно изменился, если говорить о поведении. Но известная экстравагантность поведения осталась. Это объясняет, как мне представляется, отношение к Ландау целого ряда людей, получивших воспитание в совсем иной среде и не успевших познакомиться с Ландау поближе.

В свете сказанного, как можно думать, Ландау в целом очень повезло. Дуэлей в наши дни, к счастью, не бывает. Но сколько есть других методов если не убрать совсем, то досадить и даже глубоко травмировать молодого человека. Ландау же очень рано был признан, получил по заслугам. Здесь я не касаюсь того факта, что у него было немало неприятностей, а на целый год и более чем неприятностей. То, что хочется здесь подчеркнуть, — это только заслугу старшего (по сравнению с Ландау) поколения советских физиков. Они, насколько могу судить, в целом проявили себя по отношению к Ландау с лучшей стороны (одним из примеров я считаю избрание Ландау в 1946 г. в возрасте 38 лет действительным членом АН СССР, минуя обычное предварительное «хождение» в членах-корреспондентах).

Вернусь, однако, к тому, как Ландау мог ошибаться за пределами физики, в том числе и в оценке самих физиков. Приведу пример его оценки физиков-экспериментаторов X и Y. В эвакуации в Казани (1941—1943 гг.) Ландау не раз безапелляционно заявлял: «X и Y — лучшие физики-экспериментаторы Советского Союза». Почему? «Я сужу по лицу». Разумеется, Ландау судил не по лицу. X и Y «гладко» говорили, у них было хорошее репутационное имя, и, кстати, они охотно признавали, что Ландау — лучший физик-теоретик Советского Союза. Прошли годы, и все поняли, что «лучшие физики» — плохие экспериментаторы. Собственно, окончательного мнения Ландау об X я не слышал, но как-то в разговоре со мной (году, так, в 1960-м), не помню в ответ на какой вопрос, Ландау ответил: «Y вообще не физик». Я даже опешил и задал довольно глупый вопрос типа: «А почему ты тогда с ним имеешь дело?» Но на это последовал ответ: «Y — умный человек, я с ним советуюсь по житейским вопросам». Позволю себе весьма усомниться в том, что «житейские советы» Y принесли Ландау пользу, но это уже другое и, во всяком случае, не мое дело.



*Л. Д. Ландау, И. Е. Тамм и Маргарет Бор
слушают выступление Нильса Бора, 1961 г.*

Ошибался Ландау и в других людях, ну что же — все ошибаются.

К сожалению, иногда Ландау оправдывал поступки и поведение, которые, на мой взгляд, являются совершенно недопустимыми. Но никаких поступков самого Ландау, которые можно причислить к постыдным, я не знаю.

4. Ландау относился к коллегам-физикам критически и многих поругивал, не жаловал. Но такое часто встречается. Для меня было и остается весьма важным, что он не ругал людей, которых я любил и уважал. В частности, Дау хорошо относился к И. Е. Тамму, всегда был с ним по меньшей мере во вполне нормальных отношениях. Правда, как я считаю, Дау недооценивал И. Е. как физика. Вероятно, это объясняется разницей в стиле работы. Так или иначе право каждого давать, в разумных пределах, свою оценку достижениям коллег, вполне объективные критерии здесь отсутствуют.

В некоторой связи со сказанным коснусь истории с выдвижением на Нобелевскую премию открытия и объяснения эффекта Вавилова—Черенкова. В начале 50-х годов (но после 1953 г.) у нас решили (кто не знаю) вступить, так сказать, в Нобелевский клуб, т. е. начать выдвигать кандидатов на Нобелевские премии (до этого на моей памяти это не делалось). В этой связи И. В. Курчатов поручил Е. К. Завойскому и мне подготовить

представление на И. Е. Тамма, И. М. Франка и П. А. Черенкова (С. И. Вавилов к этому времени скончался, а Нобелевскую премию присуждают не более чем троим, причем не посмертно). Мы, разумеется, подготовили материал. Знаю, что другие готовили представление на П. Л. Капицу и Л. Д. Ландау за работы в области сверхтекучести гелия II. Прошло некоторое время, и вдруг мы узнали, что кто-то где-то решил выдвигать только Черенкова и только Капицу. Кажется, такое представление и было сделано. Точно я этого и других подробностей не знаю, но в данном контексте это совершенно не важно. Важно то, что мы решили не допустить такой несправедливости. В СССР приглашение (предложение) выдвигать на Нобелевскую премию получают обычно академики АН СССР по соответствующим специальностям⁴. Поэтому было решено, что в Нобелевский комитет должны послать письмо академики-физики. В отношении Ландау этим занимались в ИФП, и, кто подписал письмо, я не помню. Мы же с Е. Л. Фейнбергом написали письмо, в котором сообщали в Нобелевский комитет о роли И. Е. Тамма и И. М. Франка, приложили отписки и утверждали, что премию нужно присуждать всем троим. Теперь нужно было собрать подписи. Помню, как я пошел к одному «ведущему» академику, который выразил полное согласие с содержанием письма, но подписать его отказался: раз «наверху» решили выдвинуть одного Черенкова, как же он может сообщить в Комитет другое мнение. Пошел я и к Ландау. Он сказал мне, что не очень-то ценит эффект Вавилова—Черенкова (я знал это и раньше, а Ландау говорил не для того, чтобы иметь предлог не подписать письмо). Но он готов подписать письмо, если вместо «нужно присудить» мы напишем «если присуждать» («if awarded»), то всем троим (Тамму, Франку и Черенкову). Так мы и поступили. Помимо Л. Д. Ландау, поведение которого в этом деле я считаю безукоризненным, письмо подписали Н. Н. Андреев и А. И. Алиханов. Вскоре Нобелевская премия по физике за 1958 г. была присуждена всем троим, но, какую здесь роль сыграло упомянутое выше письмо, я не знаю.

5. В отношении Ландау довольно прочно установилось мнение, что он был «ругателем». Но ругатель ругателю рознь. Чаще всего, хотя и не всегда, резкие замечания Ландау не имели целью обидеть автора критикуемой работы. В этом отношении характерна история, свидетелем которой я сам не был, но слышал о ней по горячим следам и, вероятно, не искажу. Дау резко разнес работу какого-то уже солидного профессора. Тот очень оби-

⁴ Почему-то и академики не все получают такие предложения, получают его и не только академики. Никаких деталей на этот счет я не знаю (выдвижение считается делом конфиденциальным, что и написано в письме Нобелевского комитета). Я начал получать приглашения только после избрания в 1966 г. в академики.

делся, но, когда об этом сказали Дау, он даже удивился: я же не назвал его идиотом, я назвал идиотской только его работу. В общем, как я уже писал, для понимания характера Ландау важно различать форму поведения от сути дела. В связи с формой я, помню, даже удивлялся, какую Дау проявлял объективность, если судил не сгоряча. Известно, но придется об этом напомнить, что Ландау имел «шкалу заслуг» в области физики. Шкала была логарифмическая⁵. Из физиков нашего века класс 0,5 имел только Эйнштейн, к классу 1 относились Бор, Дирак, Гейзенберг и ряд других, а самому Ландау отводился класс 2 (здесь, как и в некоторых других случаях, имеются разногласия, но я от Ландау самооценки выше 2 не слышал; ранее он относил себя даже к классу 2,5). Так вот, к классу 1 был отнесен и физик, высказавший в 20-е годы блестящую мысль, догадку, но ничем более практически не прославившийся и даже вызывавший своей дальнейшей деятельностью раздражение Ландау, и не его одного. Но ничего не поделаешь, личность и намерения в расчет не принимались, оценивалось достижение. Не знаю, произведут ли этот пример и сама шкала впечатление на читателей (тем более что я не считал корректным назвать фамилию), но я думаю, что при составлении шкалы Ландау проявлял высокую объективность. Было немало и других свидетельств в пользу этого. Вот еще один пример, хотя он тоже не всех убедит. В. Гейзенбергу был присвоен класс 1, разумеется с полным основанием — мало кто так много сделал, причем в разных областях физики. Однако Гейзенберга в физических кругах, насколько я могу судить, весьма и весьма недолюбливали. Здесь играли роль не только политические соображения, но также характер и поведение Гейзенберга. Поскольку я его лично не знал, то повторять мнения и слухи не буду⁶, достаточно и того, что Гейзенберг как личность явно не пользовался особыми симпатиями Ландау. Но вот в 1947—1948 гг. Гейзенберг опубликовал статьи, посвященные попытке построить микроскопическую теорию сверхпроводимости. Попытка была весьма неудачна, Ландау и я были о ней самого низкого мнения (и это мнение в дальнейшем только подтвердилось). Но, когда я начал ругать Гейзенберга (что точно говорилось, не помню), Ландау меня решительно осадил. Смысл сказанного им был таков: Гейзенберг очень крупный физик, его нужно судить по лучшим работам, а не по плохим. Вроде бы и тривиально. Кто же не знает, что «орлам случается и ниже кур

⁵ Использовались, очевидно, логарифмы с основанием 10, т. е., например, классу 2 отвечали достижения в 10 раз меньшие, чем для класса 1.

⁶ Позволю себе, однако, сообщить мнение, которое в разговоре со мной высказал один известный физик, работавший и с Гейзенбергом, и с Бором. Он заявил, что соотношение неопределенности принадлежит фактически не Гейзенбергу, а Бору. Сам Гейзенберг, по словам моего собеседника, признал это в разговоре с ним, заявив что-то в таком роде: Бор выражается туманно, вот я и написал это в более понятном виде.

спускаться». Но фактически я получил урок и помню его до сих пор. Чего-то я здесь ранее не понимал (пусть не формально, а по-настоящему).

Из таких «уроков», а не из обучения отдельным приемам вычислений или помощи при «проработке» учебников вяжется ткань, вырабатываются нормы поведения. Они, эти нормы, несколько различны или даже сильно отличаются у разных «школ». Л. И. Мандельштам, И. Е. Тамм и Л. Д. Ландау были совсем разными людьми и формировали разные «школы»⁷. Для школы Ландау, по крайней мере при его жизни, были характерны научная бескомпромиссность и принципиальность, четкость, связь с экспериментом, широта и многое другое. Не могло быть, конечно, и речи о том, чтобы Ландау «приписался» к чужой работе. Напротив, иногда его участие в работе было существенным, а он отказывался поставить свою фамилию в качестве соавтора. Со мной самим был один такой случай. Я много советовался с Ландау, когда делал работу, посвященную действующему полю в плазме (Изв. АН СССР. Сер. физ. 1944. Т. 8, № 2. С. 76). Поскольку мне казалось, что роль обсуждения с Ландау в данном случае была большой, я, написав статью, поставил на ней и фамилию Ландау. Но, когда я пришел со статьей к Ландау, он отказался от соавторства. Разумеется, я его в конце статьи соответствующим образом поблагодарил. Отказался ли он потому, что считал свою роль недостаточно большой или работу не слишком существенной, не знаю, но это сейчас и не важно.

Знаю я и другой случай отказа Ландау от соавторства, обернувшийся для меня неприятностью. Физик Z советовался с Ландау по одному вопросу оптики. Этим вопросом незадолго перед этим и я занимался, причем опубликовал статью, которую Z знал. Знал, но, видимо, не понял или «не захотел» понять. Так или иначе Ландау, который все это понимал и без моей статьи (ее он, уверец, не читал, хотя я ему и рассказывал содержание), объяснил Z суть дела. Далее Z написал соответствующую статью, причем в качестве соавтора поставил и Ландау (я знаю об этом от самого Ландау). Но последний от соавторства отказался. Вот и вышла статья Z, которую я в отношении части ее содержания мог бы считать просто плагиатом. Но это, разумеется, не плагиат, ибо Z списывал не у меня, а воспользовался советами Ландау. Да, в жизни встречается такое, чего и нарочно не придумаешь.

Кстати, не лишен любопытства тот факт, что упоминаемая статья Z цитируется гораздо чаще, чем моя. И подобная ситуация хотя и не правило, но далеко не исключение. Сплошь и рядом некоторые статьи цитируются в качестве пионерских, клас-

⁷ См. сборники: Академик Л. И. Мандельштам: (К 100-летию со дня рождения). М.: Наука, 1979; Воспоминания о И. Е. Тамме. М.: Наука, 1981; 2-е изд., 1986.

сических и т. п. совершенно без должных на то оснований. Просто эти статьи каким-то образом попали в «обойму», а затем их мнимая роль закрепляется в результате процесса, лучше всего выражаемого термином «adapted by repetition» («принято в результате многократного повторения»). Получается такое иногда совершенно случайно, мало кто смотрит относительно старые работы, один автор сослался на попавшуюся статью, а потом эта ссылка пошла кочевать из статьи в статью. Но бывает и так (в каком проценте случаев, оценить не берусь), что неоправданное появление ссылки не случайно. Либо автор-приоритетчик сам каким-то образом «организовал» ссылку (в лучшем случае намекнул, а в худшем — просил, а то и требовал). Либо же в физических кругах известно, что автор — человек влиятельный, быть может, склочный или амбициозный. Вот на него и делают ссылку на всякий случай, дабы не нажить неприятностей и т. п. В результате лишь наивные новички думают, что можно без проверки доверять всяким приоритетным утверждениям и ссылкам.

6. В научной среде вопросы приоритета играют немалую роль. Я об этом уже написал кое-что в одной из статей⁸ и повторяться не буду. Не помню, чтобы у И. Е. Тамма и в созданном им отделе (сейчас — Отделе теоретической физики им. И. Е. Тамма ФИАН СССР), где я работаю с 1940 г., когда-либо возникали какие-нибудь существенные споры, а тем более дразги, связанные с приоритетом. Не помню, чтобы И. Е. когда-либо даже упоминал о своем приоритете, думаю, что он считал это ниже своего достоинства. Поэтому даже не знаю, затрагивали ли его приоритетные вопросы в глубине души. Ландау в этом отношении был более чувствителен и, во всяком случае, иногда не считал нужным скрывать свое недовольство. Примеров не помню, но какое-то чувство неудовлетворенности сохранилось (это совершенно не касалось меня, и, таким образом, речь не идет о чем-то личном). Сам Ландау читал относительно мало статей (для ознакомления с литературой в большей мере служил семинар) и даже свои собственные статьи (т. е. статьи без соавторов) писал не сам. Этим он как-то, помню, и оправдывал отсутствие нужных ссылок в какой-то своей статье. Объяснение в общем резонное. Я лишь думаю, что нельзя, вообще говоря, требовать от других того, что не делаешь сам, а такое с Ландау бывало. Впрочем, это несколько спорный вопрос. Работы и результаты Ландау были лучше, шире известны, чем работы многих других авторов. Да и рассчитывать он мог на большее внимание.

Так или иначе, но я не знаю случаев, когда бы Ландау диктовал, как нужно на него ссылаться. Для контраста приведу один

⁸ См.: Гинзбург В. Л. О теории относительности: [Сб. статей]. М.: Наука, 1979. С. 133; см. также: Гинзбург В. Л. О физике и астрофизике: [Сб. статей]. М.: Наука, 1985. С. 277.

недавний пример. Некий физик W требует от своих аспирантов и вообще «учеников», чтобы они ссылались примерно так: как впервые показано W (а далее ссылка). Я считаю это просто неприличным. Если дается ссылка, а тем более в явном виде («как показано W»), то этого уже более чем достаточно. Из добавки «впервые», как мог бы сказать Ландау, так и торчат уши бесцеремонного приоритетчика. Если Ландау и позволял себе что-то лишнее в вопросах приоритета (в том смысле, что высказывал недовольство и т. п.), то, как я думаю, из чувства справедливости, а не в силу стремления получить еще большую известность и т. п. Когда Ландау был в курсе дела, он всегда отдавал должное другим, и в частности своим соавторам. У нас с Ландау есть только одна общая работа, она посвящена теории сверхпроводимости (ЖЭТФ. 1950. Т. 20. С. 1064). Но этой работе суждено было оказаться наиболее известной работой, в которой я являюсь автором или соавтором. Поскольку имя Ландау пользуется большей известностью, чем мое, а быть может, и по другим причинам в литературе на эту работу иногда ссылаются не как на теорию Гинзбурга и Ландау (в таком порядке, в согласии с алфавитом, стоят наши фамилии⁹ в заголовке статьи), а как на теорию Ландау—Гинзбурга или даже одного Ландау. Признаюсь, я замечаю такое, но никогда ни прямо, ни косвенно не обращал на это внимание соответствующих авторов. Думаю, что только такого поведения и можно требовать, не замечать же себе не прикажешь. Так вот, Ландау ценил нашу работу и не раз ее упоминал, и причем всегда вполне корректно. У меня к нему не было никаких претензий, что с соавторами бывает далеко не всегда. Я был этому рад, и, надеюсь, мне поверят, не из мелкого тщеславия. Здесь другое, я ведь хорошо относился к Ландау, уважал его. И если бы он себя вел «не так», то это в моих глазах принизило бы его образ. Трудно это объяснить, кто понимает — тот понимает.

7. Теперь несколько слов об отношении Ландау к Эйнштейну. Начну с упоминания какого-то недоразумения. Ландау не раз рассказывал, в частности мне или при мне, что он один раз в жизни разговаривал с Эйнштейном, насколько помню в Берлине, году, так, в 1930-м. Ландау, по его словам, после семинара пытался «объяснить» Эйнштейну квантовую механику, но безуспешно. Однако Ю. Б. Румер утверждает, что Ландау с Эйн-

⁹ Почему-то, когда речь зашла о фамилиях, я вспомнил, что в некотором смысле моя настоящая фамилия не Гинзбург, а Ландау. Действительно, такова была фамилия моего прадеда по «прямой» мужской линии. Но, женившись на прабабушке по фамилии Гинзбург, прадед по каким-то имущественным соображениям принял фамилию жены. Кроме того, мы с Л. Д. Ландау, по-видимому, какие-то очень далекие родственники. Как-то я, шутя, все это рассказывал, но перестал рассказывать после того, как ко мне рикошетом вернулось такое: Ландау хорошо относится к Гинзбургу потому, что он его родственник.

штейном никогда не беседовал¹⁰. Как понимать это противоречие, не знаю, его выяснение по своему значению напоминает, конечно, типичные пушкиноведческие «проблемы». Но все же интересно: в чем же дело?

Теперь по существу. Ландау, как видно уже из сказанного ранее, ставил Эйнштейна выше всех физиков нашего века, и это мнение просто бесспорно. Ландау называл общую теорию относительности самой красивой из всех существующих физических теорий. Не знаю, бесспорно ли такое мнение, но я его безоговорочно разделяю. Ландау считал вместе с тем, как и многие другие, что последние 30 лет своей жизни (с 1925 г., после работ, посвященных статистике Бозе—Эйнштейна) Эйнштейн шел не по тому пути. Конкретно помню заседание Отделения физико-математических наук АН СССР (происходившее 30 ноября 1955 г. в зале, в котором обычно заседает президиум АН СССР), посвященное 50-летию создания частной теории относительности и памяти Эйнштейна, скончавшегося 18 апреля 1955 г. Вступительное слово произнес И. Е. Тамм, затем было сделано несколько докладов, в том числе мой (об экспериментальной проверке общей теории относительности), а заключительный доклад Ландау был посвящен, кажется, общей теме — об Эйнштейне, его жизни и работе. Доклад Ландау был впечатляющим, но, кроме такого общего воспоминания, запомнилось только одно — Ландау говорил о «трагедии Эйнштейна» в применении к последнему периоду его жизни. Речь не идет о какой-то личной трагедии (ее и не было, если не иметь в виду «обычные» неприятности и болезни), а о научной трагедии. В чем видят эту «трагедию Эйнштейна»? Во-первых, он «не принял» квантовую механику, как считается, не понял ее. Во-вторых, он посвятил долготелные усилия созданию единой теории поля, причем в этом не преуспел.

Я не согласен с подобными заключениями и не считаю, что была какая-то «научная трагедия». Проще обстоит дело с единой теорией поля. Теперь мы знаем, что это направление было плодотворным. Легче всего мне здесь сослаться на статью Янга¹¹. Он отмечает, что попытки Эйнштейна¹² построить единую тео-

¹⁰ В 1974 г. мы обменялись с Ю. Б. Румером письмами, причем он, кстати, сообщил следующее. В декабре 1929 г. Румер и Ландау познакомились в Берлине (их познакомил П. Эренфест), и они вместе сидели на коллоквиуме (на самой верхотуре, как пишет Ю. Б. Румер), на котором присутствовал Эйнштейн. Ландау сказал Румеру: спущусь вниз и попытаюсь уговорить Эйнштейна бросить заниматься единой теорией поля. Однако разговора с Эйнштейном Ландау тогда не завязал, и Ю. Б. Румер считает, что это не могло произойти и позже.

¹¹ Yang C. N. // Physics Today. 1980. Vol. 33, N 6. P. 42. Пер.: Янг Ч. // УФН. 1980. Т. 132. С. 169.

¹² Конкретно в статье Янга речь идет о последней работе Эйнштейна, огубликованной в 1955 г. в виде приложения к пятому изданию его книги «The Meaning of relativity». Пер.: Эйнштейн А. Собр. науч. тр. М.: Наука, 1966. Т. 2. С. 849.

рию поля не были особенно успешными и «некоторое время некоторые люди считали, что мысль об объединении (unification) была своего рода навязчивой идеей (obsession), овладевшей Эйнштейном в старости». Далее Янг пишет: «Да, это была навязчивая идея, но навязчивая идея, отвечавшая пониманию (insight) того, какой должна быть фундаментальная структура теоретической физики. И должен добавить, что именно это понимание отвечает направлению развития физики сегодня». Поэтому «трудно сомневаться в том, что убеждение Эйнштейна в важности объединения, которое он стойко защищал от любой гласной или негласной критики, было глубоким проникновением в суть проблемы».

Коротко говоря, причислять работу Эйнштейна над единой теорией поля к числу каких-то неудач нет оснований. Отсутствие конечного результата в данном случае достаточно естественно и ни в коей мере не может изменить такого вывода.

Что касается квантовой теории, то всегда было известно, что роль Эйнштейна в ее развитии до 1925 г. была очень большой. Сейчас, особенно в связи со столетним юбилеем со дня рождения Эйнштейна (14 марта 1979 г.), появилось много новых статей, из которых ясно, что эта роль еще значительнее, чем многие думали¹³. Любопытно было узнать или, точнее, вспомнить, что Н. Бор долгое время резко отрицательно относился к идее Эйнштейна о квантах света (фотонах). Так что в спорах Эйнштейна с Бором далеко не всегда последний оказывался прав, как это обычно принято считать. Что же касается квантовой механики, то неверно говорить об ее отрицании или недооценке Эйнштейном. Дело в другом, в том, что Эйнштейн считал квантовую механику неполной, думал, что за ней «еще что-то есть». Здесь не место развлекать эту тему, но, хотя я и придерживаюсь вполне ортодоксальных взглядов на квантовую механику, много раз убеждался, что глубокое преподавание ее основ не так уж распространено, да и в научной литературе поток дискуссионных статей на эту тему отнюдь не иссякает. Здесь мы сталкиваемся с гносеологией, в известном смысле выходим за пределы физики. Распространенное мнение, что все уже в основах квантовой механики, по сути дела, достаточно ясно, скорее всего, справедливо. Однако считать любые сомнения на этот счет каким-то обскурантизмом представляется совершенно неправомочным. Коротко говоря, нет оснований, как мне кажется, и в позиции Эйнштейна в отношении квантовой механики видеть нечто трагическое.

Эйнштейн всегда был одиночкой¹⁴, работал с немногими сотрудниками. В конце жизни он действительно был как-то в сторо-

¹³ См.: Pais A. // Rev. Mod. Phys. 1979. Vol. 51. P. 861; см. также: Pais A. The science and life of Albert Einstein. Oxford: Oxford univ. press, 1982.

¹⁴ Пайс в цитированной интересной статье пишет: «Если я должен был бы охарактеризовать Эйнштейна одним словом, я выбрал бы „обособленность“ (apartness)».

не от магистральных дорог развития физики в тот период. Но оставался очень активен в общественной жизни, много переписывался¹⁵. Его положение никак не назовешь изоляцией, а от почитания ему приходилось уклоняться, оно тяготило.

8. Остановлюсь на своих непрофессиональных отношениях с Ландау. На мысль, что это целесообразно сделать, навело следующее. Заметку, дополнением к которой является настоящий текст, я дал еще в рукописи прочесть нескольким лицам. Было сделано некоторое число замечаний, кое-что я учел, кое-что не считал нужным менять. Но помню сейчас только один совет — вычеркнуть то место, где говорится о подсчете разницы в возрасте. На мой вопрос, почему нужно выбросить, последовал только лаконичный ответ: это лишнее. Я не вычеркнул этого абзаца, но с тех пор затаил мысль: а не была ли причиной совета возможность заключить из абзаца, о котором идет речь, что мы с Ландау были на «ты». Получалось, что я как-то специально хотел дать понять свою близость с Ландау.

Ландау был на «ты», пожалуй, почти со всеми своими учениками харьковского периода. Вообще переход на «ты» не был для него чем-то исключительным и в зрелом возрасте. Правда, с большинством учеников и вообще физиков, попавших в его орбиту уже в Москве, он на «ты» не переходил. Я познакомился с Ландау году в 1939-м или 1940-м, и лет 15 мы были на «вы», хотя довольно часто общались и в целом были в хороших отношениях. В 1953 г. в Москву вернулась моя жена, и у меня появился «дом». Дау бывал у нас, виделись мы и в других местах. Тогда-то Дау как-то решительно предложил перейти на «ты», но я сопротивлялся — мне было трудно начать говорить ему «ты». Дау, однако, отмахнулся от моих возражений и стал говорить мне «ты». Постепенно и я привык, было бы неестественно в таких условиях поступать иначе. Несомненно, переход на «ты» был со стороны Дау проявлением дружеского отношения, а это оценил тогда и ценю сейчас. Но это вовсе не значит, что мы были друзьями в том понимании слова «друг», которое у нас наиболее принято и предполагает большую, тесную, интимную близость. Если бы меня спросили, то к друзьям Ландау я с уверенностью отнес бы только Е. М. Лифшица. Раза два (правда, когда Ландау был болен) я видел со стороны Е. М. проявление тех очень теплых чувств, которые характеризуют истинную дружбу. Со стороны Ландау я таких проявлений не видел по отношению к кому бы то ни было. Конечно, это ничего не доказывает, такое часто проявляется лишь в чрезвычайных обстоятельствах, а многие не любят демонстрировать свои теплые чувства. Но почему-

¹⁵ Трудно не заметить, что Эйнштейн обладал незаурядным литературным даром. Это видно, в частности, из его писем, но не в меньшей мере из публицистических и вообще «ненаучных» статей.

то думаю, хотя в этом и не уверен, что Ландау вообще подобных чувств обычно не питал.

Как Ландау относился ко мне как к физика? Думаю, что положительно, но трезво: видел и сильные и слабые стороны. Это было тем более естественно, что я не стеснялся спрашивать его и о непродуманных вещах, откровенно обнажал свои недостатки (слабость в «технике» и т. п.). При оценках «класса» физика существенно и различное отношение к тем или иным научным достижениям. Например, как уже отмечалось, Ландау не ставил высоко открытие и объяснение эффекта Вавилова—Черенкова. Я же люблю, можно сказать, этот эффект, как мало что другое в физике. В этой связи я ценю — надеюсь, такое замечание не будет нескромным — свою работу (опубликованную в 1940 г.), в которой была дана квантовая теория эффекта Вавилова—Черенкова и, в частности, было показано, что условие излучения следует из законов сохранения энергии и импульса для излучающей частицы и «фотонов в среде» (с энергией $\hbar\omega$ и импульсом $\hbar\omega n/c$, где ω — частота и n — показатель преломления среды). Ландау же считал, быть может в связи с тем, что соответствующие квантовые поправки обычно весьма малы и достаточно пользоваться классической теорией, что упомянутая моя работа особой ценности не представляет. Кстати, именно в связи с этой работой Ландау в 1939 г. (а быть может, и в 1940 г.) впервые, по-видимому, услышал мое имя и как-то идентифицировал меня. В тот период группы (отделы) И. Е. Тамма (в ФИАНе) и Л. Д. Ландау (в ИФП) систематически устраивали «встречи» то в одном, то в другом институте. И я помню, как в тесном кабинете И. Е. Тамма на Миусах (в бывшей уборной!) Игорь Евгеньевич рассказал о моей работе, а Ландау весьма холодно реагировал на это.

Какой класс дал бы мне Ландау по своей упомянутой логарифмической шкале? Ландау я об этом никогда не спрашивал, считал бестактным, а быть может, боялся получить какую-либо «бесклассовую» оценку. Кстати, насколько помню, с годами Ландау все меньше занимался подобной классификацией.

9. Выше, помимо Ландау, я немало пишу и о себе. Да иногда еще Гинзбург прав, а Ландау и другие неправы. Недоброжелательный читатель вполне может отсюда вывести нелестные для меня заключения.

Но на недоброжелательных читателей не следует рассчитывать, они всегда найдут пищу для критики, даже если, согласно известному анекдоту, отредактировать сосну до ее превращения в телеграфный столб. Что же касается доброжелательного читателя, то если он имеет жизненный опыт, то, как я верю, все поймет правильно. Но неопытной молодежи, а для нее же в основном предназначен сборник, быть может, излишне кое-что пояснить.

В науке, как и в искусстве и литературе, не может быть, не должно быть и фактически нет разделения только на две категории — на выдающихся или великих людей (будем так условно говорить) и на некий безликий плебс. Напротив, имеются все градации, существует целый спектр достижений, способностей, уровней знаний и т. д. и т. п. Великий физик получает такой титул за то, что его лучшие результаты находятся на соответствующем уровне, недостижимом для нижестоящих. Но он, конечно, может делать и слабые и даже ошибочные работы. Обычно великий или поистине выдающийся физик реже ошибается, чаще оказывается правым, чем физики классом ниже. Вместе с тем само существование таких физиков классом ниже неизбежно и необходимо, причем, и это главное, сами они отнюдь не пешки. Если их вообще можно назвать физиками, то они должны иметь свое мнение по многим вопросам и вполне способны оказываться правыми в спорах с «вышестоящими» в таблице о рангах. Коротко говоря, то, что я был иногда прав в спорах с Ландау, ни в малейшей мере не умаляет его достоинств и свидетельствует в лучшем случае о том, что я физик, а не представитель какой-либо иной специальности. Все это столь ясно, что, быть может, и пояснять было излишне.

Менее прост ответ на вопрос: а зачем же все-таки приводить именно примеры, когда прав автор, и вообще почему он не скрылся с читательских глаз¹⁶. Здесь я, во-первых, согласен, что лучше бы автору скрыться. Но, во-вторых, это трудно, а иногда и невозможно сделать в воспоминаниях. Если писать не с чужих слов, а приводить факты, то что же вспоминающий помнит? Чаще всего он помнит эпизоды и случаи, когда он говорил с тем, кого вспоминает, и вообще в чем сам участвовал. У меня к тому же плохая или, точнее, какая-то селективная память с высоким порогом. Я хорошо помню свои ошибки, помню достижения, иногда запоминаю какие-то ничемные, ненужные мне факты и имена, не помню стихов, но на десятилетия могу запомнить существование какой-то ссылки на литературный источник.

Так и получилась в настоящей статье картина неоднородная, неравноценная, субъективная. Если убоиться «криков беотийцев», то нужно значительную часть написанного просто выбросить. Но

¹⁶ Несколько частный вопрос в этом же плане — употребление личных местоимений (я, мне и т. д.). В научной литературе у нас принято совершенно не употреблять такие местоимения (в английской литературе это не так); я так к этому привык, что просто не могу в научной статье пользоваться такими местоимениями. Но как же быть в статье или книге научно-популярного или публицистического жанра? Иногда употребление там всяких «мы» и «нам» покажется просто смешным, напоминает известное «мы, Николай II». В случае воспоминаний дело и того хуже. Все эти «я», «мне» и «меня» в настоящем дополнении раздражают и меня самого, но просто неизвестно, как от них избавиться.

я предпочитаю предоставить благожелательным читателям самим отобрать интересное и пренебречь тем, что кажется им не заслуживающим внимания. Тут важно и то, что разным людям совсем не одни и те же моменты кажутся нужными или ненужными, любопытными или неинтересными. Поэтому неизвестно, на кого же ориентироваться. Правильнее всего поэтому для автора не приноравливаться к читателям, а идти своим путем. В таком убеждении особенно укрепил меня такой пример. Одну из своих статей я закончил довольно цветистой, «красивой» фразой. Признаюсь, что склонен к такому стилю, а не к тому, чтобы рукопись как бы обрывалась. И вот эту статью в рукописи смотрели два человека, оба — известные физики. Один из них об упомянутой последней фразе статьи сказал, что ее нужно выбросить, она лишняя и т. п. Другой же назвал эту же фразу лучшей во всей статье. Так кого же слушаться? Очевидно, в таких вопросах нужно прислушиваться в первую очередь к себе самому.

10. Прошло уже почти 19 лет (к моменту, когда пишется эта статья) с тех пор, как мы лишены возможности обсуждать с Ландау физические вопросы. В физике активно работают сейчас многие, кто и в глаза не видел Ландау. Поколение же, к которому я принадлежу, стало старшим поколением, по возрасту мы уже перегнали Учителя. Но я по-прежнему неизменно вспоминаю Дау и ощущаю его отсутствие как большую и, главное, если можно так выразиться, актуальную потерю. Этого не объяснишь только дружескими чувствами к Дау и его трагическим концом. Важным, быть может, самым важным фактором я здесь считаю естественные чувства человека, который любит свою профессию, играющую в его жизни очень большую роль. И такой человек не может не тосковать, не чувствовать пустоту в связи с утратой, отсутствием того, кто долгие годы был столь ярким светиллом на физическом небосклоне, кто жил на Олимпе.

В. И. Гольданский

В КАЛЕЙДОСКОПЕ ПАМЯТИ

Чаще всего Дау видится мне в своей уютной маленькой комнатке на верхнем этаже квартиры в физпроблемском дворе, в любимой его позе: он полулежит на диване, опершись на левый локоть, откинувшись спиной к настенному ковру. Правая рука активно участвует в разговоре, она согнута в локте, ладонь выброшена вперед и подчеркивает его мысли энергичными жестами. Иногда в речи — саркастические интонации, иногда что-то говорится почти нараспев, особенно когда он торжествует победу в

каком-то споре или касается любимых тем, где у него есть почти канонические тексты (мы называем их «пластинками Дау»). Как же это мы не записали ни одного монолога Дау на пленку или хотя бы на бумагу, но подробно, для самих себя на память, тут же, по свежим следам!

Общение наше началось зимой 1942/43 г. в Казани, в молодежной компании, в доме будущего академика Георгия Константиновича (тогда просто Зорика) Скрыбина и его жены Ирины Борисовны — Иры. Не помню, ни кто привел меня к ранее незнакомым мне хозяевам дома, ни деталей этого вечера. Помню только, что Лев Давидович был в центре внимания, много и оживленно говорил и держался очень просто, на равных со всеми. Помню и обратный путь с ним вдвоем по темной Казани «верхами», через скверы и овражки, с Большой Красной на улицу Калинина. Допытываюсь, в каком объеме химику надо знать математику и теорфизику, достаточно ли университетских курсов, что нужнее всего сверх них. Лев Давидович отвечает, что теория функции комплексного переменного не так уж обязательна, а вот векторный анализ совершенно необходим, приводит массу конкретных тому примеров из области физической химии. Столь же подробно говорил он и о статистической физике — быть может, в связи с тем, что Е. М. Лифшиц читал тогда этот курс всем желающим химикам в одной из аудиторий Казанского университета, в зданиях которого сосредоточились в 1941—1943 гг. славнейшие наши физические и химические институты, в тесноте да не в обиде.

Знакомство наше продолжалось в Москве, куда я переехал летом 1943 г. Дом в физпроблемском дворе быстро заполнялся возвращавшимися из Казани сотрудниками, я заходил к своему родственнику А. И. Шальникову, к жившим там короткое время Харитонам и все чаще встречался с Львом Давидовичем, который вскоре предложил называть его просто Дау.

К концу войны физпроблемовцы стали довольно часто собираться в своем зале потанцевать под радиолу. Царил Олег Писаржевский — референт П. Л. Капицы, в будущем автор «Менделеева» и «Ферсмана» (книг из серии «Жизнь замечательных людей»). Дау хотя и не танцевал (разве что иногда топтался в полуплутку под музыку), но почти всегда тоже появлялся на этих сборищах в институтском зале, сидел где-нибудь в углу, плотно окруженный собеседниками и (что немаловажно!) собеседницами. Его рассказы и поучения — уже упоминавшиеся «пластинки Дау» — успешно конкурировали с танцевальными пластинками, которые фирма «Мелодия» в последнее время воскресила для нас во многих ретроизданиях. Он вообще любил танцевальные вечера, часто агитировал меня вместе сходить на них, будь то в Институт химфизики — в конце сороковых, в ФИАН — в пятидесятые, а в последний год перед катастрофой — в дом к моим новым коктейбельским друзьям. Его появление всегда становилось

событием, а сам он — достопримечательностью вечера, звучала праздничная музыка, кругом было много красивых оживленных лиц, и все это его откровенно радовало. Вместе с тем всем окружающим доставляла живую радость неожиданная встреча с Дау, возможность говорить и общаться с ним.

Особенно часто мы стали видеться с 1946 г., когда я поселился во дворе Института химфизики в близком соседстве с Дау. Зимой этого года я пару раз слушал удивительно ясные популярные лекции Дау на наиболее животрепещущую в то время тему — об атомной бомбе. Август принес с собой опалу П. Л. Капицы, а тем самым и новую тематику для Дау.

Помню вечер в Институте химической физики в конце 1946 г., посвященный избранию Ю. Б. Харитона и Я. Б. Зельдовича в члены-корреспонденты АН СССР. В зачитанных мной на этом вечере шуточных стихах о присутствующих были и такие строки: «О чем-то размышляет Дау, весь углубившись в созерцанье, наверно, деу увидал, весьма достойную вниманья».

На тех же выборах сам Дау стал, как известно, академиком, минуя членкоррскую стадию. Придя поздравлять его, я вспомнил известное английское выражение: «Gentle art of making enemies» — «Благородное искусство создавать врагов». Дау выдал острые, краткие, меткие характеристики некоторым нашим физикам — подчас разя их попарно, а то и целыми очередями. «Дау, — сказал я ему, — нет сомнения, что вы самый лучший из наших физиков. Зачем же вам быть лучшим в таком неважном ряду, не почетнее ли — лучшим среди лучших». Дау засмеялся и «переменил пластинку».

Отрывочные воспоминания последующих нескольких лет.

Любовь Дау к классификациям. Не буду подробно повторять здесь общеизвестные примеры, которые приводились в книгах о нем и наверняка уже вставлены и в этот сборник воспоминаний. Например, теоретики нулевого класса — Ньютон, Эйнштейн, а теоретиков первого класса — двенадцать плюс (посмертно) тринадцатый — Ферми. Классификация мужчин — по тому, что для них ценнее всего в женщинах (душисты, фигуристы, красависты и т. п., к душистам он с осуждением причислял и меня). А вот — по Ландау — пять классов «присутственных мест» в порядке убывания их качества — учреждение, заведение, лавочка, кабак, бардак. Собственный институт Дау ценил очень высоко — почти по высшему классу, нашу химфизику третировал как лавочку, главным образом за излишне большую численность научных сотрудников, не всегда, притом, должного, с его точки зрения, качества.

Одной из любимых его характеристик человека, под чьим крылом благоденствуют разные прохвосты, была «дряннолюбец». Это относилось и к тем, кто голосовал на выборах в Академию за недостойных кандидатов.

Несколько раз Дау присоединялся к нам, когда мы с женой, к которой он относился очень тепло, отправлялись на лыжные прогулки в Узкое. Сам я — лыжник очень неважный (недаром Я. Б. Зельдович, глядя, как моя жена и я съезжаем с гор — месяца за четыре до рождения нашего младшего сына, сказал, что, по его впечатлению, из нас двоих это я — беременный), но Дау не достигал и моего уровня. Он не катался, не ходил, а передвигался на лыжах — и тем не менее получал от этого явное удовольствие.

Еще из отрывочных воспоминаний.

Дау приходит ко мне на день рождения — чудный возраст, 27 лет. «Ну вот, — объявляет он присутствующим, — в последний раз Вита Гольданскóй (он часто меня так называл — с ударением на последнем слог) празднует день рождения из серии n^n , где n — целое число». Да, ничего не скажешь, дожить до $4^4 = 256$ лет еще никому не удавалось.

Дау любит Симонова, читает наизусть строфы его стихов.

Летом 1951 г. перед нашим отъездом с путевками в Новый Афон он звонит на прощание, чтобы мы во чтобы то ни стало достали маленькую брошюру Дмитрия Гулиа «О моей книге „История Абхазии“», — она-де необычайно пригодится нам в жизни, когда придется от чего-либо отмежевываться.

Действительно, пример для отмежевывания образцовый — видно, здорово прижали виднейшего народного поэта Абхазии, чтобы из-под его пера вышли такие навсегда запомнившиеся мне строки, которыми начинается брошюрка: «В силу целого ряда причин в давно прошедшие годы из моих рук вышла путаная в своих посылках и выводах, лженаучная, антимарксистская книга». А через несколько строк: «Последуем за автором далее. Вот еще один пример моих бездоказательных рассуждений».

Со вкусом зачитывая нараспев эти фразы, Дау размахивал в такт рукой.

Начиная, кажется, с 1952 г. мы несколько лет подряд вместе встречали Новый год в большой компании, поочередно друг у друга, в домах химфизики и физпроблем, а 1 января вечером собирались на «черствые именины». Другие традиционные общие встречи бывали в дни рождения. Ставились шарады, в которых суперзвездой (как и в поэтическом творчестве на темы о физике и физиках) был А. С. Компанец — старейший из учеников Дау, первый из сдавших ему теорминимум. Дау заливался хохотом, когда в слог «ров» Компанец в туго обтягивающих его кальсонах, долженствующих изображать лосины, атаковал крепость — шкаф, взбираясь по стремянке, или в слог «АН» изображал академика Т. Д. Лысенко, рапортующего о сверхурочаях и сверхудях и рассказывающего о своих «научных» методах.

Под Новый, 1956 г. мы вместе с Компанейцем написали пьесу

«День ученого мужа» и разыграли ее в лицах в ночь на 1 января на квартире у Дау.

Между тем времена заметно менялись (в нашей пьесе это нашло выражение в сценке «слухи») — близилось возобновление международных встреч физиков, появление Дау в Московском университете, долгое время бывшем в физике олицетворением совершенно неприемлемых для него тенденций.

Весной 1956 г. в помещении ФИАна состоялась большая международная конференция по физике высоких энергий, где встретились звезды первой величины, среди них восемь (четверо наших ученых и четверо американцев) будущих лауреатов Нобелевских премий.

При всем ясном понимании величия Дау я был тем не менее радостно поражен тем необычайным пиететом, который испытывали к нему иностранные гости. Стоило ему подняться с места или возвысить голос для вопроса или замечания, как сплошь заполненный зал затихал, а каждый из гостей весь обращался во внимание. Совершенно еще юный с виду Мюррей Гелл-Манн буквально не отводил от Дау восхищенного взгляда и вообще был от него в полном восторге. Очень тепло и дружески прошел домашний прием иностранцев у Дау, полный веселья, шуток и надежд, столь характерных для этой незабываемой весны, прологом которой стал XX съезд КПСС.

Вспоминаются и другие международные конференции с участием Дау: Киев летом 1959 г., Москва летом 1960 г.

Сценка в холле гостиницы, где мы все жили во время киевской конференции. Гейзенберг и Дау о чем-то тихо говорят, поодаль — группа почтительно любопытствующих. К великим подходит Альварец и поочередно отводит каждого из них в сторону и проводит тест. Он открывает столбиком одно за другим числа 1000, 40, 1000, 30, 1000, 20, 1000, 10 и просит быстро называть сумму. Тысяча, тысяча сорок, две тысячи сорок, две тысячи семьдесят, три тысячи семьдесят, три тысячи девяносто, четыре тысячи девяносто... Но вместо окончательного итога в четыре тысячи сто все почему-то мгновенно произносят: пять тысяч. На сей раз улов особенно завидный — и Гейзенберг, и Дау оба ошибаются, и Альварец, довольный, уходит со своей задачкой к другим группам.

Короткое выступление Дау с места, в котором он, еле сдерживаясь от смеха, буквально разгромил одного из ведущих докладчиков московской конференции по ядерным реакциям, до сих пор занимает одно из центральных мест в излюбленном рассказе Мессбауэра о его первом посещении Москвы.

Не буду вспоминать здесь о праздновании 50-летия Дау в Институте физпроблем — эта тема, думаю, достаточно богато отражена, ведь очевидцы и активные участники этого юбилея исчислялись сотнями. Тысячи зрителей помнят о дне Архимеда на

ступенях физфака МГУ в мае 1961 г. и последующем капустнике в актовом зале, когда почетными гостями праздника были Нильс Бор и Дау.

Поэтому обращусь к более «камерным» примерам — на сей раз прямо относящимся к физике.

Зимой 1954 г. благодаря инициативе Я. А. Смородинского наши ядерщики-экспериментаторы получили замечательный подарок — курс лекций по теории атомного ядра, прочитанный Л. Д. Ландау в Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова и изданный в 1955 г. в виде книги Л. Д. Ландау и Я. А. Смородинского. Этот курс сыграл весьма большую роль в развитии советской ядерной науки как фундаментальной науки, в привлечении к ней широкого внимания физиков, работавших в других областях.

Осенью 1954 г. мы с М. И. Подгорецким попросили Дау представить в «Доклады АН СССР» нашу статью о применении функций корреляций к исследованию механизма ядерных превращений. В этой статье мы показали, что широко известный метод совпадений фактически является лишь частным случаем гораздо более общего корреляционного метода, свободного к тому же от всяких ограничений по разрешающему времени.

Дау мгновенно разобрался в сути вопроса, которым мы занимались много недель, и потребовал дополнить статью выводом формул для дисперсии функций корреляции, т. е. показать, каковы статистические ошибки обобщенного метода. Управившись с этим заданием, мы ясно увидели, что только теперь статья действительно приобрела законченный характер. И поныне я горжусь тем, что под заглавием этой давней статьи стоит: «Представлено академиком Л. Д. Ландау 9 октября 1954 г.».

В конце 1956 или в начале 1957 г., зайдя к Дау, я нашел его необычайно оживленным. Он увел меня наверх и подробно, увлеченно рассказал об идее сохранения комбинированной четности. Пожалуй, ни разу больше я не слышал, чтобы он с таким юношеским пылом рассказывал о своей «кухне», о том, как родилась мысль, что для инвариантности физических законов одновременно с превращением левой руки в правую (он изображал три координатных оси пальцами обеих рук навстречу друг другу) электроны левой руки должны становиться в правой руке позитронами. Временами он задумывался, уходил в себя, замолкал, а потом вновь продолжал увлеченный рассказ. При этом он не написал ни одной формулы, иногда только произносил их эскизно, бегло, как давно знакомый текст.

А вот пример из ландауской «математики в быту». В машине, по дороге в Узкое, мы с женой рассказали Дау об артисте, выступавшем накануне в Доме литераторов с таким номером. Перед ним на полу большие вертикальные счеты с тремя горизонтальными струнами, слева на этих струнах соответственно 3, 5 и

7 роликов. Нужно по очереди перебрасывать слева направо любое количество роликов с любой, но только одной заразы струны. Выигрывает тот, кто отбрасывает ролики последним, так что партнеру уже ничего не остается. Дау задумался, и беседа прервалась. Когда мы выгружали лыжи в Узком, он дал общее решение задачи. Если правильно играть, выиграет всегда начинающий. Ему надо первым ходом перебросить один ролик из семерки, а потом играть так, чтобы после каждого его хода в сумме по трем струнам оставалось четное число единиц в каждом из трех разрядов двоичной системы. На недоуменные вопросы моей жены последовало объяснение Дау, что такое двоичная система, зачем она нужна и почему 3, 5 и 7 — это 11, 101 и 111. Вряд ли артист из Дома литераторов мог предполагать, что правила его игры имеют такое теоретическое обоснование!

Годы шли, сейчас в ретроспективе многое сливается, часто трудно сказать, что было раньше, а что позже. Близилось роковое воскресенье 7 января 1962 г.

За четыре дня до этого Дау позвонил нам. К телефону подошла жена. Она думала, что нужен я, но Дау звонил именно ей — и не по делу, а поздравить с наступившим Новым годом. Последующие события навсегда запечатлели в нашей памяти поздравление Льва Давидовича, его шутливо-торжественный тон, хотя ничего необычного, особенного тут не было. «Сейчас, когда народы Африки успешно борются за свое освобождение, желаю Вам в Новом году приобрести самостоятельность и свободу», — и дальше обычная «пластинка Дау» о том, что отдыхать надо врозь, что не следует ездить в Тулу со своим самоваром.

Мы должны были встретиться «на той неделе» и собирались пойти вместе в гости.

Но воскресным вечером А. И. Шальников тревожным звонком подключил Н. Н. Семенова к срочным розыскам чистой мочевины, требующейся по настоянию нейрохирургов. Храню памятную картонку с надписью «N 1. Prof. Lev Landau c/o ВЕА Medical Officer, ВЕА Medical Centre, London Airport» — от первой лекарственной упаковки, экстренно присланной для Дау Максвеллом из «Пергамон пресс» с первым же лондонским самолетом. Началась эпопея борьбы за жизнь Дау.

Осенью, уже в Институте нейрохирургии, меня впервые впустили к нему в палату, он лежал в постели — дремлющий, непривычно отчужденный, с каким-то незнакомым лицом. В палате был еще А. И. Шальников и другой, незнакомый мне человек. Вскоре он ушел, и я спросил Шальникова, кто это был. Шальников назвал фамилию, и тут послышался слабый голос Дау: «Очень слабый физик», — отрекомендовал он посетителя. Как я обрадовался — жив курилка! Мне показалось, что Дау снова стал прежним, что все вернется на круги своя. Увы, надежды не оправдались. Дау совсем перестал говорить о физике, был почти

безучастен к окружающему, постоянно жаловался на боли в ноге, на потерю памяти. Память его сохранилась как-то избирательно, например он по-прежнему свободно говорил по-английски, но многое вовсе улетучилось. Совершенно потеряна им была способность воспринимать новое. К примеру, Я. А. Смородинский и я несколько раз рассказывали ему новость о двух типах нейтрино — электронном и мюонном, и каждый раз он воспринимал это как услышанное только что, впервые. Вместе с тем подчас он высказывал очень меткие мысли и характеристики, тогда перед собеседником мелькал проблеск прежнего Дау.

Особенно характерным для его нового состояния, для трагического положения прикованного Прометея, в котором он оказался, показался мне наш разговор в больнице АН СССР в октябре 1962 г., в день, который был бы полон огромной радости для здорового Дау, в день Нобелевской премии.

— Дау, поздравляю с Нобелевской премией,— сказал я, подходя к нему.

— Надо говорить не Нобелевской, а Нобелевской,— отозвался Дау и спросил, кто еще получил премии. Я назвал Стейнбека.

— Не люблю Стейнбека.

— Отчего же? После смерти Фолкнера и Хемингуэя он, конечно, крупнейший из американских писателей.

— А разве Хемингуэй умер? Наверно, это было уже не при мне.

Эти слова Дау буквально перевернули мне душу. После паузы я продолжил:

— Нет, Дау, он умер еще летом прошлого года. Я очень любил Хемингуэя.

— Почему же «любил»? Ведь не его же, а его произведения, надо говорить «люблю».

После паузы Дау продолжает:

— Как Мила? Как сын?

— Какой из них, Дау, у нас их двое?

— Двое? Не помню, я помню только одного. Я многого не помню, например совсем забыл обстоятельства смерти своих родителей.

Впереди было еще более пяти лет «другой жизни» Дау, но писать об этом грустно и тяжело. Мы навсегда запомнили Дау таким, каким он был до своей первой смерти, и навсегда будем благодарны судьбе за то, что наши жизни как-то соприкасались.

Л. П. Горьков

«МОЛОДЫЕ ЛЮДИ»

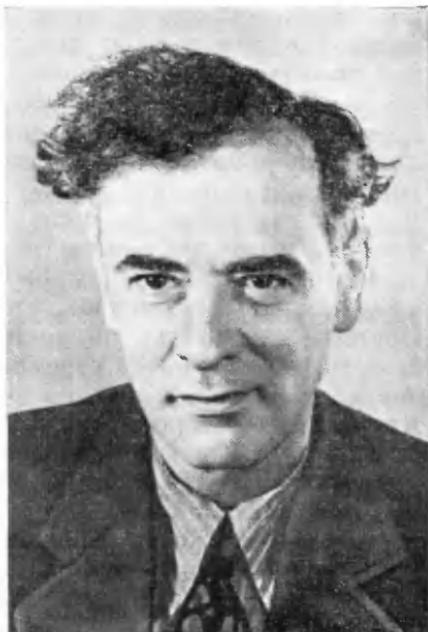
Дау был очень тощ. Он влетал к нам в комнату, складывался в кресле, скрутив ноги винтом, потирая руки характерным угловатым жестом — широко растопырив локти, и начинал какой-либо оживленный разговор. Эти моменты мы очень любили (мы — это трое: И. Е. Дзялошинский, Л. П. Питаевский и я, в то время самые молодые сотрудники теоретического отдела ИФП). Предмет очередной беседы мог быть самый разнообразный. В частности, она могла явиться продолжением предыдущего разговора на научную тему, продолжением непосредственно с того места, где он прервался в прошлый раз. В этом случае беседа могла сразу пойти на высоких тонах. Правда, дозволялось спорить.

Если удавалось вернуть что-то дельное, что заставляло Дау задуматься, он несколько утихал. Увы, это происходило не всегда — чаще, конечно, Дау бывал прав. В подобных случаях могла последовать выразительная воспитательная речь — мы-де начали лениться или мы-де слишком много философствуем и размышляем вместо того, чтобы работать, а работать — это значит писать чернилами на бумаге! «Просто так думать, — говорил Дау, — очень трудно, а все время думать — невозможно. Работать надо!» Попутно Дау замечал, что классики марксизма давно доказали, что только труд создал человека, и с удовольствием приводил какой-нибудь пример, когда, скажем, ученого избрали в академики, а он после этого, как ему, Дау, кажется, перестал работать. «Вы же видите, — втолковывал Дау, — он вот-вот опять залезет на дерево!» Сделав несколько подобных замечаний, Дау искал другие темы. Но иногда Дау выскакивал в раздражении. Это было очень неприятно — конечно, мы Дау побаивались. У меня сейчас есть понимание, что нас троих Дау по молодости нашей слегка щадил — я сам видел несколько сцен, когда Дау в отчаянии топал ногами, воздевая руки к небу, и вообще вопил и был довольно разнообразен в эпитетах, если считал, что преподносимый ему научный результат есть, как он говорил, вранье!

Правда, мы все трое были довольно самолюбивы и старались зря к нему не лезть.

Чаще появление Дау в нашей комнате было мирным. Он усаживался, как сказано, в кресле, и начинался «трёп» на любую тему. Начать его могли, например, мы, задав вопрос о какой-либо работе. Ответ, как говорят, зависел. Дау часто говорил, что 90% работ, публикуемых в том же «Physical Review», относятся к разряду «тихой патологии», соответственно их авторы классифицировались как «патологи». Это был вполне мирный и рабочий термин, так как под определением подразумевалось только, что

автор чужих результатов не присваивает, своих не имеет, но лженаукой не занимается, а тихо и ненужно ковыряется в своей области. Не исключалось, что «патолог» может сделать и хорошую работу. (Не исключалось и обратное, именно что сильный человек может испустить «патологическую» работу «ни о чем»). Был, правда, еще «бред» или «бредятина». Всей классификации я уже не помню. Суть же талантливых и удачных работ Дау любил обсуждать и разъяснять каждому, кто желал слушать. Особенно это касалось тех вопросов, над которыми он и сам когда-то размышлял (впрочем, вопросов, с которыми он не был знаком, оказывалось не так уж много). Но что вызывало в Дау раздражение — это псевдочуждые труды, когда пустая суть



Л. Д. Ландау, 1957 г.

дела пряталась за ненужной математикой, тяжеловесными фразами. И уж прямую ненависть вызывали агрессивная претензия на научный результат, самореклама («эксгибиционизм!» — кричал он) и, конечно, научный обман, закрывание глаз на то, что результат или утверждение противоречат общеизвестным истинам. В этих случаях речь Дау длилась долго и иногда кончалась превентивной просьбой к нам «не позорить его седины». После этого он опять исчезал.

Дау был человек общительный, а потому после подобных исчезновений у него, видимо, оставалось ощущение, что он что-то сегодня недоделал. Другими словами, можно было быть уверенным, что он появится в нашей комнате снова. Он и появлялся, обычно в очень благодушном настроении, и на сей раз начинал с порога какой-нибудь побасенкой либо осведомлялся, что поделывают «молодые люди». Трудно сформулировать, о чем, собственно, шла речь дальше. Тут возникали и наши дела, и взаимоотношения разных лиц, сюда вкрапливались максимы вроде того, что «все женщины любят учиться» (кстати, как всегда, Дау был прав), давались характеристики разных физиков, причем объяснялось, что сравнивать таланты надо в логарифмической шкале, как это водится при определении яркости звезд, поскольку один-два результата человека не делают (себя Дау, точно не помню,

но относил куда-то уж очень далеко). Отсюда было опять рукой подать до какого-то конкретного физического вопроса. Вопрос исчерпывался, и Дау снова начинал излагать житейскую мудрость. По мнению Дау, для большинства знакомых нам людей половина (если не все) из их бед происходит от того, что они привыкли думать в науке (да и то-де не всегда), но редко используют этот процесс в повседневной жизни. Не уверен, что сам Дау был так уж всегда последователен в этом правиле, но помню, что сама мысль эта меня тогда поразила.

Частым коньком Дау были рассуждения насчет того, что «жадным быть нехорошо», что «жадность до добра не доведет». Понятие «жадность» имело широкий спектр: от жадности, так сказать, житейской до стремления прихватить под себя научное направление, неоправданно раздуть свое влияние. Правда, по Дау, обычно выходило, что в назидание остальным «шелъму бог метит!» (тут опять же, конечно, приводились и иллюстрирующие примеры, включая историю, как одной «шелъме» парикмахер нечаянно отстриг ухо).

В общем это была каша из блестящих парадоксов, личностей, утверждений, конкретных замечаний, историй, анекдотов и т. д. А главное для нас — это не был монолог: нас было трое, все мы были очень разные и в вопросах и комментариях, при надлежащем к Дау почтении, себе не отказывали. Забегали в нашу комнату и Е. М. Лифшиц, И. М. Халатников, А. А. Абрикосов. В большинстве случаев Дау всем благодушно позволял себя терзать, хотя и был всегда настороже. Когда же ему надоедало, он вставал, говорил: «С ума сошел, домой пошел!» — и уходил.

Честно говоря, я до сих пор до конца не понимаю его отношения и причин этого, я бы сказал, интереса к нам. Это не было сознательным поведением. При известной доле актерства в Дау всегда было очень много искренности. В то же время разница в жизненном опыте, огромное количество человеческих знакомств, наконец, научное превосходство — все это ставило его не только над нами, но и, казалось бы, далеко от нас. Мы были далеки по кругу знакомых, близких. Здесь не могла идти речь о личной дружбе — мы были из совсем разных поколений. Тем не менее интерес был (разумеется, не только к нам троим), и я думаю, что, скорее всего, он был выражением жизнелюбия Дау. Кроме того, он был великий классификатор и коллекционер характеров. Разговаривать с людьми и отмечать их слабости, сложности, сильные стороны, а главное, наслаждаться противоречиями между их словами и поступками, после чего «классифицировать», — это занятие было для него такой же насущной потребностью, как и наука. Известно, что он очень любил читать книги по истории, знал бездну деталей и подробностей. Фактическая сторона была для него всегда прежде всего, и здесь, мне кажется, проявлялась та же черта — исторические фигуры он хотел представить себе

как людские характеры. Царь Иван Васильевич был для него, несомненно, живой персонаж и вызывал жгучее любопытство, хотя не вызывал, естественно, любви.

Я знал Льва Давидовича Ландау около десяти лет, но в этих своих заметках я ограничился теми воспоминаниями, которые относятся к середине 50-х годов. Для меня — это светлое время. Кто-то, вероятно, приведет больше деталей, раскрывающих облик Ландау — великого ученого и Ландау — отнюдь не простого человека, кто-то опишет красочную картину его юбилея. Но если я могу причислить себя к школе Ландау, то этим я во многом обязан именно неповторимому общению с Дау в ранние свои годы.

Д. С. Данин

ПЫЛКАЯ ТРЕЗВОСТЬ ЮНОСТИ *

8 апреля 1930 г. Бетти Шульц, бессменная секретарша профессора Бора, сделала запись в книге иностранных гостей института: «Д-р Ландау из Ленинграда».

Доктору было двадцать два. Однако в институтском здании на Блегдамсвей этим никого нельзя было удивить. Равно как и отчаянной юношеской худобой. И непорочной свежестью лица. И воинственной категоричностью неутомимого правдолюбия.

...Бескомпромиссность исследовательской этики была еще и логикой поведения редкостно одаренного юноши из Советской России. Стиль проявления этой логики, пожалуй, всего более роднил его с Вольфгангом Паули. Тот, теперь уже тридцатилетний, профессорствовал в это время в Цюрихе, а некогда — в свои девятнадцать — прославился незабвенной фразой: «Знаете ли, то, что нам сейчас сообщил господин Эйнштейн, вовсе не столь уж глупо!» Ландау тоже мог показаться дурно воспитанным, хотя — видит бог! — его заботливые родители, отец-инженер и мама-врач, делали в своем бакинском доме все, чтобы сын их рос хорошим мальчиком... Но пылкая трезвость — это неверно, будто трезвости принудительно сопутствует холодность, — темпераментная трезвость его мышления устанавливала собственную шкалу ценностей. И по этой логически выверенной шкале такие добродетели, как смирение перед авторитетом или почтительность к возрасту, никакой ценой не обладали. К восемнадцати годам он уже осознал себя вполне самостоятельным исследователем в самой современной области знания — квантовой физике. А к моменту приезда в Копенгаген он был уже автором десятка печатных

* Лит. газ. 1975. 1 окт.

работ. И полагал, что в этой сфере ему ведомо все, сделанное другими. Да не просто ведомо, но пережито его мыслью — нано-во пересоздано его стремительной сообразительностью.

«...Он из тех, кто никогда не вчитывался в детали чужой работы. Он проглядывал ее, чтобы схватить суть намерений автора, а потом усаживался и воспроизводил полученные результаты своим собственным путем».

Так впоследствии рассказывал историку физики Дж. Хэйлбронну известный теоретик Рудольф Пайерлс. И рассказывал не понаслышке: в январе 1930 г. они с Ландау трудились в Цюрихе над их первой совместной статьей. На свой лад они пытались расширить власть революционных физических представлений. И Пайерлс воочию видел, как осваивал Ландау новости теории.

Проездом он побывал тогда на эйнштейновском семинаре в Берлине. Зная о многолетней и безысходной дискуссии Бор — Эйнштейн, он захотел выступить на стороне Бора и внушить Эйнштейну, что основы квантовой механики безупречны, а выводы из нее неизбежны и потому безнадежны атаки Эйнштейна на знаменитое соотношение неопределенностей: в микромире нельзя вернуться к однозначной классической причинности, это — вероятностный мир...

Ландау Ландау приготовился — даже не к спору, а к штурму. Прекрасные монологи безотказной убедительности теснились в его голове... Вот только осталось неизвестным достоверно, состоялся ли штурм. Из позднейших лаконичных рассказов самого Ландау следовало с несомненностью лишь это — он приготовился и жаждал боя. Но есть свидетельство, что то ли он не нашел подходящей обстановки, то ли не решился... Так или иначе, кажется, это был единственный случай, когда его агрессивное иконоборчество отступило, не проявив себя.

В других случаях оно не отступало. Вскоре, на исходе лета 1930 г., он очутился — тоже ненадолго — в Бристоле, где ознакомился с недавним докладом Поля Дирака в Ливерпуле. Воспылав несогласием — неважно, с чем именно, — он 9 сентября отправил из Бристоля односложную телеграмму Бору с кратчайшей рецензией по-немецки: «Квач!» («Чепуха!») Меж тем мало кого он ставил столь же высоко, как Дирака — приветливого молчальника и безусловного гения.

Впрочем, Ландау не щадил и себя. Он говаривал, что сознает, отчего все называют его коротко — Дау: «Это от французской транскрипции моей фамилии — „Л'ан Дау“, что значит просто — „осел Дау“».

Словом, явившийся на Запад «из лона жизнедеятельной группы молодых советских физиков» (по выражению одного боровского ассистента), Дау сразу почувствовал себя в Копенгагене раскованно и легко. Сразу — как дома. А это было немаловажно для раскрытия его возможностей. Он, язвущий, только со сторо-

ны мог показаться неуязвимым. Он был строг в самооценке. При всей своей демонстративной независимости жить замкнуто и работать уединенно он не мог и не умел. И очень нуждался в любви (если б не шпетет перед его именем, тут хорошо бы сказать — по-щенячьи).

Фру Маргарет Бор: «Нильс оценил и полюбил его с первого дня. И понял его нрав... Вы знаете, он бывал несносен, перебивал Нильса, высмеивал старших, походил на взлохмаченного мальчишку... Это про таких говорят: „анфан террибль“. Но как он был талантлив и как правдив!»

В начале мая Бор уехал в Англию с Фарадеевской лекцией. И Ландау уехал в Кембридж с замыслом одной принципиальной работы по магнетизму. Еще было далеко до конца его первой заграничной командировки. Она позволяла ему полтора года странствовать по физическим центрам Европы — набираться ума-разума и в свой черед блистать умом-разумом там, где квантовые идеи пожинали тогда наибольший урожай.

Он и странствовал. Так, в сентябрьский Бристоль, откуда послал он Бору свою «антидираковскую» телеграмму, его, длинногого и невесомого, занесло на багажнике мотоцикла одного из его тогдашних приятелей. Они путешествовали в ту пору вдвоем, покинув ненадолго резерфордскую лабораторию. И перед отъездом Ландау, дурачась, посылал Бору приветы от их мотоцикла. В том августовском письме, написанном детским почерком, он напозволял себе и другие непринужденные вольности: «...Дирак еще не влюбился. Я занимаюсь всякими мелочами, и, кажется, кое-что получается. А вообще, кроме тенниса, никакого физического смысла в Кембридже нет».

Каким-то таинственным образом, двадцатидвухлетний, чувствовал он право на этот стиль! Но и то письмо, и бристольская телеграмма с дороги могли удостоверить, что на самом деле его мысли поглощали не дираковские сердечные дела, не теннис, не смена дорожных пейзажей, а теоретические заботы дня. В левом верхнем уголке письма он поставил как смысл веры греческую букву «пси» — обозначение знаменитой волновой функции в квантовой механике. А в правом углу прибавил к дате — 23.8.30 — латинские буквы Q. N. как обозначение эпохи Квантовых Чисел (вместо «Р.Х.» — «после Рождества Христова»).

Набираться ума-разума он жаждал не иначе как в решении проблем, достойных решения. Меж тем критерии достойного были у него дьявольски высоки.

Рудольф Пайерлс: «Одно из моих любимых воспоминаний — это случай, когда в дискуссии всплыло имя физика, о котором Ландау прежде ничего не слышал. Он спросил: „Кто это? Откуда? Сколько ему лет?“ Кто-то сказал: „О, ему всего двадцать восемь...“ И тогда Ландау воскликнул: „Как, такой молодой и уже такой неизвестный!“»

В этом ослепительном «уже неизвестный!» заключался целый психологический трактат «о времени и о себе»: о молодости квантовой революции и скрытых тревогах победительной юности, сознававшей неограниченность своих сил. То было опасение мелькнуть короткой вспышкой, оттого что не удастся выразиться сполна. Ничтожное тщеславие и вспышкой довольствовалось бы, а тут иное было — горение! Еще не закончилось время взятия самых высоких вершин в нетронутой горной стране квантовой физики. Легко представить чувства юного Дау, когда в апреле на боровском семинаре он сидел за первой партией рядом с Гейзенбергом, Паули, Крамерсом, Клейном, а вскоре — в майском Кембридже общался с Дираком. Его душа, не замиравшая в школярском трепете, не могла не томиться вопросом: остались еще доступные покорению «вершины»? Это вовсе не догадка: такую тревогу Ландау высказал однажды прямо, хоть и полушутливо.

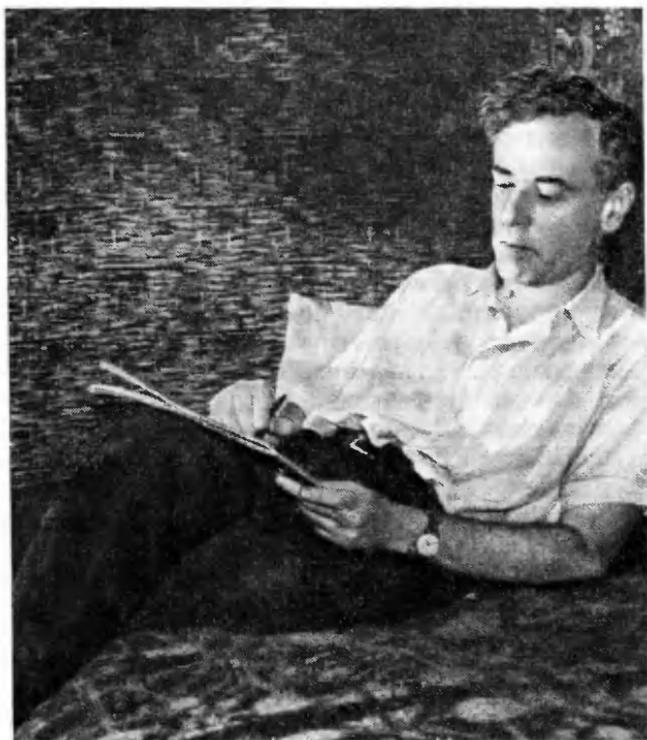
Случилось это, когда эйнштейновский семинар свел его в Берлине с Юрием Румером — молодым теоретиком из Москвы, тоже пребывавшим в длительной заграничной командировке. На берлинской улице они сразу заговорили о своих намерениях и ожиданиях. И Румера, еще не знакомого со шкалой ценностей Ландау, поразила фраза, которую он тотчас услышал: «Как все красивые девушки уже замужем, так все хорошие задачи уже решены!»

...Пройдет тридцать лет, и в последней своей статье — для сборника памяти Паули — Дау скажет уже с иною полушутливостью, не похожей на юношескую: «Ввиду краткости нашей жизни мы не можем позволить себе роскошь заниматься вопросами, не обещающими новых результатов». Не это ли в ранней юности служило для его цельной природы критерием достойного при выборе теоретических проблем?

Но тогда, на берлинской улице, категоричность суждений подвела его интуицию: он зря сказал «все» (и про красивых девушек — зря, и про хорошие задачи — зря). За полтора года той заграничной командировки он трижды наезжал в Копенгаген. А каждый из приездов с тем и связан был, что у него оказывалась с собою новая, более чем достойная работа. Всякий раз его настоятельно влекло к Бору — насладиться «уничтожающей критикой».

Третью из тех работ, как и первую, он сделал снова в Цюрихе, и снова — вместе с Пайерлсом. Паули предупредил их, что на сей раз «маленькой войной» между ними и Бором дело не ограничится. Они не стали доводить статью до белого варианта. Повезли черновик.

Кончался февраль 1931 г., когда Дау вновь появился на Бледамсвей. И в ту же пору отправился из Льежа в Копенгаген Леон Розенфельд, чтобы поработать с Бором над спорными проблемами теории электромагнитного поля. Так уж сошлось, что



Л. Д. Ландау работает, 1959 г.

как раз этим-то проблемам посвящено было исследование Ландау—Пайерлса.

Леон Розенфельд (через 25 лет): «Я приехал в институт в последний день февраля... Первым, кого я увидел, был Гамов. Я спросил его о новостях, и он ответил мне на своем образном языке, показав искусный рисунок карандашом. На рисунке был изображен Ландау, крепко привязанный к стулу с кляпом во рту, а Бор, стоявший перед ним с поднятым указательным пальцем, говорил: „Погодите, погодите, Ландау, дайте и мне хоть слово сказать!“ Гамов добавил: „Такая вот дискуссия идет все время“. Пайерлс уехал раньше. Как сказал Гамов — „в состоянии полного изнеможения“. Ландау остался еще на несколько недель, и у меня была возможность убедиться, что изображенное Гамовым на рисунке положение дел было приукрашено лишь в пределах, обычно признаваемых художественным вымыслом».

Для напряженной дискуссии была, конечно, причина, ибо Ландау и Пайерлс подняли фундаментальный вопрос.

Они прикоснулись к основам дисциплины, полной непреодо-

ленных трудностей. Их выводы были решительны и безрадостны: «Они поставили под сомнение логическую состоятельность квантовой электродинамики».

Легко понять, почему тотчас насторожилась мысль Бора и страдальчески поднялись его брови, когда Ландау начал у черной доски бестрепетно излагать суть дела. Конечно, излагал именно Дау: от него исходило все существенное в этой работе. «Мы все жили крохами со стола Ландау», — говорил позднее Пайерлс. Доводы юнцов были слишком основательны, чтобы формально-логически найти в них слабое место. Оттого и страдал Бор. Началась полемика-война. Она длилась двадцать два дня.

Пайерлс выдержал лишь четыре.

Дау оказался в пять с половиной раз выносливей.

Помогали короткие передышки, когда Бора отвлекали директорские обязанности. «Милая Бетти, — слышалось иногда по-немецки с русским акцентом, — скажите профессору, что мы ушли в кино, если, разумеется, он придет до нашего возвращения...»

В пяти минутах ходьбы от института — на площади Трех углов — шли вестерны. Дау, весь в мелу, как студент после зачета, зазывал с собою юношу из Голландии Хендрика Казимира. Порою Бор появлялся раньше, чем они успевали уйти, и с готовностью отправлялся в кино вместе с ними. Отвлечься от схваток на час-другой надобно было и ему. Но уже на обратном пути, юмористически разбирая виденное, он невольно снова бросал вызов теоретическому построению Ландау — иносказательно.

Хендрик Казимир: «Однажды, после совсем уж дурацкого фильма Тома Микса, приговор Бора прозвучал так: „Мне не понравилось это зрелище — оно было слишком невероятно. То, что негодяй удирает с прекрасной девицей, логично — так бывает всегда. То, что под их экипажем обрушивается мост, неправдоподобно, но я охотно принимаю это. То, что героиня остается висеть над пропастью меж небом и землей, еще менее правдоподобно, но я принимаю и это. Я даже с легкостью принимаю за правду, что в этот самый момент Том Микс как спаситель скачет мимо на своем коне. Но то, что одновременно там оказывается человек с кинокамерой и снимает на пленку всю сию чертовщину, это уже превосходит меру моей доверчивости“».

Казимир хохотал. Ландау улыбался. И мгновенно вскакивал на этот подставленный ему трамплин, вновь взмывая на высоту ненадолго прерванного спора, так что линию институтских ворот они пересекали уже с пиками наперевес, спеша на арену — к черной доске. И снова шла война аргументов — такая, точно столкнулись два взаимоисключающих физических миропонимания. А меж тем спорили единомышленники!

И ни один из них не потерпел поражения. К обоим пришла победа — скромная, но необходимая: большая ясность и изощренность в осознании всех трудностей нерешенных проблем.

Так доставалась им правда природы...

...19 марта 1931 г. Бетти Шульц с сожалением пометила в Книге иностранных гостей, что третий визит д-ра Ландау окончился. Сорокашестилетний копенгагенец и вдвое младший ленинградец расставались, связанные на время окрепшим в полемике несогласием и связанные навсегда окрепшей в общении любовью.

Будут идти годы. Станным образом с возрастанием множества уже решенных *хороших задач* не будет убывать другое множество — еще не решенных. Обойти этот иронический закон познания не удастся даже блистательной физике нашего века. И возникает в середине 30-х годов в Харькове, чтобы затем разрастись в Москве, столь же блистательная, как сама современная физика, школа Ландау. И будет она замечательна той же самообытной самостоятельностью, какую в своей юности так сильно и неотразимо обнаружил ее зачинатель, явившийся на Запад из жизнедеятельного лопа молодой советской науки.

И не окажется, наконец, неожиданным, что через тридцать лет, в последний год своей жизни (1962-й), Бор вместе с ближайшими сотрудниками сочтет нужным написать в шведскую Королевскую академию:

«Нижеподписавшиеся профессора... позволяют себе выступить с предложением, чтобы Нобелевская премия в области физики за 1962 год была присуждена Льву Давидовичу Ландау, отмечая при этом поистине решающее влияние, которое его оригинальные идеи и выдающиеся работы оказали на атомную физику нашего времени».

Д. С. Данин

«ЕСЛИ УЧЕНЫЕ ВСЕГО МИРА...» *

Этот маленький очерк был написан и опубликован в июле 1962 г. Я знал Льва Давидовича Ландау с моих студенческих лет, многократно встречался с ним после войны, и, может быть, поэтому мне как литератору выпала на долю невеселая удача — быть непосредственным свидетелем удивительных событий, описанных ниже. Этот очерк строго документален и носит все черты газетной корреспонденции «с поля боя». Потому-то мне не хотелось вносить ничего нового в его текст, сохранив атмосферу тревоги и надежды, которая была характерна для тех трагических дней.

* Печатается по послесловию к книге Л. Д. Ландау и Ю. Б. Румера «Что такое теория относительности» (3-е изд., доп. М.: Сов. Россия, 1975. С. 103—110).

...Случилось это в самом начале 1962 г. В воскресенье, 7 января, в 11.30 утра произошло несчастье. Оно произошло на дороге, ведущей в город ядерной физики — в знаменитую Дубну. Никто не был виноват... Сквернейшая погода. Гололедица. Девочка перебежала дорогу, торопясь к автобусной остановке. Легковую машину пришлось резко затормозить, и ее занесло. Она оказалась на пути встречного грузовика. Уже ничто не могло предотвратить удар. Он пришелся сбоку. И всю его силу испытал тот, кто сидел на заднем сиденье справа.

Это был академик Ландау. Лев Давидович Ландау или просто — Дау, как на протяжении тридцати с лишним лет называют его в своей среде физики. Катастрофы бессмысленны и жестоки, но нечасто они бывают так подчеркнута трагичны. Жертвой слепого случая стал человек, всю жизнь широко открытыми глазами смотревший на мир природы. Без сознания лежал человек, вся жизнедеятельность которого была воплощенное сознание. «Ландау без сознания!» — это сочетание слов звучало противостоестественно.

Карета «скорой помощи» доставила его в ближайшую больницу — 50-ю больницу Тимирязевского района Москвы. Лифт поднял носилки на шестой этаж — в клинику травматологии Центрального института усовершенствования врачей. Над телом, казавшимся безнадежно безжизненным, склонилась дежурный врач Лидия Ивановна Панченко. И с этой минуты началась удивительная, без преувеличений героическая борьба наших медиков за воскрешение Ландау.

Да простится мне невеселая игра слов, но воскресенье не лучший день для начала борьбы за воскрешение человека. Отдыхают институты, отдыхают те, чья немедленная помощь только и может спасти. К счастью, в тот воскресный день 7 января руководитель клиники травматологии профессор Валентин Александрович Поляков навестил больницу, которую оперировал накануне. Он тотчас прибыл по вызову дежурного врача. И начались первые необходимые действия на поле этого неравного боя со смертью: противошоковые мероприятия и введение всех профилактических сывороток.

Тем временем телефонный звонок из больницы уже поднял на ноги коллег и друзей Ландау по Институту физических проблем Академии наук СССР. Из Николиной горы мчался в Москву на машине академик Петр Леонидович Капица. Шли розыски профессора Евгения Михайловича Лифшица — ближайшего друга и соавтора Ландау по многолетнему курсу «Теоретическая физика». Так был открыт в борьбе со смертью второй фронт.

Действительный член Академии медицинских наук, известный невропатолог Николай Иванович Гращенков был поставлен во главе тех, кому предстояло спасти Ландау. В четыре часа дня состоялся первый консилиум триумvirата специалистов, став-

шего с этой минуты бесменным: к Гращенкову и Полякову присоединился опытнейший нейрохирург профессор Григорий Павлович Корнянский.

Консилиум поставил жесточайший в своей беспощадности диагноз. Это были 12 пунктов. Каждый мог служить достаточным основанием для худшего из прогнозов. Довольно сказать, что в шести пунктах перечислялось 11 переломов, и среди них — перелом основания черепа и семи ребер. Недаром один терапевт дал заключение: «Травмы несовместимы с жизнью». А затем — день за днем — стали набрасываться осложнения: расстройство дыхания, нарушение сердечно-сосудистой деятельности, почечная недостаточность, травматическое воспаление легких, перешедшее в двустороннюю бронхопневмонию, парез кишечника... «Я многое видел за двадцать лет моей практики, но такого осложненного случая травм еще не встречал. То, что Дау живет три недели, — уже само по себе чудо!» — сказал Николай Иванович Гращенков 1 февраля.

Я спросил: вселяет ли это чудо надежды? И Гращенков, и Корнянский, и Поляков, и терапевт профессор А. М. Дамир уклонились от прямого утвердительного ответа. Но это был не пессимизм, а осторожность. Может быть, немножко суеверная осторожность победителей, знающих, что враг еще не окончательно сломлен. Но было видно — они жили надеждой на благополучный исход, они верили в него. И знали: у них были для этого серьезнейшие основания. Положение оставалось чрезвычайно тяжелым, но в ежедневных больничных коммюнике возникли слова, которых не было в январе: «нормализовалось», «улучшилось», «восстанавливается». Постепенно стали исправны пульс и кровяное давление, начали сходиться на нет самые страшные осложнения, иногда вдруг появлялись проблески сознания...

Уже в марте жизнь оказалась сильнее травм. И стало известно, что мозг Ландау не получил локальных повреждений!

А чудо? Чудо в самом деле произошло. Произошло и происходило каждодневно, еженощно, поминутно на протяжении полугода. Это чудо беспримерной самоотверженности врачей, медсестер и техников.

— Вы не должны забыть нейрохирурга из Института имени Бурденко Сергея Николаевича Федорова. Это он неотлучно выхаживает Дау. И не забудьте рассказать о врачах 50-й больницы, которые тоже позабыли, что такое отдых и сон. И отдайте должное врачам, заведующим сейчас искусственным дыханием Дау.

Так говорили мне физики и в январе, и в феврале, и в марте. И спешили добавить:

— А многочисленные консультанты-специалисты! Было бы несправедливостью, если бы вы не сказали ни слова о нейрохирурге И. М. Иргере, который вместе с Корнянским делал в один из самых тяжелых дней операцию Дау, и о чешском профессоре

Зденеке Кунце, прилетевшем тогда из Праги. Вспомните о консультациях нейрохирурга Б. Г. Егорова и невропатолога М. Ю. Раппопорта. А глава респираторного центра Института неврологии Л. М. Попова! А знаток антибиотиков Э. В. Ермольева! А кардиолог В. Г. Попов!

Но точно такие же слова говорили врачи о физиках. И тоже перечисляли звания, фамилии, инициалы.

С первого дня начался их подвиг товарищества. Превосходные ученые, однако ничего не смыслящие в медицине, академики, члены-корреспонденты, доктора, кандидаты, люди одного поколения с пятидесятичетырехлетним Ландау, и его ученики, и совсем молодые ученики его учеников — все они взяли на себя добровольно роли курьеров, водителей машин, посредников, снабженцев, секретарей, дежурных, наконец, носильщиков и чернорабочих. Их стихийно возникший штаб обосновался в кабинете главного врача 50-й больницы и стал круглосуточным организационным центром по безусловному, сверхсрочному исполнению всех велений лечащих врачей.

87 теоретиков и экспериментаторов стали участниками этого добровольного спасательного содружества. Появилась алфавитная книга с телефонами и адресами всех и вся — лиц и учреждений, связь с которыми могла потребоваться в любую минуту. Там записано 223 телефонных номера! Другие больницы, автобазы, аэродромы, таможни, аптеки, министерства, места возможного пребывания врачей-консультантов.

В самые трагические дни, когда казалось, что «Дау умирает», а таких дней было по меньшей мере четыре, у входа в семиэтажный корпус больницы дежурило 8—10 машин. В дневнике дежурств записи:

«Алеша! Ночью поддерживать связь с Рябовым».

«При любой тревоге в первую очередь вызывать Федорова!!!»

«В 4.30 — свежие яйца!!!»

«Взять Попову, где бы она ни была!»

Когда от машины искусственного дыхания зависело все, один теоретик предложил немедленно изготовить ее в мастерских Института физических проблем. Это было не нужно и наивно, но как удивительно по движению души! Физики доставили машину из Института по изучению полиомиелита и принесли ее на руках в палату, где задышался Ландау...

Всего не рассказать. Как не перечислить имен всех героев этого второго фронта. Среди них были едва ли не все ученики Ландау — от академиков до аспирантов.

Это было настоящее братство физиков. «Если с Дау все будет в порядке, тут половина заслуг ваша», — говорил Гращенков физикам после первого оптимистического консилиума. Позже он сказал: «За всю свою долгую практику такого товарищества я тоже никогда не видел!»

Академик Капица как-то заметил:

— Все это напоминает благородный фильм, который нужно было бы назвать «Если ученые всего мира...».

Он имел в виду то, о чем здесь еще не было сказано, но о чем нельзя умолчать. Это снова возвращает нас к началу истории.

День несчастья. Первый консилиум. Угроза отека мозга. Применяются все обычные меры. Но возникает идея — испытывать специальный препарат, который можно достать в Чехословакии и Англии.

Капица немедленно посылает три телеграммы старым друзьям-ученым: известному физика Блеккету — в Лондон; ассистенту знаменитого Ланжевена французу Бикару — в Париж; семье Нильса Бора — в Копенгаген. Капица не адресовался к самому Бору, чтобы не огорчить печальным известием семидесятисемилетнего старика — учителя Ландау. Но на следующий день пришла от него короткая телеграмма с сообщением о высылке лекарства. Однако никто не знал точно, как оно называется, и Бор прислал не совсем то, что нужно. А Бикар позвонил в Прагу своему знакомому по международному союзу научных работников Немecu. Немец связался с академиком Шормом, и Шорм послал необходимый препарат.

Но еще раньше помощь пришла из Англии. Правда, телеграмма Капицы не застала Блеккета в Лондоне. Однако ее тотчас переслали Джону Кокрофту, выдающемуся атомщику Англии, и тот без промедлений стал предпринимать все, что нужно. А тем временем Евгений Лифшиц позвонил оксфордскому научному издателю Максвеллу — нашему другу, издавшему в Англии всю многотомную «Теоретическую физику» Ландау и Лифшица. Усилия Кокрофта и Максвелла соединились, и на следующий день Ту-104 был задержан на час в аэропорту Лондона, дабы успеть захватить посылки для Москвы с коротким адресом — «мистеру Ландау».

Максвелл сам был в беде: его сын уже несколько дней лежал без сознания тоже после автомобильной катастрофы. Он на горьком опыте знал, что потом Ландау понадобятся еще и особые антибиотики. И в последующие дни на Шереметьевский аэродром стали приходиться посылки с лекарствами из Бельгии, из Соединенных Штатов, из других стран... Профессор Яков Смородинский стал курьером между 50-й больницей и Шереметьевом: пилоты наших самолетов проявляли истинную человечность, о которой с восхищением говорил мне академик Капица.

Однако в действительности спасла Ландау от смертельного опасного отека в первый день ампула препарата, которую разыскал академик Владимир Александрович Энгельгардт. Он и академик Николай Николаевич Семенов решили еще в воскресенье 7 января предпринять попытки немедленно синтезировать препа-

рат и стерилизовать его, но, к счастью, выход был найден более простой: ученики Энгельгардта нашли готовую ампулу в Ленинграде. Она попала в руки врачей раньше максвелловской.

То, что рассказано выше, относится к первому, самому трудному этапу этой трагической и прекрасной эпопеи. Потом был международный консилиум во главе со старейшим нейрохирургом Пенфилдом (из Канады). Была бессонная вахта врачей и сестер другого лечебного учреждения — Института нейрохирургии имени Бурденко. Был и продолжается период выздоровления воскресшего...

Сегодня уже трудно установить, в какой счастливый день в словаре врачей и физиков прочно поселилось великое слово — Надежда. Важно и замечательно одно — она сбылась.

На этом кончалась моя корреспонденция. Сейчас нужно прибавить к ней несколько слов.

Да, надежда сбылась. Ландау был возвращен к жизни. Он прожил еще шесть лет. Однако пережитая им катастрофа не прошла бесследно: к творческой работе физика-теоретика и главы своей школы он уже вернуться не смог. В те трудные годы его выдающиеся достижения предшествовавшей поры были отмечены присуждением ему Ленинской и Нобелевской премий.

Память о нем жива. И непреходяща.

И. Е. Дзялошинский

ЛАНДАУ ГЛАЗАМИ УЧЕНИКА

Я был одним из последних учеников Ландау и хочу рассказать, чем были для меня годы ученичества. Здесь имеются, однако, две опасности. Во-первых, угасает чувство дистанции. Когда я познакомился с ним в 1951 г., мне было 20, а ему 43. Он был мудр и, естественно, казался мне старым человеком. Ландау ушел из научной жизни на 54-м году, теперь я догнал его и не всегда могу отделаться от кощунственного желания видеть в нем сверстника.

Во-вторых, Ландау создал большую, хорошо организованную и до сих пор активную школу. Поэтому воспоминания ученика неизбежно переплетаются с фольклором и неписаными правилами ее профессионального кодекса. Более того, трудно устоять перед соблазном и не приписать учителю своих собственных воззрений. Такое уже не раз случалось. Ограничившись расхожими примерами, достаточно вспомнить «Диалоги» Платона, где

главным собеседником выступает учитель — Сократ, или евангелистов, вкладывавших свои идеи в уста Иисусу Христу на протяжении полувека после его смерти.

Я надеюсь, что осознание этих опасностей будет в должной мере меня сдерживать.

Учебные приемы Ландау были суровы, порой даже жестоки. Столь же сурова и безжалостна была, как всем известно, и его научная критика. Однако, вспоминая годы, проведенные в его отделе в Институте физических проблем, каждый раз заново переживаешь ощущение уникальной полноты и интенсивности существования. Нечто подобное я испытал лишь в детстве во время войны. Жизнь в 1941—1945 гг. в Москве, откуда мы с матерью никуда не уезжали, была, несмотря на голод и холод, столь полна и интересна, что я в свои в среднем 12 лет был счастлив. После ухода Ландау такое ощущение интенсивности ко мне больше не возвращалось. Оно явно порождается чрезвычайными обстоятельствами вроде войны или общения с гением.

Для аспиранта-теоретика суровость ландауской педагогики заключалась в том, что беднягу вроде бы никто ничему не обучал. Считалось, что раз уж ты сдал теорминимум, доказав тем самым свою способность разговаривать на научные темы, то и должен жить, как все в отделе, имея все права и неся все обязанности. Для меня эта жизнь, «как все», формировалась тремя свойствами личности Ландау: научным всеведением, демократизмом и ничем не сдерживаемой бездонной научной серьезностью. Этих трех предметов я и намерен придерживаться.

Об универсальности Ландау, как, впрочем, и об универсальности всех поистине великих ученых, написаны горы. Я расскажу, как всеведение Ландау определило мою научную карьеру. Но сначала небольшое отступление.

Разумеется, Ландау всегда ставил на первое место основные законы природы, т. е. физику элементарных частиц. Но физика как наука оставалась для него неделимой, и он с энтузиазмом мог часами обсуждать тонкости магнитных свойств разного рода экзотических веществ. Такого же живого интереса и понимания он с переменным успехом ожидал и от нас — своих учеников. В этом он был тверд, и тщетно Исаак Яковлевич Померанчук годами уговаривал «мэтра» бросить «эту муру» — физику конденсированного состояния. Помимо «муры», Исаак Яковлевич употреблял для несчастного твердого тела и более обидное прозвище — «квасцы», после того как терпеливо выслушал на семинаре нечто о теплоемкости их алюмокалиевой разновидности. Ландау и тут устоял.

Итак, осенью 1954 г. после двухлетних мытарств я сделался аспирантом Института физических проблем и впервые, миновав охрану, попал в верхний коридор здания на Воробьевском шоссе. Тут я с ходу столкнулся с Ландау, который без предисловия

спросил меня, чем я намерен заниматься. Это были годы, следовавшие за феноменальным прорывом Фейнмана и Швингера, все физическое сообщество бурлило, и я, не заикнувшись, выпалил: «Теорией поля». Голос Ландау мгновенно достиг столь родного нам форте: «Ах теорией поля? Так вы — модник! Но ведь только бабам пристало гоняться за модами. Стыдитесь!» После чего спокойным голосом он объяснил мне, что заниматься теорией поля позволительно, лишь когда имеешь определенную серьезную идею. Пастись же на этом поле в надежде, что случайно повет, аморально.

Таким-то образом меня с первых минут заставили осознать разницу между двумя частями нашей науки. В конце концов в твердом теле любая, даже самая занудная, но правильная работа имеет ненулевую ценность. В теории поля, наоборот, наверное, лишь одна из сотни безошибочных работ имеет отношение к действительности. И только отдельные среди оставшихся девяноста девяти относятся к серьезной математической физике.

Теперь можно догадаться, почему я избрал благовую честь и занимаюсь теорией твердого тела. Правда, со временем я взял маленький реванш, оказавшись соавтором книги-кентавра о «Методах теории поля в статистической физике».

Одна особенность характера Ландау в комбинации со всеведением еще более затрудняла жизнь аспиранта. Ландау был крайне нетерпелив и физически не мог, не заскучав, читать научные статьи или книги, предпочитая узнавать новости от других. Ведь у живого человека можно потребовать ответа именно в той форме, которая желательна. Поэтому каждый в отделе вносил свою лепту в святое дело информирования Учителя. Да и знаменитый теоретический семинар на деле служил у Ландау той же цели — избежать нудного чтения. Семинар был в основном реферативным, и оригинальные работы докладывались их авторами относительно редко. В типичные четверги кто-либо из учеников в течение двух часов излагал содержание свежего номера «Physical Review». От этой обязанности не освобождали практически никого (я сейчас припоминаю только одно имя). Имелся список, куда были внесены все, кончая аспирантами, и каждый выходил на растерзание в порядке строгой очередности.

Картина была действительно жалостная. В те далекие времена «Physical Review» еще не распался на серии и всякий номер объемом примерно в половину нынешнего В или D вмещал в себя всю науку: твердое тело, ядро и элементарные частицы. Стоявший у доски отвечал за всех авторов в номере и в идеале обязан был уметь обосновать или опровергнуть любой результат. Впрочем, выручали гениальность Ландау и своеобразие его научного стиля. Он всегда начинал слушать с конца и в подавляющем большинстве случаев мгновенно решал, правильна написанная формула или нет. Одновременно он мог, если хотел, заодно

и объяснить, как эту правильную формулу следует выводить. Так или иначе интерес к вопросу он терял, и рассказывание обрывалось. Можно было вздохнуть. О том, что происходило в остальных случаях, писать не хочется. Побывавший хоть раз в когтях Ландау-критика не забудет этого ощущения никогда.

Людям по другую сторону барьера, в зале, приходилось не легче. Ведь в конце концов надо было объяснить самому себе, почему Ландау одобрил или отверг ту или иную формулу. Любой, кто честно пытался проделывать это раз в неделю на протяжении нескольких лет и сколько-нибудь преуспел, приобретал незаменимое умение понимать.

Способность Ландау тут же на месте находить наилучшее доказательство по известному ответу, разумеется, объяснялась тем, что он в совершенстве знал всю физику и умел, как никто, извлечь из ее арсенала самое эффективное оружие. Тривиализовать проблему, как он выражался. Об этом писали многие. Однако по временам его резоны отнюдь не отличались классической ясностью, а по крайней мере для меня были просто темны. Один раз мне удалось подслушать его мысли. В 1957 г. по причинам, которые здесь не важны, мне пришлось решать простую, но нудную задачу. Имелось 18 величин, преобразующихся по разным неприводимым представлениям одной из кубических пространственных групп, и нужно было определить все независимые инвариантные полиномы четвертой степени. Поленившись копаться в библиотеке, я пошел кухонным путем и, комбинируя теорию представлений с перебором вариантов и исписав груды бумаги, через пару часов был у цели. Зашел Ландау и почему-то заинтересовался этим делом. Он задумался, и вдруг раздалось нечто, что я воспринял как шаманское бормотание: «Ребро, диагональ, другая диагональ... Правильно». Впоследствии я познакомился с соответствующей теорией, но, убей меня бог, до сих пор не вижу ясно столь непосредственной связи инвариантных полиномов кубической группы с упомянутыми элементами куба.

И наконец, еще об одном проявлении ландауского всеведения, которое долго интриговало меня. За все годы моего общения с Ландау ни разу не случилось, чтобы он заговорил об основах квантовой механики. Согласитесь, это несколько неожиданно со стороны человека, написавшего вместе с Пайерлсом знаменитую работу об измерениях в квантовой электродинамике и введшего понятия смешанных состояний и матрицы плотности. Объяснение пришло в прошлом году, когда Владимир Наумович Грибов рассказал мне о своем давнишнем разговоре с Ландау. В начале шестидесятых годов появились работы, в которых доказывалось, что при очень больших временах экспоненциальный закон альфа-распада должен смениться степенным. Кстати, подобные утверждения с завидным постоянством всплывают и до сих пор.

— В чем дело, Володя? — спросил Ландау. — Ведь я же когда-то знал, почему это бессмысленно. Напомните мне.

— Это медленные частицы, Дау, — напомнил Грибов.

Разумеется, степенное поведение объясняется медленными частицами, которые могут попасть в прибор откуда угодно. Но в этом «напомните мне» — живой Ландау.

Теперь о демократизме Ландау и всей школы. Демократизм был безграничен. Любый человек мог назвать великого ученого Дау, и последний этого бы не заметил. После зачисления в теоротдел я очень быстро перешел на «ты» с большинством (кроме самого Ландау и Евгения Михайловича Лифшица) и свободно употреблял бывшие в ходу прозвища. Исаака Марковича Халатникова, например, называл Халат, Льва Петровича Пятаевского — Пит, да и сам охотно отзывался на кличку Лошадь.

Что неизмеримо важнее, свободна была критика. Сомнение не означало подрыва ничьего авторитета, оно было рабочим инструментом, *modus vivendi*. И мы все наслаждались живительной атмосферой скептицизма.

Не было, наконец, и тени сервиллизма. Однако свобода не подразумевала равенства. Это была буржуазная демократия. В мире кличек и непрерывных дискуссий царила стройная иерархия интеллекта. У Учителя имелся список, куда он заносил теоретиков, заслуживших его внимание, и против каждого имени ставил число, оценку. Фактически Ландау измерял не достоинства интеллекта, а слабости, рассматривая последние как шум, мешающий научному успеху. Как и следует, уровень шума выражался в логарифмической шкале.

Подход Ландау к оценке интеллектуальной жизни неожиданно сближает его с Паскалем. Паскаль перед смертью размышлял о том, что же мешает человеку думать: отвлекает его и заставляет делать ошибки. В этой связи он говорит о слабостях: болезнях, несвободе и более всего о страстях, тщеславии например. И как тут не вспомнить Ландау, неустанно повторявшего, что сделать ничего нельзя, если *хочешь* сделать великую работу.

Я надеюсь, что знаменитый список Ландау никогда не будет обнародован. Для тех, кто не имеет о нем представления и захочет понять, почему он должен остаться собственностью Ландау навсегда, я скажу только, что Эйнштейн в этой шкале шумов имел 0,5, а Бор и Гейзенберг — по единице. Самому себе незадолго до катастрофы Ландау поставил 2. Как видите, это не детский лепет вроде гамбургского счета.

Сопоставление с Паскалем подвело нас к моей последней теме: научной серьезности. Ландау физически не выносил ничего, что могло затемнить или исказить истину или даже несколько отдалить ее окончательное торжество.

С другой стороны, Ландау любил систему, а потому борьба с врагами истины была хорошо организована. Имелся неписанный

кодекс. Два преступления, а вернее, греха были элементарны: лень и упрямство. Последнее заключалось в том, что грешник отказывался признать заблуждения, когда, по мнению Ландау, ему было достаточно подробно объяснено, в чем именно он ошибается. Грех лени охватывал и все серьезные нарушения дисциплины. Лентяй, например, мог манкировать своей священной обязанностью по отношению к семинару и пропустить без достаточных оснований свою очередь реферировать «Physical Review» или сделать это из рук вон плохо.

Элементарные грехи были грехами смертными. Тщетно раз согрешивший работал бы потом день и ночь или проявлял чудеса понимания. Ландау не менял своего мнения никогда, и лентяй или упрямец отлучались. Поначалу такое поведение Ландау казалось мне жестоким, но потом я признал его правоту: ведь иногда люди действительно рождаются ленивыми или упрямыми.

Следующие два греха были посложнее. Именовались они эксгибиционизмом и графоманией. Последнего разъяснять не надо, а эксгибиционистом признавался человек, не умеющий рассказывать своих (или чужих) работ, но готовый делать доклады где угодно и не взирая ни на какие трудности. Графомания и эксгибиционизм, будучи грехами серьезными, не считались, однако, смертными. Эксгибиционист, например, мог смириться и вообще перестать докладывать. О том, как Ландау искоренял графоманию, я расскажу чуть позже.

Прочие грехи были скорее заблуждениями, вроде проявленного мною в свое время модничества. Если согрешивший не упрямился, то и получал отпущение по всей форме.

В ландауской феноменологии грехи как дефекты человеческой души сосуществовали с недостатками интеллекта. Так приличная доза глупости вместе с упрямством и графоманией порождала удивительное существо — патолога, т. е. трудолюбивого и тщеславного дурака.

В борьбе с графоманией Ландау шел на личные жертвы. Я уже говорил, что он не читал научных работ, но это была не вся правда. Имелось исключение, о котором мало кто знает. По должности заведующего отделом он считал себя ответственным за качество статей подчиненных и неукоснительно прочитывал все рукописи. Кто спорит, нелегко, а чаще и невозможно было протолкнуть свой результат сквозь эшелоны ландауского скепсиса. Но в роли научного редактора он был тоже грозен. Как правило, дело застопоривалось уже на введении. Его приходилось переписывать по несколько раз, добиваясь «краткости, совместимой с ясностью изложения». Затем сокращались промежуточные выкладки и переписывалось заключение. Нас Ландау не жалел, и зачастую статья перерабатывалась два-три раза. Он же только посмеивался, приговаривая, что он-то времени не теряет и что забежать на минутку и обругать ему ничего не стоит. Все это-де

для нашей же пользы. И я искренне, безо всякой скромности считаю, что в то время мы писали хорошо.

Однако в полной мере влияние Ландау сказывалось, когда вставал вопрос, а нужно ли вообще сообщать народу тот или иной результат. Я вспоминаю две истории. В самом конце пятидесятих годов молодежь теоретдела — Алексей Алексеевич Абрикосов, два Льва Петровича (Горьков и Питаевский) и я — была увлечена приложениями методов квантовой теории поля к статистической физике. Казалось, эти методы самим богом предназначены и для решения одной из главных задач того времени — теории фазовых переходов. Достаточно было отбросить все фейнмановские диаграммы для бозе-частиц с ненулевыми мацубаровскими частотами (т. е. пренебречь квантовыми поправками), и вы получали прекраснейшую диаграммную технику для сверхтекучего перехода в гелии-4. Точке перехода отвечал нуль перенормированного химического потенциала. Обобщение на классические фазовые переходы было очевидным: они описывались вещественными многокомпонентными бозе-полями. Немного повозившись, мы сформулировали на диаграммном языке и квантовый переход в системе фермионов — сверхпроводимость.

Но дальше дело застопорилось. Красота красотой, а принцип отбора диаграмм никак не находился: все они вроде бы были существенны. В тот момент мы верили в некую сверхуниверсальность фазовых переходов, подобную теории Ландау, где место скачка теплоемкости был призван занять логарифм. Эта вера укреплялась совпадением результата Онсагера по двумерной модели Изинга с ошибочными, как потом выяснилось, экспериментальными данными по жидкому гелию. Логарифмы мерещились нам всюду, так что дело доходило иногда до курьезов. Наконец, Ландау пришел с увлекательной идеей. Следовало работать в самой точке перехода. В ней, очевидно, гриновские функции степенным образом зависят от расстояния, а если всерьез верить в сверхуниверсальность, то $G(R)$ обязана иметь вид

$$G(R) = R^{-\eta} f(\ln R).$$

Такой анзац проходил через все диаграммы и давал горы желанных логарифмов.

Работа закипела. Наконец-то появились выделенные диаграммы. Это была знаменитая «паркет»-задача, решенная к тому времени Судаковым и Тер-Мартirosяном. Мы ходили, бормоча слова «петля», «стоящий кирпич», «лежащий кирпич», наглядно описывающие структуру соответствующих интегральных уравнений. Но потом все лопнуло. Выяснилось, что непаркетные диаграммы нельзя отбрасывать, и наступила тишина. Через несколько дней никто уже не заговаривал об этой задаче. Мысль же, что по этому поводу неплохо бы что-нибудь тиснуть, вообще не приходила нам в голову. Мы были воспитаны на максиме Ландау: «Заблужде-

ния есть частное дело автора и принадлежат его биографии». Кажется, я первый восполнил один из пробелов в биографии Ландау.

Последующие события лишней раз подтвердили его мудрость. Печатать, в самом деле, было нечего. Без результатов диаграммная техника цены не имела, поскольку мы уже тогда поняли, что она выводится и непосредственно из классической формулы Эйнштейна для вероятности флуктуаций, если подставить туда в качестве свободной энергии выражение из теории фазовых переходов Ландау. Диаграммная техника впервые заработала, когда Ларкин и Хмельницкий решили задачу о фазовых переходах в магнетиках при наличии диполь-дипольного взаимодействия. Затем уже Вилсон, изобретя ϵ -разложение, смог вычислить гриновские функции для перехода общего вида. Мысль же Ландау о том, что нужно работать в самой точке перехода, обрела настоящую жизнь лишь после того, как Поляков высказал идею конформной инвариантности.

Вторая, краткая история не затрагивает важных материй, но не менее поучительна. В 1957 г. Горьков, Питаевский и я сочинили работу о флуктуациях в кинетических уравнениях. После того как Ландау одобрил наши результаты, в ЖЭТФе появилась статья Кадомцева, в которой он вычислил флуктуации в уравнении Больцмана. Мы действовали другим способом, изучили и другие уравнения — Фоккера—Планка и уравнение с кулоновским интегралом столкновений, — а потому и сочли себя вправе написать небольшую статью, упомянув, естественно, и о Кадомцеве. Рассмотрев по обычаю текст, Ландау печатать категорически запретил, безжалостно отстранив все наши возражения. Его резоны были просты. Наш метод был стандартным, а главный поучительный результат — флуктуации в уравнении Больцмана — был уже получен Кадомцевым. Если же кому в каких-нибудь целях и понадобится вычислить флуктуации в уравнении Фоккера—Планка или в плазме, он теперь легко сделает это и без нашей помощи. Сейчас я с этим полностью согласен, и потому мне стыдно сознаться, что в 1960 г. мы фуксом напечатали статью в некоем малоизвестном издании.

Скажут, что в приведенных случаях Ландау руководила гордость. Да, безусловно, гордость. Но он был горд лишь в оценке результата. Сам процесс исследования был для него всегда увлекателен. Проявляй все подобную гордыню, нам не пришлось бы беспокоиться по поводу информационных взрывов.

Я закончу печальной историей, которая в концентрированной форме показывает непреклонность Ландау в вопросах соблюдения профессиональных норм. Один из аспирантов тех лет был удивительно упрям и мог раздражить существо даже вполне кроткое. Драма началась с того, что он попытался пробить через Ландау одну свою работу. Дело явно не ладилось, однако на беду

упрямство, как изредка случалось, победило. Ландау устал, сдался, но не забыл. Гром грянул очень скоро. В Москве проходила одна из первых конференций с участием иностранцев, и несчастный был в списке выступавших как раз с той самой работой. Доложил он отвратительно, и уже в перерыве произошел следующий диалог¹:

— Это черт знает что! Как у вас хватило совести отнимать у людей время подобной бессмыслицей?

— Но, Дау, я, ей-богу, сделал все, что мог. Я болен, у меня сейчас 39,5.

— Так вы еще и эксгибиционист! Вы готовы пожертвовать своим драгоценным здоровьем ради того, чтобы десять минут покрасоваться у доски.

Как видите, человек был повинен сразу в двух серьезных грехах: упрямстве и эксгибиционизме. Ландау больше никогда с ним не разговаривал.

О Ландау можно вспоминать бесконечно. Он был многогранен и совсем не прост. Чтобы лучше понять каждого гениального ученого, хочется сопоставить его с равным по масштабу гением в других сферах человеческого духа. Для меня Ландау стоит рядом с Моцартом: то же совершенство творений, жизнь на вершинах успеха и в бездне несчастий и, наконец, трагическая гибель. Есть еще нечто, что называют демонизмом Моцарта и чего я не умею назвать у Ландау. Да и вообще многое в нем остается для меня загадкой. Сказываются разделявшие нас поколения и, увы, интеллектуальная дистанция.

Я. Б. Зельдович

ВОСПОМИНАНИЯ ОБ УЧИТЕЛЕ

ПЕРВЫЕ ВСТРЕЧИ

Очень трудно писать о Дау, зная, что скоро наступит его восьмидесятилетие. Для нас, для всех, кто знал его лично, в памяти остался живой, быстрый, остроумный, молодой — и умственно и физически — необычный и близкий человек. Все кажется, что, не случись непоправимой аварии в 1962 г., и Дау остался бы таким же, в расцвете сил, пятидесятилетним.

¹ Я при этом присутствовал и поэтому ручаюсь за смысл каждой фразы, но за давностью лет не за каждое слово.

Когда автору за семьдесят, то к слову «пятидесятилетний» хочется добавить «молодой». Но я ведь знал Дау и совсем молодого, двадцати с лишним лет, в модной курточке с позолоченными пуговицами, еще в довоенном Ленинграде. Вспоминаются отдельные эпизоды (о них позже), но за ними стоит нечто большее: роль Учителя — с большой буквы.

Дау создал определенный стиль теоретической физики, требование точности и безупречной логики, требование выяснения всех качественных сторон рассматриваемого явления. В то же время он считал возможным после такого выяснения абсолютные величины брать из опыта.

«Так экономится время, а жизнь коротка» — поговорка, трагически оправдавшая себя в данном случае.

Вспоминаю эпизод: Дау приехал уже из Москвы в Ленинград прослушать и проконсультировать теоретическую группу Института химической физики. Во главе группы стояли Яков Ильич Френкель и ныне здравствующий Лев Эммануилович Гуревич. Я был на положении младшего: меня учили физике, но могли и послать за пивом... Естественно, что я привозил и увозил Дау на консультации на институтском автомобиле. В последний день я повел его в бухгалтерию института.

С изумлением я увидел Дау, пересчитывающего полученные деньги: «Дау, вы ведь учили нас, что считать надо только по порядку величины, но и так ясно, что вам дали не в 10 раз меньше положенного». Дау смутился лишь на мгновение и тут же ответил: «Деньги стоят в экспоненте...»

Огромным счастьем для нашей науки было то, что Дау работал с Петром Леонидовичем Капицей. В трудный 1938 г. Капица со всей твердостью и беря на себя всю полноту ответственности выручил Ландау и дал ему «все, от любви до квартир». Подставим вместо поэтической «любви» открытие сверхтекучести: как и обещал правительству Капица, Дау с блеском создал теорию сверхтекучести.

Я уверен, что о курсе «Теоретическая физика» Ландау и Лифшица напишут и хорошо напишут другие. Это общее наше достояние, другого такого всеобъемлющего и вместе с тем выделяющего главное курса нет нигде.

Дау никогда и никому не отказывал в консультации. Иногда, правда, консультация оказывалась краткой. Все мы помним недоумение Дау: «Почему Н. Н. на меня обиделся?! Я ведь не сказал ему, что он дурак, я только сказал, что работа идиотская...».

Все современные физики-теоретики во всем мире в той или иной мере ученики Дау благодаря знаменитому курсу. Но есть еще и узкая группа физиков, принадлежащих собственно школе Ландау, прямых его учеников и сотрудников. К этой группе, к сожалению, принадлежу лишь наполовину...

Незабываемыми останутся дискуссии с Ландау. Впрочем, слово «дискуссия» кажется неподходящим: Дау коротко, часто язвительно, высказывал свое мнение, а я уходил для «домашнего анализа» положения. Впрочем, иногда я и возвращался... Дау не был хладнокровен или беспристрастен. На его глазах творилась в Копенгагене квантовая механика. Ему принадлежат первые применения квантовой механики к молекулам, к электронам в металле, к ядерной физике.

Он необычайно зорко видел намного ходов вперед попытки извратить принципы квантовой механики. В дискуссиях он был беспощаден.

Дау был щедрым: до сих пор со стыдом вспоминаю, как он предложил мне задачу об устойчивости пламени. Я ошибся в расчетах, Дау не укорял меня, он сделал правильную работу, живущую до сих пор.

Были ли недостатки у Дау и надо ли о них писать? Сегодня мне кажется, что Дау и его ученики несколько отгораживались от других, также очень сильных научных школ. В этом можно усмотреть две стороны. Негативная сторона не нуждается в разъяснении. Однако есть и не менее важная — позитивная — это принципиальное непризнание авторитета чьего-то имени или звания. В этом отношении позиция Дау безупречна, потому что он и сам никогда не претендовал на то, чтобы его слова, его утверждения принимались на веру. Дау не давил своим авторитетом — он «давил» своей логикой, талантом, быстротой ума.

Но сказанное выше относится скорее к отдельным работам. Есть другой, более тонкий вопрос — выбор научных направлений, где речь идет не о правильности отдельного преобразования, формулы или числа. Как мне кажется, автомобильная катастрофа 1962 г. произошла именно в тот период, когда в Дау происходил внутренний сдвиг от макроскопической физики к теории элементарных частиц и полей. Нет сомнения, что если бы он остался «на посту», то очень скоро отказался бы от эпатирующих высказываний типа «лагранжиан умер, осталось лишь похоронить его со всеми почестями» и был бы в первом ряду исследователей микромира и космологии.

НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ПЛАМЕНИ

Характеристика Дау — это прежде всего рассказ о его работах, об их возникновении и дальнейшей судьбе. Теорией горения, очень далекой от важнейших его работ, Дау занялся отчасти в общении с покойным Д. А. Франк-Каменецким и мной. Надеюсь, что читатель это не воспримет как хвастовство.

Одномерная теория распространения пламени была разработана Д. А. и мной в 1938 г. Исходным было предположение о сильной температурной зависимости скорости химической реакции. Ре-

зультат состоял в выражении нормальной скорости распространения пламени и в понимании того, что зона реакции — само пламя — оказывается очень тонкой. Дау поставил вопрос о том, является ли в трехмерном пространстве одномерное решение неустойчивым в гидродинамическом смысле (как граница разрыва плотности и нормальной скорости течения). Оказалось, что плоская поверхность пламени, т. е. одномерное решение, неустойчива! Дау нашел дисперсионный закон — инкремент равен скорости пламени, умноженной на волновой вектор возмущения, лежащий в плоскости пламени, и на безразмерный коэффициент порядка единицы. Критерий правильности формулы был таким: число Рейнольдса Re больше 1. Роль размера в выражении для Re играет длина волны возмущения, роль скорости — скорость пламени.

В промышленности, как правило, пламена турбулентны уже потому, что заранее, до горения, турбулизированы потоки горящей смеси. Но и в лабораторных условиях (бунзеновская горелка, медленное послойное сгорание смеси в трубе или сосуде) число Рейнольдса гораздо больше 1. Поэтому Дау был убежден, что ламинарным пламя практически никогда не бывает. Между тем достаточно посмотреть на бунзеновскую горелку, чтобы убедиться в стационарном и ламинарном характере процесса. Специальные опыты с центральным зажиганием показали, что спонтанная автотурбулизация горения, по Ландау, возникает лишь при $Re \geq 10^4 \div 10^6$! Понадобилось несколько десятилетий, уже после аварии и смерти Дау, чтобы понять причину такого большого критического числа Рейнольдса.

Первыми А. Г. Истратов и В. Б. Либрович показали, что при распространении сферического пламени от зажигающей точки в центре возмущения растут медленно. В самом деле, длина волны каждой моды возмущения растет пропорционально радиусу. Инкремент обратно пропорционален длине волны. В результате получается степенной, а не экспоненциальный закон роста возмущений. Далее. Уже в семидесятых годах автор (вместе с Н. И. Кидиным и В. Б. Либровичем) рассмотрел неустойчивость вытянутого параболического пламени. В этом случае одновременно с ростом возмущений происходит их сползание от выпуклого места, обращенного к горючей смеси, в сторону края, т. е. к стенке. Возмущения уходят со сцены, не успев вырасти! Все это объясняет отрицательный результат наблюдений в лабораторных условиях. Вместе с тем нет сомнения, что в технических условиях при горении турбулентного газа определенную роль в поддержании турбулентности играет и открытая Л. Д. Ландау автотурбулизация.

ДЕТОНАЦИЯ

В военные годы и в ближайшие годы после войны Дау вместе с Кириллом Петровичем Станюковичем активно занимался вопросом детонации взрывчатых веществ и близкими вопросами теории ударных волн взрыва. При детонации получаются горячие продукты взрыва с плотностью больше 2 г/см^3 и температурой несколько тысяч градусов. Формально можно сказать, что это горячий газ. Предыдущие исследователи по инерции, подражая описанию газа малой и средней плотности, пользовались уравнением Ван-дер-Ваальса. Формула соответствует картине жестких молекул с вполне определенным минимальным объемом $v_{\min} = b$. Ландау сразу учел плавность закона отталкивания молекул, приводящую к степенной зависимости давления $P = k\rho^n = k/v^n$. В работе со Станюковичем учтены и следующие члены разложения. Важно было пробить брешь в старых представлениях. Станюкович показал, как изящно решаются задачи гидродинамики при $n=3$. Указанные выше работы до сих пор сохраняют свое значение в ряде областей науки и техники, где применяются взрывчатые вещества. О некоторых своих гидродинамических работах Дау во время войны и позже вспоминал, что они были сделаны в 1938 г., в заключении: все-таки гидродинамика проще квантовой теории и теории элементарных частиц.

Как все мы благодарны Петру Леонидовичу Капице за то, что период занятий Дау гидродинамикой не слишком затянулся!

ТЕОРИЯ МЕТАЛЛОВ

Пожалуй, больше всего мне с Дау довелось говорить о теории металлов. При этом каждый раз выявлялось различное понимание самого существа проблемы. Для Дау и в значительной мере для всей его школы, а также для примыкавшей к ней школы Ильи Михайловича Лифшица главным был вопрос о свойствах металлов. Назовем здесь электропроводность и ее зависимость от температуры, теплоемкость электронов, свойства, зависящие от формы ферми-поверхности. Меня же волновал вопрос, может быть более примитивный, а будет ли данное вещество, данный элемент металлом или диэлектриком. Как ответ зависит от плотности вещества? Здесь уместно сказать, что в данных условиях (при заданных давлении и температуре) обычно вещество имеет одну, вполне определенную плотность, является газом, жидкостью или твердым телом. Таким образом, если мы хотим менять плотность, то нужно менять условия. Но в этом случае возможны не все ситуации, т. е. не все значения плотности при низкой температуре. Поэтому появляется идеализированная задача об атомах (ядрах), «прибитых гвоздиками» к определенным местам, на определенных расстояниях друг от друга. Такая по-

становка задачи была чужда Дау, он считал ее не физической, не интересной.

На позиции Дау в какой то мере сказывался тот переворот в физике, который произошел, когда утверждалась квантовая механика. Желание иметь дело только с наблюдаемыми величинами очень характерно для этого периода. Применительно к данной теме итог хорошо известен: свойства металлов великолепно исследованы Ильей Лифшицем, Дау и его школой. Решение вопроса о возникновении металла принесло славу Невиллу Мотту и другим. Дау и я опубликовали небольшую совместную заметку о превращении диэлектрика в металл, при одновременном фазовом превращении газ—жидкость.

О ПРИЧИНАХ СВЕРХТЕКУЧЕСТИ

Любопытно, что такой же подход, как к теории металлов, сказался и в теории сверхтекучести. Теория сверхтекучести Дау — одно из его лучших творений, увенчанное Нобелевской премией, — по существу является теорией свойств жидкости, сверхтекучесть которой установлена экспериментально. Дау довольно критически относился к работам Тиссы и других, связывавших сверхтекучесть с бозе-конденсацией атомов гелия. Великолепная работа Н. Н. Боголюбова по теории сверхтекучести относилась к случаю газа, атомы которого только отталкивались, и буквально к жидкому гелию была неприменима. Все это побуждало Дау к развитию феноменологической (в отличие от микроскопической) теории свойств гелия. До сих пор помню семинар в «капичнике» (Институте физических проблем) — наверное в 50-х годах, где Дау особенно настаивал на том, что есть одна только жидкость, которую бог сделал сверхтекучей. Я не гарантирую точность цитирования, может быть, вместо бога говорилось о природе. Твердо помню общий смысл: ситуация такова, что надо исследовать свойства такой жидкости, а не спрашивать, откуда произошла сама сверхтекучесть. Но я помню и замечание с места покойного академика Обреимова: есть два стабильных изотопа гелия: ${}^4\text{He}$ и ${}^3\text{He}$. Значит, есть и вопрос, будут ли они оба сверхтекучими, сравнение позволит выявить роль бозе-конденсации. Здесь я, естественно, не буду ничего писать о том, что произошло в науке (в частности, в сверхтекучести и сверхпроводимости) после аварии, трагически оборвавшей деятельность Дау.

ДАУ О СЕБЕ

Оценка своей деятельности (да и своего таланта, своей личности) всегда была и остается одной из важнейших особенностей облика человека. В молодости Дау часто говорил о классификации ученых. Он очень отчетливо выделял «нулевой» и «первый»

класс — 10—12 человек от Ньютона и Эйнштейна до Шрёдингера, Гейзенберга, Дирака. Он самокритично заявлял, что ни одна отдельно взятая его работа не достигла уровня создания теории относительности или квантовой механики. Поэтому себя он не вписывал в первый класс.

Как мне кажется сейчас, это мнение Дау, наверное, слишком скромно. Если взять все работы Дау вместе — «по интегралу» — да еще если учесть его влияние на физику в целом благодаря курсу «Теоретическая физика» и личному общению, то Дау несомненно принадлежит к высшему классу. Во всяком случае по умению мгновенно — а иногда и заранее — найти ошибку Дау не имел себе равных. Любопытно, что Дау очень отрицательно относился к разговорам о том, почему тот или иной физик — его собеседник, или сам он, или кто-то третий — не сделал работу, опубликованную кем-то другим. Он считал, что надо ценить сделанное, а не сокрушаться по поводу проплывшего мимо.

Дау был самокритичен, но самокритика никогда не переходила у него в бесплодное самоедство. Жизнь Дау была достойной и гармоничной — до нелепой катастрофы, прервавшей его деятельность, практически прервавшей его общение с нами...

Приуроченные к восьмидесятилетию со дня рождения Ландау воспоминания о нем и обо всех годах общения с ним необычайно волнуют. Вспоминается огромный кусок жизни, тесно связанной с жизнью и творчеством Ландау. Вспоминается то время, когда можно было позвонить Дау по телефону и через 10 минут прийти к нему, прийти к Учителю и получить кусок ясности и понимания.

Сейчас я лучше, чем тогда, понимаю, каким счастьем была жизнь и работа рядом с большим, великим физиком и человеком.

Б. Л. Иоффе

ЕСЛИ БЫ ЛАНДАУ ЖИЛ СЕЙЧАС...

В последнее время я часто думаю о том, как действовал и что думал бы Ландау, если бы он дожил до наших дней. Ведь если бы не нелепая случайность, то Ландау, скорее всего, дожил бы по крайней мере до 70-х годов, когда произошел великий перелом в физике элементарных частиц, а может быть, и до наших дней, и не просто дожил бы, а был бы творчески активен и сам бы внес немало в эту революцию в физике. Думая об этом,



М. Гелл-Манн и Л. Д. Ландау, 1956 г.

я с течением времени все острее ощущаю, как мне, да и не только мне, а всей физике не хватает «мэтра» с его четкостью оценок, умением мгновенно прояснить ситуацию и выделить разумное из моря заблуждений¹.

Возможно, в том, что Ландау нет сейчас, есть неумолимая логика истории, чему много примеров: великий человек не может существовать, когда великие события, породившие его, кончились, — он должен уйти. Так и Ландау, величайший энциклопедист в физике, человек, который не только знал всю физику и имел определенное мнение по всем ее проблемам, но и работал почти во всех ее областях, вероятно, не смог бы существовать по-прежнему в современной науке, разветвившейся на ряд обособленных направлений.

Я приведу два примера того, как Ландау прояснял ситуацию и как после этого сразу возникал новый этап в развитии если не всей физики, то, во всяком случае, очень большой ее части.

Первый пример относится к истории создания цикла работ Ландау, Абрикосовым и Халатниковым по нахождению асимптотик функций Грина в квантовой электродинамике. Как известно, Ландау долго не принимал работ Фейнмана по квантовой электродинамике и идей перенормировок, а когда принял, то отно-

¹ Сам Ландау именно так и считал: глупостей много, а разумного мало. Один из любимых им афоризмов, к которому он часто прибегал, был: «Почему певцы глупые? Отбор происходит по другому признаку».

сился к ним скептически, считая, что они внесли мало нового и что фактически все содержалось в уравнениях поля (так называемых гейзенберговских уравнениях, хотя Ландау не употреблял этого термина). Положение сразу изменилось после того, как Ландау понял, что при вычислении радиационных поправок в области больших виртуальностей p^2 возникают члены, когда на каждую степень квадрата заряда e^2 приходится одна степень $\ln p^2$, т. е. члены $\sim (e^2 \ln p^2)^n$. (С гордостью я хотел бы отметить, что в выяснении этого вопроса определенную роль сыграли обсуждения Льва Давидовича с теоретиками ИТЭФа.) Отсюда Ландау пришел к совершенно новой в то время идее бегущей константы связи, которую он сформулировал следующим образом: квантовая электродинамика (КЭД) имеет смысл только после размазывания взаимодействия, т. е. введения параметра обрезания Λ . При этом затравочный заряд e_1^2 зависит от Λ : $e_1^2 = e_1^2(\Lambda)$ и для вычисления нулевого приближения в КЭД необходимо просуммировать все члены, в которых малость e_1^2 компенсируется большим $\ln \Lambda^2$. В первом разговоре в ИТЭФе на эту тему (январь 1954 г.), когда задача была сформулирована, но еще не решена, Ландау, излагая программу дальнейших действий, сказал, каков, по его мнению, должен быть ответ — он ожидал убывания затравочного заряда e_1 с ростом Λ , т. е., в переводе на современный язык, асимптотически свободной теории и даже, может быть, за счет этого полного устранения бесконечностей из теории. (Эта надежда отражена в названии первой из серии статей Ландау, Абрикосова и Халатникова.) На вопрос Померанчука, полностью ли он уверен в ответе и нет ли каких-либо других возможностей, Ландау сказал, что в принципе есть еще одна возможность — это когда перенормировочный множитель будет таким, что при любом $e_1^2(\Lambda)$ физический заряд окажется равным нулю, т. е. теория внутренне противоречивой. Тогда в первом разговоре Ландау эту возможность считал маловероятной. В таком стремлении предвидеть ответ на начальной стадии проявился весь стиль мышления Ландау, который он сам выражал так: «Как вы можете решать задачу, если вы заранее не знаете ответа?»

Решение задачи не подтвердило первоначальных оптимистических надежд Ландау: в КЭД «возник» нуль физического заряда, т. е. осуществилась вторая возможность. Вскоре (в основном благодаря работам И. Я. Померанчука) выяснилось, что такая же ситуация имеет место и в (юкавских) мезонных теориях. И тут Ландау резко изменил свою точку зрения — он пришел к выводу, что КЭД и мезонные теории не существуют как последовательные физические теории: КЭД является хорошим, но в принципе только приближенным описанием реальности, а мезонные теории вообще не имеют области применимости, и занятие ими — это потеря времени. Такая позиция Ландау в корне отли-

чалась от позиций многих теоретиков, которые не верили в «нуль-зарядную» ситуацию и либо просто ее игнорировали, либо пытались найти какие-то погрешности в доказательстве. Как показало дальнейшее развитие науки, Ландау был абсолютно прав.

Другой пример относится к истории того, как Ландау выдвинул гипотезу о сохранении комбинированной (или СР) четности. В 1956 г., когда остро стоял вопрос о природе «загадки θ - τ », т. е. распада вроде бы одной и той же частицы (K -мезона) на 2 и 3 π -мезона, Ландау и слышать не хотел об объяснении этого явления за счет несохранения четности и не желал даже обсуждать работу Ли и Янга. Его аргумент состоял в том, что несохранение четности должно привести к анизотропии пространства. Однако, после того как Л. Б. Окунь, А. П. Рудик и я рассказали ему содержание нашей работы о том, что, согласно СРТ-теореме, при нарушении пространственной четности должна обязательно нарушаться зарядовая четность или инвариантность относительно обращения времени² и каждой из этих возможностей отвечают определенные парные корреляции в распадах, Лев Давидович сразу изменил свою точку зрения и буквально в течение нескольких часов им были сделаны работы о сохранении комбинированной четности и теории двухкомпонентного нейтрино. Вечером того же дня, когда состоялся наш разговор со Львом Давидовичем, мне позвонил И. Я. Померанчук и сказал: «Дау решил проблему несохранения четности. Немедленно едем к нему». Когда мы приехали, Лев Давидович рассказал две эти работы практически в окончательной версии, включая все вычисления. Рассматривая работы Ландау по сохранению СР и двухкомпонентному нейтрино с позиций сегодняшнего дня, видно, какую колоссальную роль они сыграли в развитии физики слабых взаимодействий.

Из этих двух примеров видно, что догматизм в науке был совершенно чужд Ландау: он не цеплялся за старую точку зрения, а мгновенно менял ее, если того требовали факты. Эти примеры показывают также, что для Ландау не было трудностей в решении задач — трудности были только в постановке. В том, что Ландау не брался за решение задач, ответ которых он не мог предвидеть, была не только его сильная, но и слабая сторона. Тем самым он отказывался от попыток решить проблемы, которые, как он считал, были выше его класса. Хотя такая скромная самооценка³ и заслуживала всяческого уважения, она, как

² Ландау, конечно, знал СРТ-теорему, но считал ее неким тривиальным соотношением, которому автоматически удовлетворяет любой локальный лагранжиан. Поэтому ему не приходило в голову, что из СРТ-теоремы можно получить какие-либо физические следствия.

³ Скромность самооценки Ландау видна и из его отношения к эксперименту. Хотя Ландау знал всю теоретическую физику, он не считал себя достаточно компетентным в эксперименте (не в постановке задачи, конечно, а в методике) и целиком полагался на мнение уважаемых

мне кажется, приводила к тому, что Ландау не сделал всего того, что он мог бы сделать. (Это не только моя точка зрения. Такой же точки зрения придерживался И. Я. Померанчук, который, в частности, считал, что, если бы Дау занялся квантовой теорией поля не в 1954 г., а раньше — в конце 40-х годов, он сделал бы там намного больше.)

Сейчас физика элементарных частиц, по-видимому, стоит в преддверии грандиозных событий — создания всеобъемлющей теории, объединяющей все существующие в природе взаимодействия, включая гравитационное. Есть разные пути, и выбор между ними затруднен тем, что, поскольку всеобщее объединение должно возникнуть при энергиях порядка массы Планка (10^{19} ГэВ), эксперимент почти ничего не подсказывает для построения теории. Другая трудность построения единой теории состоит в том, что все эти пути требуют новую, непривычную для физиков и весьма глубокую математику. В этой ситуации как нам всем был бы нужен Ландау с его даром предвидения, физической интуицией, глубоким пониманием математики и критичностью! Сейчас в мире я не вижу человека, который обладал бы всеми этими качествами в той степени, какая необходима для решения этой грандиозной задачи. Так что даже сильный теоретик, занимающийся этой проблемой без ясного ориентира, может оказаться на тупиковом направлении. И тут уместно вспомнить слова Ландау: «Ввиду краткости жизни мы не можем позволить себе роскошь тратить время на задачи, которые не ведут к новым результатам» (*Ландау Л. Д. О фундаментальных проблемах // Теоретическая физика в XX веке: Пер. с англ. М.: Изд-во иностр. лит., 1962. Статья, посвященная памяти В. Паули*).

Ландау очень был бы нам нужен сейчас не только как физик, прокладывающий новые пути в науке, научный лидер, но и как человек, поддерживающий своим авторитетом чистую моральную атмосферу в науке, бескомпромиссный враг всякой фальши и суесловия. Как-то Померанчук так высказался по этому поводу: «Вы не можете себе представить, какую громадную ассенизаторскую работу проводил Дау в теоретической физике».

Ландау считал, что физика, и не только физика, а любая настоящая наука, должна приводить к конкретным результатам, и с презрением относился ко всякому наукообразию, которое он с насмешкой именовал «die Neubegründungen der Grundlegenden» или даже хуже — «кислощенством».

Ландау очень скептически относился ко всяким рассчитанным на рекламу сенсациям в науке. Типичным для него высказыванием по такому поводу было: «Люди, услышав о каком-то необыкновенном явлении (в науке или в жизни), начинают пред-

им экспериментаторов. И если на семинаре Ландау кто-нибудь из теоретиков начинал обсуждать методику эксперимента, Ландау останавливал его, говоря: «Не нам судить».

лагать для его объяснения маловероятные гипотезы. Прежде всего рассмотрите простейшее объяснение — что это все вранье».

Ландау считал, что научный лидер обязательно должен иметь свои собственные и значительные научные результаты, только в этом случае он имеет моральное право руководить людьми и ставить перед ними задачи. Он говорил: «Нельзя делать научную карьеру на одной порядочности — это неминуемо приведет к тому, что не будет ни науки, ни порядочности».

И этого Дау — «ассенизатора в науке» — теперь нам очень не хватает.

Ю. Каган

ДАВАЙТЕ ВОЗЬМЕМ ИНТЕГРАЛ...

Впервые я встретился с Л. Д. Ландау весной 1949 г. при очень памятных для меня обстоятельствах. Я учился в созданном после войны Московском инженерно-физическом институте (МИФИ), где сам Ландау не преподавал, но целый ряд его учеников читали лекции. Обстановка была редкостно камерной. На курсе было всего несколько десятков студентов, отношения между ними и преподавателями носили подчас неформальный характер, и профессора знали многих студентов по имени. Однажды в перерыве А. И. Алиханьян, читавший нам лекции по ядерной физике, спросил меня, не хотел бы я заниматься теорией космических лучей. При этом он добавил, что, если я соглашусь, он будет просить Л. Д. Ландау взять меня в аспирантуру с ориентацией на это направление, к которому Ландау питал несомненный интерес. (А. И. Алиханьян в те годы заведовал лабораторией космических лучей в том же Институте физических проблем, где работал Л. Д. Ландау.) Конечно, сочетание имени Л. Д. Ландау со словами «космические лучи», а в ту пору мы все хотели заниматься ядерной физикой, делали мой ответ однозначным.

Уже на следующей неделе А. И. Алиханьян сообщил мне, что Л. Д. Ландау в ближайшее время пригласит меня встретиться с ним. Естественно, что этой недели было достаточно, чтобы по каналам студенческой молвы я узнал весь набор легенд, который сопровождал имя Л. Д. Ландау. По правде говоря, информация была устрашающей. Легенды гласили, что он резок и нетерпим, что попасть в аспирантуру можно, только сдав ему предварительно экзамены по всей теоретической физике (уже тогда фигурировало название «Ландау-минимум»), что прежде, чем обсуждать любую проблему, он учиняет собеседнику экзамен вне зависимости от его возраста и положения и т. п. Поэтому я про-

сил А. И. Алиханьяна передать, что я готов немедленно начать сдавать весь теорминимум, но хотел бы избежать экзамена при первой встрече, боясь, что уровень полученных нами в институте теорфизических знаний заметно ниже уровня опубликованных к тому времени книг Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица.

Когда после следующей лекции мы поехали в Институт физических проблем, А. И. Алиханьян заверил меня, что он обо всем договорился с Л. Д. Ландау в точном соответствии с моей просьбой и беседовать мы будем втроем. Застали мы Л. Д. Ландау во дворе института, где он на ходу беседовал с кем-то из сотрудников. Поздоровавшись и сказав: «Ах, это вы?», он пригласил меня к себе домой (он жил здесь же на территории института), сказав небрежно: «Артюша, ты нам не нужен, мы поговорим сами». Извиняюще глядя на меня, А. И. Алиханьян пытался настаивать на беседе втроем, но все его попытки были с улыбкой отвергнуты.

Мы поднялись на второй этаж его квартиры, и здесь в памятной для многих небольшой гостиной Л. Д. начал расспрашивать меня о преподавании в МИФИ, по ходу разговора задавая неожиданным чисто физические вопросы из самых разных областей. Это продолжалось довольно долго, когда внезапно Л. Д. сказал: «Знаете что, давайте-ка возьмем интеграл», — и с этими словами он написал один из своих любимых интегралов с квадратным корнем от трехчлена в знаменателе и ушел из комнаты. Вернулся он минут через 15. К этому времени я интеграл взял, но Л. Д. остался недоволен, поскольку я использовал громоздкий классический метод подстановок. Дифференциальное уравнение, которое он написал, я решил быстро, но с интегралом от сложного векторного выражения я застрял, начав его преобразовывать архаичным способом. Л. Д. прервал мои занятия со словами: «Конечно, молодой человек, вы кое-что знаете, но все-таки для вас же самого лучше, если вы сдадите мне теорминимум». На этой ноте мы расстались, и с того дня, забросив все остальное, я начал один за другим сдавать экзамены «Ландау-минимума».

В тот период он все экзамены принимал сам, тратя на это много времени. Хотя сдавших весь минимум было весьма ограниченное число, начинали сдавать многие, к тому же нередко по несколько раз один и тот же раздел. Интересно понять мотивы его пристального и требовательного внимания к процедуре сдачи теорминимума — ведь это не был просто отбор в аспирантуру института, которая всегда количественно была очень мала. Много позднее он привел мне свои соображения, почему он считает, что для начинающего теоретика сдача теорминимума имеет принципиальное значение. Рассуждения его сводились к тому, что, начиная работать и углубляясь в какой-то определенной узкой области, теоретик должен а priori владеть исходными представлениями и методами всех разделов теоретической физики, что от-

крывает для него возможность использования далеких аналогий, не связанных на первый взгляд результатов и тем самым способствует развитию интуитивного физического мышления.

С другой стороны, и это он подчеркивал специально, повышенные трудности, связанные со сдачей теорминимума, позволяют самому сдающему оценить свои силы и избежать комплекса неполноценности, уйдя на раннем этапе из теоретической физики, если планка окажется слишком высокой. И он жертвовал своим временем, помогая как тем, кто преодолевал планку, так и тем, кому это было не под силу, способствуя тем самым созданию в стране высокопрофессиональной группы физиков-теоретиков и одновременно установлению высоких критериев.

Сами экзамены носили черты ритуального однообразия. Вы звонили Л. Д. и говорили, что хотите сдать такой-то экзамен. Он немедленно назначал вам день и час, никогда не прося перезвонить через день, два или неделю, как это бывает обычно. Все экзамены он принимал дома. Когда вы переступали порог, он неизменно бросал взгляд на часы, и тут же следовал комментарий, обычно очень едкий, если вы опоздали хотя бы на несколько минут. Надо сказать, что позднее меня всегда поражала его точность, он никогда сам не опаздывал ни на минуту, и это как-то даже не вязалось с его внешним обликом. Далее он предлагал вам оставить все записи и книги в прихожей и подняться в ту же маленькую гостиную на втором этаже. Он приносил из кабинета несколько чистых листов бумаги, писал условия первой задачи и тут же уходил. Через некоторое время он стремительно входил в комнату и смотрел через плечо, что у вас получается. Далее обязательно следовал комментарий типа: «Прошлый раз вы решали быстрее»; «Вы действуете как тот теоретик, которому предложили вскипятить воду для чая, когда температура воды была уже 80°C . Он вылил воду, наполнил чайник заново и поставил на огонь, тем самым сведя задачу к уже известной»; «Глядя на ваши выкладки, не скажешь, что теорфизика — красивая наука». В лучшем случае это звучало так: «Ну ладно, это правильно, давайте решим еще одну задачу».

Что-то существенно изменилось в наших взаимоотношениях после того, как я сдал «Квантовую механику». Л. Д., не дожидаясь сдачи всего теорминимума, написал письмо с просьбой направить меня после окончания института к нему в аспирантуру. Теперь после каждого экзамена он подолгу беседовал со мной, приглашая иногда пообедать вместе с ним. Разговоры носили главным образом общечеловеческий характер, почти всегда с наставительной интонацией, но поражали меня тогда своей откровенностью, я бы даже сказал, личностной обнаженностью. Он часто возвращался к тому, как, по его мнению, должен жить человек, желающий стать настоящим теоретиком, как он должен строить свои взаимоотношения, в частности, с женщинами. Здесь

Л. Д. не скупился на положительные и отрицательные примеры из своей жизни и из жизни других физиков. В тот момент я даже предпочел бы не знать часть из этих примеров. Один из наставительных тезисов Л. Д. сводился к утверждению, что, если теоретик хочет достичь чего-то существенного, он должен жениться в 30 лет, не раньше. Я любил цитировать эти слова Л. Д., пронизывая над своими друзьями. Но, когда я сам женился именно в 30 лет, насмешкам, что это не случайно и произошло потому, что «так сказал Л. Д. Ландау», не было границ.

Одним из впечатляющих был для меня разговор, который я помню до сих пор почти дословно, когда Л. Д. почему-то решил дать характеристики теоретикам, близко с ним соприкасающимся. Характеристики были весьма нелицеприятными, хотя они относились к людям, чьи имена были хорошо известны в кругу физиков. Единственно, о ком он говорил в превосходных степенях, был И. Я. Померанчук. Честно говоря, я был обескуражен, мне казалось, что он был крайне не объективен и не справедлив. Ведь многих из этих людей я знал, слышал их выступления на семинарах, они были несомненно талантливы. Но вот прошло много лет, и я должен признаться, что, несмотря на безусловные преувеличения, почти во всех случаях Л. Д. точно подметил те черты, которые так или иначе сказались в будущем.

Иногда после экзамена Л. Д. в качестве как будто развлечения начинал задавать «детские» задачи на сообразительность с монетами, спичками, со скрытой симметрией и т. п. (Все эти задачи еще раз вернулись ко мне, когда сын стал посещать математическую школу.) Если вы не могли сразу найти ответ, он начинал пронизировать, правда в этом случае очень снисходительно.

В аспирантуру к Л. Д. Ландау мне поступить не разрешили. Несмотря на его повторные просьбы. Шел 1950 год. Я должен был ехать работать далеко от Москвы. Л. Д. предложил мне поступить в заочную аспирантуру к нему. Я сдал перед отъездом вступительные экзамены, и Л. Д. написал, что он согласен быть моим научным руководителем. Он составил и передал мне письмо-рекомендацию, которое не имело точного адресата и содержало просьбу предоставить мне возможность работать как физику-теоретиком. Это письмо сыграло существенную роль в моей биографии. Но учиться в заочной аспирантуре у Л. Д. мне снова не разрешили. Поэтому, приезжая время от времени в Москву, я имел возможность очень отрывочно консультироваться у него.

Регулярно видясь с Л. Д. я начал только во второй половине 50-х годов, когда вернулся в Москву и стал работать в Институте атомной энергии. В этот период у нас сложились неформальные отношения, возможно, благодаря тому, что я работал в другом институте. Он довольно часто бывал в нашем доме, подружились с нашими друзьями.

Но наиболее впечатляющим, без сомнения, было участие каждый четверг в семинаре, который вел Л. Д. в Институте физических проблем. Наверное, многие в своих воспоминаниях коснутся этого семинара. Скажу только, что это был совершенно уникальный семинар, по-видимому не имевший и до сих пор не имеющий аналогов в мире. Владение всей теоретической физикой как единой областью в сочетании с удивительной глубиной физического мышления позволяло Л. Д. проникать в сущность излагаемого почти тотчас после того, как докладчик начинал рассказывать свою работу. Происходил скальпельный анализ с выявлением главных результатов и скрытых слабостей. Семинар превращался для присутствующих, а часто и для докладчика в студийный урок, и в этом была его особая неповторимость. Сам Л. Д. относился к семинару очень серьезно и, по-видимому, часто готовился к нему. Во всяком случае, я мог в этом убедиться на собственном примере. Л. Д. имел обыкновение за неделю до семинара беседовать с докладчиком, после чего окончательно решал вопрос о целесообразности постановки доклада на семинаре.

Расспросив меня в подобной ситуации, он с одобрением отнесся к результатам анализа конкретной системы, но был весьма скептичен по отношению к попытке широкого обобщения, которым, по правде говоря, я гордился. К моему удивлению, когда во время доклада я перешел к этой части и услышал сомневающиеся вопросы кого-то из присутствующих, Л. Д. вышел к доске и продемонстрировал свой вариант доказательства справедливости этого обобщения.

К сожалению, этот период длился недолго. В январе 1962 г. Л. Д. попал в автомобильную катастрофу. Желание помочь спасению Л. Д. Ландау сплотило большое число людей, готовых день и ночь делать все, что могло принести хоть какую-нибудь пользу. Те дни вспоминаются как дни торжества истинного человеческого начала. Как осколок тех далеких дней передо мной лежит на столе авиационный сертификат, оставшийся у меня после одного из дежурств. На нем написано: «Срочно. Срочно. Срочно. Человеческая жизнь в опасности. Получатель критически болен. Немедленно свяжитесь с соответствующими лицами». Адрес — Московский аэропорт, получатель — мистер Ландау. Лекарство доставлено из Брюсселя по заказу из Лондона.

Л. Д. Ландау остался жив. Но он уже не был прежним Дау. Не могу забыть фразу, которую он постоянно повторял, когда вы приходили его проведать: «Вот боли пройдут, и мы обязательно поговорим».

М. И. Каганов

ЛАНДАУ — КАКИМ Я ЕГО ЗНАЛ *

Бывают ученые, и большие ученые, вся биография которых сводится к списку научных работ. К нему часто прибавляют одно или два неожиданных высказывания, свидетельствующих, что и человек, целиком ушедший в науку, во всем мыслит оригинально. Но, чтобы дать представление о таком многостороннем человеке, как Л. Д. Ландау, надо обрисовать его во всех планах, подробно рассказать не только о его научных достижениях, но и о своеобразных взглядах на жизнь.

Л. Д. Ландау, хотя и был человеком педагогической складки, не отличался терпимостью. Излагая свою точку зрения на тот или иной научный или житейский вопрос, он ясно показывал или прямо высказывал свою нетерпимость к инакомыслящим. Многих это отталкивало. Но теперь, когда Дау больше нет, можно думать, что и люди, совсем не согласные с его взглядами, отнесутся к ним по крайней мере с интересом. Как бы ни отличались воззрения Дау на жизнь от общепринятых, они были глубоко выстраданы и выбраны им не как самые удобные.

Личность во всех отношениях цельная, Дау искал и в жизни нечто соответствующее его общему научному методу. Рыцарь теоретической физики без страха и упрека, он служил своему идеалу всегда и во всем. Этим служением проникнута его жизнь в самых далеких от науки областях.

...Вхожу в Институт физических проблем за несколько минут до семинара и вижу Дау, шагающего по широкому коридору с кем-либо из своих друзей-учеников и обсуждающего то ли только что появившуюся статью, то ли очередную «непробиваемую» задачу. Эта картина так запечатлелась в мозгу, что и теперь, вбегаю по лестнице на второй этаж «физпроблем», каждый раз ощущаю трепет...

Мне повезло: я не только «пробивал» через Ландау почти все свои работы, участвовал в его знаменитом семинаре, слушал его доклады, но и много разговаривал с Львом Давидовичем. Разговаривал о науке, о философии и об истории, о своих личных делах (Дау — советчик нескольких поколений физиков), о событиях свежих — только что с газетной полосы — и о событиях отдаленных. К сожалению, я ничего не записывал; память сохранила только обрывки мыслей, суждений, иногда парадоксальных, но всегда искренних до конца, — мыслей, которые не менялись при замене собеседника.

* Природа. 1971. № 7. С. 83—86.

Одна из замечательных черт Ландау — он всегда был самым собой, никогда не важничал (А. И. Шальников назвал его самым не важным человеком, какого он знал). При этом Дау любил (по его же словам) покрасоваться, т. е. показать себя с наилучшей стороны. И это ему удавалось. Его популяризаторские выступления, всегда очень лаконичные, сопровождались восторженным оханьем слушателей.

Часто говорят о пироте, энциклопедичности Ландау. Хочу рассказать об одном эпизоде. После многолетнего перерыва Лев Давидович приехал в Харьков и довольно много времени провел в Украинском физико-техническом институте. Кирилл Дмитриевич Синельников, директор УФТИ в те годы, тогда болел и уступил Льву Давидовичу свой кабинет. И вот в кабинете «воцарился» Ландау в окружении харьковских физиков-теоретиков. А через кабинет «проходили» уфтинские физики и рассказывали о своей работе. Ландау был, что называется, в форме. Он живо интересовался всеми работами, задавал вопросы, давал советы. Поражало следующее: через несколько минут после начала беседы Лев Давидович был совершенно в курсе дела. Если бы обсуждаемые вопросы не были столь специальными, подобную беседу можно было бы демонстрировать, как демонстрируют феноменальных счетчиков. В Ландау поразительным образом сочеталась быстрота реакции с осведомленностью и глубиной понимания. Ничего похожего ни у кого я не видел.

Семинар, которым руководил Ландау, войдет в историю теоретической физики и будет подробно описан. На его заседаниях создавалось, строилось то, что высоким стилем именуют «школа Ландау». Для физиков моего поколения необычайная широта семинара была привычна. Все знали: на семинаре можно выступить с работой из любой области теоретической физики. И не просто выступить, но и получить квалифицированный совет. Либо во время доклада, либо до — при предварительном обсуждении с Дау.

О семинаре и его научных достоинствах я, конечно, знал до того, как впервые на нем побывал. И все же семинар поразил. Поразил прежде всего своей атмосферой. Четко ощущалось: люди, собравшиеся в зале, живут теоретической физикой. Я написал последнюю фразу и понял, что недостаточно точно выражаю свою мысль. Привычка к штампам автоматически может подсказать образы ученых-аскетов либо, наоборот, развязных молодых людей с бородами и без, которые бродят по экранам в фильмах о физиках. Не то и не другое. В семинаре принимали участие разные люди — и по возрасту, и по положению, и по квалификации, и по внешнему виду, но всех объединяло одно: происходящее на семинаре интересовало их более всего в жизни. Страсть, с которой выступали, огорчения, которые испытывали, когда их прогоняли от доски (такое случалось нередко — докла-

дывать было трудно), не омрачались никакими побочными сообщениями. На семинаре господствовала наука — наука как таковая. Я не помню ни одного случая, чтобы на семинаре проявились личные отношения между его участниками, чтобы споры, которые вспыхивали часто и редко пресекались, были связаны с симпатией или антипатией к выступающему, а не к задаче или методу ее решения.

На семинаре царила полная демократичность. Лев Давидович сидел спиной к залу, в первом ряду, и, хотя большинство докладчиков обращались непосредственно к нему, он не был Председателем, Куратором (с большой буквы) — никакой торжественности, важности. Каждый участник мог в любую минуту прервать докладчика, требуя разъяснения или высказывая свое неодобрение. Этой возможностью пользовался и Ландау. Бытует много рассказов о жесткости Ландау в оценке работ, рассказов о том, как тот или иной выступающий был прогнан. Действительно, если выяснялась несостоятельность работы или автор (либо докладчик, реферирующий чужую работу) не мог объяснить существа дела, он безжалостно лишался слова. Раздавалось сакраментальное: «Алеша, что у нас дальше?» Но следует помнить, что истинной причиной жесткости было абсолютно бескомпромиссное отношение Ландау к науке. Правильность или неправильность результата не зависит от того, получен он близким другом или совершенно посторонним. Ландау нередко защищал докладчика от нападков слушателей. До сих пор многие повторяют часто слышанную от него фразу: «Автор обычно бывает прав», — за которой следовало: «Послушаем дальше...» Только обнаружение ошибки, некомпетентность выступающего либо неумение разъяснить прерывали доклад.

...Докладывает маститый ученый, весьма уважаемый, и уважаемый заслуженно. Последние его работы, правда, вызывают настороженную реакцию, так как ученый дискутирует с Эйнштейном. Семинар проходит напряженно. Обычная процедура — ответы на вопросы по ходу доклада — не устраивает докладчика. Лев Давидович просит не мешать докладывающему и внимательно слушает. В конце первого часа (перед перерывом) Ландау встает и говорит, глядя на доску: «Вы ошиблись...» И точно указывает место, где допущена ошибка (весьма тонкая, заметим). Все, кто знает, как трудно со слуха разобраться в сути теорфизической работы, поймут, какое проникновение в чужую работу (подчеркнем — очень далекую от интересов Ландау в то время) было продемонстрировано.

Другой семинар. Другой докладчик, разбирающий чужую статью, кажется из «Physikal Review». Недоразумение: слушатели (и докладчик тоже) не понимают метода вывода автора. Начинается шум. Лев Давидович встает, подходит к доске и выводит формулу. Вычисления прodelьваются аккуратно, в чуть

замедленном темпе. Кто-то не выдерживает: «Дау, только без коэффициентов, достаточно оценки...» Быстрый, мгновенно реагирующий, Ландау был педантичным, когда дело касалось вычислений, расчета. Сам великолепно «угадывающий» результат в сложнейших задачах, он требовал строжайшей доказуемости от всех. Конечно, и от себя. «Угадка», т. е. интуитивные соображения, хороша только как наметка, как необходимый этап при формулировке строгой постановки задачи.

Острота, яркость впечатлений от семинаров Ландау не сглаживались с годами. Каждый приезд в Москву (я жил тогда в Харькове) приравнивался к семинару, и каждое заседание, на котором удалось присутствовать, воспринималось как своеобразный праздник. Сходство с праздником усиливалось толкотней в коридорах (до и после семинара, в перерыве), взволнованными лицами, особым гулом — свидетельством общего возбуждения.

Сейчас, когда образ Ландау приходится восстанавливать по памяти, наверное, разные люди нарисуют разные портреты. Это естественно. Ландау был слишком сложным человеком, чтобы каждый, даже близко его знавший (или думающий, что знал его близко), разобрался в нем полностью. Одни и те же факты, высказывания, оценки будут пониматься и тем более трактоваться по-разному. Это отступление от рассказа о семинаре нужно мне, чтобы вернуться к демократичности Ландау, наиболее ярко проявлявшейся именно на семинаре.

Демократичность — понятие не простое. Уровень демократичности определяется и стилем отношений внутри уже существующего коллектива, и легкостью присоединения к коллективу. Демократичность в окружении Ландау была очень откровенная; мне не хочется употреблять слово «нарочитая», так как простота отношений была естественна, никому не демонстрировалась. Многие говорили друг другу «ты», многие говорили «ты» Ландау, никого не удивляли споры (иногда в резкой форме) между учеными совершенно разного возраста и положения.

Я убежден, что многих именно эта демократичность, простота отношений в школе Ландау отпугивала. Окружавшие Дау казались компанией близких друзей (многие действительно дружили). А в такую компанию трудно войти взрослому человеку. Поэтому школа Ландау (в те годы, когда я знал его) росла за счет молодежи: появлялись новые ученики Ландау и ученики его учеников. Молодые люди, как правило, легче преодолевали барьер психологической несовместимости.

Некоторая изолированность (наверное, более точное слово — обособленность) школы Ландау была связана еще с одним обстоятельством. Научная близость, сильное взаимодействие породили своеобразный язык научного общения. Язык, который хорошо понимали все физики-теоретики, близкие Ландау (стоит подчеркнуть очень высокий профессиональный уровень школы Ландау),

и к которому надо было по меньшей мере привыкнуть. Свою работу необходимо было «уметь» рассказать. Некоторым это давалось легко, а другие, даже делавшие вполне хорошие работы, так и не сумели постичь премудрости языка Ландау. Для Ландау очень много значило первое впечатление о человеке. Неудача при знакомстве (сказал глупость, может быть от волнения, проявил некомпетентность в области, которой занимался, или что-нибудь в этом роде) часто навсегда лишала человека возможности тесного общения с Ландау. Иногда к таким неудачникам (непризнание Ландау ничем организационно не грозило) Ландау был явно несправедлив. Об одном физике-теоретике он несколько раз (поэтому, наверное, я и запомнил) говорил одно и то же: «Если дать ему продифференцировать $\ln ax$, он получит $1/ax$ ». Пожалуй, тот, о ком говорил Ландау, дифференцировать умел...

Как-то, придя в Институт физпроблем, я встретил Исаака Яковлевича Померанчука, который с обычной своей экспансией сказал: «Мэтр (Исаак Яковлевич часто называл так Дау, что не мешало ему на семинаре иногда заявлять: «Мэтр! Ты говоришь ересь!») сделал свою лучшую работу». Речь шла о свойствах нейтрино, о сохранении комбинированной четности. Зная любовь Льва Давидовича к точности в оценках, я решил проверить это утверждение. Дау не согласился, сославшись, что работу все сразу поняли, да и само открытие, по сути дела, носило коллективный характер. «Какую же свою работу вы считаете лучшей?» — спросил я. Ответ: «Теорию сверхтекучести гелия. Ее до сих пор многие не понимают». Эта работа (в мае 1971 г. исполнилось 30 лет с момента ее публикации) удостоена Нобелевской премии.

...Конференция по физике низких температур в Киеве (1961 г.). Л. Д. Ландау, который в это время увлечен теорией элементарных частиц, все же приехал; много, активно общается со всеми делегатами. Его, как всегда, «доют». Каждый использует удобный случай получить совет, рассказать о последнем результате. Дау не отгорожен ни от кого. Единственное условие для беседы: ты сам должен понимать, о чем говоришь, и уметь объяснить.

В конце конференции всех участников повезли в Канев. На обратном пути человек 10–12 собрались в салоне вокруг Дау, читали стихи. Хотя никакого соревнования не было, но, пожалуй, был победитель — Дау. Он знал на память и хорошо читал массу стихов. Друзья поддразнивали Дау, говоря, что у него инфантильный литературный вкус. Он любил Драйзера больше Хемингуэя. Ему нравились бытовые драмы в театре. Но... Когда Лев Давидович впервые услышал одно из наиболее глубоких, философских стихотворений Пастернака, его «Гамлета» («Гул затих. Я вышел на подмости. Прислонясь к дверному косяку, я ловлю в далеком отголоске, что случится на моем веку...»), он не мог с



*Ю. Каган, Л. Д. Ландау, М. И. Каганов, И. М. Лифшиц
на конференции по физике низких температур.
Киев, 1955 г.*

ним расстаться. Тут же вытащил свою записную книжку и аккуратным бисерным почерком переписал «Гамлета».

Однажды (дело происходило во время какого-то «скучного» доклада на ученом совете Института физпроблем) я, прочитавший перед этим популярную статью о навигационном устройстве птиц, пытался поговорить на эту тему с Дау. Он довольно равнодушно отнесся к моим словам и сказал, что, прежде чем рассуждать о правильности или неправильности тех или других гипотез, надо ознакомиться с проблемой по существу, не из вторых рук.

Льва Давидовича никогда не привлекали модные увлечения читательской аудитории: снежный человек, телепатия, летающие тарелки и т. п. Большинство подобных увлечений он считал интеллигентским суеверием и остро высмеивал. Как-то, готовясь к 50-летию Дау, поставили под диван магнитофон и записали его высказывания по подобным вопросам. К сожалению, запись оказалась весьма несовершенной и поэтому ее не демонстрировали на юбилее, но без улыбки нельзя слушать подчас едкие и весьма определенные суждения Льва Давидовича.

Я неоднократно рассказывал об ироническом отношении Дау к «таинственным» явлениям, и часто слушатели обижались за «таинственное» явление, высказывали удивление, иногда даже

подозревали Льва Давидовича в ограниченности. Дело, конечно, не в ограниченности. Повышенный интерес к таинственным, загадочным проблемам, как правило, связан с тем, что обычные, ежедневные проблемы скучнеют, теряют свежесть что ли. В Ландау поражал неослабевающий с годами интерес к реальным (большим и даже малым) задачам, которые ставит и решает физика. Он разговаривал о науке с сотнями физиков. Они рассказывали ему самые различные работы, различные по трудности, по глубине, по значительности, работы, относящиеся к самым разным объектам — к твердым телам и к элементарным частицам, к звездам и к газам. Работа выслушивалась Дау, выслушивалась и занимала место в его фантастической памяти в том и только в том случае, если она удовлетворяла простому принципу: работа должна разъяснить что-то непонятное. Бесконечно разъясняющимся и бесконечно ставящим новые загадки — таким видел и ощущал мир Дау. Острый интерес к решению реальных задач не оставлял места для задач надуманных, хотя, быть может, и весьма увлекательных. И еще: Ландау всегда требовал профессионального отношения к науке, не любил дилетантов. Его раздражали болтовня и верхоглядство, которые, как правило, сопровождали попытки решения «таинственных» проблем.

Говоря о Ландау, часто упоминают о гениальной интуиции, о «даре божьем». «Дар божий», конечно, был, но была и ежедневная, нет, ежечасная титаническая работа, утомляющая, требующая отдачи всего себя. Я встречался с Дау вечерами, после рабочего дня, когда усталость, усугубленная невозможностью отключиться, была видна невооруженным глазом. Он задумывался, выпадал из разговора. Однако всегда брал себя в руки и включался в беседу. При этом очень помогали стандартные темы — о счастье, о любви, о том, каковы должны быть женские прически и женские платья.

Я не хочу, чтобы подумали, будто разговоры о счастье, любви были для Ландау способом отвлечься от работы. Это, по-моему, совершенно не так. Он по-настоящему глубоко, я бы сказал, страданно интересовался «вечными темами». Его высказывания были не стандартны. Многих отпугивала «теорфизическая» ясность, с которой Дау пытался (и часто не без успеха) решать сложные задачи человеческих взаимоотношений. Он был глубоко убежден, что в большинстве случаев сложность взаимоотношений надуманна (он всегда строго различал слова «сложно» и «трудно»), и пытался добраться до материалистической сущности конфликта, если таковой был. По своему темпераменту Дау был просветителем, и не только в науке, но и в жизни. Он считал, что людей надо учить жить. И учил...

Ландау прожил трудную, но, по сути дела, счастливую жизнь. Он был окружен преданными учениками, признание и слава достались ему при жизни. Ему казалось естественным —



*В. Г. Песчанский, М. И. Каганов, Я. А. Смородинский, Л. Д. Ландау
в кулуарах конференции по физике низких температур.
Киев, 1955 г.*

человек должен быть счастливым. Если ты несчастлив, то, поняв это, тщательно проанализировав, что мешает тебе жить и, главное, получать от жизни удовольствие, ты обязан (именно обязан) добиваться своего счастья, бороться за него. Дау всегда уходил от прямого ответа на вопрос: «Что такое счастье?» Он разъяснял, что каждый сам знает, что это такое. Счастье — слишком личная категория, не допускающая обобщенного, безличного определения.

Видя все трудности жизни и сложность современного мира, Ландау оставался оптимистом; мрачные прогнозы были ему несвойственны. Особенно четко это проявлялось при научном прогнозировании. Неоднократно (даже с кафедры) он высказывал оптимистические утверждения, например, по поводу разрешимости трудностей в теории элементарных частиц.

Я перечитываю написанное и стараюсь прочесть не то, что написал, а то, что прочтет читатель, для которого Лев Давидович Ландау — «только» великий физик, нобелевский лауреат и автор учебников, которые надо «проходить». Увидит ли этот читатель черты живого, удивительного человека из-за «хрестоматийного глянца», который Дау идет менее чем кому-нибудь другому и который появляется не из-за желания что-нибудь сгладить или приукрасить, а из-за грустного неумения владеть словом.

Я вспоминаю десятки мелких эпизодов, и

...в памяти такая скрыта мощь,
что возвращает образы и множит...

(Д. Самойлов)

... Десятки эпизодов, о которых трудно рассказать и которые, наверное, покажутся незначительными. Но если воссоздать быструю речь, повторить неожиданную реплику, даже вспомнить впервые услышанный от Дау анекдот (например: «Как хорошо, что я не люблю творог. Ведь если бы я его любил, я бы его ел, а он такой невкусный») или передать радость по поводу удачно прошедшего юбилея («Ни у кого не было такого юбилея!» — это о пятидесятилетии), то, возможно, и у читателя, который познакомился с Ландау по учебникам, возникнет ощущение общения с живым Дау. Но это задача, которую может решить только большой писатель...

ДОПОЛНЕНИЕ *

Из всех числовых игр с одним участником мне особенно памятна игра в автомобильные номера. Наверное, потому, что в нее научил меня играть Лев Давидович Ландау. Игра заключается в том, чтобы из чисел, входящих в любой четырехзначный автомобильный номер, образовать равенство. Правила игры таковы: можно использовать лишь те арифметические, алгебраические и тригонометрические действия, которые известны из школьной программы; переставлять цифры не разрешается; играть следует в уме. Другими словами, надо получить возможность, вставив между цифрами известные школьникам знаки $+$, $-$, \times , $:$, $\sqrt{\quad}$, \log , \cos и т. п., вместо черточки написать знак равенства. Есть номера очень простые. Например, $75-31$ ($7-5=3-1$). Или $38-53$ ($\sqrt[3]{8}=5-3$). А вот номер, который и вовсе «не требует чернил»: $27-33$ ($27=3^3$). Но есть номера потруднее. Вот пример трудного номера: $75-33$. По-видимому, оба способа «его решения» нетренированному игроку покажутся сложными: $7-5=\log\sqrt[3]{3}$ или $7-5=3!/3$.

Среди азартных игроков в автомобильные номера часто возникали споры, какие действия можно использовать, а какие нельзя: спорщики плохо знали точные рамки школьной программы. В частности, спорили и о возможности использовать знак факториала «!», с помощью которого часто удавалось построить равенство из неподдающегося, трудного номера.

Лев Давидович в то время, когда рассказал мне об этой игре, играл прекрасно, почти мгновенно решая задачи, возникающие

* Природа. 1975. № 8. С. 128 (сокращенный вариант).

при встрече с каждым автомобилем¹. Но бывали неподдающиеся случаи. Такой, например: 75—65. Конечно, можно было бы использовать функцию $E(x)$, равную целой части x , например $E(7:5)=E(6:5)$, но в те годы эту функцию в школе не изучали. Да кроме того, если разрешить пользоваться функцией $E(x)$, то игра скучнела. Возник вопрос о «теореме существования». «Всегда ли можно „сделать“ равенство из автомобильного номера?» — спросил я у Ландау.

«Нет», — ответил он весьма определенно. «Вы доказали теорему несуществования решения?» — удивился я. «Нет, — убежденно сказал Лев Давидович, — но не все номера у меня получались».

Заразившись игрой в автомобильные номера, я перевез ее в Харьков, где тогда жил, и распространил «заразу» среди молодых математиков. Один из них подошел к задаче серьезно и доказал теорему существования, показав, что, используя заведомо известные из школьной программы функции, любое целое число можно «приравнять» любому другому, так как существует формула сведения от $N+1$ к N .

Доказательство формулы сведения требует знания одной формулы тригонометрии и умения обращаться с обратными тригонометрическими функциями — «arc...». Действительно: $\sqrt{N+1} = \sec \arctg \sqrt{N}$.

К сожалению, после доказательства теоремы существования игра потеряла остроту, поскольку стало возможно, применяя несколько раз формулу сведения, приравнять любые числа.

Я привез доказательство Ландау. Оно ему очень понравилось, и мы полусерьезно обсуждали, не опубликовать ли его в каком-нибудь научном журнале. Лев Давидович сказал: «Пожалуй, не стоит, математики обидятся. Они и так на меня сердятся!»

Заканчивая свои воспоминания описанием этого полуанекдотического случая, хочу подчеркнуть: Дау верил в свои математические способности, имея на это право, и его уверенность помогала ему в решении значительных более трудных и важных задач, чем задача об автомобильных номерах.

¹ Не рекомендуется играть в автомобильные номера, переходя улицу и за рулем автомашины.

Х. Казимир

ЛАНДАУ *

Среди небольшой группы физиков-теоретиков, начавших научную деятельность сразу после совершившейся в квантовой механике революции, исследовавших идеи квантовой механики до еще большей глубины и расширивших применение их на другие области, Ландау занимает видное место. Он был также одной из самых ярких личностей и одним из самых влиятельных учителей. Он внес значительный вклад во многие области теоретической физики, а учебники, написанные им вместе с Е. М. Лифшицем, стали классическими. Он был основателем важной школы теоретической физики в СССР и вдохновителем многих экспериментальных исследований.

...Мои воспоминания о Ландау относятся только к очень недолгому периоду его жизни.

Лев Давидович Ландау — «Дау» для своих друзей — родился 22 января 1908 г. (9 января по старому стилю, который тогда был принят в России) в Баку, где его отец работал инженером-нефтяником, а мать — врачом. Ландау был вундеркиндом, хотя сам и отрицал это. Говорят, он умел читать в четыре года, а к семи годам сам выучил программу средней школы по математике. Возможно, легенда несколько приукрашивает действительность, но действительности соответствует то, что он закончил среднюю школу в 1921 г. По настоянию родителей в течение года он учился в Бакинском экономическом техникуме, что ему очень было не по душе, а в 1922 г. поступил в университет. В 1924 г. Ландау поехал в Ленинград для продолжения обучения. К 1929 г. Ландау — полностью сформировавшийся теоретик, на его счету уже несколько работ, хотя, нужно отметить, пока еще не столь зрелых и скрупулезных, как энциклопедическая работа Паули по теории релятивизма. Затем он получил русскую стипендию и рокфеллеровскую субсидию, позволившие ему пробыть в Западной Европе до весны 1931 г. В течение этого периода он несколько месяцев прожил в Копенгагене, когда я тоже был там, и мы вместе с ним и Гамовым образовали трио, доставлявшее нам самим большое удовольствие, хотя, очевидно, не всегда нравившееся другим.

* Из книги воспоминаний «Naphazard reality» (N. Y., 1983) — «Реальность, полная случайностей» (пер. Т. В. Качаловой).

Воспоминания Х. Казимира относятся к тому периоду, когда Ландау был очень молод, а взгляды его на различные аспекты науки, политики, жизни отличались излишней категоричностью. Следует учесть и то, что в то время в мире было мало объективной информации о жизни в нашей стране, что также наложило свой отпечаток на восприятие автором отдельных высказываний Ландау. — *Примеч. ред.*

У Ландау был один из самых блестящих и быстрых умов, которые мне приходилось встречать. Его знания теоретической физики отличались и широтой и глубиной, тем не менее он всегда обнаруживал готовность и желание обсуждать любой вопрос, даже если его точка зрения была «nicht von Fachkenntnissen getrubt» («не была затуманена профессиональным знанием»). С другой стороны, его физические реакции были медленными, он не был ни спортсменом, ни мастером на все руки. В этом отношении он был полной противоположностью Бору. Он не обладал музыкальным слухом, но в отличие от Гамова был хорошим лингвистом, обладал большими способностями к языкам и уделял большое внимание тонкостям немецкой грамматики и английского произношения. Когда он приехал в Копенгаген (где, как и Гамов, мы жили в пансионе Хаве), то стал изучать датский язык и накапливать необходимый для жизни словарный запас. Первые два слова, в которых он почувствовал нужду, были датские аналоги немецких слов «Minderwertig» («презренный») и «Spiesser» («мещанский»), слова, с помощью которых он выражал неодобрение и презрение ко всему, что теперь называется «буржуазной системой». Аналогами этих слов по-датски были «mindreverdige» и «spidsborger». К несчастью, а может быть и к счастью, первое из этих слов близко к другому — «mindeverdige», что переводится как «запоминаемый». Поэтому критические замечания Ландау на первых порах воспринимались как похвала — ошибка, которую он поспешил тут же исправить. Вскоре он сделал большие успехи в языке. Одной из книг, которыми я пользовался в моих баталиях с датским языком, была «Danische Konversationsgrammatik» Карла Вида, книга, написанная с такой немецкой основательностью и доскональностью, что любая грамматически относительно простая вещь по-датски выглядела сложной, и отличавшаяся чрезвычайно безжизненными и вялыми диалогами, которые пробуждали несколько наивное чувство юмора Ландау. «Вы продали своих лошадей?» «Нет, но я продал сад, лошадь и мою прекрасную карету» — были в числе любимых фраз Ландау. «Где чернила?» «Я вылил чернила в маленькую бутылочку» — звучит довольно невинно по-английски, но «blacket», что по-датски обозначает чернила, звучит почти как имя известного английского физика Блэкетта, и сама идея выливания высокого красивого человека в маленький пузырек казалась ему очень смешной.

Затем он принял за более высокие слои литературы. Среди книг библиотеки фрекен Хаве была довольно старомодная антология поэзии, ранее использовавшаяся при обучении в школе. Ландау стал читать вслух, а затем заучивать наизусть некоторые из содержащихся там стихотворений. Любимым его стихотворением было «Den Glemts Paraply» («Забытый зонтик»), написанное в 1831 г. Хенриком Херцем (1798—1870) — не надо путать

его с открывателем электромагнитных волн, немецким физиком Хайнриком Херцем (Генрихом Герцем), возможно бывшим с ним в отдаленном родстве. Поэт забыл свой зонтик в доме друзей и просит их поискать его, добавляя при этом, что «он так же хорош, как и новый». Но потом он представляет себе, как они будут везде искать и будут вынуждены сказать, что нашли только очень старый зонтик. Поэт извиняется, что не сказал, что зонтик почти как новый, но для него так же дорог, как новый. И на самом деле он почти как новый, потому что предохраняет от дождя, как и новый, и им можно также пользоваться, как и новым (т. е., как и новый, можно оставить в доме своих друзей). Но бог знает, что он старый,— «At den er gammel veed vor Hette». Это предложение стало любимым для Ландау, и он повторял его снова и снова, будто бы смакуя его. (Позже я обнаружил, что Паули также имеет такую же привычку.) Даже сейчас мне слышится, как Дау повторяет: «At den er gammel veed vor Hette»,— и видится его худое выразительное лицо и взлохмаченная грива длинных темных волос. Он довольно хорошо знал поэзию, но его вкус к ней был простым: простая рифма и мерный ритм были основными его требованиями. Ему бы не понравилось «The wated land», а «Old Possum's book of practical cats» пришлось бы ему по вкусу. Ливанова упоминает, что он любил Киплинга. Это любопытно потому, что идеология Киплинга должна была бы быть ему противна. Очевидно, при оценке поэзии форма была для него важнее содержания.

Очень часто Ландау намеренно принимал агрессивный вид, а часто и обижал людей. Тем самым он, очевидно, реализовывал свое презрение ко всему «презренному, мещанскому», на самом же деле он был очень застенчив и легкораним. То, что он рос среди мальчиков, которые были старше, сильнее и более зрелые, чем он, в то время как он превосходил их по интеллекту, должно было оставить свой след. Я сам пережил нечто подобное и потому понимаю это, хотя мое превосходство интеллекта в молодости — это пустяк по сравнению с превосходством интеллекта Ландау.

Он с иронией и усмешкой говорил о таких «традиционных» добродетелях, как мужество, честность, преданность друзьям, благотворительность. Я помню разговор, в котором он заявил, что с радостью убил бы человека, от которого хотел бы избавиться, если бы знал, что может сделать это безнаказанно. Я сказал, что считаю его мягким человеком и уверен, что он не смог бы причинить никому зла. Это печалило его. И, обращаясь к Гамову, который был при этом, он сказал: «Джонни, ведь я смог бы убить?» — и Гамов просто из доброты сказал: «Конечно, смог бы. Не в открытой схватке, конечно». «Нет, нет — поленом из-за спины». Думал ли он так? Сомневаюсь, но, если и да, последующие события показали, как он неправ. В 1938 г. в Москве он был

посажен в тюрьму по совершенно неоправданному подозрению, где в течение года медленно угасал. Он бы умер, если бы не преданная дружба и несгибаемое мужество Капицы. Капица обратился прямо к Молотову. Так говорят, и у меня нет оснований не верить, что это произошло именно так. Ура традиционным добродетелям!

Однако иногда он развлекался, подтрунивая над людьми достаточно неприятным способом. А. Х. Вильсон, некоторое время гостивший в Копенгагене, был одной из жертв. Ландау считал его воплощением британского консерватизма и делал все, чтобы вызвать его раздражение. Помню, я иногда вставал на защиту Вильсона, хотя он и сам умел постоять за себя. Помню даже случай, когда Ландау хотел, чтобы я составил ему компанию и пошел бы с ним на прогулку, в кино или еще не помню куда, но мне хотелось остаться дома. «Ну пойдем же,— сказал он,— а то стану дразнить Вильсона». И я пошел.

Несколько выводящей из себя была его привычка классифицировать все на свете — физиков, статьи, девушек, кинофильмы — на категории от одного до пяти. (Один — отлично, два — хорошо, три — удовлетворительно, четыре — плохо, пять — очень плохо.) Я ввел понятие обратной пятерки: кинофильм мог быть столь плохим, что снова становился увлекательным. Позже он изобрел несколько иную классификацию для физиков. Для выполнения некоторой работы требовалось упорство и усидчивость — хорошие штаны, как говорил Ландау, но в большинстве случаев необходима была сообразительность. Теперь физиков можно было классифицировать с помощью простой диаграммы:

- △ — сообразительный и трудолюбивый
- | — сообразительный, но ленивый
- — трудолюбивый тугодум
- ▽ — ленивый тугодум

Случалось, что некоторые люди у него сразу же вызвали чувство неприязни. Молодой французский теоретик Жак Соломон со своей очаровательной женой, дочкой Ланжевена, некоторое время жил в Копенгагене. Ландау сразу же без видимых причин причислил его к четвертому или пятому классу. Миссис Соломон получила более высокую оценку, но не выше трех. Очевидно, он заметил, что она мне нравилась. Однажды она спросила меня: «Отчего вы такой застенчивый?» На этот вопрос никак не ответишь, ибо правильно было бы сказать: «Потому что нахожу вас очаровательной!» Так или иначе Ландау, подшучивая надо мной, говорил: «Казимир, испортить этот брак, соблазни эту женщину „nur um zu lernen“ („только для того, чтобы узнать“, — излюбленная фраза Нильса Бора, с которой начинались все его вопросы)». Он с равным успехом мог бы приказать мне бросить вызов чемпиону Дании по боксу в тяжелом весе.

Соломон был убежденным коммунистом, но таким, кого, думаю, мы назвали бы ортодоксальным марксистом; может быть, этим частично объяснялась нелюбовь Дау к Соломону. Сам Ландау был революционером, хотя едва ли его можно было назвать марксистом¹, и уж, конечно, не диалектическим материалистом. Я считаю, что в равной степени было бы неправильно назвать его и троцкистом, он вовсе не был никаким «истом». Он был революционером, как моя мать — христианкой. Я предпочитаю христианство.

Он верил в уничтожение всех предрассудков и привилегий, если они не являются признанием реальных заслуг.

В памяти всплывает незначительное событие, место и время которого не могу точно вспомнить. Возможно, это было в Цюрихе летом 1933 г. Это не имеет значения. Этот случай показывает, какова была его вера в революцию. Мы были в библиотеке, и на полках в открытом доступе была прекрасная коллекция древних публикаций «Academie des Sciences». «Давай посмотрим, — сказал Ландау. — Должно быть, забавно читать сейчас вздор, написанный этими старыми дураками» («Was für einen Quatsch diese alten Trottel damals geschrieben haben»). Он взял один том, открыл его и просмотрел работу Лежандра. Следующей, должно быть, была статья Лапласа. Одна классическая работа за другой, и та и другая — важные вклады в математическую физику. Ландау некоторое время был молчалив, затем его лицо просветлело. «Это показывает, сколько французская революция сделала для научного прогресса», — заключил он.

Идея критически оценивать физические теории с точки зрения диалектического материализма оказалась ему совершенно нелепой. Для него было очевидным, что никакая философия никоим образом не может выносить приговор физике, не говоря уже о том, чтобы способствовать ее развитию. Взгляды Ландау на политику и философию проявились особенно отчетливо во время его выступления в студенческом обществе — Studentersamfund — 16 марта 1931 г. До этого в номере еженедельника «Studenten» от 12 марта (№ 22) было опубликовано интервью с Ландау. Так как оно очень показательное и его трудно достать, привожу здесь его полный перевод без подзаголовков. Необходимо сделать лишь несколько предварительных замечаний. В датском оригинале говорится о «Videnskab», Ландау говорил о «Wissenschaft», ведь интервью проходило на немецком языке. Теперь это слово обозначает все отрасли познания — естественные науки, гуманитарные и социальные. В моем переводе я передал это значение словом «science». Вполне правомерно использовать это слово таким образом. Второе издание словаря Вебстера «New in-

¹ Сам Л. Д. часто утверждал, что он марксист и материалист. Особенно когда речь шла об анализе общественных явлений. — *Примеч. ред.*

ternational dictionary» вторым определением этого слова дает: «Любая ветвь или область специализированных знаний, рассматриваемая как отдельный предмет познания или исследования». Оксфордский словарь английского языка дает подобное толкование, но он, конечно, считается устаревшим. Еще одно замечание. В то время как наблюдения Ландау о положении ученых и гуманитарных вопросах, философии и т. д. мне кажутся верными, я не припоминаю, чтобы Ландау когда-либо в моем присутствии в таких подробностях говорил о трудовых отношениях на фабриках, и уж, несомненно, не с такой простодушной приверженностью официальной доктрине. Представление Ландау о жизни в промышленности могло быть лишь очень поверхностным, но он был очень лоялен по отношению к своей стране, хотя и считал лояльность «буржуазной» добродетелью. Я думаю, этим объясняются его высказывания, но не исключено, что интервьюер добавил от себя некоторые детали².

«Мы редко имеем возможность из первых рук получить сведения об условиях жизни в Советском Союзе, особенно редко, когда речь заходит о положении интеллигенции в новой России. Считается — источником этого мнения в основном являются эмигранты, не бывшие в России со времени революции, — что подавляющее большинство интеллигенции этой могущественной империи было повешено, а немногие оставшиеся в живых подвергаются систематическим гонениям, что делает невозможным для них получение какой-либо работы. Говорят также, что не только снизился уровень общего образования, но и что те, кто у власти, введут систематическую войну против интеллигенции, наука погибает из-за плохих условий работы, интеллектуальная жизнь чахнет и увядает из-за недостатка средств... Многие рассказы эмигрантов содержат конкретные примеры того, как плохо приходится тому или иному ученому. Примеры, без сомнения, имеют под собой жестокую действительность, но они ничего не говорят нам о теперешнем положении ученых и интеллигенции в Советской России.

„Studentersamfund“ в следующем месяце организует встречу, которая поможет пролить свет на теперешние обстоятельства жизни интеллигенции в Советском Союзе. Администрация клуба смогла уговорить молодого русского ученого — физика доктора Льва Ландау, который в настоящее время находится в гостях в Копенгагене, выступить и рассказать о положении выпускников университетов в Советской России. Доктор Ландау молод, ему лишь 22 года, но после получения диплома об окончании Ленинградского университета он был назначен советским правительством на работу в Институт теоретической физики в Ленинграде для проведения научных исследований. В течение последних полутора лет Ландау работал и учился в Германии и Швейцарии частично на стипендию, выплачиваемую ему Русским комиссариатом народного образования, и частично на субсидию американского Рокфеллеровского фонда, а сейчас вместе с другими русскими и немецкими физиками [насколько я помню, из русских там был лишь Гамов, но были и представители других наций] принимает

² Ниже приведен перевод статьи из еженедельника «Studenten» от 12 марта 1931 г. Слова, вставленные Казимиром, выделены прямыми скобками. Надо помнить, что в те годы (начало 30-х годов) в европейской печати информация о Советском Союзе практически отсутствовала.—
Примеч. ред.

участие в небольших неофициальных конференциях по физике, устраиваемых нашим знаменитым соотечественником профессором Нильсом Бором в Институте теоретической физики университета. Здесь мы встретились с Ландау. Это оказался высокий человек, довольно хрупкого сложения с любопытно длинными темными волосами [едва ли это может быть любопытным теперь] и умными темными глазами. Наш разговор велся на немецком языке с вкраплением нескольких фраз на датском языке, который доктор Ландау осваивает во время своего пребывания в Копенгагене.

„Все ли в Советской России могут стать студентами?“ – спросили мы доктора Ландау.

„Да, могут все, но на практике обстоятельства таковы, что недостаток помещений и подобные причины делают необходимым отбор с помощью вступительных экзаменов из тех учеников, которые по окончании средней школы подают заявления о поступлении в университет или технической институт. Создавать новые учебные заведения очень дорого, и, конечно, в настоящее время основные усилия должны быть направлены на создание здоровой системы социалистического производства. Если принять это во внимание, удивительно то, что тем не менее были найдены средства для расширения системы университетов и научных институтов, произошедшего за последние годы, и значительные суммы, каждый год распределяемые государством в виде стипендий для студентов“.

„Не делается ли это по причине того, что сейчас испытывается недостаток в кадрах с академическим образованием?“

„Да. Но во всяком случае в нашей стране нет безработицы среди выпускников учебных заведений, что, как мне говорили, имеется в Дании. Конечно, в настоящее время есть огромная нужда в способных людях с техническим образованием для создания новой системы производства и в хорошо подготовленных преподавателях для расширения системы начальных школ и народного образования в целом. То, что интеллигенты благодаря лучшей образованности получают более высокую заработную плату, – это правда“.

„Не приводит ли это автоматически к классовой структуре общества?“

„Да, можно так сказать, но эта структура в корне отличается от разделения на владельцев средств производства и рабочих в капиталистическом мире. Директора, управляющие и высшие технические кадры на советской социалистической фабрике, как и рабочие этой фабрики, оплату своего труда получают от государства, поэтому администрация, как это бывает при капитализме, не может быть заинтересована в эксплуатации рабочей силы с целью получения наибольшей прибыли для владельцев средств производства. Частично владельцами средств производства являются сами рабочие, которые поэтому разделяют интересы администрации. Но для того, чтобы администрация тем не менее не предпринимала шагов, неприемлемых для рабочих, они организованы в своего рода трудовые союзы, которые ведут переговоры с администрацией и защищают интересы рабочего человека. В Советской России нет эксплуатации большинства меньшинством, каждый человек работает во имя благосостояния всей страны и не существует непримиримого противоречия между рабочими и администрацией, они солидарны. Это подтверждается тем, что большинство интеллигентов, инженеров, учителей, юристов, врачей и т. д., – выходцы из рабочих семей, и тем не менее при всеобщем равенстве во многих местах им отдается предпочтение перед выходцами из буржуазии. Такое сравнение, к примеру, проводится среди сдавших вступительные экзамены в университет или институт“.

„Есть ли правда в утверждении, что власти отдают предпочтение тем интеллигентам, которые являются членами коммунистической партии, и преследуют тех, кто придерживается другого мнения?“

„Ясно, что государство должно противостоять попыткам подорвать работу по социальному строительству, которые время от времени предпринимаются некоторыми эмигрантами, возвращающимися в страну только с целью саботировать пятилетний план. Но абсолютная нелепица, что для получения хорошей работы надо обязательно быть коммунистом. Мы, конечно, страшно не одобряем тенденции военного диктата: ‘Ты будешь работать здесь, в это будешь верить!’ Ничего подобного нет в нашей стране. Я сам не коммунист, и многие из моих коллег-ученых и других работников умственного труда не интересуются политикой, тем не менее они мирно работают“.

„Так же ли обстоит дело с гуманитарными науками и теми теоретическими дисциплинами, которые не имеют прямой связи с работами по социальному строительству?“

„Да. Конечно, следует сказать, что в годы сразу после революции на гуманитарные науки не обращали должного внимания, отдавая предпочтение техническим наукам. Это было абсолютно необходимо, но теперь — другое дело. Лично я считаю, что сейчас слишком много средств тратится на псевдонауки, как, например, историю литературы, историю искусства, философию и др. Но что же делать? Разве не главное то, что мы имеем возможность наслаждаться хорошей литературой и искусством? Литературные, историко-искусствоведческие и метафизические безделушки ни для кого не представляют ценности, кроме идиотов, занимающихся ими. Кто поверит, что науку можно построить только на словах. Как я уже сказал, это только мое личное, субъективное мнение. Но, к сожалению, у нас в России есть несколько институтов с достаточно большим количеством людей, занимающихся этими ‘науками“.

Доктор Ландау оживился и стал жестиковать узкими длинными руками. Когда я сказал ему, что у нас в Дании есть обязательный курс по философии, экзамен по которому необходимо сдать, чтобы быть допущенным к экзамену на диплом по любому предмету, его темные глаза весело засверкали: „Это не лучше, чем в нашей части мира“.

Во время лекции, которая стала событием, Ландау ничего не говорил о производственных отношениях, по крайней мере насколько мне помнится, и, перечитывая материалы, опубликованные в двух ведущих газетах «Politiken» и «Berlingske Tidende», я нашел подтверждение тому, что не ошибаюсь. «Berlingske Tidende» утверждает, что это выступление и вовсе нельзя назвать лекцией, так как оно состояло из разрозненных замечаний об университетах и других проблемах жизни в России, а «Politiken» говорит о «разглагольствованиях» об условиях в университетах. Эта же газета особо отмечает, что Ландау сказал: «Стиль жизни в России таков, что пафос, как и долг, считаются смешными. Как раз наоборот, все хотят жить как можно веселее. Москва и Ленинград — самые веселые города на свете». Два дня спустя в «Berlingske Tidende» появилась карикатура, высмеивающая это заявление. На самой встрече Ландау спросили, как стать известным в Советском Союзе. Этот вопрос не представлял трудности для Ландау. «Die Frage wie man beruht wird ist an sich eine sinnvolle» («Вопрос, как стать известным, не является бессмысленным», — вежливо сказал он. Различие между бессмысленными и небессмысленными вопросами, играющее такую важную роль в объяснении явлений квантовой механики, всегда фигури-

ровало в аргументации Ландау). Затем он продолжал: «Ответ на этот вопрос прост. Нужно только сделать хорошую работу. Если вам случится когда-либо сделать какую-либо ценную работу, даже вы можете стать знаменитым».

Следующий вопрос был более трудным: «Wie Steht es mit der Lehrfreiheit?» («Что можете сказать о свободе преподавания?»). Ландау ответил: «Необходимо провести различие между бессмысленными и бессмысленными областями знания. Бессмысленными являются математика, физика, астрономия, химия, биология, бессмысленными — теология, философия, особенно история философии, социология и т. д. Теперь ситуация проста. В преподавании бессмысленных дисциплин существует полная свобода. Что же касается бессмысленных наук, я должен признать, что некоторому способу мышления отдается предпочтение перед другим. Но в конце концов не имеет значения, какой вздор предпочитается другому (ob man den einen oder den anderen Quasch bevorzugt)». Бедный Ландау. Он вышел тогда сухим из воды, хотя, должно быть, и знал, что в то время в России теория относительности и квантовая механика подвергались нападкам. Несколько лет спустя история с Лысенко положила конец всем иллюзиям относительно свободы существования «небесмысленных» дисциплин. Встать на защиту советской политики, назвав все философские, социальные и большинство гуманитарных наук вздором, было очень вызывающим высказыванием, но даже этот жест высшей самонадеянности вскоре окажется недостаточно убедительным.

В последние недели перед возвращением в Россию Ландау делал покупки. Он скопил деньги, чтобы купить подарки родным и друзьям дома. (Как насчет традиционных добродетелей?) Одному из них нужна была камера, в те времена бывшая классической, — 9×12 «Цейсс Теззар 4,5» или «3,5» с затвором «Капур». Я помог ему найти подходящую подержанную камеру и опробовал ее на нем. Гамов сразу же оказался на высоте положения и начал немедленно организовывать группы, которые мне было приказано снимать. Результатом была серия несколько сумасшедших снимков. Один из них, на котором Теллер на коньках, Гамов на мотоцикле и Ландау на игрушечном трехколесном велосипеде, между ними Оге и Эрнест Боры на фоне института, воспроизводился во многих местах.

По крайней мере это показывает, что камера действительно была хорошей. Нам пришлось потратить некоторое время, чтобы она выглядела еще более подержанной, чем на самом деле, постаравшись при этом не сломать ее. Мы также должны были испачкать угольной пылью новые теннисные мячи.

Днем накануне отъезда мы нашли Ландау в его комнате в состоянии полного отчаяния: он не мог упаковать свои вещи. Одним из его приобретений было красивое шерстяное одеяло. Он

кое-как сложил его в чемодан, не оставив места ни для чего другого. Не буду говорить, что в то время или когда-нибудь после я был самым большим в мире экспертом по упаковке, но по крайней мере у меня был какой-то опыт путешествий и я умел плотно скатать одеяло. Итак, мы аккуратно скатали одеяло, мне кажется, что фрекен Хаве дала что-то, во что мы его завернули, и этот сверток был привязан к чемодану. После этого все остальное было сравнительно легко.

Вечером мы провожали его. Мне кажется, он сел в поезд около Ланжелини.

Я встречался с ним еще один раз в 1933 г. Он приехал на конференцию, устроенную Бором в сентябре того года. На приеме вечером в доме Бора исполняли Брамса. Ландау, который, как я говорил, не имел слуха, гримасничал и ерзал в течение всего концерта. После концерта к нему подошел Дирак и спросил: «Если вы не любите музыку, почему же вы не вышли из комнаты?» У Ландау, как всегда, был готов ответ: «Это не моя вина, это вина миссис Казимир (незадолго до этого я женился, и конференция в Копенгагене венчала наш медовый месяц). Ее тоже не интересует музыка, и я сказал ей: „Давайте вместе выйдем из комнаты! Почему же она не вышла со мной?“» На что Дирак со свойственной ему невозмутимостью сказал: «Я полагаю, она предпочла слушать музыку, чем выходить из комнаты вместе с вами». На этот раз Ландау ответить было нечего.

Вначале я говорил, что Ландау был блестящим физиком. Рассказанные мною анекдоты, возможно, и проясняют что-то в его характере, но не следует забывать, что физика была его основной страстью. В 1930 г. он опубликовал работу по диамагнетизму свободных электронов, удивительно изобретательную и элегантную работу, которая потом имела далеко идущие последствия.

В 1930 г. он также опубликовал вместе с Пайерлсом работу по основным аспектам квантовой механики. Эта работа, с одобрением встреченная Бором, тем не менее несомненно внесла большой вклад в обсуждение основных физических идей, но оставила меньший след. В последующие годы гений Ландау проявился в его способности находить в нужном приближении элегантные решения проблем, которые на первый взгляд казались неразрешимыми. Его теория фазовых переходов, теория промежуточного состояния сверхпроводников, теория сверхтекучего гелия являются яркими тому примерами. Его вклады в основные принципы физики менее впечатляющие. Очевидно, презрение к любым проявлениям философии ограничивало его кругозор.

Я уже говорил, что Ландау чрезвычайно быстро соображал. Из обсуждений, которые мы вели с ним в Копенгагене, нельзя было уяснить, знаком ли он с более развитыми областями современной математики. В любом случае он считал математический

ригоризм несовместимым с разумной физикой. Но тем не менее он прекрасно сам владел математикой. Он не боялся сложных математических вычислений, но старался избегать их. «Das wurde der Herr Gott nicht zulassen» («Бог не позволил бы этого»), — бывало, говорил он, когда формула становилась слишком сложной. Иногда я возражал: «Твоя теология неверна. Для нашего бога функция Бесселя комплексного порядка так же проста, как синус или косинус для тебя», — но позиция моя была не слишком тверда. Однако стремление к простым формулам чревато риском для того, кто не обладает остротой суждения Ландау. К моей досаде, я проверил это на себе. Однажды я опубликовал небольшую работу «О внутренней конверсии гамма-лучей», в ней я получил простую и элегантную формулу, которую к тому же одобрил сам Ландау, — она приводится в книге Гамова. Мне помогли смелые, но неоправданные упрощения. Это привело к совершенно ошибочным заключениям, к счастью позднее исправленным другими авторами, благодаря которым я счастлив сказать, что моя попытка не была совсем бесполезной.

Ландау еще раз приезжал в Копенгаген в 1934 г., но я не помню, чтобы мы встречались в тот раз. После этого в течение многих лет ему не разрешалось покидать страну. После смерти Сталина обстановка стала несколько улучшаться. Ландау, конечно же, разрешили бы приехать в Стокгольм за получением Нобелевской премии, присвоенной ему осенью 1962 г. Но к этому времени он еще недостаточно поправился и вообще не смог полностью оправиться от аварии. А мне случилось быть в России только много времени спустя после его кончины в апреле 1968 г.

А. К. Кикоин

КАК Я ПРЕПОДАВАЛ В ХАРЬКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

В 1968 г. я оказался в день рождения Ландау, 22 января, в Москве у брата [И. К. Кикоина]. Позвонила Кора, жена Ландау, и пригласила Исаака Константиновича и меня зайти к ним вечером. Ландау сидел за столом рядом с братом, меня посадили прямо напротив него. Я впервые видел Ландау после катастрофы; на меня это произвело такое впечатление, что я при первой возможности ушел из-за стола покурить на кухню. Вскоре туда пришел Компанец. Мы вспоминали предвоенные годы, Харьков. Компанец говорит: «Вы обязаны написать историю

увольнения Ландау и „забастовки“: скоро некому будет ее написать, а она стоит того, чтобы ее знали».

— Я готов ее написать, а где вы ее опубликуете?

— Ну, сейчас нельзя опубликовать, может быть, потом?

Но прошло еще двадцать лет, прежде чем такая возможность действительно предоставилась. История эта следующая.

После переезда в Харьков Ландау хотели предоставить в университете кафедру теоретической физики, но она была занята Розенкевичем, а кафедра общей физики по какой-то причине освободилась. И ее предложили Ландау. Теперь часто так бывает, что теоретика дают кафедру общей физики; тогда это было немодно и считалось почему-то неприличным. Но Ландау ее взял. Кафедра была укомплектована главным образом его учениками — сотрудниками отдела теоретической физики УФТИ. Для проведения занятий в лабораториях практикума требовался, по мнению Ландау, ассистент-экспериментатор. Он, естественно, обратился к Шубникову. По всем вопросам, связанным с экспериментом, он всегда обращался к Шубникову. И Шубников ему рекомендовал на работу меня — своего аспиранта. Так я стал ассистентом Ландау. Ни на какие заседания кафедры я не ходил: меня никто не звал. Я просто приходил, проводил свои занятия и уходил, потому что я целыми днями работал в лаборатории. И вот в канун нового, 1937 г., 26 декабря, я ухожу из университета после занятий, а мне говорят: «Передайте там вашим, то есть всей кафедре по существу, что сегодня в шесть часов заседание кафедры». Я зашел в институте к теоретикам в библиотеку и передал поручение. Они меня подняли на смех: «Как, ты не знаешь? Мы все подали в отставку — Ландау уволили!» Ландау уволили, а Лифшиц, Ахиезер и Померанчук подали в тот же день заявления об уходе. Подали заявления об уходе и Л. В. Шубников — завкафедрой физики твердого тела, и сотрудник его кафедры В. С. Горский. Когда я узнал об этом, я тоже подал заявление.

Я не знаю, по какой причине был уволен Ландау. Текста приказа я не видел, но говорили, что его плохо понимают студенты. Я считаю, что Ландау читал лекции блестяще. Он для сотрудников УФТИ читал специальный курс и вел теорминимум — отдельно для теоретиков и отдельно для экспериментаторов. Он читал все пять курсов, и я слушал у него статистическую физику и квантовую механику. Для меня, физика уже более или менее подготовленного, он был блестящим лектором. Как его воспринимали первокурсники, мне трудно сказать. Надо помнить, конечно, что студенты тогда были не такими, как теперь, это были не школьники, это были люди за тридцать, старше Ландау — парттысячники, профтысячники. Говорили, что Ландау на первой лекции продиктовал 15 вопросов, на которые они должны были дать анонимно ответы. Это были вопросы, на которые

люди, имеющие среднее образование, ответить должны были. Но они не отвечали или отвечали так, что стали предметом насмешек: не над кем-то конкретно, потому что ответы были без подписи.

В общем дело приняло серьезный оборот. Конец декабря, вот-вот сессия, а кафедра общей физики, обслуживающая весь первый курс, ушла с работы. Правда, пока мы ждем приказа, занятия идут. В тот же день, 27-го по-моему, нам сообщают, что мы приглашаемся на заседание ученого совета университета. Мы пошли, а Ландау отказался: «Меня уволили». Тогда у Ландау гостил Румер и он попробовал уговорить Ландау пойти: «Надо идти, раз зовут». Ландау в ответ: «Меня уволили». Наконец разрешил сказать, что он болен.

Пришли мы на заседание ученого совета. Мы все мальчишки еще, а там сидят солидные люди с бородами, все старше нас, — профессора всех специальностей. Начали нас прорабатывать:

— Как это так! Молодые люди, только что закончили советский вуз и такая демонстрация.

Мы кое-как отбиваемся:

— Так и так, наша основная работа в УФТИ. Мы здесь работали только потому, что здесь Ландау.

Я со своей стороны твержу, что я аспирант, что прохожу педпрактику по поручению моего руководителя и, если есть у кого проходить, я прохожу, а если нет... Длилось собрание много часов, часов шесть наверное. В конце концов кто-то из выступавших назвал это забастовкой, следующие ораторы подхватили — и мы уже забастовщики. Еще какой-то оратор к слову «забастовка» присоединил эпитет «антисоветская» — антисоветские забастовщики. Была принята резолюция: все нас осуждают. Мы ушли. Я как-то не придавал этому большого значения, озабоченность проявлял в основном Ахиезер. Он боялся, что это может иметь тяжелые последствия. Я тогда еще не понимал, в какое время я живу: юнец, только что закончил институт, верил каждому слову, написанному в газете. А на другой день профсоюзное собрание в УФТИ; опять нас ругают, называют забастовщиками, но не антисоветскими, а просто забастовщиками. Опять стыдят, что вот молодые люди, только что закончили советский вуз и вдруг — забастовка. Выступил даже Синельников и напомнил Ландау про физический джаз-банд. А в ЛГУ физическим джаз-бандом называли себя Ландау, Иваненко и Гамов. Гамов в это время уже был невозвращенцем, да и джаз-банд тогда было не очень модным и даже не очень желательным понятием. Дальше начали искать причину, почему мы такие плохие. Обычное обвинение состояло в том, что мы оторвались от общественности, никто не ведет общественную работу. Ребята Ландау действительно никакой общественной работы не вели. Они занимались физикой и сидели днем и ночью в библиотеке, но я-то был очень

активным общественником. Я уже успел стать членом месткома, организатором ДСО «Наука» в институте, работал в редколлегии газеты «Импульс» и был заведующим институтским клубом на общественных началах. Словом, я был весь в общественной работе. Я выступил и сказал, что я ни от кого не оторвался, вы знаете, что я веду общественную работу; просто я поступил работать в университет, потому что там был Ландау, ведь для меня основное — работа в лаборатории: я — аспирант. Неплохо, конечно, иметь педпрактику, но смотря у кого. У Ландау — имеет смысл, а у других — не знаю. Кончилось собрание, никаких оргвыводов сделано не было; ребята меня ругают: «Чего ты рыпаешься? Сказали оторвался — значит, оторвался».

Это было 27 или 28 декабря. 31 декабря Лифшиц (Е. М.) пригласил нас к себе на встречу Нового года. Там были Ландау, Померанчук, Ахиезер, Левич, Компанец, Шубников, Горский. Минут за пять до того момента, когда положено произносить тост, Лифшиц задал всем присутствующим такой вопрос: «По какому принципу собраны приглашенные?» Ну в общем теоретики, но я же тоже был, а я не теоретик, и Шубников был — он тоже не теоретик. Общего вроде как нет. Позже Лифшиц объяснил: здесь собраны те, кто участвовал в забастовке или мог бы участвовать, если бы обстоятельства сложились иначе. (Левич и Компанец не работали в университете и поэтому не участвовали в забастовке.)

Встретили мы Новый год, а утром нас ждет «молния» из Киева, из Министерства просвещения: «Немедленно приехать!» И перечислены фамилии всех участников забастовки. Нам достали билеты, даже в мягком вагоне, и мы поехали. Ландау не поехал («Меня уволили»).

Принял нас нарком просвещения Затонский. Он спросил каждого в отдельности, почему мы подали заявление. И каждый объяснил: уволили Ландау, а нам интересно работать у Ландау, а у кого-нибудь другого не так уж интересно. Шубников сказал, что если нет физики общей, то какой смысл иметь физику твердого тела. Затонский нас всех спокойно выслушал, не прерывая, не задавал дополнительных вопросов, а потом произнес маленькую речь, что ректор университета Нефоросный не имел права увольнять Ландау, что заведующий кафедрой — это номенклатура наркома¹. При таких обстоятельствах я впервые услышал это слово.

¹ А. И. Ахиезер вспоминает дополнительные подробности встречи с Затонским, который, в частности, сказал, что Ландау — идеалист и не признает закона сохранения энергии. В этом месте Померанчук очень выразительно хмыкнул, а Ахиезер сказал: «Странно, накануне мы с Померанчуком показывали Дау результаты нашей совместной работы и он усмотрел, что в одном месте у нас не выполняется закон сохранения энергии. Боже, какой был разгон!»

— Ну что ж, — ответили мы, — очень хорошо.

Очевидно, приказ отменяется, раз он незаконный, и мы едем и продолжаем работать. Мы сказали, что мы, вообще говоря, и не прерывали работу. Пока приказа нет, мы будем вести экзамены, все, что надо: мы не забастовщики, мы просто подали заявление и ждем приказа. Не будет приказа — мы не прекратим работу, сессию не сорвем.

В конце беседы Затонский сказал: «Я хочу с вами посоветоваться. Как вы считаете, на месте ли Ландау в роли завкафедрой общей физики?» Мы дружно ответили: «Нет, это не его кафедра».

— Вот и другие мне так говорят. Мне назвали двух кандидатов на эту должность: Синельников и Жереховский. Как вы считаете, кто из них более подходит для этой цели?

Мы все назвали Синельникова: он хороший физик. С этим нас Затонский и отпустил. Мы уехали, уверенные в том, что либо Ландау останется на месте — приказ будет отменен, либо будет Синельников и мы вернемся и будем работать.

Через несколько дней каждый из нас получил выписку из приказа ректора университета: «Уволить за участие в антисоветской забастовке». А еще через несколько дней мы узнаем, что заведующим кафедрой общей физики назначен Жереховский — автор курса физики на украинском языке. Я как-то не придавал особого значения формулировке приказа. Я не считал тогда эту работу важной, для меня важна была работа в лаборатории. Однако Ахиезер придерживался другой точки зрения: «Ты понимаешь, что это значит? Это же волчий паспорт: антисоветская забастовка!!» Вскоре в Харьков приехала комиссия из ВАКа по проверке университета, и в этой комиссии был какой-то знакомый Ахиезера. Он с ним встретился и все ему рассказал. Что там происходило, я не знаю, но вскоре мы получили другую выписку: «Во изменение приказа от такого-то уволить по собственному желанию». Это вроде уже и не волчий паспорт. Потом, правда, каждому из нас предложили вернуться в университет, но предложение было сделано не официально, а по телефону. Но, поскольку там был Жереховский, мы, конечно, не пошли.

Так закончилась моя преподавательская деятельность в Харькове.

А. С. Компанеев

Л. Д. ЛАНДАУ — ПЕДАГОГ *

Большой ученый не только обогащает науку, но и продолжает научную традицию. Несмотря на то что современная наука вся существует в напечатанном виде — в книгах и журналах, значение устной традиции не уменьшается, а увеличивается с годами. По мере того как объем печатных изданий становится неохватным, личное общение между учеными делается все важнее. И особенно важно общение учителя с учениками. Молодой человек, вступающий в науку, должен был бы потратить десятилетия, чтобы найти существенное в море печатного материала, отделить важное от второстепенного, истинно новое от ложной учености.

Вновь развивающиеся области науки обычно излагаются их творцами не лучшим образом, так что неискушенному трудно понять, в какой степени может оказаться решающим новый принцип, в корне противоречащий всей школьной науке и, казалось бы, самому здравому смыслу. Такой явилась перед физиками созданная во второй половине 20-х годов нашего столетия квантовая механика. Ее великим творцом и истолкователем был Нильс Бор в Копенгагене. Благодаря интенсивному общению и постоянным дискуссиям Бора с учениками основные идеи квантовой механики получили правильное освещение и стали доступны сравнительно широкому кругу физиков, по крайней мере всем тем, кто не становился в оппозицию новому только из-за того, что оно не похоже на старое.

Среди учеников Бора одно из ведущих мест принадлежит Льву Давидовичу Ландау. Он попал в Копенгаген, едва достигнув 20 лет, но, как принято выражаться, зрелым ученым. Общение с Бором и его знаменитой копенгагенской школой навсегда определило научные установки Ландау, научило его отличать подлинно прогрессивное от высококвалифицированных иногда ухищрений. Эту научную традицию Ландау прививал в Советском Союзе среди своих учеников, они в дальнейшем — среди своих, так до третьего или четвертого колена. Все мы гордимся тем, что наши ученики — внуки Ландау и правнуки Бора.

Л. Д. Ландау разработал строго продуманную систему научного воспитания. Можно сказать, что ни одно звено интеллектуального роста ученого, начиная со скамьи в средней школе и до кресла академика, не было оставлено Ландау без внимания. К сожалению, у него не было времени вплотную заняться важ-

* Природа. 1969. № 4. С. 94—95.

нейшим вопросом — преподаванием физики в школе, которое, как всем известно, во многом оставляет желать лучшего. Но со своими друзьями и сотрудниками Ландау написал популярные книги «Физика для всех» и «Что такое теория относительности». Обе эти книги, безусловно, доступны школьникам старших классов.

Неоценим вклад Ландау в дело высшего образования физиков. Прежде всего надо сказать, что Лев Давидович был совершенно исключительным лектором. Я имею в виду доходчивость его логики. В преподавании и в научной работе Ландау всегда стремился к простоте — он считал, что научные истины в принципе могут и должны излагаться максимально доходчивым образом. Часто бывает, что рассуждения большого ученого непонятны для менее подготовленной аудитории. Этой опасности полностью избежал Лев Давидович как лектор. Не гонясь за так называемым внешним блеском, он излагал материал всегда в строгой последовательности и заранее как бы угадывал, какие места могут показаться трудными для студентов. В то же время он никогда не говорил слишком пространно, что всегда утомляет слушателей и отвлекает их от существа дела. Кроме того, Лев Давидович говорил живо, остроумно и занимательно, хотя по ходу лекции никогда не острил и не рассказывал анекдотов, даже относящихся к делу, что обычно рассеивает внимание студентов. Правда, отвечая на вопросы, Ландау бывал иногда довольно резок, но, разумеется, не в адрес спросившего, а различных «авторитетов», отечественных и зарубежных, если от их имени распространялись недоброкачественные идеи.

Не все, конечно, имели счастье слушать лекции Ландау, но зато все могли и могут сейчас при некоторой подготовке пользоваться замечательным курсом «Теоретическая физика», который Ландау успел почти целиком написать вместе со своим учеником и ближайшим сотрудником Е. М. Лифшицем. Можно смело сказать, что не было и, по-видимому, не скоро будет среди физиков-теоретиков ученый с такой обширной эрудицией, как Л. Д. Ландау, поскольку особенности каждого большого интеллекта неповторимы. Ландау знал все, потому что его все интересовало. Причем интерес этот был не только познавательным, а и творческим. Буквально не сходя с места, не прибегая к литературным источникам, в любую минуту Ландау мог начать работу по привлечшему его внимание вопросу из какой угодно области теоретической физики. Поэтому лишь он и был в состоянии создать энциклопедическое руководство по большей части нашей науки, причем любой пункт изложен так, как будто он впервые открыт авторами, а подход к материалу одновременно и строже, и доходчивее, чем в других учебниках.

Но надо сказать, что читатель должен знать сам, чего он хочет от книг Л. Д. Ландау — в них нет никаких пояснений, за-

чем и почему разбирается данный вопрос и какой может быть сделан из него практический вывод. Излагается именно теоретическая физика, во всей ее чистоте и строгости. Отступления Ландау насмешливо называл сюсюканьем.

Курс Ландау и Лифшица создавался десятилетиями, а работать с учениками Лев Давидович начал с самых молодых лет. Хотя он держался с учениками очень просто и со многими был на «ты», все мы воспринимали его как неизмеримо старшего во всех отношениях. Он не любил обращения по имени и отчеству. Мы звали его в глаза и за глаза просто Дау.

Начинающий должен был сначала сдать так называемый теорминимум, т. е. экзамен по всем основным разделам нашей специальности. При этом беспощадно отсеивались те, дальнейшая работа которых была бесперспективна для науки и для них самих. Надо сказать, что Дау редко ошибался в ту и в другую сторону. Особенно жестко доставалось от него недостаточно прилежным — здесь он не ошибался никогда.

Сдав теорминимум, начинающий получал право докладывать на семинарах. Воспитательное значение этих докладов было неопределимо: мы узнавали, что значит прочесть и понять чужую статью. Под градом вопросов, возражений и насмешек со стороны Дау в адрес докладчика и автора статьи не всем и не всегда удавалось благополучно доложить. А за провалом следовал немилостивый разнос! Словом, метод воспитания был не теплый.

Одновременно с участием в семинарах начиналась научная работа. Дау не жалел времени для разъяснения трудных вопросов впервые (и не впервые) приступающему к работе, но и сам был требовательным. Очень доставалось за ошибки в вычислениях — Дау утверждал, что, понимая физическую идею, лежащую в основе расчета, надо уметь самому находить у себя «завиравание». Кроме того, он не щадил лодырей, говоря, что они губят свои души. Но как любил Дау тех, кто оправдал его надежды! Вообще не надо представлять себе Дау как сухаря-наставника, живущего только наукой. Страх, который Дау внушал ученикам, быть может, преувеличен моим субъективным восприятием, да и характер Дау с годами несколько смягчился.

Можно сказать, что Льву Давидовичу удалось осуществить все, что составляет идеал педагога, кроме одного: ни один ученик не превзошел своего учителя.

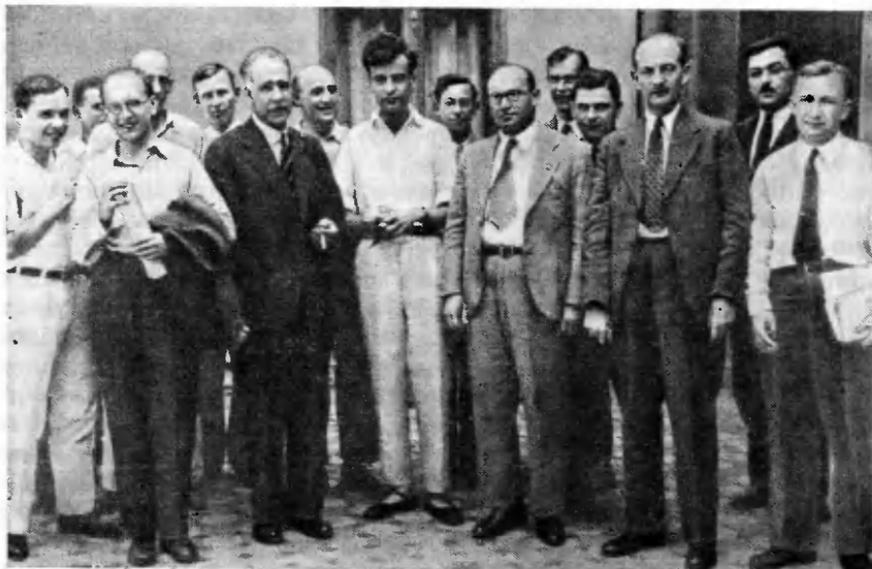
Б. Г. Лазарев

ИЗ ВОСПОМИНАНИЙ

Встретился и познакомился я с Львом Давидовичем в 1934 г. в Харькове, когда приехал из Ленинграда в УФТИ, в криогенную лабораторию к Льву Васильевичу Шубникову набираться криогенного экспериментального, методического, организационного, технического опыта. Нужно это было в связи с планировавшимся созданием криогенной лаборатории в Уральском физико-техническом институте. Криогенная лаборатория УФТИ была первой лабораторией в нашей стране, работавшей с жидкими водородом (с 1931 г.) и гелием (с конца 1932 г.). К 1934 г. работа шла полным ходом. Шли работы по сверхпроводимости, по аномалиям теплоемкости и магнитных свойств ряда веществ, которые потом станут называться антиферромагнетиками (в развиваемой в то время Львом Давидовичем теории). К этому времени криогенная лаборатория УФТИ уже по-своему играла роль Лейденской лаборатории, которая, как известно, охотно принимала на длительные сроки приезжающих в нее поработать в области низких температур и этим выполнила очень важную международную задачу. Кстати, в Лейдене в 20-х годах по нескольку лет работали И. В. Обреимов, Л. В. Шубников, О. Н. Трапезникова. В 1934 г. в УФТИ работал приехавший из Англии М. Э. Руэман над техническими задачами применения глубокого охлаждения.

Лев Васильевич встретил меня очень благожелательно, хотя, пожалуй, вначале удивился смелости темы — найти ядерный парамагнетизм вещества из измерений его магнитной восприимчивости при гелиевых температурах, но, узнав о практически неограниченном времени, которое на это давалось, предоставил мне самые лучшие условия работы. По идее таких измерений, принадлежавшей Я. Г. Дорфману, в лаборатории которого я работал, возможными веществами могли быть такие диамагнитные вещества, как гидрид лития, метан и водород, предпочтение он отдавал метану. Работа проведена была на водороде (нормального ортопара состава), который в отличие от других веществ получали практически идеально чистым, что, естественно, было одним из жестких требований эксперимента. В дальнейшем выяснилось, что водород и по природе вещей был единственно возможным объектом. Измерения были проведены по методу Гюи на микровесах, специально для этой цели изготовленных в ЛФТИ. Работа успешно была закончена в начале 1936 г. Так излишне подробно пишу об этом вот почему.

Возможно, благодаря очень дружеским отношениям Льва Давидовича с Львом Васильевичем, который с большим интересом



*Н. Бор, Л. Ландау, Я. Френкель, В. Фок, И. Тамм и др. в УФТИ.
Харьков, 1934 г.*

относился к моей работе, а также атмосфере научного интереса на институтских семинарах и вообще дружной атмосфере в УФТИ с Львом Давидовичем у меня установились и сохранялись всегда хорошие отношения. О ведущейся работе по магнитным измерениям на твердом водороде с указанной целью Л. Д. Ландау знал. Более того, после ее окончания она подробно обсуждалась с ним и он факт обнаружения и измерения ядерного парамагнетизма в эксперименте и очень малое время намагничивания твердого водорода (прибор следил за ходом магнитного поля без заметного запаздывания), как и мы, экспериментаторы, считал установленным. С экспериментаторов какой спрос? А для некоторых теоретиков это было далеко не так ясно. Очень многое Л. Д. решал, казалось бы, сразу — в уме (так это, наверное, часто и бывало). В частности, по-видимому, малое время ядерного намагничивания ортоводорода у него не вызывало сомнений. В это же время по этому же поводу Гайтлер и Теллер (1935 г.) сделали ошибочный вывод о практической невозможности измерения ядерного намагничивания неметаллов, в частности водорода, так как по их вычислениям время намагничивания оказалось больше 10^{12} с (больше 10^5 лет). Под влиянием харьковских измерений Гайтлер и Фрелих (1936 г.) заново решили эту задачу — специально для водорода — с учетом того обстоятельства, что у ортоводорода до самых низких температур

сохраняется ротационный момент. Время намагничивания при низких температурах оказалось $\sim 0,1$ с. Кстати, из перечисленных возможных веществ по этому признаку пригоден только водород. Долгое время мне казалось, что работа по измерению ядерного парамагнетизма у нас удачно «проскочила». Действительно, журнал со статьей Гайтлера и Теллера (Proc. Roy. Soc., 1935) о невозможности измерений ядерного намагничивания на неметаллах задержался доставкой в Харьков, а за это время работа была сделана. Думалось — а если бы до начала работы эта статья пришла? Может быть, и постановку эксперимента отменили бы — такой солидный журнал! Теперь, по прошествии долгого времени, мне кажется, что этого не было бы, так как теоретическая ошибка в статье была бы замечена тем же Л. Д. Ландау. Ведь на его глазах делалась «невозможная» работа. Мне теперь кажется, что она не вызывала сомнения в постановке и в обсуждении полученных результатов у Л. Д., потому что он обладал невероятной способностью оценивать физику явлений. В этом проявлялось то, что в харьковский период формулировалось как некоторое правило: «Если Ландау сказал да, так это-таки да! Однако...» Об «однако» будет дальше. Это свойство проявлялось и в крупных и в сравнительно незначительных задачах. К примеру, в одной из работ Л. В. Шубникова и В. И. Хоткевича (1936 г.), очень важной в процессе создания представлений о природе сверхпроводимости (в работе измерялись критические значения поля и тока для чистого сверхпроводника — олова), нужно было точное знание деталей: значение индуктивности кольца в сверхпроводящем состоянии, количественное определение магнитного поля, наведенного током в центре сверхпроводящего кольца, на основании измерений магнитного поля катушкой с конечными размерами по длине и диаметру (сейчас это просто решаемая на ЭВМ задача). В статье Л. В. Шубникова и В. И. Хоткевича значения этих величин в соответствующих формулах стоят. В ответ на мой вопрос Льву Васильевичу: «Откуда вы взяли эту величину?» — последовал ответ: «Ландау написал». Это отнюдь не свидетельствует о беспомощности Льва Васильевича. Он, естественно мог их подсчитать или оценить сам, но Ландау просто писал ответ, после буквально нескольких строчек вычислений. Несколько строк (именно по этому поводу), написанных рукой Л. Д., и сейчас хранится у нас в лаборатории в одной из рабочих тетрадей Льва Васильевича рядом с рисунком кольца. Решению задачи об индуктивности кольца в нормальном состоянии при высоких частотах (когда толщина слоя, по теперешним представлениям, меньше глубины проникновения) была посвящена статья 1931 г. одного из наших крупных теоретиков, ответ, естественно, совпадал с ответом для сверхпроводящего кольца. Л. Д. не знал этой статьи и решения, и, когда я ему сказал об этом, он ответил: «Фи! Статья по такому пустяку». Однако

иронические, а то и отрицательные высказывания Л. Д., пожалуй, были для него не редкостью. Но в положительных определениях его «да» действительно, как сказано, было да.

В январе (23–25) 1937 г. в УФТИ проходила выездная сессия физической группы АН СССР, посвященная работам по физике низких температур. На сессии присутствовали А. Ф. Иоффе, В. А. Фок, С. И. Вавилов и другие, было сделано 10 докладов. Начиналась сессия докладом Л. Д. о теории сверхпроводимости. Были также его доклад по теории фазовых превращений, доклад Л. В. Шубникова о работах криогенной лаборатории, мой доклад о магнитных измерениях на водороде, О. Н. Трапезниковой — об аномалиях теплоемкости хлоридов железной группы, доклад А. И. Лейпунского о работе института, доклады А. Ф. Прихотько, М. З. Руэмана и др. — это было по существу первое совещание по физике и технике низких температур. Существует фотография. Она сделана во время сессии; на ней А. И. Лейпунский, С. И. Вавилов, А. Ф. Иоффе, Л. Д. Ландау, Л. В. Шубников.

Хочется сказать о работе Л. Д. по анизотропии сверхпроводников в промежуточном состоянии и экспериментальном количественном обнаружении такого состояния Л. В. Шубниковым. И первое, и второе было сделано и опубликовано в одном и том же 1937 г. Мне кажется, это хороший пример эффективности исследований, о котором так много говорится. Замечу, что в истории структуры промежуточного состояния сверхпроводников следовало бы помнить эти приоритетные работы.

Относясь с глубоким уважением к Льву Давидовичу, нельзя не сказать о некоторых его ошибочных суждениях. Если говорить о науке, то, например, Л. Д. относился долгое время резко отрицательно к возможностям определения энергетического спектра электронов в металле по результатам исследований кинетических явлений — спротивления металлов в магнитном поле и холл-эффекта. Я помню его прямо-таки негодование после докладов харьковских и московских экспериментаторов на киевском совещании по физике низких температур в 1954 г. по изучению гальваномагнитных свойств металлов: «Неужели не найдется теоретика, который бы разъяснил этим... экспериментаторам бессмысленность таких измерений. Нужны исследования только термодинамических свойств, да и то на крайне ограниченном круге металлов». Л. Д. считал для этой цели едва ли не единственным пригодным металлом магний.

Экспериментальные исследования, естественно, продолжались и углублялись. В конце концов сначала Илья Михайлович Лифшиц убедился в важности работ экспериментаторов. Он первым осмелился вступить в тяжелую дискуссию с Львом Давидовичем и убедить его. Известно, что не только термодинамические, но и кинетические явления легли в основу созданной Ильей Михайло-

вичем и его сотрудниками современной теории металлов, основанной на качественных представлениях о структуре поверхностей Ферми. Для определения у целого ряда металлов формы поверхности Ферми в очень большой мере использовали именно кинетические явления — электросопротивление монокристаллов металлов в магнитном поле при низких температурах.

Не считал Л. Д. объектом, достойным теоретических работ, также жидкости, считая их, конечно, очень важными для практических целей. Правда, и в настоящее время аморфное (подобное жидкости) состояние металлов озадачивает теоретическую физику и, как часто бывает, экспериментальное изучение их и практическое использование идут пока со значительным опережением.

В последний раз Лев Давидович был в Харькове в 1956 г., он сохранил добрые чувства к институту и к криогенной лаборатории и высказался письменно: «Приятно было встретиться с коллективом, так горячо заинтересованным в нашей науке. В 1956 г. могу пожелать Вам всем новых и все более ярких успехов! Л. Ландау».

Нельзя оставить в стороне мнение Л. Д. о спорте: «Каждый уважающий себя физик должен ходить на лыжах или играть в теннис». Он действительно делал и то и другое, но делал «поландауски». В 30-е годы в институте были хорошие теннисисты, в частности К. Д. Синельников, А. Ф. Прихотько, О. Н. Трапезникова и др. Играл в теннис Л. Д. совершенно по-своему (необычными были и стойка, и удар), однако подвижность его и «поперечник захвата» мяча были невероятными, и он подчас обыгрывал хороших теннисистов.

Последний раз я виделся со Львом Давидовичем в апреле 1968 г., когда в Институте физпроблем поздравляя его с 60-летием. Было бесконечно грустно пожать руку угасавшему Ландау, эпохой вошедшему в нашу и мировую науку.

З. И. Лифшиц

НА МАШИНЕ — В ГОРЫ

Судьба послала мне счастье общения с Львом Давидовичем Ландау на протяжении многих лет. Оно было почти ежедневным в Институте физических проблем и особенно близким во время летних отпусков. Лев Давидович любил один месяц из своего летнего отпуска проводить с нами — с Евгением Михайловичем Лифшицем и со мною — в автомобильных путешествиях то по

Кавказу, то по Прибалтике, то по Карельскому перешейку или Украине. Он любил природу — и среднерусскую, и поросшие сосной дюны Прибалтики, и яркую красоту юга. Снежные вершины кавказских гор его зачаровывали, а Черное море он любил больше за его красоту, чем за удовольствие купаться в нем. Может быть, потому, что не умел плавать.

Уже подготовка к путешествию была радостной для всех нас. Техническая сторона — забота о машине, палатках, плавательных принадлежностях — была отдана в опытные руки Евгения Михайловича. Я заботилась о питании и о комфорте в пути. А Дау принимал участие лишь в обсуждении маршрута, но и в этом вопросе он полагался на свою крепкую опору — давнего и надежного друга Женю Лифшица. Лев Давидович был сговорчив. Он говорил о себе: «У меня хороший характер. Я поклядист, согласен с любым вашим решением». Так оно и было. Никаких противоречий в нашем маленьком коллективе никогда не возникало. Дау охотно подчинялся и доверял опыту Жени, а к даме у него всегда было джентльменское отношение.

Удивительно праздничным казалось раннее утро, когда, усевшись в машину, мы покидали Москву. Заботы остались позади, впереди манил простор, отдых в горах, у моря. Как только выезжали из Москвы — в места, где посты ГАИ в те времена были редки, Дау пересаживался с заднего сиденья к нам на переднее. Теперь всем одинаково хорошо была видна дорога. Быстрое, равномерное движение машины, сознание, что за рулем осторожный Евгений Михайлович, смена лесов и полей, освещенных косыми лучами утреннего солнца, бесконечная лента шоссе...

Радостное возбуждение постепенно утихало, и мы ехали молча, лишь изредка обмениваясь впечатлениями. Машина то взлетала на пологий холм, то стремительно мчалась вниз, чтобы с разгона снова взлететь на следующий холм. Я спросила Дау, не хочет ли он научиться водить машину. «Нет, — отвечал он, — это было бы очень опасно: я очень быстро заснул бы за рулем». Вот и сейчас нас слегка укачивало, сказывалась усталость, и мы пытались развлечься. Для этого годилась и детская игра в номера машин, встречных и обгонявших. Любыми арифметическими действиями нужно было получить равенство между левой и правой частями четырехзначного номера. Очко получал тот, кто делал это быстрее других. Дау шумно радовался, когда ему удавалось опередить Женю, а на мою долю очков выпадало мало, однако, когда это случалось, Дау не забывал выразить свое одобрение.

Эта игра быстро надоедала, и мы переходили к следующему номеру развлекательной программы — к пению. Всем известно отсутствие у Льва Давидовича интереса к музыке. Однако, видимо, присущая ему любовь к красоте, лиричность и даже некоторая сентиментальность не оставляли его полностью к ней рав-

подушным. Он любил цыганские романсы, особенно «Мой костер в тумане светит...», и просил меня петь его вместе с ним. Нельзя сказать, что получался вполне благозвучный дуэт, поскольку мелодия давалась Дау нелегко.

И в пути и на привалах часто читали наизусть любимые стихи. Здесь Дау был на высоте, знал очень много и читал их хорошо, нараспев, как читают поэты. Список любимых им стихов, написанный его рукой, хранится у меня как драгоценная реликвия. Кроме Пушкина и Лермонтова, там перечислены стихи Блока, Гумилева, Уткина, Симонова, Слуцкого, Берггольд. И еще Лев Давидович знал наизусть в оригинале стихи Кэмпбелла, По, Шамиссо, Гейне, Гёте. Евгений Михайлович не уступал ему, и начиналось состязание друзей в чтении стихов на английском и немецком языках, но и мне хотелось их чем-нибудь поразить. Я прочла на древнегреческом языке знаменитую надпись на камне в Фермопильском ущелье, и мои «рыцари» были сражены — древнегреческого они не знали.

Бережно храню пожелтевший клочок бумаги с написанным на нем неразборчивым почерком Льва Давидовича стихотворением О. Мандельштама «За гремучую доблесть грядущих веков...». Оно вызывает печальные ассоциации. Хотя сам Лев Давидович не любил рассказывать об этом, но ведь и на его плечи «кидался век-волкодав». В апреле 1938 г. он был арестован якобы за шпионаж в пользу Германии и пробыл в заключении ровно год. Лишь вмешательство П. Л. Капицы спасло ему жизнь. Петр Леонидович написал письмо Сталину. Он писал, что не верит, чтобы Ландау был способен на что-либо нечестное. Все знали, что подобный шаг был страшнее, чем войти в клетку с тигром. Однако, не получив ответа, почти через год Петр Леонидович написал другое письмо, на этот раз Молотову. Он повторял, что не может поверить, что Ландау — государственный преступник. И смелое заступничество дало результат. Ландау был освобожден под личное поручительство П. Л. Капицы.

Позже Евгений Михайлович спрашивал Петра Леонидовича, как он не боялся, представлял ли себе размер опасности. Петр Леонидович ответил, что таких вопросов он себе не задавал, он лишь твердо знал, что иначе поступить не мог.

Всю свою жизнь Лев Давидович был не только благодарен, он был предан П. Л. Капице. И возможно, этим объясняется его категорический отказ даже обсуждать вопрос о создании отдельного института теоретической физики. До конца жизни он оставался сотрудником Института физических проблем, возглавляемого П. Л. Капицей.

Миновали годы, происходили новые события, вызывавшие волнение и горькие чувства. На этот раз они были связаны с судьбой Б. Л. Пастернака. Мог ли он не поддаться давлению и не отказаться от Нобелевской премии? Почему недостаточно бо-



Е. М. Лифшиц и Л. Д. Ландау. Боржоми, 1960 г.

ролся? Такие вопросы задавал Евгений Михайлович. Не менее взволнованный Лев Давидович не решался осуждать Пастернака за слабость. Узнав многое на собственном опыте, он понимал, что нельзя требовать от каждого честного человека, чтобы он был героем.

...Приближался вечер, и нужно было устраиваться на ночлег. В те годы получить номера в гостинице было не так трудно, как сейчас. Помню только два случая неудачи. Первый — в Ростове-на-Дону. Администратор гостиницы на просьбу предоставить хоть один номер для академика ответил: «Много тут вас академиком ходит, всем давай». Оказалось, что академиками он называл слушателей военных академий. Второй случай — в Сочи. Там мотив отказа был несколько другой: «Я не знаю, как устроить журналиста, приехавшего из Румынии, — сказал администратор, — а вы тут со своим академиком пристааете». Но, как правило, устроиться удавалось, и на следующее утро мы продолжали путешествие с новыми силами.

Незаметно кончались казавшиеся бескрайними поля подсолнухов — мы приближались к Кавказу. Вдруг на горизонте показались горы. Глаза моих спутников засияли от восторга, с губ не сходила улыбка. Вот она — зримая цель нашего путешествия!

Через несколько часов езды по горным дорогам мы наконец

останавливаемся на первой Домбайской поляне. Здесь раскинулась палаточная турбаза, и мы, усталые, удобно располагаемся на ночлег.

На следующее утро, отдохнувшие и бодрые, собираемся налегке идти в горы. Выбираемся из палаток и замираем на месте: перед нами снежная вершина Софруджу и ее зуб, ярко-розовые в лучах утреннего солнца, четкие очертания гордой красавицы Белалыкаи и величественная громада Домбай-ульгена на фоне синего неба. Долго смотрим и не можем отвести взгляда.

Крутая тропинка ведет к небольшой поляне, затем через пихтовый лес к другой большой открытой поляне, где шумный водопад с Джугутурлючатского ледника оглушает и снова заставляет остановиться. Лев Давидович стоит на камне у самого края воды, радужные брызги обдают его с головы до ног, но отойти, оторваться от этого чуда невозможно. Евгений Михайлович боится, как бы Дау не простудился, и командует двигаться снова вверх, в горы.

При кажущейся хрупкости Дау был очень вынослив и мог ходить в горах долго, не уставая. Евгений Михайлович восклицал: «Посмотри, Дау ходит, как верблюд, лучше нас всех». Действительно, он никогда не жаловался на усталость, не просил остановок. Но если по пути попадались заросли малины, где каждый куст был усеян ягодами, ни я, ни Дау не могли устоять — углублялись в них и «паслись» до тех пор, пока не раздавался возмущенный голос Жени: «Как можно тратить время в горах, глядя вниз, а не на горы! Ягоды можно купить в Москве на рынке. Быстрее выбирайтесь! Пошли!» А мне и Дау казалось, что можно сочетать оба удовольствия — и любоваться природой, и собирать ее «дары».

Жаль было расставаться с Домбаем и Тебердой, но впереди нас ждали другие красоты.

Останавливаемся на неделю в Нальчике. Гостиница здесь вполне приличная, но в ресторане еда отвратительная. Поэтому каждый вечер мы ездим ужинать в Пятигорск, за 80 км отсюда. Там в лучшем ресторане города можно получить вполне съедобное блюдо под названием «Машук», а по нашим понятиям гуляш. Если наши предки считали, что не стоит ехать «за семь верст киселя хлебать», то мы были менее привередливыми.

От Нальчика рукой подать до ущелий Черека, Чегема и Боксана. Мы приближались к Главному Кавказскому хребту. Шли пешком, оставив машину в ущелье. Уже казались совсем близкими резко изломанные, обрывистые гребни Шхельды. Но растояния в горах обманчивы. Дау с небольшим рюкзаком за плечами, слегка сгорбленный, в соломенной шляпе размеренным шагом идет вслед за мной под палящими лучами горного солнца. Женья замыкает «колонну». Идем час за часом; наконец Женья предлагает сделать привал. Дау с наслаждением сбрасывает



Встреча в горах: Е. М. Лифшиц, Л. Д. Ландау, И. Е. Тамм

рюкзак и ложится в густую траву альпийских лугов. Отдых длится долго. Подкрепившись бутербродами и холодной водой из горного ручья, надышавшись ароматом диких трав, начинаем «философствовать».

Лев Давидович — прирожденный учитель — считал своим долгом обучать молодежь не только трудной науке физике, но и не менее трудной науке жить и быть счастливым. Он очень любил жизнь и считал, что каждый человек обязан прожить свою жизнь счастливо. Это требует усилий, но этого необходимо добиваться. Он сам много работал над собой, преодолевая природное свойство — сильную застенчивость, которая мешала общению с людьми, а следовательно, мешала быть счастливым. И он добился этого. Ему хотелось поделиться с каждым человеком своим опытом и созданной им теорией, как быть счастливым.

Огромное значение придавал он любви, конечно взаимной (без взаимности, считал он, у нормальных людей любовь угасает). Но, чтобы найти ее, надо много потрудиться. Большой труд поиска должен сочетаться с большим трудом самоусовершенствования. При этом надо понять и преодолеть такие помехи в любви, как ревность, жадность. Кстати, жадность в широком значении этого слова, по мнению Дау, одна из главных причин мно-

гих бед человека. А ревность — чувство, часто вовсе не имеющее отношение к любви, а скорее постыдное проявление оскорбленного самолюбия.

К сожалению, любовь, как и все на свете, не вечна, считал он. И если любовь прошла, надо расставаться. Жертвовать собой ни одна из сторон не должна. Но расстаться надо, оставаясь в дружеских отношениях. Дау утверждал, что в его жизни только так и было. Нельзя продолжать связь, если любовь прошла, ведь нельзя, говорил он, любовь заменить сексом. Это будет профанацией любви.

А как быть, если исчезла любовь между супругами? Лев Давидович считал, что, как правило, разводиться не следует. Ведь все равно в следующем браке может повториться то же самое. Поэтому семью нужно сохранить и рассматривать брак как своего рода кооператив, когда муж и жена продолжают совместно вести хозяйство и воспитывать детей. При этом каждый из супругов имеет право искать другую любовь и ревности не должно быть места. Вообще же Лев Давидович считал, что в брак следует вступать только в том крайнем случае, когда оба влюбленные, проверив свои чувства в течение долгого времени, приходят к выводу, что врозь жить не могут. Брак — слишком серьезное и ответственное дело, чтобы совершать его только ради самой идеи брака.

Я не соглашалась с идеей брака-кооператива, считала, что женщина одна может воспитать детей, что кооператив для нее унижен. Дау возражал, и мы наконец замолчали, оставаясь каждый при своем убеждении.

Возможно, теория любви, построенная Львом Давидовичем, несколько утопична, но, несомненно, высоконравственна. Я остановилась подробно на ее изложении, потому что знаю, как многие, с кем он разговаривал на эту тему, не дав себе труда вслушаться и вдуматься в мысли, высказанные им, часто искажали их и не замечали их нравственной основы или не хотели замечать.

С годами его взгляды на любовь несколько менялись. В молодости он считал, что может любить только красивую женщину. Была бы красота, а ум и душа необязательны. «Если мне нужно поговорить с умным человеком, я лучше поговорю с Женей», — замечал он. В последние же годы жизни частенько в его высказываниях проскальзывали нотки тоски по подруге не только красивой, но и умной, и имеющей душу, а не «пар».

Однако самой большой его любовью, его жизнью, была, естественно, наука — физика. Не помню ни одного дня во время летних отпусков, когда бы Лев Давидович и Евгений Михайлович не обсуждали горячо и долго интересующие их в данный момент вопросы физики. Мне приходилось терпеливо ждать и заниматься своими делами, пока они не уставали и не возвращались с

высот науки в обыденный мир. Бывало и так: среди увлеченного разговора вдруг раздавался возглас: «Тихо! Помолчите!» И никто не обижался — значит, в этот момент нужно было сосредоточиться на обдумывании какой-то важной задачи.

Многолетняя привычка Дау постоянно обмениваться с Женей мыслями не только научными, но и глубоко личными, доверять его мнению и опыту сделала их дружбу нераздельной. Женя платил Дау той же преданностью, любил и оберегал его. Всегда беспокоился о его здоровье, о настроении. Старался уберечь от волнений, связанных с редкими, к счастью, выпадами завистников. Оба они не могли обходиться друг без друга. И казалось, что эта прекрасная дружба и жизнь вечны. Но «все проходит», часто повторял Дау. Нелепый трагический случай оборвал его жизнь, оставив глубокую брешь в рядах физиков.

Наше путешествие по ущельям Кавказа продолжалось. Настала очередь последнего маршрута — по Баксанскому ущелью. Там у подножия Эльбруса в деревне Тегенекли расположилась база Грузинского института физики. Конечно, мы должны были заехать туда на несколько дней к давнему другу Дау и Жени — Элевтеру Луарсабовичу Андроникашвили. Встречая нас, он едва улыбался, и вид у него был необычный: бледный, хмурый, в полосатой пижаме, обритый наголо. Дело в том, что всего за неделю до этого он попал в автомобильную аварию, получил сотрясение мозга и страдал от головной боли. Его сотрудники разговаривали шепотом и старались не попадаться на глаза своему директору-громовержцу.

Болезнь помешала Элевтеру Луарсабовичу поехать с нами на Ледовую базу. В сопровождении молодых физиков мы отправились туда на открытом институтском грузовике. Дорога, скорее широкая тропа, серпантинном круто поднималась на высоту около 4000 м. Шофер должен был обладать виртуозным мастерством, чтобы маневрировать на множестве крутых поворотов и не скатиться вниз.

Много потрудились сотрудники Грузинского физического института, чтобы построить своими руками Ледовую базу на такой высоте. Ее алюминиевый цилиндрический корпус расположен на самой кромке снежной шапки, покрывающей вершину Эльбруса. Отсюда хорошо виден «Приют одиннадцати», а внизу до самого горизонта простерся Главный Кавказский хребет. Сказочная красота его снежных вершин и отрогов превосходит человеческое воображение.

Дау и Женя осмотрели Ледовую базу, выслушали захватывающий рассказ о ее строительстве и о самоотверженности тех физиков, которые остаются здесь на зимовку. Дул сильный холодный ветер, трудно было дышать, и мы стали собираться вниз, в Тегенекли. Заботливые хозяева укутали Дау в огромный бараний тулуп, меня — в широкоплечую войлочную бурку, а Женя

легко переносил холод (Дау по этому поводу часто шутил: «У тебя нарушена терморегуляция») и возвращался без дополнительного утепления. Под свист ветра мы быстро спустились с Эльбруса и стали делиться своими восторженными впечатлениями с теми, для кого он был не только воплощением красоты, но и символом огромного труда, связанного с множеством опасностей.

Наутро мы простились с нашими добрыми друзьями.

Путешествие подходило к концу. Все намеченные маршруты были пройдены, и, полные впечатлений, загорелые и окрепшие, мы отправляемся в Москву. Уже начало осени, небо хмурое, моросит дождь, и всем немного грустно. А мне особенно. Для меня коззается роскошь ежеминутного общения с удивительным, редкого обаяния человеком и великим ученым нашего века Львом Давидовичем Ландау. Я мысленно благодарю судьбу и утешаю себя надеждой на будущее. До следующего лета, до следующего путешествия!

О. И. Мартынова

НЕМНОГО — СОВСЕМ СО СТОРОНЫ

Профессионально в течение 13-летней нашей дружбы с Л. Д. Ландау (Дау) — а дружбой я наши взаимоотношения смею назвать — мы никогда не соприкасались. По образованию я — химик, и Дау с самого начала нашего знакомства поставил меня на место, заявив: «Все, что в химии научного, — это физика, а все остальное — кухня». Этому я противоречить не могла, поэтому конкретных вопросов науки касались мы в дальнейшем мало. В то же время встреч, разговоров да и споров на самые различные темы было много до самого последнего дня...

Этот самый последний день (точнее, вечер) был, и забыть его никогда нельзя. В канун рождества Дау к нам зашел взять какую-нибудь книжку «почитать в поезде», которым он на следующее утро собирался ехать в Дубну. «Понимаешь, по воскресеньям наша автобаза машин не дает, а ехать надо обязательно, вправить Елке (племяннице) мозги, она собирается с мужем разводиться». Тогда мы еще не знали, что Дау поедет не поездом...

Просидели мы долгс в этот последний вечер, под сохранившейся еще от Нового года елкой, тщательно выбирали книжку для чтения в пути. Дау был веселый. Мы даже немножко погадали, что же принесет нам Новый, 1962 год...

Познакомились мы с Дау летом 1948 г. на Рижском взморье, где он отдыхал в каком-то санатории, кажется Академии медицинских наук, а мы с мужем [М. А. Стыриковичем] и годовалой



«Памятник себе». Паланга, 1961 г.

дочкой снимали дачу в тогда еще совсем диком Майори. Дау страшно скучал в своей санатории, а так как мы трое скоро выяснили, что друг другу совсем не действуем на нервы, а наоборот, он стал приходить каждый день в гости. Мы гуляли, разговаривали, много шутили и смеялись.

Остались в памяти отдельные, и смешные и очень серьезные, моменты. Из смешных помню следующее: у нас на даче были соседи — бабушка с внуком. Этот внук временами соглашался есть только после того, как бабушка вылезет через окно в сад. Дау это очень забавляло, и он иногда жалел бабушку, брал на себя ее роль: вылезал через окно.

В это же лето во время прогулок были бесконечные, очень тяжелые разговоры, связанные с проходившей именно тогда недоброй памяти сессией ВАСХНИЛ.

Помню далее одну замечательную поездку летом 1951 г. из Гагры на турбазу «Красная Поляна». Мы с Михаилом Адольфовичем жили в Гагре, снимали комнату и еще одну держали в запасе для Дау и Евгения Михайловича, которые вскоре приехали туда на машине. Через пару дней мы вчетвером отправились на «Красную Поляну», ехали туда с твердым намерением жить на этой турбазе как настоящие туристы, т. е. принимать участие во всех существующих там маршрутах. В первый маршрут — самый легкий, естественно, мы действительно вместе с группой туристов на следующий день и пошли. Но так как было страшно жарко и вообще-то мы ничего интересного по ходу этого маршрута не увидели, Дау по возвращении на базу заявил, что больше он ни в какие походы ходить не будет и какими мы были дураками, что мы вообще прошли даже по первому маршруту.

На следующее утро решили никуда не ходить, просто поваляться на чудесном солнце и воздухе Кавказа. Дау, однако, решил, что мы не будем просто разлагаться и лодырничать, а что он будет всех обучать высокой науке раскладывания пасьянса. Он за это дело взялся очень серьезно; особенно он любил некий, как он его называл, «интеллектуальный» пасьянс, раскладывая который все время повторял: «Это вам не физикой заниматься, здесь думать надо». Устраивались соревнования, на которых все участники начинали с совершенно одинакового первоначального расклада карт. Предавались этому занятию страшно увлеченно, и своим победам Дау радовался шумно и искренне.

Обратный путь в Гагры по сказочно красивым местам как-то настроил на поэтический лад, и я обнаружила у Дау тогда для меня еще совершенно неизвестную черту — его большую любовь к поэзии. Дау и М. А. читали стихи по очереди — в течение всех часов пути обратно в Гагры. Читали стихи Гумилева, Лермонтова, Апухтина, Брюсова и др.; одними из самых любимых стихов Дау было, как известно, лермонтовское «Свидание» и несколько стихотворений Апухтина. Между стихами спорили о музыке. Меня очень поражало, что Дау, так любя поэзию, совершенно не признавал ни оперы, ни балета, ни любой музыки, любил он только романсы в исполнении Надежды Андреевны Обуховой. Оперу Ландау принимал как нечто полностью противоречащее логике, здравому смыслу и вообще страшно неестественное. Он говорил: «Почему нужно петь слова, которые каждый нормальный человек может просто говорить?»

В связи с его отрицательным отношением к пению вспоминается еще небольшой диалог между Дау и моей восьмилетней дочкой, которая плакала потому, что получила по пению в школе тройку. Дау утешал: «Не плачь, Наташа, я ведь тоже совсем петь не умею, а вот, как видишь, живу». Он страшно возмущался тому, что я все-таки пыталась дочку учить музыке,

хотя она этому сопротивлялась. В скором времени я ее занятия музыкой прекратила — и он торжествовал.

Киноискусство Дау любил — в особенности картины с красивыми актрисами определенного типа, и мы иногда вместе бывали в кино. Должна признаться, что я всегда страдала от его привычки во время сеанса громко комментировать происходящее, в особенности эпизоды, которые ему не нравились. Помню, во время нашей последней совместной поездки летом 1961 г. на Рижское взморье мы отдыхали в очень посредственном санатории «Белоруссия» в Булдур и много ходили в кино. Дау, видя мое смущение, вызванное его весьма, как правило, нелестными высказываниями о фильме, а главное, очень громкими комментариями (он-то совершенно не смущался), уже нарочито меня дразнил — вплоть до того, что я убежала из зала. Потом мы «объяснялись», а он смеялся и говорил, что, мол, пусть не показывают такую занудную дрянь («зануд надо истреблять»).

В серьезных разговорах Дау многократно возвращался к мысли о том, что он должен, просто обязан написать несколько хороших учебников по физике для средней школы. Ведь росли наши дети, и он ужасался уровню преподавания и тем учебникам физики, которыми тогда пользовались.

Помню примерно в середине 50-х годов, когда было много разговоров об атомной бомбе, следующий диалог опять-таки между Дау и моей дочкой, которая его спросила, что же такое атом. Дау очень серьезно и очень доходчиво объяснял, после чего последовал вопрос: «А правда, что все состоит из атомов и я тоже?» На положительный ответ последовал дальнейший вопрос: «А почему же я не взрываюсь?»

К сожалению, очень многие встречи и просто длинные разговоры с Дау не запомнились — может быть, в них и не было ничего особенного, достойного внимания, а просто — дружба.

Не сохранилось и множества фотографий, которые были и куда-то делись. Нашлось несколько снимков, относящихся к началу 50-х годов, когда мы вчетвером (четвертым был Е. М.) отправились куда-то недалеко от Узкого, просто на природу. Несколько снимков относятся к концу 50-х годов у нас на даче, где все с увлечением играли в бадминтон.

Иногда Дау приходило в голову кого-нибудь из нас — обычно меня — разыгрывать по телефону, пытаясь сильно изменить свой голос и манеру говорить. На первых порах ему это иногда удавалось и он торжествовал, что сумел «обмануть мой музыкальный слух», над которым он шутливо издевался.

А. Б. Мигдал

ДАУ ПЕРЕД ГЛАЗАМИ

Когда я вспоминаю Ландау, или Дау, как все близкие его называли, передо мной сначала возникают зрительные образы. Первая наша встреча произошла в 1936 г. на международной конференции в Москве. Меня поразили облик Дау — всклокоченные черные волосы, огромные сияющие глаза, желтая рубашка и очень яркий, может быть красный, галстук. Я, аспирант Ленинградского физико-технического института, чудом попавший на конференцию, в перерыве подошел к Дау, он стал расспрашивать, что я делаю, и, по-видимому, остался мной доволен. После он сказал Померанчуку: «Мне Мигдальчик понравился».

Эта встреча произвела на меня огромное впечатление, и, пожалуй, больше всего запомнилась необыкновенная доброжелательность, или, точнее, презумпция высоких качеств собеседника. Позже я узнал, что она легко сменялась сарказмом при первом же неудачном или легкомысленном высказывании. Но к следующей встрече доброе отношение восстанавливалось, если, конечно, собеседник не был абсолютно безнадежен. Мне часто приходилось слышать о нетерпимости и даже резкости Дау. Не могу согласиться без оговорок. Его резкость была направлена только на невежество и на то, что он называл «патологией». Кроме того, с годами эта черта сильно смягчилась; вспомним, что Дау приобрел свою репутацию в возрасте 20—25 лет.

В 1937 г. я приехал к Дау из Ленинграда и привез на его суд несколько работ. Дау одобрил работы, был очень дружелюбен и поселил меня у себя дома — он тогда жил один, в его квартире не было мебели, стояло несколько детских столиков, на полу лежали матрасы. За несколько дней, которые мы провели вдвоем, почти непрерывно что-нибудь обсуждая, я узнал о его вкусах и жизненной позиции, быть может, больше, чем за все последующее время.

Как всегда бывает при общении с человеком такого масштаба, я был восхищен быстротой его реакции, блеском научных мыслей, яркостью высказываний, не только научных, но и любого другого рода. Впрочем, многие из них были продиктованы желанием бросить вызов общепринятым взглядам. Так, например, он мог объяснить молодой, только что вышедшей замуж женщине, что брак — это кооператив, основанный на деловых обязательствах, к которому влюбленность не имеет отношения. Это была форма озорства, желание увидеть реакцию собеседника.

Когда первое ослепление прошло, я стал более критически относиться к ненаучным суждениям Дау, и, может быть, поэто-

му отношения между нами стали не такими близкими, как раньше. Он очень не любил, когда с ним не соглашались даже в несущественных вещах, и часто говорил: «Люблю, когда меня глядят по шерстке».

В 1938 г. нас всех постигло горе — Ландау арестован. И какая была радость, когда он вернулся. Помню, какую веселую вечеринку мы — аспиранты ЛФТИ Померанчук, Берестецкий, Шмушкевич и я — устроили по случаю этого события.

Я часто приезжал в Москву для разговоров с Дау, а в 1940 г. после окончания аспирантуры в ЛФТИ поступил в докторантуру в Институт физических проблем к Ландау. В то время я часто бывал у него дома, а по воскресеньям прогуливал его на лыжах. «Прогуливал» — самое подходящее слово. Дау не был спортивным человеком, но очень любил лыжи. На Воробьевых горах, где мы обычно катались, он облюбывал маленький холмик, не представлявший никаких затруднений, и скатывался с него. Студенты, носившиеся вместе со мной по склонам Воробьевых гор, обозвали этот холмик «пиком Ландау».

Когда я приходил к нему домой, он сидел и работал, вернее, лежал и работал. Он лежал на тахте среди груды цветных подушек, опираясь щекой о ладонь, размышлял, потом начинал быстро писать. Он писал не вдоль, а поперек листа, по длинной его стороне, положив лист на какую-нибудь твердую подложку.

Не менее важная часть его работы проходила у доски и завершалась тем, что он диктовал Евгению Михайловичу Лифшицу очередную статью. Многие из работ Дау начинались и даже заканчивались на семинарах. Во время обзора статей очередного номера «Physical Review» или «Zeitschrift für Physik» Дау прерывал докладчика: «Это патология! Задачу нужно решать так...» — выбегал к доске и тут же строил теорию со всеми вычислениями. Это был очень эффективный способ обучения технике теоретической физики.

Другой, гораздо более суровый способ применялся, когда к нему приходили с недостаточно продуманной, но, по мнению автора, завершенной работой. Обычно от первоначального пути решения не оставалось почти ничего; самолюбие и амбиции автора в расчет не принимались. Это был неприятный, но быстро приводящий к цели способ заставить внимательно продумывать все выкладки, прежде чем обращаться к Дау. В тех редких случаях, когда его замечания оказывались неправильными, Ландау никогда не стремился оказаться правым, немедленно соглашался с убедительными доводами, говоря при этом: «Истина воссияла».

После нескольких сеансов подобного обучения я старался приходиться к Дау только с готовыми работами. До сих пор вспоминаю случаи, когда он начинал говорить: «Здесь надо сделать такую-то подстановку...», — а я отвечал: «Да, так и сделано».

Или: «Нужно связать сечение рассеяния с сечением образования связанного состояния», — а я молча показывал готовую формулу.

Мне хочется рассказать один эпизод, связанный с теорией Гинзбурга—Ландау. Я докладывал на семинаре Ландау свою работу о скачке в распределении по импульсам взаимодействующих ферми-частиц вблизи границы Ферми. Когда я показал, что скачок в распределении Ферми обязательно меньше единицы, поскольку это есть среднее значение $\psi^+(p)\psi(p)$, а для частиц со спином $1/2$ оно лежит между 0 и 1, Ландау вскочил и подбежал к доске. Посмотрев на формулы, он сказал: «Действительно очевидно, что это так. Но как же у нас в теории с Гинзбургом? Ведь там $\psi^+(p)\psi(p)$ имеет любую величину! Это очень странно...»

Мы знаем сейчас, что $\psi^+\psi$ у Ландау с Гинзбургом имеет смысл не плотности электронов, а плотности электронных пар, которые удовлетворяют статистике Бозе.

Реакция Ландау мне кажется очень поучительной. Подумав, он сказал: «Впрочем, эта теория так красива, что не может быть неверной. По какой-то причине это все равно правильно». И на этом он успокоился. Я думаю, что сомнения мучили его, и, конечно, продолжая размышлять на эту тему, он бы догадался, в чем дело.

Дау не терпел неясных утверждений, жестоко высмеивал недодуманные высказывания. Он боролся с проявлениями вундеркиндства, с попытками угадать результат, не имея ясной картины. Сам он в полной мере обладал даром ясности и называл себя шутя «гениальным тривиализатором». Может быть, эта черта и привела к тому, что Дау не любил так называемой философии физики, в которой так изощрен был Нильс Бор.

Возможно, Дау мешала его пресловутая универсальность. Не было области теоретической физики, в которой он не знал бы конкретных явлений, деталей и не был бы специалистом. Его теоретическая техника по тому времени, наверно, была самой совершенной в мире. Он стремился не только к решению задачи, но к решению задачи самым адекватным способом.

В теоретической физике существуют два принципиально различных подхода. Один состоит в том, чтобы найти точное решение модельной задачи, отношение которой к реальному физическому объекту остается неясным. Другой подход — искать хотя бы приближенное решение не идеализированной, а физически точно поставленной задачи. Ландау был решительным сторонником второго подхода.

Разумеется, бессмысленно спрашивать, что было бы, если бы такой-то работал не так, а иначе... Каждая научная судьба неповторима, как неповторима творческая личность. Любимая поговорка Дау: «Если бы у моей бабушки были усы, она была бы дедушкой».

И все же попробуем представить, как изменился бы стиль Дау в наше время. Конечно, он отказался бы от стремления охватить в деталях всю теоретическую физику — сейчас это невозможно. Изменилось бы и его требование о разложении по малому параметру — ЭВМ сняли эти ограничения. Я не думаю, что он увлекся бы математическими проблемами, возникшими в связи с попытками сверхобъединения, — Дау гораздо больше любил конкретную физику, проверяемую на опыте.

Зато в полной силе проявилась бы одна из самых сильных его черт — дар глубокого понимания физики явления, позволяющий так параметризовать аналитически неразрешимую задачу, что на долю ЭВМ остается вычисление введенных параметров.

Ландау создавал такую атмосферу нетерпимости к невежеству и легкомыслию, что многие работы, которые он назвал бы «патологией», не появились бы, будь он с нами.

Нечего и говорить о том, какую огромную роль в воспитании физиков-теоретиков всего мира сыграл курс «Теоретическая физика» Ландау и Лифшица. Но наследство Ландау — это не только его труды и труды его учеников. Может быть, не меньшее воплощение духа Ландау — институт, носящий его имя.

И хотя лучшие работы делают уже не ученики Ландау, а ученики его учеников, работающие совсем в другом стиле, не похожем на стиль Ландау, им досталась в наследство от него бескомпромиссная преданность науке.

Р. Э. Пайерлс

МОИ ВОСПОМИНАНИЯ О ЛАНДАУ *

Я познакомился с Ландау в 1929 г., когда работал ассистентом Паули в Цюрихе и Ландау приехал к нам. Визит его был очень кратким из-за бюрократических сложностей — в то время Швейцария не имела дипломатических отношений с Советским Союзом, и поэтому власти страны дали ему разрешение приехать лишь на несколько недель; и, несмотря на усилия Паули и Шеррера добиться продления его пребывания в Швейцарии, продление давалось на все более и более краткий срок, и в конце концов ему пришлось уехать. Ландау считал, что такое положение дел льстит ему: Ленина они не боялись, а его боятся.

Ландау сразу произвел на меня впечатление своим глубоким пониманием и широкими знаниями физики, а также своим не-

* *Peierls R. Birds of Passage. Prenceton: Prenceton univ. press, 1985. Пер. Т. В. Качаловой.*

обычным, зачастую свежим подходом к любой проблеме, физической и нефизической. Увидев новую работу по физике, тема которой была ему интересна, он бегло просматривал ее, чтобы определить, как эта проблема поставлена автором, а затем повторял самостоятельно все вычисления. Если его результат совпадал с результатом, полученным автором статьи, он понимал, что это хорошая работа.

Любая проблема, за которую Ландау брался, разрабатывалась им систематически до основания, и это касалось не только проблем науки, но относилось ко всему. Он делил всех физиков на классы. Бор и Резерфорд принадлежали к первому классу, Эйнштейн сам по себе составлял класс, его же самого, как он надеялся, можно было бы отнести ко второму классу. Ландау был убежден, что теоретики могут быть продуктивными лишь в молодости. Когда в разговоре всплыло чье-то незнакомое ему имя и выяснилось, что оно принадлежит теоретику двадцати семи лет, то воскликнул: «Что, такой молодой, а уже такой неизвестный!»

Тот же систематический подход был характерен для него в любой жизненной проблеме, включая так называемые ситуации. Ситуацией назывались отношения между женщиной и мужчиной, она могла быть удовлетворительной или неудовлетворительной. Когда Ландау обнаруживал неудовлетворительную ситуацию среди своих друзей, он считал своим долгом, конечно же, сообщить им об этом, что не всегда приветствовалось.

Он также неодобрительно относился к бородам, особенно у молодых людей, считал это пережитком девятнадцатого века. Один физик в Цюрихе носил гигантские бакенбарды, что также вызывало неудовольствие Ландау. Он позвонил жене этого физика, с которой не был даже знаком, и спросил ее, когда же она заставит своего мужа сбрить эти ужасные бакенбарды. Ландау утверждал, что в Цюрихе больше бород приходится на душу населения, чем в русских городах, и заключил со мной пари по этому поводу. Когда же беглый подсчет на улицах доказал его неправоту, он приписал это миграции из деревень, которая произошла во время его пребывания за границей,— ведь все же знают, что крестьяне носят бороды.

Он был очень худ, и его голодный вид вызывал материнский инстинкт у всех хозяек, с которыми он знакомился. Они испытывали потребность накормить его, несмотря на откровенно выражаемые им взгляды, которые они часто не одобряли. На самом же деле Ландау был очень вынослив. В выходные дни он ходил с нами на лыжные прогулки и, хотя не обладал выдающимися атлетическими данными, проявлял неутомимость и сохранял бодрость.

Ландау приехал в Цюрих, только что закончив работу по диамагнетизму металлов. Работая над этой проблемой, легко было ошибиться до тех пор, пока Бор не показал, что в классической

физике магнитное поле не создает намагниченности в системе движущихся зарядов. Из-за существования множества уже опубликованных неправильных решений многие физики побаивались браться за эту проблему, считая ее слишком запутанной. Когда Ландау получил очень простое решение в квантовой механике, к нему отнеслись с большим подозрением. Но Паули сразу понял, в чем дело. Он разработал теорию парамагнетизма, обусловленного спинами электронов, и поэтому его очень заинтересовала работа Ландау. Он знал о работе Бора и понимал, как правильно рассматривать эту проблему, и на него работа Ландау произвела большое впечатление. По другим же вопросам возникали споры. Это привело к памяtnому замечанию Паули, которым закончился день горячих дебатов, когда Ландау спросил Паули, считает ли он, что все рассказанное им вздор: «О, далеко не так! Все, что вы рассказывали, так запутано, что никто бы не осмелился сказать, что это вздор!»

Предметом, который в то время вызывал самые жаркие споры, была квантовая электродинамика. Ландау и я сделали попытку достичь нового понимания проблемы, изучая поведение квантов света, или фотонов, в пространстве, и написали волновое уравнение для фотонов методом, аналогичным выводу уравнения Шрёдингера для электронов. Затруднением было то, что число фотонов постоянно менялось, так как электроны и другие заряды могут испускать или поглощать фотоны. Поэтому требовалось сформулировать не одно волновое уравнение, а целую систему уравнений — одно, описывающее безфотонное состояние, другое — состояние с одним фотоном, следующее — с двумя фотонами и т. д. Однако это не дало нового понимания проблемы и уравнения оказались очень громоздкими и неудобными для работы. Я понял причину этого только некоторое время спустя: в то время как в принципе можно наблюдать положение электрона с неограниченной точностью, такое экспериментальное наблюдение фотонов невозможно. Наблюдение положения фотонов противоречило бы общим принципам, а поэтому описание, основанное на этом, физически бессмысленно.

В следующем году Ландау появился в Цюрихе на более долгий срок. В наших беседах мы снова и снова возвращались к обсуждению нерешенных проблем квантовой теории поля, наиболее ярким проявлением которых была бесконечная собственная энергия электрона.

Мы пришли к выводу, что соотношения неопределенности, выписанные Гейзенбергом для нерелятивистской квантовой механики, нуждаются в обобщении на релятивистскую область. Другими словами, не каждое измерение, не противоречащее этим соотношениям, может быть фактически выполнено. В частности, измерение импульса частицы требует некоторого времени: чем больше затрачивается времени на такое измерение, тем выше его

точность. Далее, при измерении интенсивности электрического и магнитного полей существуют ограничения точности измерения этих двух величин в одной и той же области пространства в одно и то же время, что соответствует принципу неопределенности Гейзенберга, но даже одна из этих величин сама по себе не может быть измерена с неограниченной точностью. Если дело обстоит так, необходимо было изменить математическую форму теории для того, чтобы учесть эти ограничения.

Когда Нильсу Бору стало известно об этих идеях, он яростно воспротивился им. Он был убежден, что в принципе можно измерить электромагнитные поля с точностью, предсказанной теорией, т. е. в пределах, допускаемых принципом неопределенности. Когда Ландау и я ранней весной 1931 г. оказались в Копенгагене, по этой теме проходили горячие дискуссии. Позже Бор и Розенфельд начали анализ измерений поля, этот анализ в конце концов вылился в две монументальные работы, ставшие классическими. У меня до сих пор есть сомнения. Анализ, проведенный в этих работах, несомненно правильный, но процесс измерения, помимо всего прочего, предполагает плотное заполнение компенсирующими друг друга положительными и отрицательными зарядами маленькой области пространства, в которой поле должно быть измерено. Спорным является то, можно ли это назвать измерением поля. С другой стороны, наша идея того, что учет ограничений может привести к лучшей теории, так и не материализовалась. В этом смысле наша работа не дала конструктивного вклада в развитие этой теории.

Еще несколько раз я встречался с Ландау во время моих поездок в Советский Союз. Во время одного из моих визитов в 1934 г. мы совершили пеший поход по Сванетии на Кавказе с ним и его другом. Во время этого похода состоялся запомнившийся мне разговор. Друг Ландау, инженер, спросил его: «Что там с атомной энергией? Что это — научная фантастика или реально существующая возможность?» Без малейших колебаний Ландау ответил: «Это сложная проблема. Есть такие ядерные реакции, при которых высвобождается больше энергии, чем поглощается. Если же попытаться бомбардировать ядра заряженными частицами, точность попадания будет мала, поскольку частицы должны пройти большой путь до встречи с ядром. На этом пути они тормозятся электрическим взаимодействием с атомными электронами. Поэтому только малая доля частиц достигает ядра и выделяемая энергия чрезвычайно мала по сравнению с энергией, требуемой на ускорение тех частиц, которые не попадают в ядро. С нейтронами же дело обстоит иначе, поскольку они не замедляются „трением“, а летят, пока не встречаются с ядром. Но до сих пор единственным известным нам способом производства нейтронного пучка является бомбардировка ядер заряженными частицами, поэтому мы опять возвращаемся к той



Л. Д. Ландау с сыном Гариком

же самой проблеме. Если же кто-нибудь однажды найдет реакцию, при которой нейтроны порождают вторичные нейтроны, проблема будет решена». Удивительное предвидение, высказанное в 1934 г.— лишь два года спустя после открытия нейтрона!

После войны я снова встретился с Ландау в 1956 г. на конференции по физике высоких энергий, которая состоялась в Москве. Большим удовольствием для меня было общение с ним и обмен мнениями. Тогда он занимался основами квантовой теории поля и утверждал, что может опровергнуть эту теорию, несмотря на ее большие успехи в объяснении всех наблюдаемых электромагнитных явлений. К тому времени он стал уже преуспевающим и популярным педагогом и был окружен толпой своих учеников и коллег. Так как многие хотели стать его учениками, он отбирал учеников, предлагая каждому кандидату по задаче и говоря ему: «Когда решите эту задачу, приходите, будете работать со мной». Немногие знали, как взяться за эту задачу, и приносили полученный результат неделю спустя или около того; некоторые понимали, что им следует подучиться, и им требовался год

или более, чтобы разобраться в предложенной проблеме. Многие же более никогда не возвращались.

В беседах со своими учениками, он был суров и мог подвергнуть их уничтожающей критике. Тем не менее сотрудники обожали его, справедливо понимая, что, работая с ним, извлекали для себя огромную пользу. Это же, конечно, касалось и меня в те недолгие периоды, когда нам случалось быть вместе. Я виделся с ним еще два раза очень коротко перед трагическим случаем, который положил конец его работе в области физики и в конце концов вырвал его из наших рядов.

Дж. Р. Пеллам

ЛЕВ ДАВИДОВИЧ ЛАНДАУ —
ВТОРОЙ ЛАУРЕАТ
ПРЕМИИ им. ФРИТЦА ЛОНДОНА *

Комитет по присуждению второй премии им. Фритца Лондона обратился ко мне с просьбой рассказать о жизни и деятельности выдающегося ученого, лауреата этой награды, Льва Давидовича Ландау. Эту задачу считаю большой честью для себя и вполне осознаю ответственность, вытекающую из этого. Ландау внес вклад в столько областей физики, что мог бы быть удостоен премиями на любой из конференций за достижения в любой из областей. Я понял, что моя основная задача — суметь ограничиться деятельностью Ландау в области физики низких температур, за достижения в которой эта премия ему присуждена. В моей работе я испытал такое сильное влияние важных результатов, полученных Ландау в этой области, что, как и многие другие, почувствовавшие на себе такое же влияние, хорошо его знаю, хотя и никогда не встречался с ним лично.

Мы располагаем богатым материалом для описания деятельности Ландау в тех областях физики, в которые он сделал важные вклады. Материал же для моего обзора жизнедеятельности Ландау я позаимствовал из двух статей¹, опубликованных в советских научных журналах, посвященных пятидесятилетию со дня рождения Ландау, празднование которого проводилось за два года до получения им премии Фритца Лондона.

* Выступление, прочитанное на 7-й Международной конференции по физике низких температур (Торонто, 20 авг.—3 сент. 1960 г.), по случаю присуждения второй премии им. Фритца Лондона. Пер. Т. В. Качаловой.

¹ ЖЭТФ. 1958. Т. 7. С. 1; УФН. 1958. Т. 64. С. 616.



*Л. Д. Ландау и К. Мендельсон.
Москва, 1957 г.*

Лев Давидович Ландау родился 22 января 1908 г. в Баку, столице Азербайджана на Каспийском море. Его отец был инженером, мать — врачом. Математический талант Ландау проявился в очень раннем возрасте, и он сам едва ли помнил то время, когда не умел дифференцировать и интегрировать. В возрасте 14 лет он поступил в Бакинский университет, откуда двумя годами позже был переведен в Ленинградский университет, который закончил в 1927 г. в возрасте 19 лет. Однако писать научные статьи он начал еще до окончания обучения в университете: публиковался два раза в год в течение двух последних лет в университете. У него появился активный интерес к новой области науки — квантовой механике; в возрасте 19 лет Ландау впервые ввел понятие матрицы плотности, теперь так широко используемое в квантовой механике. Его активная научно-исследовательская карьера началась в Ленинградском физико-техническом институте, сотрудником которого он был с 1927 по 1929 г., занимаясь теорией магнитных свойств электронов и квантовой

электродинамикой. В 1929 г. его послали за границу, где полтора года он был гостем датчан, немцев, швейцарцев, голландцев и англичан. Особое значение в развитии Ландау как ученого имела его работа в Копенгагене в течение этого периода, и сам он считает себя учеником Бора. (По приглашению Бора Ландау снова был в Копенгагене в 1933 и 1934 гг. для участия в конференциях по теоретической физике.)

Некоторое представление о его личности можно составить по следующим цитатам из писем, полученных мною от двух физиков, работавших с Ландау в это время.

Первое письмо было получено от профессора Нильса Бора, его учителя:

«Я с радостью узнал, что премия им. Фритца Лондона присуждена Ландау. Конечно, мы все разделяем восхищение работой Ландау и сохраним яркую память о том времени около 30 лет тому назад, когда он работал с нами в Копенгагене. С самого начала на нас произвели глубокое впечатление сила его проникновения в корень физической проблемы и его оригинальные взгляды по всем аспектам человеческой жизни, дававшие повод для многочисленных дискуссий. В брошюре, опубликованной по случаю моего семидесятилетия со дня рождения, Розенфельд дал очень яркое описание того шума, которое произвела работа Ландау и Пайерлса по проблеме измеримости величин поля, в конце концов вызвавшая к жизни большую научную работу, выполненную Розенфельдом и мною. Также из моих визитов в Россию вместе с женой до войны мы вынесли много ценных нами воспоминаний о преданности Ландау и его усилиях, направленных на развитие физико-математических исследований в России, в чем он так преуспел. В послевоенные годы мы сохраняли надежду снова увидеть Ландау нашим гостем, но до сих пор он не смог приехать. Однако мой сын Оге и некоторые другие сотрудники нашего института, будучи в России, встречались и говорили с Ландау и не только знали об обожании, с которым относились к нему его коллеги, но и нашли в нем того же самого теплого человека и большого энтузиаста, которого мы все так любим».

Другое письмо — от профессора Эдварда Теллера, современника Ландау:

«Я познакомился с Ландау в Лейпциге в 1930 году и позднее встретился с ним опять в Копенгагене в 1934 году. Моим самым ярким зрительным воспоминанием о Ландау было красное пальто, которое он носил в Копенгагене. Миссис Бор, подтрунивая над ним, говорила, что он носит в точности форму почтальона. Вы понимаете, что я забыл бы о красных пальто копенгагенских почтальонов, если бы не этот случай. Я очень любил Ландау и очень многое от него узнал по физике. Он получал удовольствие, делая заявления, рассчитанные на то, чтобы шокировать членов буржуазного общества. Когда мы оба жили в Копенгагене, я женился. Он одобрял мой выбор (с моей женой он играл в теннис). Он также спрашивал нас обоих, как долго мы рассчитываем оставаться в браке. Когда мы сказали ему, что наши планы определенно рассчитаны на довольно долгий срок и что мы не имеем никакого намерения обрывать наш брак, он выразил самое сильное неодобрение, аргументировав его тем, что только капиталистическое общество может испортить такую в корне хорошую вещь, доведя ее до такой абсурдной степени. В Копенгагене он много спорил с Джеймсом Франком о религии. Он считал религиозную веру очень устаревшей и неприемлемой для ученого и выражал свои мысли невоз-

держанно как в присутствии, так и в отсутствие Франка. Франк всегда смеялся над ним. Было очень приятно, что, уезжая из Копенгагена, Ландау специально пошел попрощаться с Франком. Ясно было, что, говоря о Франке, в действительности он подразумевал не то, что говорил.

Я продолжаю питать привязанность к Ландау и теплоту и очень рад, что премия им. Фритца Лондона досталась ему. Он ее заслужил.

Нужно помнить, что Ландау в то время [о котором пишет Э. Теллер] был очень молод, возможно, теперь он несколько повзрослел.

Во время его пребывания за границей был сделан первый шаг, который сместил фокус его интересов и которому суждено было поставить перед ним крупные вопросы физики низких температур. Интересная методика его предыдущей работы вооружила Ландау для решения новых проблем. Этот процесс был накопительным. В возрасте 22 лет он развил «теорию диамагнетизма металлов Ландау», показывающую, что вырожденный идеальный электронный газ обладает диамагнитной восприимчивостью, равной $\frac{1}{3}$ парамагнитной восприимчивости. Несколько лет спустя, в 1937—1938 гг., это привело к объяснению эффекта де Гааза—ван Альфена. Результат, полученный Ландау в ранние годы при работе над проблемой диамагнетизма фермиевских систем, был очень важен для его новой теории, предсказывающей существование «нулевого звука» в жидком гелии-3, вызывающем искажение поверхности Ферми. Легкость, с которой Ландау разобрался в этой ситуации, вполне понятна, если принять во внимание понимание фермиевских систем, приобретенное им за тридцать лет до этого.

Его проживание в Ленинграде было недолгим, так как в 24 года Ландау переехал в Харьков, чтобы возглавить теоретический отдел Физико-технического института (1932—1937 гг.), где начало проявляться разнообразие его достижений, взглядов и интересов. В течение первого года работы в Харькове его работы были посвящены различным темам — от «Теории звезд» до «Теории передачи энергии при столкновениях». Последняя работа отражает характерную особенность Ландау — решение трудных теоретических проблем при помощи блестящей математической атаки. Эти же методы сослужили ему хорошую службу и дальше — его понимание проблемы столкновений достигло своей вершины в 1949 г., когда он рассмотрел ротон-ротонные и ротон-фононные столкновения (вместе с Халатниковым), чтобы (правильно) предсказать затухание волн второго звука.

Убеждение Ландау, что самостоятельная творческая деятельность в любой области теоретической физики должна начинаться с достаточно глубокого познания всех ее разделов, стало складываться в Харькове, где он разработал специальную программу, широко известную среди студентов-физиков как теоретический минимум. Там же он стал собирать вокруг себя последователей

среди студентов, из которых самыми известными в области физики низких температур были Е. Лифшиц и И. Померанчук. Разнообразие его интересов становится очевидным при перечислении работ, сделанных им в течение его двух последних лет пребывания в Харькове: теория фотоэлектродвижущей силы в полупроводниках, теория мономолекулярных реакций, теория дисперсии звука (вместе с Э. Теллером), кинетическое уравнение в случае кулоновского взаимодействия, свойства металлов при очень низких температурах, рассеяние света светом, теория фазовых переходов. Все они были изданы в 30-е годы.

В эти же годы он опубликовал статьи на темы: кинетическое уравнение в случае кулоновского взаимодействия, поглощение звука в твердых телах, теория фазовых переходов, теория сверхпроводимости, статистическая модель ядер, рассеяние рентгеновских лучей кристаллами вблизи точки Кюри, рассеяние рентгеновских лучей кристаллами с переменной структурой, происхождение энергии звезд.

Более глубокое последствие для низкотемпературной физики, однако, имели исследования, начатые им в Харькове и продолженные по переезде в Москву в связи с организацией Института физических проблем П. Л. Капицы. Интерес Ландау к проблеме диамагнетизма оказался переходным между проблемой квантовой механики и теорией металлов. Помимо объяснения эффекта де Гааза—ван Альфена, применение термодинамики к электронным системам при низких температурах привело Ландау к следующим результатам:

1) Введено понятие антиферромагнитного упорядочения как новой термодинамической фазы.

2) Развита термодинамическая теория магнитных доменов (вместе с Е. Лифшицем), явившаяся основанием теории магнитной восприимчивости и ферромагнитного резонанса.

3) Изучены фазовые переходы и установлена глубокая связь между переходами второго рода и изменением симметрии системы. Развита подробная термодинамическая теория поведения систем вблизи точки перехода.

4) Изучено промежуточное состояние сверхпроводников и предложена теория ламинарной структуры сверхпроводников.

Также в течение своего харьковского периода Ландау начал работу над серией теперь широко известных монографий по теоретической физике.

Совершенно естественно, что при переезде в Москву, где он был назначен заведующим теоретическим отделом Института физических проблем, внимание Ландау обратилось к проблеме сверхтекучести, которая в то время экспериментально изучалась Капицей. Этот период его жизни знаменуется всесторонним штурмом низкотемпературной физики, и под его натиском крупная проблема природы гелия II (фазы жидкого гелия-4) вскоре

отступила. Эта работа была близка интересам Фритца Лондона, решившего ее применением совершенно другого подхода. Ключом к разгадке этой проблемы гелия (работа опубликована в 1941 г.) была в полученном Ландау полуэмпирическим путем спектре энергетических бозе-возбуждений в этой жидкости. Форма теперь уже хорошо известной кривой зависимости энергии от импульса для таких квазичастиц имела минимум на энергетической высоте, равной 8—10 К. Такой спектр допускал существование квазичастиц в равновесии на этом уровне, и их по предложению И. Тамма Ландау назвал ротонами. Энергетическая щель Δ , присущая ротонам, допускает существование сверхтекучести.

Объяснив явление сверхтекучести, Ландау смог независимо предсказать существование специфической моды распространения волн в жидком гелии II — второго звука (независимо, потому что несколько ранее Тисса предсказал второй звук на основе метода Фритца Лондона).

Заслуживают особого внимания два аспекта того, как Ландау решил проблему второго звука. Они также имеют отношение к сделанному им позднее предсказанию «нулевого звука» в жидком гелии-3:

1) Рассмотрение Ландау не касалось проблем экспериментального возбуждения и обнаружения второго звука. Ранее, до войны, предпринятые Шальниковым и Соколовым попытки оказались неудачными, так как обнаружение второго звука велось стандартными акустическими методами. В действительности на эту проблему пролила свет публикация Е. Лифшица, который отметил существенную тепловую природу второго звука. На основе этого предсказания Пешкову удалось экспериментально наблюдать второй звук в 1944 г.

2) В этой же работе 1941 г. Ландау правильно предсказал величину скорости второго звука вблизи абсолютного нуля: $C_2/\sqrt{3}$, где C_1 — скорость обычного звука. Он получил этот результат путем акробатически трудных математических вычислений, и можно только удивляться, сколько веры нужно было иметь, чтобы прийти к такому заключению. Вера Ландау в правильность полученного им результата красноречиво выражена в «Письме к Редактору» (Phys. Rev. 1949) в защиту своей теории: «...у меня нет никаких сомнений, что при температуре 1.0—1.1 К скорость второго звука будет иметь минимум и будет увеличиваться при дальнейшем уменьшении температуры. Это вытекает из вычислений термодинамических величин в гелии II, сделанных мною».

Кто мог бы быть так уверен? В этом явно проявилась необыкновенная физическая интуиция Ландау. Несмотря на запутаннейшие математические вычисления, он смог распознать ситуацию вблизи абсолютного нуля не как экстраполяцию, а как точную картину, подтверждающую его результаты. Трудности тер-

модинамического характера исчезают при $T \rightarrow 0$ К. В присутствии только фононов — квантов первого звука — средняя компонента скорости вдоль любого направления распространения может составить самое большое $C_1/\sqrt{3}$. Это было козырем, оставленным Ландау про запас. Позднее мы еще вернемся к этим двум аспектам в связи с теорией «нулевого звука» в жидком гелии-3 и к тому, как они касаются этой проблемы.

Невозможно рассмотреть все стороны достижений, сделанных Ландау. Характерным с точки зрения разносторонности его интересов является цикл из четырех его работ, опубликованных в 1945 г. по проблеме ударных волн на большом расстоянии от места их зарождения и по другим связанным с этим вопросам. (Эта работа проводилась по заказу Инженерного комитета Красной Армии.)

В 1946 г. появились работы по колебаниям в плазме, которые, как утверждается, широкое признание получили в более позднее время в связи с изучением свойств плазмы. В последнее время большая работа в этой области проделана группой физиков в Харькове под руководством А. И. Ахнезера.

В конце сороковых годов Ландау проявил себя в самых различных сферах. Работа, проводимая им в области физики низких температур, в основном состояла в дальнейшем приложении полученного им спектра возбуждений жидкого гелия к изучению различных кинетических явлений, в том числе вязкости, теплопроводности и затухания волн второго звука (вместе с И. М. Халатниковым. Позже его усилия вылились в цикл работ (вместе с А. А. Абрикосовым и И. М. Халатниковым) по квантовой электродинамике.

В то время когда Ли и Янгом было сделано утверждение о несохранности четности в слабых взаимодействиях, но до экспериментального подтверждения этого факта Ландау выдвинул гипотезу о сохранении «комбинированной четности». Он обратил внимание на то, что несохранение четности не обязательно влечет за собой нарушение свойств симметрии пространства, если предположить, что зарядовое сопряжение также не сохраняется, а сохраняется произведение этих величин, названное им «комбинированной четностью». Это налагает определенные ограничения на общую гипотезу о сохранении четности. Как Ли и Янг, он также предсказал поляризацию нейтрино, но Ли и Янг, однако, не связали ее с принципом комбинированной четности. Он также изучил вопрос о поляризации β -частиц.

Теория «нулевого звука» в жидком гелии-3 вылилась, возможно, в одно из самых крупных достижений Ландау в области низкотемпературной физики. Здесь соединились его достижения в области диамагнетизма и свойств квантовых жидкостей. По существу, это было изучением колебаний поверхности

Ферми, а Ландау был опытным штурманом в волнах моря Ферми.

Как и в успешном подходе к проблеме гелия-4, Ландау рассматривал не движение отдельных частиц, а коллективные движения, т. е. элементарные возбуждения, или квазичастицы. Как в предсказании второго звука, точный характер «нулевого звука» не обсуждался с точки зрения экспериментальных методов его возбуждения или обнаружения; по крайней мере такова моя точка зрения как экспериментатора. Вездесущий $\sqrt{3}$ вновь появляется, как и ранее. Я уверен, что он имеет больший физический смысл, чем просто некоторая предельная форма какой-то сложной формулы. Но здесь скорость «нулевого звука» равна скорости C_1 , помноженной на $\sqrt{3}$, а не C_1 , деленной на $\sqrt{3}$. Очевидно, это и объясняет, почему Ландау назвал эту моду «нулевым звуком», а, к примеру, не «третьим звуком».

Научные достижения Льва Давидовича получили признание на его Родине. В 1946 г. он был избран действительным членом Академии наук СССР. Трижды он был лауреатом Государственной премии (в 1941 г.— за теорию жидкого гелия и за работу по фазовым переходам). За пределами своей страны Ландау был избран членом Датской и Голландской академий, недавно он стал иностранным членом Королевского общества в Лондоне и Национальной академии США. Он опубликовал более ста научных статей в более чем десяти научных журналах, он является автором и соавтором в общей сложности десяти книг. Я хотел бы заключить свое выступление двумя отрывками из статьи, опубликованной в ЖЭТФ по поводу его пятидесятилетия, которые кажутся мне особенно уместными:

«Знаменательно то, что на руководимом Львом Давидовичем еженедельном семинаре в Институте физических проблем, посещаемом многочисленными физиками-теоретиками Москвы и других городов, наряду с докладами о теоретических исследованиях реферируются также и результаты экспериментальных работ по самым разнообразным вопросам физики. Участники семинара не перестают удивляться, когда Лев Давидович с равным энтузиазмом и знанием дела обсуждает, например, свойства энергетического спектра электронов в кремнии непосредственно вслед за свойствами так называемых странных частиц...

Еще убедительнее широту охвата Львом Давидовичем современной физики показывает созданный им совместно с Е. М. Лифшицем курс „Теоретическая физика“. Эти книги, вместе взятые, по существу представляют собой фундаментальный трактат по теоретической физике. По оригинальности изложения, широте охвата материала они беспрецедентны во всей мировой физической литературе, чем и завоевали себе широкую популярность не только у нас, но и за рубежом.

Вклад, которым теоретическая физика обязана Льву Давидовичу, не исчерпывается его собственными научными трудами. Мы уже говорили о другой стороне его деятельности — создании обширной школы советских теоретиков.

Неугасимый энтузиазм в науке, его острый критицизм, талант и ясность мысли привлекают ко Льву Давидовичу многочисленную молодежь.

Число обращающихся к Дау (как привыкли называть его ученики и товарищи) за советом и критикой, как молодежи, так и зрелых ученых, очень велико. Критика Льва Давидовича горяча и беспощадна, но за этой внешней резкостью всегда скрывается высокая научная принципиальность, большое человеческое сердце и человеческая доброта. Столь же искренне его желание содействовать своим советам чуждому успеху и столь же горячо его одобрение».

В. Л. Покровский

О НАУКЕ И ЖИЗНИ

(беседы с Дау)

Мое знакомство с Дау не было ни долгим, ни очень близким. И если я решаюсь написать о нем, то это только попытка воссоздать упавший на меня отблеск огня великой души.

Знакомство состоялось в 1957 г. по поводу только что оконченной работы о надбарьерном отражении. Я приехал из Новосибирска вместе с Юрием Борисовичем Румером. Мы сидели втроем в кабинете Евгения Михайловича Лифшица. Разговор вышел очень короткий. Не успел я сказать до конца, в чем состоит результат, как Дау меня прервал. Он сообщил, что совсем недавно на его семинаре выступал N (было названо известное имя) с работой по тому же поводу. «Вы опоздали», — заключил он. Я возразил, что в работе есть ошибка. «А вот этого не может быть», — сказал Дау. — Я слушал работу внимательно, ошибки нет». Я ушел обескураженный. На лестнице меня догнал Юрий Борисович: «Возвращайтесь, маэстро согласен выслушать ваши доводы». Дау сидел на диванчике, не изменив позы. Я снова принялся выкладывать свою науку, но через минуту был вновь прерван. Дау подошел к доске, воспроизвел аргументацию N и потребовал, чтобы я указал, где ошибка. После раздумья, показавшегося бесконечным, мне удалось найти слабое место. «Ну, это легко проверить», — сказал Дау, вновь поднимаясь к доске. Тут наступила моя очередь удивляться. В течение двух минут он быстро писал нечто, чего я почти не понимал, после чего объявил: «Вы абсолютно правы». Я был потрясен мгновенностью реакции и одновременно глубиной понимания. Но мое удивление еще возросло после выступления на семинаре, когда Дау с легкостью опроверг казавшиеся мне неодолимыми возражения N.

Эlegantное представление, выписанное в тот памятный день на доске Дау, мы использовали в тексте статьи вместо нашего первоначального, весьма тяжеловесного.

С того времени и до аварии я имел счастье часто видеть Дау, беседовать с ним на всевозможные темы, посещать его семинары. И каждая встреча с ним была праздником, неудержимым фейер-

верком его интеллекта, особенно поразительным на фоне полной простоты и доброжелательности. Как-то в разговоре я упомянул, что хотел бы разобраться в проблеме нуль-заряда, хоть и не знаю, смогу ли я что-нибудь сделать в этой области. Первым делом Дау разъяснил мне, что Смогулия — грузинская фамилия, а затем взялся за мое образование по части нуль-заряда. В течение часа с лишком мы разгуливали по садику во дворе Института физических проблем. Дау рассказывал о сути, а я задавал самые нелепые вопросы, которые мог придумать. Готовность разъяснять, не жалея времени, была, мне кажется, одной из характернейших черт Дау, чертой великого учителя.

Мне не приходилось видеть другого человека со столь цельным мировоззрением. Дау часто повторял, что он — последовательный марксист. Вспоминаю семинар, на котором вспыхнула острая дискуссия о снежном человеке. В те времена многочисленные экспедиции обнаруживали не менее многочисленные следы этого человека. А в одной из наших центральных газет появилась перепечатка из «Жэньминь жибао», где говорилось, что снежный человек был доставлен китайскими исследователями в Пекин, где, однако, следы его затерялись. На семинаре обнаружилось, что по крайней мере двое из его участников свято верят в существование снежного человека. Научная честность заставила их признать, что им самим не привелось встретить гипотетического обитателя гор. «Но, Дау, — взывал один из адептов, — почему этого не может быть?» «Потому, — был ответ, — что вы хотите верить. Снежный человек — ваше суеверие. А суеверие интеллигента в тысячу раз более отвратительно, чем суеверие невежественной бабки!»

Многообразие жизненных вопросов, входивших в круг интересов Дау, было практически неограниченно. Пользуясь возможностями своей необъятной памяти, он не раз читал наизусть любимые им стихи, среди которых, к моему удивлению, были длиннейшие поэмы Максима Горького вместе с «Гамлетом» Пастернака. Но одной темы он никогда по своей охоте не касался — музыки. Он говорил, что ему медведь на ухо наступил и в музыке он ничего не понимает. Обсуждение музыкальных тем было не принято в кругу Дау. Много позже выяснилось, что среди его учеников было несколько истинных меломанов, но тогда это тщательно скрывалось. И тем не менее мне случилось вступить с Дау в спор о музыке. Дау как раз вернулся с общего заседания Академии наук, где выступал Шостакович. Дау выразился не слишком почтительно о его выступлении и личных качествах. «Как жалко! — сказал я. — Ведь он — великий композитор». «А вам действительно нравится его музыка?» — спросил Дау. Если бы этот вопрос был задан мне сейчас, я, не задумываясь, ответил бы, что нравится — это слишком слабо. Но в период, когда я получал первоначальные познания в музыке, можно было

услышать по радио и в концертах лишь очень ограниченный репертуар далеко не сильнейших его вещей. И в них я услышал нечто необычное, но трудно было постичь по этим обрывкам величие целого.

Я ответил Дау уклончиво. Я сказал, что мне его музыка не очень нравится, но, несомненно, он — поразительный новатор. Немедленно длинный указательный палец Дау устремился по направлению к моей груди. «Кислощенство! — радостно заявил он. — Вы проповедуете науку профессоров кислых щей об искусстве. А никакой такой науки нет вообще. Не бывает новаторов и консерваторов в искусстве. Есть люди, которым есть что сказать, и люди, которым сказать нечего».

Все эти разговоры и многие другие возникали совершенно спонтанно и свободно и столь же неожиданно прерывались обсуждением научных вопросов. Неподдельный интерес к науке, ощущение равной причастности и отсутствие всякого чиновничества составляли самую суть школы Ландау и ее притягательную силу.

Ю. Б. Румер

СТРАНИЧКИ ВОСПОМИНАНИЙ

О Л. Д. ЛАНДАУ *

В этих заметках я не хочу касаться научных трудов Л. Д. Ландау. Современная теоретическая физика недоступна неспециалистам. Умение популяризировать эту науку — особый талант, которым обладают далеко не все. Я не считаю и себя обладателем такого таланта, несмотря на то что в соавторстве с Львом Давидовичем написал небольшую книжку. «Что такое теория относительности».

Мне вспоминается шуточный отзыв, который давал этой книжке сам Ландау: «Два жулика уговаривают третьего, что за гривенник он может понять, что такое теория относительности».

Попытка дать представление нефизика о научном творчестве Ландау в журнальной статье — это попытка с негодными средствами и должна быть отвергнута с самого начала.

Я не хотел бы также отдавать и малой дань той популярной легенде, в которой Ландау фигурирует «в сандалиях и ковбойке». Потому что (воспользуюсь подходящим термином) центр тяжести Ландау не здесь, не в его парадоксальных высказыва-

* Печатается по послесловию к книге: *Ландау Л. Д., Румер Ю. Б. Что такое теория относительности*. 3-е изд., доп. М.: Сов. Россия, 1975.

ниях, которые превращают его в героя анекдота, а в том, что это был крупнейший ученый-физик, творец (совместно с Е. М. Лифшицем) курса «Теоретическая физика», по которому теперь учатся физики во всем мире, и создатель выдающейся школы советских физиков.

В читальном зале библиотеки Ленинградского университета стоит восемнадцатилетний юноша с прядью черных волос, спускающейся на высокий красивый лоб. Он только что получил последний выпуск «Annalen der Physik». Здесь он обнаруживает первую статью Шрёдингера по квантовой механике «Квантование как проблема собственных значений». Он не отдает себе отчета в том, что наступает звездная минута его жизни и что этот момент предопределит все его будущее.

Он не все понимает в прочитанной статье. (Как он впоследствии рассказывал, тогда он еще не вполне ясно представлял себе, что такое вариационное исчисление, хотя и перерешал все примеры в задачнике по дифференциальному и интегральному исчислению Веры Шифф.)

Но он все же «продирается» через эту статью, которая, по его признанию, произвела на него столь же ошеломляющее впечатление, как и первое знакомство с теорией относительности.

За первой статьей Шрёдингера следует вторая. Вскоре юноша узнает о том, что наряду с волновой механикой Шрёдингера в Гёттингене развивается матричная механика, исходящая из совершенно других идей, казалось бы в корне противоположных идеям Шрёдингера.

Окончательно вопрос проясняется, когда ему в руки попадает статья Шрёдингера об эквивалентности обеих механик — волновой и матричной. И юноша понимает, что нашел свой путь в жизни.

Обычно будущий ученый узнает о своей науке из уст другого ученого, более опытного и старшего, — своего учителя. Ландау не мог ни у кого учиться квантовой механике. Не потому, что не было хороших учителей, а потому, что самой квантовой механики тогда еще не существовало. Он до всего должен был доходить сам. Память об этом времени сказалась в его нелюбви к традиционному изображению ученого, стоящего на стремянке у верхней полки своей библиотеки. Ландау говорил: «Из толстых книг нельзя узнать ничего нового. Толстые книги есть кладбище, в котором погребены отслужившие свой век идеи прошлого».

В период своего своеобразного обучения Ландау проглатывал огромное количество научных журналов, в каждой статье определяя постановку задачи и затем смотря в конце статьи, чтобы узнать результат. Промежуток не читал, утверждая: «Что он делает, мне нужно узнать от автора, как делать — я сам знаю лучше него».

В Харькове около 1936 г. стала возникать школа Ландау. Появились первые ученики. Своеобразие возникавшей школы заключалось в том, что учениками Ландау были его однолетки или люди моложе его лишь на несколько лет. Все участники были на «ты» друг с другом и с учителем. Когда они собирались вместе, то эти собрания напоминали по духу собрания способных студентов, готовящих свои дипломные работы, а не семинары у знаменитого на весь мир ученого.

Очень часто ученики вступали в спор с «учителем». Иногда Ландау терпеливо опровергал мнение какого-нибудь из своих ретивых оппонентов, а иногда заканчивал спор неизменным: «Кто кого обучает — ты меня или я тебя? Не мое дело искать ошибки в твоих рассуждениях. Укажи мне лучше ошибки в моих».

Будущая школа физиков уверенно развивалась, становилась на ноги. К Ландау устремилось большое количество молодых людей различных способностей и различных вкусов. Неизбежно возникла необходимость научиться сортировать желающих и отбирать тех из них, которые смогли бы стать теоретиками-профессионалами.

Ландау считал, что заниматься теоретической физикой без предварительных глубоких и прочных знаний бессмысленно. Но изучать физику, по мысли Ландау, значило прежде всего уметь выбирать, что стоит и чего не стоит изучать.

«Жизнь человека, — говорил Ландау, — слишком коротка, чтобы браться за безнадежные проблемы; память ограничена, и, чем больше научного сора будет засорять твою голову, тем меньше останется места для великих мыслей» (он говорил это с улыбкой).

В тесном кругу учеников происходил отбор материала по механике, электродинамике, теории относительности, статистической физике и квантовой механике, который необходимо знать человеку, пытающемуся плодотворно работать в области теоретической физики.

Так возник теорминимум. Ландау принял зачет по теорминимуму от своих первых учеников. А затем уже они сами принимали зачеты от людей, желающих вступить в школу Ландау.

Многие из выдающихся ныне ученых на всю жизнь запомнили, как они сдавали теорминимум.

Что же представлял собою теорминимум?

Очень продуманную, искусно составленную программу по теоретической физике с подробным указанием литературы — книг, параграфов из них и журнальных статей.

Когда Ландау почувствовал в себе дар выдающегося педагога (здесь, по-моему, ему нет равных), когда школа Ландау стала

завоевывать авторитет в научном мире, и притом далеко за пределами нашей страны, возникла мысль изложить теоретическую физику в виде единого курса, чтобы по нему можно было изучать не только теорминимум, но и более глубоко современную теоретическую физику.

Говоря о курсе «Теоретическая физика» Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица, нельзя не подчеркнуть выдающуюся роль Евгения Михайловича в осуществлении этого замысла. Безусловно, все согласятся с тем, что без него такой курс не был бы написан.

Сколько самоотверженного труда внес Евгений Михайлович в написание курса, сколько раз ему приходилось переписывать и переделывать отдельные параграфы! Кроме тех, кто знал близко его в те годы, мало кто может себе это представить.

Однако роль Евгения Михайловича, конечно, не сводилась только к этому, а была более значительной. Он вложил в этот курс много ценных научных и методических идей. Именно поэтому после трагической катастрофы, постигшей Ландау, Евгений Михайлович смог столь достойно возглавить работу над последующими томами курса. В них чувствуются вкус, идеи и почерк Ландау. Нет сомнения, что курс будет успешно завершен.

Огромную роль в научном и педагогическом процессе школы Ландау играл ландауский семинар.

В четверг к 11 часам дня в Институт физических проблем собирались видные физики из всех институтов Москвы. Вход на семинар был совершенно свободным и никем не контролировался.

В первом ряду усаживался Ландау и ближайшие его сотрудники, которые главным образом и участвовали в дискуссии. Остальные ряды прислушивались.

Докладчики и предполагаемые темы докладов (как правило, они посвящались статьям в последних выпусках журналов) утверждались самим Ландау. Каждый докладчик должен был сформулировать постановку задачи, данную автором обсуждаемой работы, и привести решение, полученное автором. Особенно Ландау ценил, когда докладчик предлагал новый, отличный от излагаемого в статье метод решения.

Очень часто вслед за тем, как формулировалась постановка задачи и излагался окончательный результат, Ландау после краткого размышления объявлял: «Статья — сплошная патология. Не стоит тратить на нее время». И доклад безжалостно снимался.

Семинар преследовал двойную цель. Во-первых, учебную: он приучал молодых, начинающих физиков формулировать свои мысли в той логически безупречной форме, которая удовлетворяла Ландау (что само по себе было нелегко); во-вторых, научную: семинар позволял Ландау и его ближайшим сотрудникам узнавать об идеях, содержащихся в последних выпусках научных

журналов, получая их в достаточно обработанном для понимания виде.

Наибольшую пользу от этой системы получал сам Ландау.

Время своей первой заграничной командировки Ландау провел в Копенгагене у Бора, в Цюрихе у Паули и в Кембридже у Резерфорда. В противоположность легенде Ландау никогда не беседовал с Эйнштейном и никогда не бывал в Гёттингене.

Меня познакомил с ним в Берлине в 1929 г. на коллоквиуме по теоретической физике Павел Сигизмундович Эренфест. Ландау с сожалением мне сказал: «Подобно тому как все хорошие девушки уже разобраны и замужем, так и все хорошие задачи уже решены. И вряд ли я найду что-нибудь среди оставшихся».

Но он нашел.

Во время пребывания у Паули в Цюрихе он обнаружил последнюю, по его словам, из хороших задач: «Квантование движения электронов в постоянном магнитном поле». Так в физике наряду с парамагнетизмом Паули появился диамагнетизм Ландау.

Это была удачная находка, потому что в знаменитой диссертации Бора было строго показано, что классическое рассмотрение не дает вклада электронов в диамагнетизм металлов. Этой работой Ландау закрепился в ряду могучих физиков эпохи бури и натиска. Впоследствии он присвоил себе в своей классификации ученых второй класс. Первый класс в ней занимали Бор, Шрёдингер, Гейзенберг, Дирак и (впоследствии) Ферми. Эйнштейну он отводил высший — половинный — класс.

Встреча с Паули, одним из титанов современной физики, произвела на Ландау огромное впечатление.

Я вспоминаю, что как-то в Москве Ландау пытался вступить с Паули в спор. Но Паули ему сказал: «Ах нет, Ландау, подумайте сами».

Зрелище весьма непривычное.

Говорят, что характер Ландау в его молодые годы проявлялся в задиристости, категоричности суждений (речь идет не о физике), граничащей с нарочитой эксцентричностью.

Из тех, с кем сводила меня судьба, эти качества напоминают мне молодого Маяковского, когда он еще ходил в желтой кофте и потрясал своих случайных слушателей высказываниями о себе и своей значимости.

Сходство неизбежно заставляет искать общее объяснение. Я думаю, что дело здесь в том, что подобные проявления свойственны гению, который выходит на подобающее ему место.

Когда Маяковский добился общего признания, он стал мягче, снисходительнее и добрее.

Тот же путь проделал и Ландау. Когда к нему пришло всеобщее признание, как на родине, так и за рубежом, он перестал



Л. Д. Ландау, Нильс и Маргарет Бор, 1961 г.

быть задиристым. Я счастлив тем, что в годы невзгод в полной мере испытал на себе его доброе отношение к людям, его привязанность к старым товарищам и друзьям.

В области теоретической физики, по моему мнению, ученых можно разделить подобно тому, как это делается в музыке, на исполнителей и композиторов. Очень редко эти два направления представлены в одном музыканте.

Физик-композитор, создатель новой теории, должен быть до некоторой степени согласным пойти на риск, отказаться от логически стройной системы, выйти за рамки привычной логики.

Привычной логике на первый взгляд противоречит утверждение Эйнштейна о том, что скорость света одинакова во всех системах отсчета, или утверждение Бора о том, что электрон излучает в момент перехода с одной орбиты на другую и не излучает, пребывая на одной орбите.

Следует, однако, заметить, что «на высшем уровне» научного творчества грань между ученым-композитором и ученым-исполнителем в значительной мере стирается и становится подчас неуловимой.

Судьба наделила Ландау потрясающей по силе логической машиной, позволявшей ему немедленно усматривать противоречия и недоделки в работах своих коллег и отбрасывать их как «па-

тологические». Но это же свойство его ума обращалось против него, поскольку он никогда не позволял себе выйти за рамки своей железной логики.

Поэтому он был, вероятно, одним из лучших в мире физиков-исполнителей и мог решить любую задачу, если она была разрешима (он никогда не брался за задачу о квадратуре круга). И тут по логике творчества он порой превращался в композитора — без «своей музыки» решение не далось бы в руки.

За что же Ландау пользовался такой любовью и таким уважением у учеников, коллег, во всем научном мире?

Мне кажется, что дело здесь прежде всего в том, что для людей науки в высшей степени характерно испытывать непреодолимое и свободное от всякой зависти восхищение перед подлинным научным талантом.

Поражала научная честность Ландау. Он никогда не делал вида, что понимает вопрос или работу, чтобы отделаться фразой, брошенной с высоты своего величия.

Правда, близкие товарищи замечали, что иногда он отмежевался от вопроса замечанием: «Ну, это меня не интересует». Но вскоре оказывалось, что он не забывает заданных ему вопросов: подобно шахматисту, играющему на нескольких досках сразу, он использовал свойство своего ума обдумывать одновременно несколько различных проблем. Если вопрос был стоящий, Ландау некоторое время спустя как бы невзначай выдавал ответ: «Между прочим, ты спрашивал меня о том-то... Так вот...» Далее следовало подробное объяснение.

Огромное впечатление производила универсальность знаний Ландау. В то время как в теоретической физике все более обнаруживался опасный уклон к специализации (дело доходит сегодня до того, что специалисты по элементарным частицам перестают понимать специалистов по квантовой теории поля), Ландау чувствовал себя уверенно и был весьма компетентен в самых различных и отстоящих далеко друг от друга разделах теоретической физики.

Он не старел: вместе с расширением объема физических знаний рос и совершенствовался его талант.

Я думаю, что должно быть написано несколько биографий Ландау.

Должна быть прежде всего научная биография. Роль ее в значительной степени выполняет статья Е. М. Лифшица, приложенная к двухтомному Собранию трудов Ландау.

Нужно издать новое собрание трудов Ландау, которое должно быть снабжено большими и подробными примечаниями, облегчающими их чтение, чтобы любой студент мог бы учиться по этим статьям, а не смотреть на них как на реликты прошлой

эпохи. (Так, например, были изданы в США труды Гиббса: за каждой статьей следует обширный комментарий, по объему превышающий саму статью.)

Что касается беллетризованной биографии Ландау (типа тех, что пишет Моруа), то это чрезвычайно сложная задача, которая по плечу только большому писателю.

Как хотелось бы, чтобы такой писатель поскорее появился!

С. М. Рытов

МОИ РЕДКИЕ «БЕСЕДЫ» С Л. Д. ЛАНДАУ

Эти воспоминания были написаны еще в 1968 г. Возвращаясь с похорон Л. Д. Ландау, я вдруг обнаружил, что очень четко помню все мои немногочисленные «разговоры» с ним. Слова «беседы» и «разговоры» я пишу в кавычках, потому что в действительности это большей частью были мимолетные обмены двумя-тремя фразами. Я плохо запоминаю содержание случайных разговоров, соответствующие даты и обстановку. Так, например, я не могу теперь последовательно воспроизвести ни одну из моих бесед (даже не случайных) с Л. И. Мандельштамом или А. А. Андроновым, хотя виделся с ними часто и говорил подолгу и о многом. Но краткие контакты с Л. Д. почему-то врезались в память. Вероятно, дело в том, что когда встречаешься с выдающимися людьми длительно и часто, то внимание притупляется и не хватает той его остроты, которая нужна, чтобы в должной мере все осознать и осмыслить. А без этого содержание отдельных встреч быстро сглаживается. Мне сразу захотелось написать о моих редких и кратких встречах с Л. Д., пока память еще давала мне такую возможность.

Естественно, для того чтобы смысл высказываний Ландау был понятен, необходимо пояснить, с чем они были связаны. Пришлось поэтому уделить место описанию обстоятельств, может быть, больше, чем мне хотелось бы, но я не знаю, как это обойти, и пишу так, чтобы было понятно, о чем шла речь в тот или иной раз. При этом я пишу лишь о тех случаях, когда я сам участвовал в разговоре с Л. Д., а не о более многочисленных случаях, когда я только слушал его выступления или беседы. Некоторые из замечаний Ландау были для меня лестны, но я не отбирал именно такие эпизоды, а описал все, что помню.

Первый разговор произошел в старом ФИАНе (на Миусах) в 1939 г. на лестничной площадке второго этажа. В тот период,

Л. Д. часто посещал ФИАН и его семинар. Вместе с моим аспирантом Ф. С. Юджевичем я сделал тогда работу, касающуюся отражения электромагнитных волн от слоя с отрицательной диэлектрической проницаемостью ϵ . В этой работе было, в частности, обращено внимание на явление «разбухания» электрической напряженности волны в области перехода проницаемости через нуль. За несколько дней до описываемой встречи я доложил эту работу на институтском семинаре. Л. Д. на этом семинаре не присутствовал, но кто-то, видимо, рассказал ему о содержании доклада.

Л. Д. подошел ко мне и без всяких предисловий спросил:

— Почему происходит «разбухание» поля?

Я сказал, что в геометро-оптическом приближении амплитуда пропорциональна $\epsilon^{-1/4}$ и когда $\epsilon \rightarrow 0$... Ландау сразу же перебил меня:

— Понятно.

Я попытался продолжать:

— В волновой теории, вблизи каустики...

Но он не дал мне договорить:

— Нет, нет. Я уже все понял.

Второй разговор происходил осенью 1942 г. после моего возвращения в Казань из поездки в Боровое к Л. И. Мандельштаму. Я рассказал Мандельштаму о придуманном мною устройстве, позволяющем получать в магнитном поле витка с переменным током параметрические колебания железного шарика. Мандельштам сказал: «Это мне нравится».

Разумеется, его одобрения было достаточно, чтобы побудить меня продолжать работу, но поставить опыты удалось только после эвакуации ФИАНа в Москву, т. е. в 1943 г. В Казани же я доложил на семинаре лишь суть дела и расчет. Казанский семинар был, так сказать, общеакадемическим. На него собирались физики из всех эвакуированных в Казань физических институтов, разместившихся в Казанском университете.

За один-два семинара до моего доклада выступал В. Л. Гинзбург, и Л. Д. что-то не понравилось. Выходя из аудитории, он раздраженно заявил: «Разве это физика? Это какие-то стихи по поводу физики!»

В. Л. Гинзбург ходил мрачный, а все прочие, включая меня, еще пуще «забоялись» Ландау.

Во время доклада, когда я упомянул о положении равновесия шарика в центре витка, Л. Д. тут же воскликнул: «Но ведь система неустойчива!» Он имел в виду, что шарик должен «прилипнуть» к витку. Я попросту забыл сказать о том, что шарик движется в стеклянной трубке. После доклада Л. Д. спросил меня, представляют ли параметрические колебания какой-нибудь интерес. Я рассказал ему о параметрических машинах Мандельштама и Папалекси, о параметрических фильтрах, о трансформа-

ции частоты колебаний и т. п. Он выслушал меня молча и, по-видимому, был удовлетворен.

В 1953 г. была издана моя монография об электрических флуктуациях и тепловом электромагнитном поле. С самим Ландау я о ней не говорил, но меня чрезвычайно обрадовал Е. М. Лифшиц, сказав мне, что книга очень нравится Л. Д., в особенности предположение о пространственной дельта-корреляции сторонних полей. В то время эти функции корреляции еще не были по-настоящему выведены, а в значительной мере являлись результатом догадки. Поэтому проявленный Ландау интерес и его положительная оценка были мне особенно приятны.

Следующий, весьма тягостный для меня эпизод случился в 1956 г. В сущности, он был результатом недоразумения, но неверное его освещение быстро распространилось, и я не исключаю того, что его отголоски дожили до наших дней. Мне хотелось бы поэтому с предельной точностью рассказать о том, что тогда произошло.

Осенью 1955 г. Е. М. Лифшиц показал мне части рукописи «Электродинамика сплошных сред» и дал мне главу о тепловых флуктуациях электромагнитного поля с просьбой просмотреть ее и сообщить мои замечания. Я это сделал, и кое-что из этих замечаний было учтено в книге. Мне не понравилось, в частности, применение доказанной Калленом с соавторами дискретной формы флуктуационно-диссипативной теоремы (ФДТ) к уравнениям Максвелла, выполненное посредством разбиения среды на малые объемы («кубики»). Я сказал об этом Е. М. Лифшицу, но предложить что-либо взамен в то время не мог. Замечу попутно, что М. А. Леонтович, когда мы с ним говорили о способе Ландау и Лифшица, сказал, что «кубики» восходят еще к Эйлеру, но в сложных задачах этот способ хорош лишь в тех случаях, когда заранее знаешь, что должно получиться.

Примерно в то же время мне захотелось построить общую корреляционную теорию рэлеевского рассеяния света, путь к которой лежал через корреляционную теорию тепловых флуктуаций в упруговязкой среде. Здесь я не знал ответа заранее и не видел, как работать с «кубиками». Мне была нужна непрерывная форма ФДТ, которую можно было бы регулярным образом применить к сплошной среде. В декабре я наконец додумался, как получить ФДТ в нужном виде, подробно все написал и 17 января 1956 г. на заседании памяти Б. Франклина в актовом зале МГУ отдал этот текст Е. М. Лифшицу, предложив авторам «Электродинамики» использовать непрерывную ФДТ вместо «кубиков». Однако надежда на то, что они сразу же прочитают мой опус и решат, как поступить, не оправдалась. Недели через две Лифшиц сказал мне, что они познакомятся с моим материалом не скоро — когда доберутся до соответствующей главы. Конечно, это меня огорчило и даже обидело: вещь, которую я и теперь считаю неплохой и

которую я хотел просто отдать в «Электродинамику», встретила столь безразличное отношение, что даже ознакомление с ней было отложено на неопределенный срок.

Я посчитал себя свободным в отношении публикации непрерывной ФДТ, к середине февраля написал короткую статью и показал ее М. А. Леонтовичу. Он одобрил ее и представил в «Доклады АН СССР». Лишь в конце июня на математическом съезде Е. М. Лифшиц сказал мне, что они с Ландау считают свой способ более простым и поэтому решили не использовать мой материал в «Электродинамике». Это окончательно снимало вопрос о том, могу ли я распорядиться своей непрерывной ФДТ по собственному усмотрению.

К тому же я был твердо уверен, что моя статья появится после выхода книги Ландау и Лифшица. Но получилось иначе. Статья вышла 25 ноября 1956 г., опередив «Электродинамику», задержавшуюся из-за авторских переделок. В тот же день вечером Л. Д. позвонил мне по телефону. Разговор я воспроизвожу по памяти, но помню его почти дословно.

Л.: Говорит Ландау. Я хочу вам сказать, что, показывая вам рукопись нашей книги, мы с Евгением Михайловичем не думали, что вы опубликуете то же самое под своим именем.

Я: Я опубликовал не то же самое, а непрерывную форму ФДТ. У меня нет разбиения пространства на элементы объема...

Л.: Но ведь это вопрос вкуса. Разница чисто педагогическая и поэтому не может быть предметом научной публикации. Я рассказывал бы это студентам по-своему, вы — иначе, но сути дела это не меняет. Можете ли вы мне сказать, в чем заключается содержание вашей статьи?

Я: Я не согласен, что речь идет лишь о способе изложения. У меня получена непрерывная форма ФДТ для произвольных случайных полей в сплошных средах.

Л.: Повторяю, это дело вкуса... Вы хоть подождали бы, пока выйдет наша книга.

Я: Лев Давидович, я не старался упредить вашу книгу. Более того, я написал свой вывод теоремы и отдал Евгению Михайловичу с предложением использовать его в вашей книге.

Л.: Да, но вы не сказали, что собираетесь это опубликовать. Этого я от вас не ожидал.

Я: А тогда я и не собирался публиковать. Мне очень жаль, что вы на это так смотрите, но думаю, что вы неправы.

Несколько дней я находился в самом угнетенном состоянии. Единственную мою оплошность я видел в том, что своевременно не сообщил Е. М. Лифшицу о возникшем у меня намерении опубликовать статью. Тем временем распространялась версия о плагиате. В наиболее четкой форме она была выражена В. Л. Гинзбургом, который, приехав в Горький, спросил тамошних физиков: «Слышали, как Рытов обокрал Ландау?»

К моему удивлению, большинство моих горьковских друзей, от которых я и узнал о такой постановке вопроса, не проявили готовности поверить в «кражу».

М. А. Леонтович усмотрел в этом конфликте нечто большее, чем вопрос о моей публикации. Он сказал: «Вот что получается при столкновении разных школ».

Я твердо знал, что никого не обкрадывал, и менее всего хотел сваливать дело на столкновение школ. Мне было необходимо переубедить самого Ландау. Единственную возможность я видел в публикации письма, разъясняющего смысл моей статьи и ее опубликования. Письмо было написано в начале декабря и отправлено в ДАН СССР (с копией в ЖЭТФ, так как мне сказали, что «Доклады» такого рода писем не печатают). Так как дальнейшее связано с этим письмом, я привожу его текст по сохранившемуся у меня черновику.

«Глубокоуважаемая Редакция, в связи с моей статьей „О теории тепловых флуктуаций в распределенных системах“, напечатанной в ДАН (Т. 110, вып. 3), прошу вас опубликовать ниже следующее.

Я хотел бы, чтобы появление моей статьи до выхода в свет учебника Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица по макроскопической электродинамике (на рукопись которого я ссылаюсь в статье) не создало у читателей неверного представления, будто я претендую на приоритет в отношении применения результатов Каллена с соавторами к распределенным системам. Эта идея принадлежит Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшицу, равно как и метод, основанный на разбиении сплошной системы на малые объемы и замене дифференциальных операторов разностными, а также применение этого метода к уравнениям электромагнитного поля. Хотя я полагаю, что сказанное очевидно из примечаний, сделанных в моей статье на с. 372 и 374, я считаю тем не менее необходимым специально и со всей определенностью подчеркнуть это еще раз.

Содержание моей статьи составляет другой метод осуществления указанной идеи Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица, который в теоретическом плане, разумеется, эквивалентен примененному ими, но который привел меня к формулам, удобным для приложений, в чем я убедился, работая над конкретными задачами».

Через несколько дней после отправки этого письма Л. Д. снова мне позвонил.

Л.: Вы настаиваете на публикации вашего письма?

Я: Да, безусловно.

Л.: Я считаю, что в этом нет необходимости. Я посмотрел вашу статью. В ней действительно получены общие формулы... Так что инцидент исчерпан.

Я: В ней не только формулы, Лев Давидович, но и прямые ссылки на вашу книгу, из которых ясно, что я не претендую на приоритет в применении ФДТ к электромагнитному полю.

Л.: Ну об этом сказано не совсем так, как следовало, но, повторяю, инцидент исчерпан. Считайте, что ничего не было.

Я понял, что при нашем первом телефонном разговоре Ландау еще не читал статьи сам и знал лишь о приведенном в ней примере — применении моих формул к уравнениям Максвелла, но не знал, что главное в статье — вывод самой непрерывной ФДТ, содержащей произвольные линейные операторы.

Так завершились эти события. Они действительно не оставили никакой тени на моих дальнейших отношениях с Ландау и Лифшицем.

В 1957 г. на семинаре в ФИАНе я коротко рассказал Ландау о моем намерении сделать общую «безмодельную» теорию рэлеевского рассеяния света, основанную только на линейности уравнений для среды и на ФДТ.

Ландау подозвал В. Л. Гинзбурга, сказав, что эти вопросы надо обсуждать именно с ним. Гинзбург выслушал мои пояснения и сказал:

— Не знаю, зачем это нужно. В теории рассеяния все уже сделано и все ясно.

— Нет, — заметил Ландау, — здесь дело тоньше.

Гинзбург остался при своем мнении, но короткое замечание Ландау сыграло большую роль в том, что я не бросил свою затею и довел корреляционную теорию до конца. Правда, через много лет (в 1970 г.) оказалось, что, как сразу же отметил Ландау, дело было здесь существенно тоньше, чем мне представлялось первоначально, и мне пришлось радикально переработать мою теорию 1957 г.

Осенью 1959 г. И. М. Халатников предложил мне выступить на семинаре П. Л. Капицы, где, по его словам, решили ставить для привлечения публики не только специальные, но и «завлекательные» доклады. В данном случае речь шла о моих изысканиях на тему о релятивистском астронавте, т. е. о том, что он будет наблюдать, летя со скоростью, близкой к световой. Забавные результаты этих изысканий я рассказывал в Радиотехническом институте АН СССР и в ФИАНе, а И. М. Халатников от кого-то об этом прослышал.

На доклад я явился в густом гриппе, что только усиливало мое волнение. Входя в зал вместе с Ландау, я сказал ему, что предчувствую, как он меня изругает. Он ответил, как всегда, лаконично: «Посмотрим». Но все обошлось хорошо. В ряде мест Ландау одобрительно кивал и даже улыбался. Он задал вопрос о том, как астронавт измеряет (независимо от описываемых эффектов) свою скорость относительно звезды. Затем выразил сомнение в том, что рост ионизационных потерь с уменьшением энергии частиц достаточен для полной диссипации энергии микрометеорита в оболочке звездолета. П. Л. Капица, напротив, был недоволен.

— Исключительно актуальная тема...— иронически сказал он после доклада.— Недавно мне досталось за постановку доклада Ощепкова. Как бы здесь не было того же.

Ландау живо возразил ему:

— Нет, Петр Леонидович, это не тот случай. Здесь все основано на науке.

По моему докладу выступил Л. А. Вайнштейн, сказавший, что мои расчеты говорят о неравноправности инерциальных систем отсчета: некоторые из них безопасны, а другие опасны. Это страшно понравилось Ландау. Во время послесеминарского чаепития он несколько раз повторял: «Опасные и безопасные системы! Это хорошо...»

В течение этого чаепития разговор сделался, как обычно, общим, и я уже не помню, по какому поводу Ландау заявил: «Работать надо легко, как птица поет».

По тому, как он это сказал, было ясно, что это его собственное кредо, что сам он именно так и работал.

Я. А. Смородинский

ПО ЗАКОНАМ ПАМЯТИ

Над моим столом висит портрет Дау — литография художника Юрия Могилевского. Я увидел этот портрет первый раз, когда он был еще рисунком, портрет решительно не был похож на оригинал: я никогда не видел у Дау стиснутых губ, такого театрально задумчивого выражения. Но прошли годы, и я обнаруживаю, что образ, созданный художником, все больше и больше вытесняет из моей памяти живой оригинал.

Так работает время...

Есть еще один — живописный — портрет, который некоторое время висел в Институте физических проблем. Потом портрет куда-то исчез. Как-то в 1980 г. меня спросили совета, что можно сделать с большим портретом академика Ландау, написанным маслом, принадлежащим художественному фонду и лежащим в его запаснике. Ему не нашли места ни в каком музее, и с ним не знают, что делать. Сейчас портрет висит в библиотеке Института атомной энергии им. Курчатова, где когда-то Ландау прочел курс лекций по теории атомного ядра — лекций, на которые стекались сотни физиков из многих московских институтов.

На портрете Дау сидит в кресле строгий и величественный. И с этим портретом случилась та же история. Совсем чужой вначале, он становится со временем все более и более похожим. Так



Портрет Л. Д. Ландау работы Ю. Могилевского

стирается и изменяется реальность. Но память все-таки хранит больше.

Май 1939 г. Первомайская демонстрация в Ленинграде. В колонне Ленинградского университета, который тогда носил имя А. С. Бубнова, передавалось кем-то принесенное известие. В Москве появился Л. Д. Ландау. Он «исчез» около года назад, и его «воскрешение» было воспринято как чудо. И это было действительно чудом. Чудо это было рукотворным: только смелость и авторитет академика П. Л. Капицы смогли снять с Ландау нелепое обвинение и вернуть физике одного из самых крупных ученых нашего времени.

Пора заметить, что Дау не любил слова «ученый» и никогда не употреблял его. Но какое еще слово годится для того, чтобы говорить о самом Дау?

Вернемся на демонстрацию. «Дау вернулся» прозвучало как возвращение старой эры.

Приближающееся распределение на работу после госэкзаменов не предвещало ничего хорошего. Физики-теоретики были никому не нужны, а аспирантских мест для них было в Ленинграде только два. Одного аспиранта брал в университет В. А. Фок,

он взял исключительно талантливого Н. С. Крылова, успевшего за свою короткую жизнь (умер в 1946 г.) сделать классическую работу по обоснованию статистической физики. Второе место было в Физико-техническом институте — на него претендовал (с общего согласия конкурентов!) Г. С. Завелевич, тоже талантливый теоретик, погибший на фронте под Ленинградом в первые месяцы войны.

Для меня места в Ленинграде не было, и все, что мне могли предложить, было место в школе в Сибири, на никому не ведомой железнодорожной станции Рухлово. Понадобилось обращение В. А. Фока к народному комиссару просвещения, чтобы Завелевичу и мне разрешили поступать в аспирантуру. Просьбу В. А. Фока поддержали С. И. Вавилов и Н. А. Толстой, что сыграло немалую роль в решении наркома и в нашей судьбе.

В эти дни я впервые понял, что существует дружное физическое общество, которое могло поддержать совсем молодых, еще ничем не проявивших себя студентов.

Ландау узнал обо мне от А. Б. Мигдала и И. Я. Померанчука, и в июле 1939 г. Исаак Яковлевич привел меня в Институт физических проблем в Москве. Ландау встретил меня на дворе; с ним был Е. М. Лифшиц. Не протягивая мне руки (он не любил рукопожатий), с приветливой улыбкой, он представился — «Дау». Так я и обращался к нему в дальнейшем. В августе я приехал сдавать экзамен в аспирантуру, а в октябре с чемоданом книг приехал в Москву.

Первое время я жил в нижней комнате двухэтажной квартиры, которую занимал в то время Дау. К сожалению, не привыкший к такой роскоши, я был выселен из этой комнаты после того, как оставил на весь день жариться мясо на кухне. Запах горелого мяса запомнился мне надолго.

Выселение было, к счастью, не очень печальным. В квартире № 5, в которую меня поселили, собрали всех «временных»: Э. Л. Андроникашвили с маленькой Мананой и ее мамой — женой брата Э. Л., Н. Е. Алексеевского, А. Б. Мигдала. Квартира была веселая, происшествий и историй в ней было много. Жизнь была скромная (как у всех в то время), но полная надежд и ожиданий. Счастливый период был недолог. До начала войны оставалось немногим больше года.

В воспоминаниях пишут о неожиданном ее начале. Конечно, молодые аспиранты были настроены благодушно. Еще зимой я проводил беседы в рабочих квартирах о мирной политике со странной (скажем так) иностранной державой. К маю 1941 г. Ландау часто возвращался к разговору о близкой войне и о том, что война будет тяжелой... Я слушал его, как сурового пророка, и пытался не верить тому, что слышал. Дау оказался прав.

Осенью 1939 г. я стал аспирантом. Надо было сдавать теоретический минимум. Это было трудное испытание — надо было за

2—3 месяца сдать 8 экзаменов (один я сдавал как вступительный). Экзамены были не очень трудными (так мне вначале казалось), но каждый раз обнаруживалось, что физика, которую знал Ландау, совсем не такая, какая она была в университете. Дау говорил, думал и спрашивал совсем на другом, как казалось, языке. Сейчас, когда все учатся по курсу Ландау—Лифшица, этот язык никого не удивляет. Тогда же существовала лишь «Механика» Ландау и Пятигорского, да по рукам в университете ходили несколько глав так и не написанного курса статистической физики Бронштэйна и Ландау.

Каждый экзамен приносил неожиданные открытия. На экзамене по теории поля мне достался вывод формулы Меллера для взаимодействия двух электронов. Популярную «Квантовую теорию излучения» Гайтлера я знал почти наизусть и быстро исписал несколько страниц формулами. Однако вместо ожидаемого одобрения я услышал недоуменное: «Что вы делаете?» Моя защита Гайтлера потерпела поражение, и я выслушал краткую лекцию о том, как умные люди решают такие задачи. Потом я уже понял, что Дау говорил о полуклассическом методе, идущем, кажется, от Зоммерфельда. Этим методом была сочитана в свое время формула Клейна—Нишины. Действительно, вычисляя по формулам Максвелла поле излучения, порождаемое током перехода (электрона в поле), можно прийти к ответу значительно быстрее.

Дау не любил усложнять без надобности математический аппарат. Но он же с легкостью вводил новые математические средства, если без них задача не шла!

Формула Клейна—Нишины была получена методом квантовой электродинамики И. Е. Таммом (и независимо Ланчошом), но строгие методы стали необходимыми лишь много лет спустя, когда физики обратились к радиационным поправкам.

Дау, однако, не был последовательным. В первом издании теории поля была глава о проективной теории относительности, принадлежащей В. Паули. Смысла в ней Дау не видел, но его очаровала красота математического аппарата, и он после долгих колебаний включил ее в свой курс. Однако он не требовал ее изучения у учеников и никогда не касался ее на экзаменах. Глава эта была в дальнейших изданиях изъята; наверное, ее стоило все же сохранить.

Любимым вопросом на экзамене по квантовой механике было вычисление термов атомов в поле кристаллической решетки. Вычисления с характеристиками представлений группы вращений доставляли Дау большое наслаждение. Это было характерно для него. Наслаждение он получал от простого эффективного решения задачи. Простое — значит, с минимальным аппаратом, эффективное — с ясным физическим результатом. С этим связана нелюбовь Дау ко всяким головоломкам и играм, он считал их бессмысленной (наверное, скорее бесперспективной) тратой сил. Для него

головоломкой и увлекательной игрой была сама наука. Играть же он любил в теннис, любил путешествовать, читать стихи в тесном кругу (а стихов он знал великое множество).

Он любил конечные представления групп — они позволяли вычислять расщепление уровней в поле. Непрерывные представления он не ценил до тех пор, пока я ему не рассказал, как техника изотопического спина позволяет считать магнитные моменты ядер. Об этом рассказано в «Лекциях по ядерной физике». К сожалению, оригинальная работа не была напечатана.

Удивительными и поучительными были разговоры с Дау и в особенности его семинары. Для нового участника бросались в глаза две вещи. Казалось, что Дау излишне резок и нетерпим, это отталкивало многих. Поражала быстрая реакция Дау на докладах: мгновенные, как в шахматном блице, ходы и повороты логики. Для него семинар был работой, трудной, но необходимой. Сам он почти не читал, только отбирал статьи для докладов на семинаре, для их записи была специальная тетрадь; он требовал от докладчика полного понимания идеи и вычислений. Он не мог слушать, если ощущал непонимание. Если докладчик не мог объяснить что-то, то обычно рассказ прекращался (или в лучшем случае откладывался на следующий раз) и раздавался вопрос: «Кто у нас следующий?» Слушать, не понимая, только из вежливости он не мог. Именно такое стремление понять (а если это было трудно — Дау злился) и воспринималось как обидная резкость. Когда Дау резко прекращал доклад или просто разговор и докладчик уходил (скорее уползал), расстроенный и обиженный, Дау продолжал думать о задаче. Обычно вечером раздавался звонок по телефону: «Все, что вы говорили, правильно, но разве можно так рассказывать (здесь обычно добавлялись „эпитеты“). Прпезжайте (или заходите), обсудим». Придя к Дау, вы обнаруживали, что задачу можно решить красивее и проще, что и надо было сделать вам до доклада или хотя бы после, а не расстраиваться из-за эмоциональных высказываний.

Научный спор для Дау был поединком, в котором был важен результат, а форма разговора не учитывалась (пенальти за грубость не назначались ни той, ни другой стороне!). Если понимать, что в отношениях никогда не было желания обидеть (и тем унижить собеседника), а был лишь азарт великого игрока, то всякий разговор оставлял незабываемое впечатление. Какое количество семинаров становится лишним из-за того, что остановить докладчика считается невежливым. В действительности вежливость на семинаре — стремление понять и оценить мастерство рассказчика. Это и было органическим свойством семинара Ландау.

За несколько дней до семинара Дау знал, о чем будет идти речь, и приходил на семинар, многое обдумав заранее. Только поэтому на самом семинаре все выглядело блестящей импровиза-

цией. Семинар был искусством и был великим семинаром, пока жил великий режиссер.

Сейчас, когда Дау давно уже нет и его облик становится легендой, хорошо видны его неповторимость и те его, казалось бы, простые качества, которые привели к созданию большой школы, в которой уже растет по меньшей мере четвертое поколение учеников. «Он работал с Ландау» или «он был учеником Ландау» звучит сейчас как почетное звание.

О работе с Дау рассказывают многие его ученики. Мне хочется еще рассказать о печальных днях катастрофы.

Об автомобильной катастрофе много писали в 1962 г. Рассказывали много о мировом содружестве ученых, о помощи, которая шла в Москву со всего мира. Мне в это время выпала роль, так сказать, диспетчера на аэродроме в Шереметьеве.

Из высоких правительственных кругов пришло распоряжение об оказании максимальной помощи в деле доставки лекарств в больницу, где лежал (у хирурга Федорова) Ландау.

В Институте физических проблем я получил доверенность, подписанную П. Л. Капицей, на получение приходящих посылок. Формальности были настолько уменьшены, что доверенность мне даже не пригодилась — лекарства даже не оформлялись. Приученный к неопределенности со временем прибытия самолетов, я неожиданно обнаружил, что, имея соответствующее разрешение, я получал по телефону точные сведения о нахождении самолета. Когда самолет прилетал, то посылка обычно оказывалась в кабине пилота. Командир объяснял, что посылка была привезена в аэропорт кем-то для передачи в Москве. У меня сохранилась обертка одного из пакетов. На нем написано (по-английски): «Лекарство. Очень срочно. Для срочной операции (emergency operation) академику Л. Ландау. Получить в Москве академику Капице из Института теоретической физики». (Пакет был послан из Брюсселя, у посылающего не было времени уточнить название института.)

Одна из посылок представляла собой большой картонный ящик. В нем было банок сорок мочевины для внутривенного введения. На ящике были добрые пожелания от фирмы и надпись «GRATIS» — «бесплатно».

Больному нужно было значительно меньше, но в больнице мочевины не было, и дар фирмы помог многим больным.

В те же дни мочевина была заказана в нашем посольстве в Берлине. Одна банка пришла через 2 месяца (уже весной)... в ней была техническая мочевина.

Усилиями многих физиков, поддержанных правительством, в Москву прилетел один из лучших нейрохирургов мира — канадец Пенфилд. Его приезд был необычен с формальной стороны. Когда я приехал в Шереметьево его встречать, представитель

МВД сказал мне, что Пенфилд прилетает в Москву без визы и будут трудности на контроле. Так как аэропорт получил нужные указания, то он может помочь при условии, если встречающие его представители из Академии наук дадут письменную гарантию, что въездная виза будет получена не позже чем через 24 часа. Представитель АН СССР дать гарантию отказался, ссылаясь на отсутствие полномочий. Пришлось гарантию писать мне, и я, объяснив Пенфилду сложившуюся ситуацию, взял у него паспорт и передал официальным представителям. Сотрудник МВД с пониманием наблюдал за этой странной сценой. На этом инцидент был исчерпан, и мы поехали с аэродрома прямо в больницу. Дорога из Шереметьева проходила через сохранившиеся еще деревенские улицы, и въезд в Москву Пенфилда не был торжественным. Пенфилд воспринял дорогу очень радостно, заметив, что все «совсем, как в Канаде».

В больнице он, не тратя время на приветствия, прошел сразу к постели больного.

Я никогда не видел раньше такой сцены: обаятельный добрый человек превратился мгновенно в сурового исследователя, выполняющего серьезную, тяжелую работу...

Через некоторое время в одной из соседних комнат несколько человек с вниманием слушали его заключение. Пенфилд был взволнован и говорил медленно; казалось, что он с трудом подбирает слова. Ему было трудно ответить на главный вопрос: надо ли и даже можно ли делать операцию на мозге? Кто-то из присутствующих помог ему, спросив: «Скажите, профессор, а если это был бы ваш отец, согласились бы вы на операцию?» «Нет,— со вздохом ответил Пенфилд.— Я думаю, что она была бы бесполезна...» Надежда увидеть Дау здоровым испарилась. И хотя корреспонденты не раз писали в газетах о медленном возвращении Дау прежней формы, все мы знали, что второго чуда уже не будет. Первое чудо — возвращение сознания (предсказанное Пенфилдом) произошло, но большего ни врачи при всем их героизме, ни сама природа сделать не могли.

Дау умер через два месяца с небольшим после своего шестидесятилетия. Когда-то цыганка нагадала ему долгую жизнь.

Я был у Дау на его последнем дне рождения. Было немного народа. Дау сидел в большом, специально сделанном для него деревянном кресле и, казалось, безучастно смотрел на говорящих. Гости говорили друг с другом. Общий разговор прервал Элевтер Андроникашвили и произнес длинный тост, который перешел в воспоминание о старом институте и о Дау в расцвете его сил. Я сидел рядом с Дау и понял, что он все внимательно слушает. Понял потому, что глаза Дау были полны слез.

Потом был прием в институте. Дау сидел в кресле в кабинете Капицы, парадный, красивый, но отреченный от всего на свете.

Мне не хочется кончать вспоминать на этой очень грустной ноте. Вернусь опять к началу.

На другой день после моего приезда в Москву я пришел на второй этаж к Дау. В комнате почти ничего не было. У стены стоял матрац, покрытый ковром. Он служил одновременно кроватью, диваном и письменным столом: Дау работал обычно полулежа. Рядом на маленькой тумбочке лежала книга. Название книги меня удивило — это была история революции в Нидерландах. Мне и в голову не приходило, что это может кого-либо интересовать. Дау, как оказалось, знал историю хорошо, особенно историю Европы. От него (и от Е. М. Лифшица) я научился тому, что полезно читать учебники по истории средних веков и нового времени (популярные книги того времени).

Дальнейшие уроки в этом направлении Дау преподавал мне в библиотеке Казанского университета (во время эвакуации). Мы вместе рылись там в каталогах, и Дау вытягивал книги, о которых я никогда не слышал. Так, он очень любил «Рассказы о временах Мервингов», сочинение Огюстена Тьера, изданное в Петербурге в 1848 г. Дау выбирал для нас книги для чтения. Я помню впервые прочитанные книги Моруа «Байрон» и «Превращения любви», «Записки солдата Диасса» о завоевании Мексики и др.

Библиотечные «раскопки» продолжались и в Москве в Исторической библиотеке. Проводником Дау был великолепным.

Труднее шли занятия физикой в Казани. После увлекательных книг по теории поля и статистике Дау и Е. М. приступили к книге по гидродинамике (теория сплошных сред, ибо она включала и теорию упругости).

Как я сейчас понимаю, курс лекций, который читал Дау, был лучшим способом изучать новую науку. Дау был великолепен. Он рассказывал о турбулентности и проблемах ее теории, говорил об ударных волнах и многом другом, о чем мы не слышали в университете. Не умея слушать, не понимая, он был безжалостен и к слушателям. Мне попадало не раз, когда, потеряв путь рассуждений, я не мог скрыть своего непонимания. Книга по гидродинамике стала одной из лучших книг Курса Ландау—Лифшица.

Вернувшись в Москву летом 1943 г., Дау возобновил семинар. Сначала на семинаре присутствовало лишь несколько человек. Постепенно в Москве с появлением И. Я. Померанчука, А. С. Компанейца, Б. Н. Финкельштейна, И. М. Халатникова научная жизнь, не прерванная войной, пошла полным ходом...

М. А. Стырикович

ИЗ ВОСПОМИНАНИЙ О ДАУ

Более 2 тысяч лет тому назад греческий мудрец Солон сказал царю Крезу, который хвастался своим богатством, что ни один человек не может считать себя удачливым, пока его жизнь не пришла к концу. Естественно, это относится и ко мне. Но все же в 84 года уже можно сказать, что по крайней мере большую часть жизни судьба меня баловала. И одним из лучших подарков судьбы было то, что в течение более чем 30 лет я был близким другом Ландау.

Профессиональные интересы у нас мало соприкасались: он — блестящий физик-теоретик, я — практик и даже в наиболее близкой к нему области — теплофизике — чистый экспериментатор.

Конечно, и в научной области бывали точки соприкосновения. Всякий раз, когда я брался за какую-либо новую задачу, я, естественно, искал встречи с учеными, уже работавшими в данной области. Но, если никого не оказывалось, а такие случаи бывали, я шел к Ландау, твердо зная, что его могучий интеллект сразу поможет ему разобраться даже в далекой от него области.

Но, конечно, основное, что нас связывало, — это чисто человеческие чувства, общность взглядов и наличие ряда общих увлечений, в частности страстная любовь к поэзии.

Тесные, постоянные контакты между нами начались почти сразу после первого знакомства и не прерывались до кануна того страшного дня — дня автомобильной катастрофы. После этого, хотя я многократно навещал его, была видимость общения, и он даже вспоминал отдельные эпизоды из прошлого, но того Ландау, которого я знал и любил, больше не было. Осталась только возможность мысленно снова и снова переживать прошлое.

Когда я начинаю вспоминать о Дау, как его звали все, даже малознакомые, мне приходит в голову громадное количество отдельных эпизодов. О некоторых я попробую рассказать.

Наше первое знакомство состоялось на квартире у его сестры Софьи Давидовны Ландау — жены моего друга еще со студенческой скамьи.

Помню, что, когда нас познакомили и он безапелляционно заявил, что его надо звать Дау, я заинтересовался причиной такого сокращения. Он с полной серьезностью заявил, что его фамилию сокращают из вежливости — иначе по-французски это звучало бы как L'âne Дау, т. е. осел Дау, ну вот, первую половину тактично опускают.

Я принял это объяснение, но одновременно смутно вспоминал, что слово «Дау» я уже где-то читал.

Уже позднее я нашел в известной книге Брэма «Жизнь животных» картинку, изображавшую очень грациозную полосатую лошадку — «Дау, или квагга Бурчелла».

В нашей компании широко практиковались всякие розыгрыши, и Дау говорил, что хороший треп — это, безусловно, искусство.

Поэтому я сфотографировал эту картинку на одну половину почтовой открытки, на вторую же поместил текст из Брэма о кваггах, гласивший: «Мнение, что эти благородные животные не поддаются приручению, неправильно — ими просто не занималась достаточно опытная рука». Далее следовали печатные строки, описывавшие приручение квагг и их способность размножаться в неволе с упоминанием о получении потомства от квагги и ослицы или кобылы. Таковую открытку я послал Дау (который к тому времени перешел на работу в Харьковский физико-технический институт), и притом на служебный адрес. Понятно, что всех сотрудников института это послание очень позабавило, а сам Дау был в восторге.

Естественно, я позволил себе такой несколько рискованный розыгрыш только потому, что был твердо уверен в реакции Дау (другой мог бы и обидеться).

Кстати, он сам рассказывал, что, приехав в ХФТИ и обнаружив, что ему приготовлен кабинет с надписью на дверях «профессор Л. Д. Ландау», немедленно приписал снизу: «осторожно, кусается».

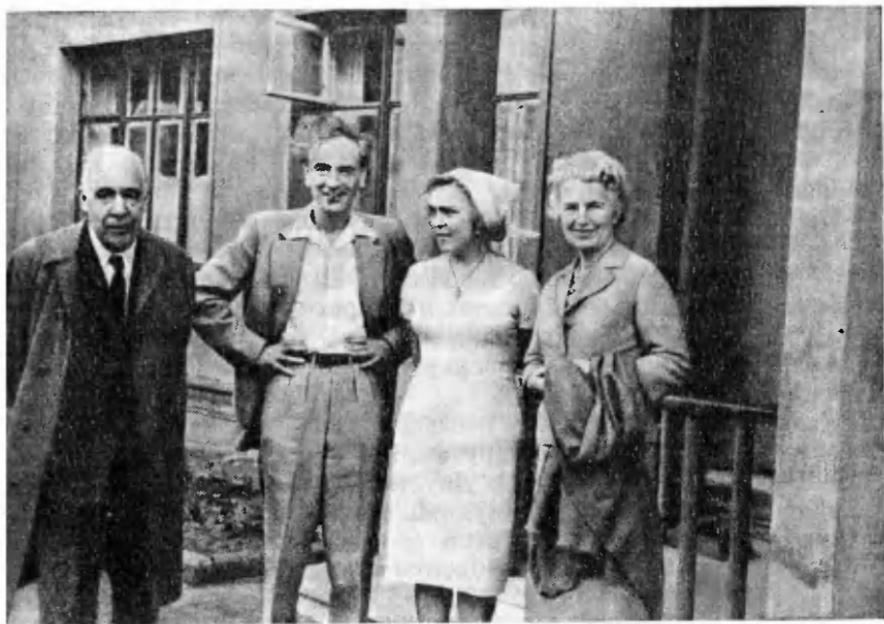
Тогда в нашей ленинградской компании было принято сочинять стишки довольно легкомысленного свойства о всех и вся. Особенно преуспевала в этом Женя — впоследствии жена блестящего физика Рудольфа Пайерлса (о нем будет речь дальше). Многие из этих стихов, в которых беззлобно высмеивались все, начиная с «папы Иоффе» (или, как Дау говорил, «Жоффе»), я вспоминаю и сейчас.

В одном из них были такие строки: «Подружились очень скоро — Дау к 20 годам научился быть опорой для судьбой помятых дам», — а немного далее: «О хозяйственной блондинке я мечтаю уж давно».

Правда, и то и другое было явным преувеличением. Дау в те годы (и даже много позднее) не умел знакомиться с женщинами и нередко говорил: «Мишка, иди познакомься — ты умеешь приставать», — что, увы, тоже было неким преувеличением.

Поскольку я уже упомянул Р. Пайерлса, разрешите мне перескочить через несколько лет, чтобы вспомнить о чудесном «походе» втроем — Дау, Пайерлс и я — через Сванетию.

Это было в 1934 г., когда вольная Сванетия была местом, где туристы встречались очень редко. Дорога в Сванетию по ущелью Ингури была пробита лишь в 1935—1936 гг., а в 1934 г. туда можно было пройти только пешком, имея в лучшем случае вьюч-



Л. и К. Ландау и Н. и М. Бор во дворе ИФП, 1961 г.

ного ишака, чтобы не тащить на себе все походное снаряжение. Мы втроем приехали на попутной машине в Тегенекли — туристический лагерь на северном склоне Кавказского хребта, где нас встретили явно скептически. Когда я расписался в журнале базы: «31 год, профессор» (строго говоря, в НИИ в то время эквивалент профессора вуза именовался «действительный член института», но все предпочитали более привычный термин), недоверие еще было приглушенным. Однако когда далее появилась запись Пайерлса: «27 лет, профессор» — и Ландау: «26 лет, профессор», то нас явно приняли за нахальных самозванцев. Однако ночевать пустили и помогли законтрактовать проводника — свана с вьючным ишаком. Наутро мы двинулись до первой точки нашего маршрута — теперь хорошо обжитому «Кругозору» Эльбруса. В те времена там были только палатки какой-то экспедиции, где нас и приютили, так как нашлись общие знакомые. С непривычки дощатые топчаны Тегенекли и голая земля в палатках нам показались очень неудобными для ночлега, хотя днем вокруг было очень красиво, а вечером очень весело — в экспедиции была в основном молодежь.

Однако в первый же вечер участники экспедиции показали нам небольшой, но по тем временам прямо роскошный дом (толь-

ко что построенный Интуристом на верхней точке «Кругозора»). Из рассказов явствовало, что Интурист не позаботился о рекламе своего начинания и домик пустовал. Тогда мы решили направить туда для переговоров Пайерлса, как обладателя заграничного паспорта (но, увы, не валюты), и за отсутствием постояльцев нас, к зависти всей экспедиции, согласились поместить, как они говорили, за «совзнаки».

Попав в непривычный комфорт (шелковые одеяла), мы решили сделать дневку и подняться по леднику до «Приюта одиннадцати» — небольшой хижины на высоте 4200 м. После этого «подвига» мы считали себя опытными горными туристами и смело двинулись (за ишаком проводника) через Донгуз-Орунский перевал, ведущий в сказочно красивую долину Накры — уже в пределах Сванетии.

Надо сказать, что уже в поезде, а затем и в пути выявилось, что, прекрасно ладя друг с другом, мы по-разному относились ко всем случайным попутчикам. Дау немедленно выявлял в любом окружении несимпатичных, нудных людей (по его терминологии, «зануд») и начинал их любыми способами дразнить. Его кредо формулировалось так: «Истребление зануд есть долг каждого порядочного человека» — или: «Если зануда не найдется в разъяренном состоянии, это позор для окружающих». Конечно, практически все было много спокойнее, но все же вежливого Р. Пайерлса наскоки Дау на незнакомых людей шокировали. В итоге Пайерлс быстро получил от Дау прозвище «паиньки», а мне досталась роль «восстановителя спокойствия». Я-то в общем занимал промежуточную позицию: одобряя поддразнивание «зануд», я все-таки считал необходимым соблюдать «правила охоты», а Дау напоминал, что они применимы только к «благородной дичи».

После выхода с «Кругозора» переходы были довольно тяжелыми, но Дау, к моему удивлению, шел неутомимо. Он сам объяснял это наличием у него «верблюдизма». Как известно, это животное трудно трогается с места, но зато может идти очень долго.

Донгуз-Орунский перевал, как мне вспоминается, с северной стороны представляет собой длительный подъем по снежнику. Мы вышли слишком поздно. В итоге еще до перевальной точки солнце начало прогревать и снежник оседал под ногами. Труднее всех было ишаку, тонкие ноги которого под довольно тяжелым вьюком проваливались в снег. Мы были уже недалеко от перевального гребня, когда ишак решительно отказался идти дальше. Проводник, несмотря на наши протесты, стал его бить ручкой ледоруба, пока она не сломалась. Тогда проводник сказал: «Больше не могу», — и сел на снег. Каков же был наш восторг, когда ишак, поглядев на него, презрительно плюнул и пошел вверх. После этого Дау заявил, что он стал уважать ишаков, говоря, что они

умеют поставить на своем. А мы его дразнили, говоря, что в ишаке он нашел родственную душу.

А ведь в этом была доля истины. В характере Дау наряду с определенными элементами физической боязливости (он, как, впрочем, и я, боялся собак и всегда вместо перехода через горный ручей по бревнышку предпочитал спускаться вниз и лезть в холодную воду) была и редкая моральная твердость. И раньше и особенно позднее (в трудные времена), если он считал себя правым, его невозможно было убедить идти на компромисс, даже если это было необходимо, чтобы избежать серьезной, реальной опасности.

Когда мы поднялись на перевал, Дау гордо стал на гребне, заявляя, что он «одной ногой в Европе, а другой — в Азии, и обе совсем разные».

И действительно, контраст был разительным — с севера широкая полоса снежника, переходящая в луга с высохшей за лето чахлой травой, а с юга почти от перевала начинались альпийские высокотравные луга, где цветущие растения подымались в рост человека.

Спускаясь, мы скоро попали в долину Накры, изумительную по тому, как быстро менялись окружающие нас пейзажи: то тенистые ели и заросшие густым мхом каменные глыбы, то солнечные яркоцветные поляны с веселыми березками.

Дау восторгался этим разнообразием и в конце концов заявил, что он считает, что творец создавал эти места не всерьез, как все остальное, а в приступе какого-то странного веселья. Все эти детали, может быть, неинтересны читателям, но мне трудно остановиться — слишком все это ярко в памяти, а ведь это было более полувека тому назад!

Дальше пошли уже населенные места. Одно за другим сванские селения с их изумительными квадратными башнями, которые Пайерлсу напоминали тоже усеянные башнями итальянские городки.

Однако это казалось только издали. В Италии, когда подходишь ближе, башни теряются в окружающих современных постройках, а здесь и вблизи любое селение выглядело средневековым.

Ведь в это время в Сванетии не было не только автомобилей, не было колес вообще (сами сваны тащили грузы упряжкой волов, запряженных в своеобразные сани, и это — по камням!).

Первые колеса в Сванетии мы увидели, подходя к административному центру Сванетии — Местии, и это были колеса самолета!

В это время проводились военные маневры, и небольшой примитивный самолет хотел приземлиться в Местии. Помню, как мы смеялись, когда самолет никак не мог сесть, так как собравшиеся на поле всадники с гиканьем мчались к месту, намеченному

для посадки. После нескольких неудачных заходов на посадку пилот начал кричать, что у него на исходе бензин. Тогда председатель исполкома отогнал всадников в сторону, и самолет смог сесть.

Несколько лет тому назад я снова был в Сванетии — уже на легковой машине и по вполне современному делу — для выяснения на месте перспектив перевода на электроэнергию всех отопительных котельных этого сейчас излюбленного туристами, но по-прежнему прекрасного района. В местном маленьком этнографическом музее я смог установить точную дату нашего появления в Местии. В музее висела фотография, конечно не нас, а этого «первого в Сванетии самолета».

В целом наш почти трехнедельный поход был необыкновенно интересным и отсутствие комфорта и хорошей пищи нас мало беспокоило. Однако, наконец очутившись вечером в Сухуми, мы навалились на первые попавшиеся фрукты. Наутро мы с Дау пошли на базар и принесли гигантский арбуз весом около 15 килограмм, но Пайерлс после вечера «вышел из строя» и нам пришлось есть арбуз вдвоем. Помню, что в конце пиршества мы так набили животы, что могли лежать только на спине и уже не мы смеялись над Пайерлсом, а он над нами.

Однако не всегда было весело. Вспоминается и страшное время — конец 30-х годов, когда то и дело исчезал кто-нибудь из друзей и близких. Мне и на этот раз повезло, хотя вероятность была очень большой, учитывая, что в 1935 и 1936 гг. я был в командировке в Германии и, следовательно, «мог быть завербован». А вот ни в чем не повинный (даже по формальным показателям) Дау исчез. Целый год мы с ужасом ждали конца трагедии.

Накопец то, о чем мы все время думали, но на что не смели даже надеяться, произошло — Дау выпустили из Лефортова.

Короткое совещание близких друзей: Дау надо немедленно отвезти в Ленинград, к сестре.

Добываю купе в «Стреле» и еду в «капичник». Дау, еще более похудевший, молчит или отвечает односложно. Понимаю, что любой разговор неуместен. Едем на вокзал, садимся в поезд, поехали. Сидим, молчим, стараюсь устроить его поудобнее. В соседнем купе, видимо, собралась веселая компания: через стенку доносятся голоса, звон стаканов и, наконец, громкий дружный смех.

Дау вдруг, словно очнувшись, выпрямляется и отрывисто, сдавленным голосом бросает только одну фразу: «Как они смеют смеяться!!»

Я молча обнимаю его за плечи, укладываю на постель и гашу свет.

В Ленинграде в тихой обстановке забота сестры и друзей делали свое дело и Дау стал постепенно приходить в себя. Вскоре он вернулся в Москву, начал работать, и только близким лю-

дам было видно, что еще долго внутренне он продолжал переживать происшедшее.

Но его моральная твердость, о которой я уже упоминал раньше, осталась несломленной, и это проявлялось во многом. Например, в том, что он систематически переводил деньги находившемуся в ссылке Ю. Б. Румеру. Сейчас не прошедшим через эти годы, вероятно, трудно себе представить, какого гражданского мужества требовали такие поступки.

Но вспоминать о таких вещах тяжело, а ведь за годы нашей дружбы и позднее было что вспомнить радостного.

Очень живо вспоминается мне лето 1939 г., которое большая компания, включавшая, кроме Дау и меня, еще Е. М. Лифшица и ряд других физиков, проводила в Теберде.

Составилась хорошая теплая веселая компания. Мы ходили в горы, играли в теннис и не совсем ощущали, какие грозные события надвигались. Тогда нам, молодежи, как это обычно бывает, казалось странным поведение людей старшего поколения и мы реагировали на это достаточно активно.

Когда директор нашего санатория ввел для отдыхающих уроки танцев и стал проводить их «организованно», мы решили проявить самостоятельность. Потихоньку подготовили костюмы, сочинили песенку о том, как в наш санаторий, принадлежавший КСУ (комиссия содействия ученым), приехал поросенок. Один из участников «заговора» — композитор — положил ее на музыку. Всех слов не помню, но конец, связанный с неважным питанием в санатории, звучал так: «Но на ксучьих на харчах поросенок наш зачах». Костюмы были самодельные, но, естественно, среди персонажей были любимые тогда диснеевские волк и три поросенка. Поросята изображали девушки, а так как, по Диснею, поросята были кругленькими, то в брюки они заложили подушки. Для двух поменьше просторные брюки нашлись, а для одной — самой красивой и довольно рослой — надо было их одолжить у кого-либо из старшего поколения. Дау взялся попросить их у академика Иоффе, который при большом росте был достаточно «широк в талии» (конечно, не говоря ему о назначении брюк). Однако самый лучший костюм придумали для Дау. Он был при высоком росте очень худощавым. Мы говорили, что он наглядно демонстрирует возможность иметь геометрическое тело без каких-либо выпуклостей (одни «впуклости»). Поэтому его решили одеть «привидением»; надели на него дамскую черную комбинацию, на которую нашили вырезанные из бумаги кости скелета, сделали маску в виде черепа и закутали в большую белую простыню. Получилось жутко. Когда простыня распахивалась, под ней появлялся белый скелет на черном фоне. Я изображал индейца и сделал себе шлем из куриных перьев и штаны с бахромой. Однако на верх уже не хватило терпения, и, пользуясь тем, что я сильно загорел, выше пояса меня решили оставить

обнаженным, но раскрашенным как «вождь на боевой тропе» (на это ушли две коробки театрального грима). Собралась пестрая компания, и в разгар чинного урока танцев, когда наш сообщник сидел за роялем, он неожиданно сменил падекатр на мотив песенки и вся банда ворвалась в зал, распевая песенку о поросятке.

Было много смеха, особенно потому, что директор санатория серьезно возмущался тем, что «мероприятие не было запланировано и организовано». Немножко хмурился и добрейший А. Ф. Иоффе, когда Дау, возвращая ему брюки, сообщил, что очаровательная молодая женщина, прекрасной фигурой которой все восхищались, уместила внутри брюк Иоффе две подушки.

Следующее лето — август 1940 г. — мы опять проводили в Теберде почти в том же составе. Однако, хотя мы и старались веселиться, настроение было тревожное. На Западе уже шла война, наше радио ежедневно передавало сводки о потерях авиации, сообщаемые и английской, и немецкой стороной. Цифры эти резко расходились, но уже к концу отпуска стало ясно, что немцам не удастся добиться господства в воздухе.

Мы отчетливо понимали, что война неизбежно захватит и нас, но, как она сложится, конечно, не могли предвидеть. Хорошо помню только, что, когда мы услышали впервые о переходе немцев к ночным бомбардировкам Лондона и о громадных пожарах в этом городе, мы невольно вздохнули с облегчением. Стало ясно, что после этих варварских налетов никакое правительство не сможет заставить англичан пойти на сепаратный мир и в неизбежной войне с Германией мы будем не одни.

Когда речь идет о такой феноменальной личности, как Ландау, даже будучи близким другом в течение большей половины его жизни, очень трудно дать сколько-нибудь полную характеристику его как человека. В его жизни такое громадное место занимали научные интересы, что, вероятно, ученики и коллеги Ландау могли бы охарактеризовать его и как человека полнее, чем я. К сожалению, многих из них уже нет, а большинство живых не знали его 20—30-летним. Поэтому я попробую осветить хотя бы некоторые черты его характера, отнюдь не претендуя на полноту и даже правильность моих высказываний. Будем считать, что я просто пишу о том, каким он мне представлялся.

Как мне кажется, одной из существенных сторон его личности была поразительная ясность и логичность в подходе к самым различным проблемам.

Это сказывалось при разговорах на любые конкретные темы. Например, я как энергетик невольно заговаривал о проблемах экономической науки, в которой тогда (а, к сожалению, нередко и сейчас) приходилось бороться с «ортодоксами» — догматиками, считающими, что и в конце XX в. надо мыслить конкретными представлениями эпохи Маркса. Однако попытки объяснить Дау

основные положения экономики быстро кончались; он моментально схватывал сущность вопроса и сам его четко формулировал, добавляя: «Ну как это можно называть наукой — это же просто здравый смысл».

Может быть, именно эта строгая логичность мышления, стремление «внести порядок» в сложный переплет человеческих отношений и чувств приводили Дау в ряде случаев к некоторому противоречию между его словами и действиями.

Я понимаю, как трудно и опасно анализировать характер другого человека, даже если он тебе близок и очень с тобой откровенен. Я хорошо помню, как сам Ландау не без основания издевался над одним немецким искусствоведам, который в мемуарной биографии Гёте, приводя цитату из письма великого поэта, в которой говорилось о его влюбленности в определенную женщину, делает свою сноску: «В этом вопросе Гёте ошибался, в то время он был влюблен в другую женщину».

Кстати, Ландау вообще очень критически относился к искусствоведам, называя их «кислощеницами» (от известной формулы «профессор кислых щей и сочинитель ваксы»), и я, признаться, разделяю его точку зрения — по крайней мере по отношению к большинству людей этой специальности.

Ландау отчетливо понимал необходимость учета субъективности в оценках. Я помню, как он возмущался, когда кто-либо говорил: «Эта женщина очень красива, но она мне не нравится». Он немедленно взрывался: «Но, если она вам не нравится, значит, для вас она не красива».

Это же логическое представление о том, что при любой оценке надо не подчиняться каким-либо правилам, а всегда базироваться на личной точке зрения оценивающего, он проводил с неизменной последовательностью. Например, достаточно было какой-либо женщине высказать оценку внешности другой, как немедленно следовала реплика: «Это не вам судить, а мужчинам; это так же неправильно, как мужчине оценивать внешность другого мужчины — ее могут оценить только женщины».

Поэтому в любую из его многочисленных «классификаций» обязательно входил элемент личности оценивающего. Так, например, он разбивал женщин на пять классов: самое низшее — чисто негативное отношение (иногда — «выговор родителям»), далее — нейтральное отношение, потом — явно положительное, но сравнительно пассивное отношение, положительное с отчетливым стремлением перейти к «высшим формам общения». И наконец, самый высший — сразу с катушек долой и память на всю жизнь.

Он всегда подчеркивал, что одна и та же женщина для разных мужчин может иметь любую из этих пяти категорий.

Однако это не мешало ему иногда с неодобрением и даже неодобанием говорить о ком-либо, оценивавшем женщину резко

отлично от того, как ее оценивает он сам (следовала реплика: «Он просто патолог!»). Для себя он тоже (по крайней мере с 20 лет — начало нашего знакомства) установил определенный стандарт: ему могут нравиться только блондинки, не слишком интеллектуальные (иногда говорилось и более резко) и обязательно с отрицательной кривизной носа, т. е. слегка курносые (никоим образом не нос с горбинкой).

Правда, мне казалось, что такие разговоры (а они возникали часто) не очень соответствовали его собственным ощущениям. А вообще у меня всегда было впечатление, что в жизни Ландау женщины реально занимали меньше места, чем он сам считал «нормальным». Его могучий интеллект, необыкновенно широкий круг интересов, даже помимо его любимой науки, не оставляли в его жизни для женщин такого большого места, какое, по его мнению, они должны были занимать.

И для Дау, и для меня очень большую роль в жизни играла поэзия — мы оба знали на память громадное количество стихотворений и при любом удобном случае их вспоминали.

В нашей компании, особенно когда присоединялся безвременно умерший И. Я. Кибель, который тоже помнил очень много стихотворений, даже практиковалась достаточно трудная игра. Она состояла в том, что все должны были по очереди говорить отрывки из любых стихотворений, обрывая цитату на конце предложения. Следующий «по кругу» должен был сразу вспомнить любую строфу, но обязательно содержащую последнее существительное в тираде предыдущего. Если вы любите поэзию и помните много стихотворений, попробуйте и убедитесь, что это не так просто. А мы нередко час-два выдерживали соревнование «без сбоя».

Говорить об особой приверженности Дау к какому-либо поэту трудно — у него (как и у меня) количество любимых поэтов было очень большим. Разница между нами была только в том, что Дау решительно отвергал те стихотворения (даже высокопоэтические), в которых смысл представлялся ему нелогичным. Например, он очень любил Н. Гумилева, но не признавал его драму «Гондла», находя в ее сюжете логические противоречия и преувеличение греховности инцеста. Я же, разделяя эту точку зрения, мог с восторгом читать отрывки из «Гондлы», не только прекрасные по форме, но и очень точно передающие психологию викингов (вероятно, правильнее сказать — наше представление об их психологии). Если же судить о вкусах Дау по тому, как часто он вспоминал то или другое стихотворение, то можно было проследить некоторую закономерность. Это чаще всего были лирические стихотворения, особенно те, в которых видное место занимали темы неразделенной любви.

Наряду с такими широко известными стихотворениями, как лермонтовское «Свидание» или апухтинское «Мне не жаль, что

тобою я не был любим», очень часто вспоминались стихи Гумилева из сборника «К синей звезде». Эта книжка — одна из последних в творчестве Гумилева — представляет собой уникальный в русской поэзии цикл из 36 стихов, отражающих различные аспекты трагической, неразделенной любви.

Может быть, особая приверженность Дау к этой теме как-то отражала его отношение к женщинам...

Боюсь, что, высказывая такие предположения, я начинаю походить на того самого немецкого искусствоведа, но, что поделаешь, может быть, даже у такого блистательно логичного человека, как Дау, теория не всегда сходилась с практикой реальной жизни.

К. А. Тер-Мартirosян

ЛАНДАУ — КАКИМ Я ЕГО ПОМНЮ

ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО И ПЕРВАЯ РАБОТА

Со Львом Давидовичем меня познакомил Владимир Борисович (кратко — Вэ Бэ) Берестецкий очень давно, в конце 40-х годов. С тех пор в физике произошло так много событий, что сейчас это время кажется совсем, как говорил Ландау, «древнегреческим». Это были тяжелые послевоенные годы, жизнь только начинала налаживаться. Я был аспирантом Ленинградского физтеха (ЛФТИ) у Якова Ильича Френкеля, а В. Б. работал в ЛФТИ — готовил докторскую диссертацию и собирался переезжать в Москву для работы в группе Ландау, но не в Институте физических проблем (ИФП), а в Теплотехнической лаборатории Алиханова (теперь это ИТЭФ).

Я освежил в памяти первые главы теорфизики — классическую механику и электродинамику, взял в ЛФТИ командировку в Москву, и В. Б. привел меня по маленькой крутой лесенке на второй этаж, в крохотную комнатку квартиры Ландау, познакомил с ним и ушел.

Здесь стояла низкая тахта-кушетка, на которой, как потом выяснилось, Дау работал полулежа, стоял очень маленький стол и стул или два стула. Помню его быстрые движения и очень смутно — первый разговор. Я сказал, что хочу сдавать экзамены по теорминимуму, тут же получил задачи по механике, затем Дау оставил меня решать их за маленьким столом и стремительно убежал в ИФП, который был тут же, во дворе. Скоро он вернулся, я тогда же сдал механику, но на электродинамике сразу «погорел», не помню почему, и был изгнан ее доучивать. Потом я приезжал еще несколько раз из Ленинграда в Москву, жил там

в антисанитарных условиях (в гостинице «Якорь», которая до сих пор снится в кошмарах), сдал и электродинамику и остальные разделы программы теорминимума. Ландау очень серьезно относился к подготовке молодых теоретиков, не жалея на это время; курса «Теоретическая физика» Ландау и Лифшица (кроме первых двух книг) тогда еще не было, но программа теорминимума Ландау была мастерски продумана и включала лучшие оригинальные работы по квантовой механике, квантовой статистике и тем обрывкам релятивистской квантовой теории, которые тогда уже существовали. Эти статьи — большей частью немецких авторов — были доступны в библиотеках, написаны с большим пониманием дела и доставляли необычайное удовольствие законченностью и ясностью.

После того как последний экзамен был сдан, Дау в ближайший четверг на семинаре в ИФП представил меня присутствующим, сказав что-то вроде: «Вот вам новый деятель». Вопрос с темой и направлением работы начинающего Ландау решал просто: «Я тем для работы не даю», — говорил он. Фактически, однако, темы появлялись в большом числе во время обсуждений, на семинарах и вне их. Что касается меня, то я вспомнил свой разговор с Яковом Ильичом Френкелем в ЛФТИ о том, что океанские приливы, вызванные полем тяготения Луны, тормозят вращение Земли, и спросил Ландау, что он думает о возможности возбуждения колебаний поверхности тяжелых атомных ядер под действием кулоновского поля, сталкивающихся с ядрами тяжелых заряженных частиц — протонов или α -частиц — за счет подобного «приливного» механизма. Дау неожиданно проявил интерес, начал стремительно ходить около доски в пустом конференц-зале ИФП, где происходил разговор, и сказал, что можно легко вычислить вероятность возбуждения ядра при этом механизме на основе зависящей от времени полуклассической теории возмущений. Это простое замечание оказалось очень важным, сделав сразу реальным весь теоретический анализ вопроса. Я уехал в Ленинград, через некоторое время вернулся обратно в Москву, и довольно скоро вся работа была закончена. Ее результаты меня немного смущали, уж очень велика оказалась вероятность возбуждения ядер этим способом — она мне тогда казалась неправдоподобно большой. Я рассказал об этом Дау, но он все одобрил, не проявив при этом особой заинтересованности, так как в то время все больше втягивался в исследование, вместе с Абрикосовым и Халатниковым, свойств функций Грина в квантовой электродинамике (которая в то время начала быстро развиваться после работ Фейнмана, Дайсона и Швингера). Вероятности возбуждения ядер кулоновским полем сталкивающихся с ними заряженных частиц действительно оказались большими и легко наблюдаемыми на опыте. Я написал на эту тему диссертацию, а в начале 50-х годов появилась лавина экспериментальных



*И. М. Шмушкевич, Л. Д. Ландау, А. Б. Мигдал, Б. И. Шнарберг
Ленинград, 1956 г.*

исследований этого процесса и на основе метода кулоновского возбуждения были открыты несферические ядра. Так, небольшое замечание Дау оказалось очень важным и привело к интересному развитию ядерной физики.

ЛАНДАУ В ЖИЗНИ

С юности Ландау был увлечен математическими науками (основы которых, казалось, знал еще с самого рождения, как говорят легенды), и в век квантовой физики, в которую он внес большой вклад, его скрытой слабостью, еще с тех лет, были классические науки — гидромеханика и теория упругости. Недаром соответствующий том курса Ландау и Лифшица написан особо блестяще. Позже, в период пребывания в институте Бора в Копенгагене, он был увлечен новой для того времени наукой — квантовой механикой, а потом, во время работы в Харькове и в Москве в ИФП, — ростками только рождающейся тогда релятивистской квантовой теории, физикой металлов и полупроводников, а также физикой низких температур. При этом он серьезно и последовательно занимался созданием советской школы теоретической физики, затрачивая много времени как на чтение лекций (это он очень любил и излагал все просто и предельно ясно), так и на

подбор молодых кадров теоретиков и на работу вместе с Евгением Михайловичем Лифшицем над курсом «Теоретическая физика». Я его застал в послевоенный московский период его жизни, он был уже членом Академии наук, и работы его имели мировое признание. Это совсем не мешало ему просто и естественно относиться ко всем явлениям окружающего мира.

Новые достижения и идеи в науке вызывали у него большой, можно сказать, личный интерес, причем встречал он их, как правило, градом неожиданных возражений, которые или позволяли понять эти идеи с совсем новой точки зрения, или показывали их неправильность. Сложное теоретическое построение, не ведущее фактически к чему-либо новому, он называл патологией, а научное собрание, важно обсуждающее такое построение, балаганом. Нечестные поступки в науке и использование науки в корыстных целях вызывали град его насмешек. Все это также называлось балаганом. Аморальными он называл людей, допускающих такие поступки, и особенно тех, кто ежедневно создает лишь видимость научной деятельности, мешая фактически развитию науки. Все это было совсем не по вкусу большой прослойке людей, использующих науку в личных целях и часто занимающих в ней солидные посты. Особенно если учесть манеру Дау говорить всегда правду в лицо независимо от того, приятна она или нет и кому он это говорит — начинающему работу студенту или известному академику. Сейчас часто отмечают, что эта его позиция означала, что он сам был в науке предельно честен и сотрудников своих учил этому же (учил, как он говорил, «не быть воругами»). То, что он был честен, это правильно, но главное в том, что вся эта система взглядов была простым следствием его большой заинтересованности в науке. Наука была главным содержанием его жизни, и все, что мешало ей, он отбрасывал с ходу.

Внешне он вел себя очень свободно, не заботясь о том, что могут думать о нем со стороны. После разговора с Дау иным могло показаться, что главное в нем — это забота об афишировании собственной особы или что для него важен более всего успех в глазах прекрасного пола (о чем он допускал лихие высказывания, пугающие добропорядочных дам). Однако этот легковесный образ Ландау противоречит его трудовой жизни, той работе, которую он очень организованно вел ежедневно, и тем полосам научных увлечений, через которые проходил десятилетиями.

УВЛЕЧЕНИЯ 50-х ГОДОВ

Вот некоторые из них — послевоенного времени, — более близкие моим интересам. Я уже говорил, что в начале 50-х годов возник всеобщий энтузиазм в связи с тем, что появилась возможность вычисления функций Грина в квантовой электродинамике в пределе малых расстояний. Эффективный заряд электрона

оказался зависящим от расстояния, причем при его вычислении в предварительных результатах Ландау, Абрикосова и Халатникова была допущена ошибка: большой логарифм обратного рассеяния (тем больший, чем меньше расстояние до электрона) вошел в знаменатель выражения для величины квадрата заряда с положительным знаком. Дау был очень доволен, так как на малых расстояниях вся теория оказалась самосогласованной: большой логарифм в знаменателе приводил к малому эффективному заряду на малых расстояниях, а при этом все приближения, сделанные при вычислениях, выполнялись все более точно. Сейчас все хорошо знают, что это случай асимптотически свободной теории, которой является не электродинамика, а квантовая хромодинамика — тогда она вообще не существовала. Тем не менее теоретически это действительно очень интересный случай, и в отличие от большинства лучших физиков-теоретиков мира (немногие из которых тогда вообще понимали, что такое эффективный заряд) Дау это ясно понимал. Он был очень огорчен, когда обнаружилось, что знак логарифма от обратного расстояния от электрона в действительности отрицателен и при увеличении логарифма (т. е. при уменьшении расстояния) квадрат эффективного заряда оказывается растущим, а не уменьшающимся. Сейчас ясно, что огорчаться тогда не нужно было, так как при неправильном — положительном знаке логарифма в квантовой электродинамике только на очень малых расстояниях все было бы хорошо. Зато на больших расстояниях, на которых все законы электродинамики уже тогда были хорошо известны, при этом появились бы крупные неприятности: заряды электронов и позитронов росли бы с ростом расстояния между ними и развести их друг от друга было бы непросто. Но в то время, в начале 50-х годов, было не до больших расстояний. Была основная идея — согласовать всю теорию сначала на малых расстояниях, а потом перейти к большему. Дау огорчался недолго («Эх, хорошо бы, если знак логарифма был бы положителен!»), и скоро, к 1954—1955 гг. возник новый энтузиазм: Ландау и Померанчук заметили, что при правильном — отрицательном знаке логарифма (когда с уменьшением расстояния до электрона его эффективный заряд растет) теория приводит к странному выводу о том, что физический заряд электрона должен быть равным нулю. Хорошо известно, что это не так, что квадрат этого физического заряда хотя и мал, но не равен нулю, иначе ни атомов, ни молекул не существовало бы (он равен $1/137$ в некоторых стандартных единицах). Станный вывод можно избежать, лишь полагая, что на сверхмалых расстояниях до электрона (почти на двадцать порядков меньших размеров атомных ядер) законы электродинамики изменяются. Сейчас хорошо известны причины, из-за которых эти законы могут измениться, и известно много моделей, в которых никаких трудностей не остается на любых малых расстояниях.

Тогда, в 50-е годы, Ландау сразу же отметил, что на таких малых расстояниях даже очень слабое гравитационное взаимодействие может эти законы совершенно изменить.

В результате возникло большое воодушевление и Померанчук с сотрудниками стали срочно обследовать, происходит ли такое же зануление физического заряда в теориях сильных взаимодействий мезонов и нуклонов. Сначала там появилось техническое затруднение из-за наличия прямого мезон-мезонного взаимодействия, однако эти трудности удалось быстро преодолеть с помощью «паркетных» уравнений, полученных мною, Судаковым и Дятловым.

Ландау без устали хвалил нас за решение «мезон-мезонной» задачи, которая в то время казалась непростой, успех своих сотрудников он воспринимал как свой лично, так как всегда оставался человеком искренно и сильно заинтересованным в развитии науки. К сожалению, анализ, проведенный на этой основе, показал, что во всех мезонных теориях того времени положение вещей является удручающе плохим — физический заряд в них занулялся так же, как в электродинамике, но из-за большой его фактической величины эти теории в отличие от электродинамики вообще не имели области применения.

В это время, в середине 50-х годов, я переехал в Москву, в институт Алиханова, в котором отделом теоретической физики руководил И. Я. Померанчук, и осенью 1955 г. попал на конгресс по теоретической физике в г. Сиэтле (США). Там выяснилось, что мировая физика того времени совсем не была готова к восприятию всех этих достижений и трудностей группы Ландау, хотя само понятие эффективного заряда было введено за несколько лет до этого именно в США. Фактически весь круг этих вопросов стал широко дискутироваться за рубежом лишь в 70-х годах, когда появилась квантовая хромодинамика. В ней большой логарифм в знаменателе эффективного заряда появился именно с тем положительным знаком, который так был нужен Дау в 50-х годах.

Из Сиэтла я привез статью Ли и Янга о возможном нарушении четности в слабых взаимодействиях, и в несколько дней Дау сообразил, что наиболее естественное — максимальное нарушение четности (и сохранение так называемой комбинированной четности) отвечает двухкомпонентному нейтрину, участвующему в слабых взаимодействиях, — такому, у которого спин направлен только против импульса или только по импульсу. Очень быстро он вычислил следующие отсюда наблюдаемые эффекты (в распадах μ -мезонов), и через несколько дней статья об этом была готова к печати. При этом ссылка на работу Ли и Янга вообще выпала, так как Дау был настолько увлечен идеей двухкомпонентного нейтринно (сейчас его называют левокиральным), что первоначальная идея работы Ли и Янга вообще оказалась в тени.

Я сказал об этом Льву Давидовичу, он стал спорить, и на некоторое время на наши отношения легла тень. Однако вскоре Дау, подумав, включил в свою статью ссылку на работу Ли и Янга, а ко мне стал относиться лучше прежнего: так моя строптивость оказалась неожиданно полезной.

Вторая половина 50-х годов была периодом расцвета научной деятельности Ландау. Его статья о двухкомпонентном нейтринно вызвала серию исследований по несохранению четности в слабых взаимодействиях, большая часть которых была выполнена в ИТЭФе — как теоретиками в группе И. Я. Померанчука, так и экспериментаторами — А. И. Алихановым и его группой.

Дау появлялся в ИТЭФе каждый четверг. Шли долгие дискуссии о сохранении временной четности, о теореме Паули—Людерса — все кругом него жужжало.

Почти в то же время был наконец понят Купером в США и Н. Н. Боголюбовым у нас механизм низкотемпературной сверхпроводимости и сотрудники Ландау из ИФП совместно с ним стали активно исследовать ряд особенностей этого явления. Тут Дау был как рыба в воде, так как физика твердых тел и низких температур была всегда его любимым занятием. В результате и в этой области был получен ряд фундаментальных результатов.

К сожалению, к концу 50-х годов в физике элементарных частиц и теории поля ситуация была не столь радостной. Было ясно, что мезонные теории, построенные подобно квантовой электродинамике точечных частиц, совершенно непригодны для описания реальных сильных взаимодействий. С другой стороны, к этому времени выяснилось, что дисперсионные соотношения, следующие из таких теорий, прекрасно описывают многие свойства сильных мезонных взаимодействий и даже позволяют довольно точно определить мезонный заряд нуклона (его квадрат оказался близким к 14, т. е. почти в две тысячи раз больше $1/137$ — квадрата заряда электрона). Основываясь на них, Померанчук доказал, что при высокой энергии равны сечения взаимодействия с любой мишенью частицы и соответствующей античастицы. И это вскоре было проверено на опыте.

Дисперсионные соотношения использовали очень небольшую информацию об амплитудах взаимодействия частиц, определяющих в квантовой теории вероятности рассеяния и рождения их. Для этих соотношений, в частности, была важна аналитическая структура амплитуд как функции энергии сталкивающихся частиц, например положение полюсов и точек ветвлений этих амплитуд при комплексных, т. е. нефизических, величинах энергии. В связи с этим большие усилия физиков всего мира были затрачены в то время на исследование этих особых точек амплитуд взаимодействия частиц и Ландау сделал прекрасную работу, предложив простой графический способ выявления и исследования этих особых точек амплитуд в комплексной плоскости пере-

менных, от которых зависят амплитуды. Так за этими особыми точками и осталось название «особенностей Ландау».

Здесь мне хочется отметить одно чисто научное обстоятельство, которое сыграло в каком-то смысле роковую роль в судьбе исследований Ландау в этой области (и отчасти в моей жизни того времени). Вблизи этих особых точек — «особенностей Ландау», т. е. при нефизических энергиях и нефизических значениях других переменных, все сильно взаимодействующие частицы, участвующие в столкновениях, становились свободными. Поэтому возникла идея — нельзя ли построить новую графическую технику для теоретического восстановления величин амплитуд взаимодействия мезонов, нуклонов и т. д. (эти сильно взаимодействующие частицы позже стали называть адронами), отличную от техники Фейнмановских графиков, такую, в которой фигурировали бы только свободные частицы. Величины мнимых частей любых амплитуд определялись именно такими графиками (в так называемом условии унитарности), и оставалось лишь понять, как по мнимым частям амплитуд строить их вещественные части. Сейчас ясно, что эта идея была неправильна (или, во всяком случае, непрактична для адронов, состоящих из кварков), но психологически ее можно было оправдать: мы уже знали тогда, в конце 50-х годов, что графики Фейнмана для взаимодействия точечных адронов приводили к нулю заряда, т. е. к теории, не имеющей вообще (в отличие от электродинамики; см. выше) области применимости. В то же время техника дисперсионных соотношений, использующая условие унитарности и информацию об особых точках амплитуд (следующую из тех же графиков Фейнмана), давала прекрасные результаты. Поэтому Дау был большим энтузиастом этой «новой графической техники» и мы с ним затратили много времени (более двух лет), восстанавливая по мнимым частям сложных амплитуд (точнее, по величинам их скачков на разрезах в комплексных плоскостях различных переменных) вещественные их части.

К самому концу 50-х годов к этой деятельности подключился и Володя Грибов — мой сотрудник из теоретического отдела ЛФТИ, очень талантливый физик, который к этому времени стал большим специалистом по «вытягиванию» физической информации из контуров в плоскости комплексной переменной. «Да, нелегкая эта работа — из болота тащить бегемота», — говорил Дау, но энтузиазма не терял буквально до дня автомобильной катастрофы (7 января 1962 г.), после которой он так и не пришел в рабочее состояние до своей смерти в 1968 г.

Сейчас хорошо известно, к чему привела эта деятельность после отключения от нее Дау с начала 1962 г. Вместо «новой графической техники» в 60-х годах появилась теория асимптотик (так называемых асимптотик Редже), для которой Грибовым была построена техника графиков Редже.

Загадка нуль-заряда была разрешена только через десять лет, в начале 70-х годов, когда была найдена теория так называемых цветных, или неабелевых, фотонов и цветных электронов (кварков), для которых логарифм в знаменателе квадрата эффективного заряда имеет другой знак, чем в электродинамике, — тот самый, который был так нужен Ландау и нам всем в 1954—1956 гг. Фактически эта теория была предложена Янгом и Миллсом много раньше, еще в 1957 г., но реально работать с ней теоретики научились лишь после работ Фаддеева и Попова 1967 г. Мезоны и нуклоны оказались составными, состоящими из кварков, и старые теории, в которых они рассматривались как точечные, естественно, не имели области применения.

СЕМИНАРЫ В ИФП, КОНФЕРЕНЦИИ

Семинары по четвергам (начало в 11.00 часов утра) были местом, где мы все встречались, где встречались теоретики различных институтов Москвы, Ленинграда, Харькова и других городов. В первой части семинара обычно очередной дежурный докладчик рассказывал новости текущей литературы — это в то время был один из последних номеров журнала «Physical Review», который он должен был, как предполагалось, выучить. За несколько дней до этого он же рассказывал этот материал отдельно Дау, быстро передвигаясь бок о бок с ним вдоль коридора ИФП, стараясь догнать его и в чем-то убедить. При этом Дау громко изобличал авторов статей в невежестве, скудоумии и в других пороках — часто вполне обоснованно, так как он, как правило, сразу же схватывал суть каждой мысли и тут же так поворачивал вопрос, что сложные физические проблемы сводились к элементарным, а ситуации — к банальным. Часто при этом заодно попадало и дежурному докладчику.

Эта же процедура потом повторялась в расширенном виде на семинаре, при всем народе, где Дау царствовал, уже зная и заранее понимая все «низменные» устремления авторов статей «Physical Review», и где жертва — докладчик, громко каюсь, пытался объяснить, что не он виноват, не он придумал всю эту «патологию»; Дау, стремительно размахивая руками и возмущаясь, доказывал нелепость или тривиальность предложенных идей и выводов автора. До слушателей семинара иногда доходило лишь отчаяние докладчика (иногда вообще изгоняемого с трибуны) и окончание начатого ранее обсуждения часто не очень простой по сути проблемы. Не будучи экспертом именно в данной области, иногда трудно было вообще понять по междометиям, услышаемым докладчиком, и возмущенным восклицаниям, его исполчающим, о чем идет речь. Практически, однако, даже в этих экстремальных условиях большинство участников семинара Ландау все же ухитрялось понять суть разбираемого вопроса. Дело

в том, что часть из них были действительно экспертами, т. е. авторами данного раздела физики, а другие, в частности сотрудники ИФП, были так или иначе наслышаны непосредственно или по телефону о сути последнего избиения дежурного докладчика. Если же вопрос был совсем мало известным, то обязательно находились участники семинара (часто Исаак Яковлевич Померанчук — первый энтузиаст теорфизики), которые либо что-нибудь сами поясняли, соображая на ходу, либо громко просили пояснений. Дау немедленно реагировал на реплики слушателей, иногда попрекая их («Эх, Чук, Чук! Что же ты не понимаешь, ты же сам недавно это предлагал»), и в нескольких словах прояснял суть дела. На это он был мастер. Несколько фраз — и становилось ясно, что обсуждаемая, казалось, сложная проблема является искусственно запутанной банальностью или, наоборот, что она очень интересна и есть совсем другой подход к этой же задаче, сразу дающий как ее решение, так и возможные следствия.

Несмотря на молодость и общую жизнерадостность участников семинара Ландау 50-х годов, на нем не было особо сильного крика (которым характерны иногда современные семинары): вопросы решались не криком, а компетентностью и каждый раз участники семинара получали простые и важные сведения по самым современным разделам физики. Только часть семинара, и то не каждого, была посвящена разбору статей из «Physical Review» или другой литературы, на остальной его части (или вообще на всем семинаре) разбирались новые работы наших теоретиков. Здесь уже автору доставалось чаще всего прямо от Учителя (как с библейским трепетом называл Дау Померанчук) или от других участников семинара. Если несчастный был полностью изобличен в каких-либо противоречиях или в тривиальностях, то он тут же изгонялся со сцены и Дау спрашивал у секретарей семинара, кто следующий очередной докладчик. Однако не надо думать, что там были лишь избиения: семинар изобилдовал неожиданными, иногда новые работы на нем проходили гладко («Дау одобрил», — говорили «в народе»), а иногда вообще возникал энтузиазм и большой скачок в понимании физики. Полосы такого энтузиазма в работе Дау и его сотрудников я пытался описать выше.

Дау любил шутку, смех, остро подмечал смешные стороны окружающих, но сразу становился серьезным, когда дело касалось науки. Это, в частности, относилось и к чтению лекций и докладов, которые он тщательно продумывал и которые всегда были предельно ясными и содержательными.

Это же относилось и к участию в международных конференциях и конгрессах, к которым, по его словам, «нужно специально готовиться», выделив на это неделю или две до их начала. Не знаю, делал ли он это действительно или только проповедо-

вал, но в работах конференций (если он туда попадал) принимал живое участие. Помню его во время Рочестерской конференции по физике элементарных частиц в Киеве в 1959 г. Он оживленно обсуждал физику всюду — и во время заседаний, и в перерывах, и большей частью в вестибюле гостиницы, где жили все участники конференции, и среди них очень известные во всем мире физики. Он стоял там в сандалиях на босую ногу, в рубашке с короткими рукавами — по моде 1986 г. (хотя тогда был 1959-й!), окруженный толпой физиков, и объяснял Гелл-Ману, почему из уравнения Гелл-Мана — Лоу следует нуль-заряд в электродинамике, а потом Гейзенбергу — почему совсем плоха его единая теория. Когда дело касалось науки, то возраст, авторитет и положение собеседника для него, совершенно естественно, не имели никакого значения. «Единственно, что я не люблю, — это наглых молодых людей», — говорил он, объясняя, что наглость — это нахальство, не имеющее серьезных оснований; простого нахальства, особенно в науке, он совсем не осуждал. Наоборот, иногда было так, что нахальный юноша добивался его внимания и долго «вынимал ему мозги», так как Дау ждал, а вдруг он что-то выдаст интересное.

Очень серьезно Дау относился к курсу «Теоретическая физика», который стал в результате его многолетней работы совместно с Е. М. Лифшицем совершенно уникальным учебником современной теоретической физики.

Об этом курсе уже очень много сказано хорошего и много еще можно было бы сказать. Но я хочу отметить лишь два пункта, очень характерных для его авторов. Первое — это ясность и точность изложения. Сам Дау писал мало и с трудом, но говорил ясно и просто. Поэтому роль Евгения Михайловича Лифшица в создании курса огромна — только он мог, постоянно общаясь с Дау, живя и работая рядом с ним, перевести на бумагу результаты всех обсуждений с ним так точно и полно, как это там сделано. «Женя пишет лишь только то, что хорошо знает и понимает», — говорил Дау.

Второе — это то, что весь теоретический курс очень физичен и физический подход, использованный в нем, иногда даже недостаточно строгий с точки зрения математической логики, очень важен. Он очень упрощает понимание и прививает читателю физическое мышление. Дау искусно владел нужными для работы разделами математики, но сама по себе математическая логика вне физической реальности его не интересовала. Даже физические общие высказывания, не имеющие конкретного объекта применения, вызывали у него обычно насмешку: «Это только вам все кажется», — говорил он. «В конкретных условиях все может быть наоборот!» Это утверждение характерно для Дау, который оставался физиком во всех своих проявлениях — такой он постоянно перед моими глазами.

И. Л. Фабелинский

НЕСКОЛЬКО ВСТРЕЧ С Л. Д. ЛАНДАУ

Возможно, покажется странным, что физик-экспериментатор, мало общавшийся с Львом Давидовичем Ландау, вздумал писать о нем воспоминания.

Мои воспоминания о Льве Давидовиче так сильны и так отчетливы, что, когда мне предложили написать, я решился на это, хотя, конечно, ни в какой мере не претендую на создание образа крупнейшего физика и удивительного, необычного человека.

В мои студенческие годы в начале 30-х годов на физическом факультете МГУ среди студентов ходила легенда о крупном и совершенно необычном физике-теоретике Л. Д. Ландау. Можно сказать, что это было время, когда не только для студентов и физиков, но и людей, далеких от науки, легенда о Ландау, пользуясь оборотом речи Т. Манна, начала сама себя рассказывать.

Как всегда, в легенде бывает все: и правда, и преувеличения, и преуменьшения, и искажения. Тем более это относилось к нашей легенде, поскольку она складывалась из слухов самой разной достоверности. Рассказывали, что он окончил Ленинградский университет в 18 лет. Работал в Ленинградском физтехе у академика А. Ф. Иоффе. Несколько лет работал у самого Нильса Бора в Дании. Побывал и в других странах, общаясь с самыми крупными физиками. Сделал и опубликовал выдающиеся работы по теоретической физике. Его имя приобрело мировую известность. Доходили слухи, что он непобедим в научной дискуссии. Победить его нельзя, даже если истина на твоей стороне. Говорили, что он очень резок в суждениях и не стесняется в выражениях для характеристики умственных способностей своего собеседника, если, по его мнению, он утверждает «не то» или несет откровенную чепуху. При этом ему безразлично, кто его собеседник — начинающий научный работник или почтенный академик. Рассказывали, будто на дверях его комнаты в харьковском институте, где он тогда работал, висела надпись: «Осторожно, кусается!» А это уже свидетельствовало о самокритичности или терпимости и о чувстве юмора, да и о демократизме.

Что в этой легенде о Л. Д. Ландау было правдой, а что нет, мы тогда не знали, но нам этот человек определенно нравился.

Должен признаться, что нравилось нам не столько то, что он крупный физик. К тому времени мы уже прослушали курсы общей физики, электродинамики, квантовой механики и др. и нас именами крупных физиков нельзя было удивить, тем более что и наши преподаватели сами были крупными физиками. Но вот сочетание его универсальных знаний и молодости с рез-

ким нелюдским обращением, невзирая ни на что, кроме науки. Это было здорово! Это imponировало нам больше всего, правда, пока еще никто из нас не встречался с ним и не мог узнать из его уст свой «диагноз».

Учившие нас физики, пользовавшиеся заслуженным авторитетом, и, разумеется, не только у студентов, знали Л. Д. Ландау достаточно хорошо, но наши сведения о нем были не от них.

В середине 30-х годов (1936?) только однажды небольшая группа студентов-физиков могла, правда косвенно, почувствовать масштаб научного авторитета Л. Д. Ландау. Тогда ему не было и тридцати.

Произошло это после лекции одного профессора на Моховой в «новом здании» старого МГУ. После лекции к лектору подошли студенты и один из них изложил нашему лектору — крупному физiku — свою точку зрения на один из обсуждавшихся в лекции вопросов. Лектор был решительно с этим не согласен и отверг высказывания студента. Он «громил» его с разных точек зрения, причем в свои аргументы вкладывал еще и свой бурный темперамент. В конце концов он победно сформулировал окончательно свою точку зрения на физическую задачу, о которой уже минут 15—20 шел разговор. И вот тогда присутствующий здесь же наш преподаватель — хороший физик, ведший у нас семинары, — вдруг тихо заметил:

— А Ландау сказал (кажется, он назвал его Дау), что здесь дело обстоит не так, как вы говорите. — Он даже не сказал, что думает Ландау, а просто сказал, что он думает не так.

И этого оказалось достаточно, чтобы от уверенности нашего глубокоуважаемого профессора и от его энтузиазма не осталось и следа. В нем словно что-то мгновенно переключилось. Не то чтобы он принял утверждение студента — нет, он теперь искал, в чем бы могла быть ошибка в его рассуждениях. Раз Ландау сказал...

Нас ошеломило не то, что наш профессор, возможно, ошибся. Ошибаются все (и Ландау в том числе). Нас ошеломило то,



Л. Д. Ландау, 1957 г.

как подействовало упоминание только одного имени, и в сущности имени совсем молодого человека. Теперь для нас на первый план выступил Ландау как крупный физик, пользующийся непререкаемым авторитетом у физиков высокого ранга.

С тех пор прошло много времени. Л. Д. Ландау уже давно был во главе теоретического отдела Института физических проблем. Его присутствие на семинаре института по средам делало эти семинары особенно интересными и острыми.

Он умел коротким вопросом или замечанием сделать ясным суть дела или изменить представления, а нередко и поставить докладчика в трудное положение. Делал он это вполне деликатно, но определенно, и общими словами отделаться от его вопросов, а иногда и натиска было невозможно. Докладчикам было не легко, но зато как много получали слушатели. На одном из таких семинаров я и познакомился с Львом Давидовичем. Скорее всего, познакомил меня с ним мой друг В. Л. Гинзбург, у которого уже в то время были общие серьезные научные интересы с Львом Давидовичем. Они создали выдающуюся работу — «К теории сверхпроводимости» (1950) — и были в дружеских отношениях. Узнав о том, чем я занимаюсь, Лев Давидович обратил мое внимание на то, что в спектре деполяризованного света, рассеянного жидкостями, должна наблюдаться особенность, которая никем пока не наблюдалась. Мне сразу показалась его идея понятной, но, когда я стал обдумывать, все сделалось неясным. Это было мучительно, но пришлось на одном из следующих семинаров признаться, что я не понял его идеи, и он снова детально, с предельной ясностью, без раздражения объяснил мне свою физическую идею. Когда в следующий раз я уже рассказывал, как я собираюсь ставить опыт, он сказал: «Ну вот и хорошо, а когда получится результат, мы сумеем его как следует объяснить», — полагая, очевидно, что у меня все-таки полной ясности пока нет. И был недалек от истины.

К сожалению, этот тонкий эффект тогда (1950 г.) со светом ртутных ламп наблюдать не удалось, но с появлением новых источников света предсказанный эффект наблюдали и мы, и канадские физики (1968—1969 гг.). Этот эффект, обязанный взаимодействию ориентационных и трансляционных мод движения в жидкости, состоящей из анизотропных молекул, проявляется в спектре деполяризованного рассеяния на частоте линии Мандельштама—Бриллюэна в виде особенности такого же типа, как аномальная дисперсия показателя преломления в области поглощения света.

К горькому сожалению, к этому времени Льва Давидовича уже не стало.

Довелось мне присутствовать на семинаре, насколько помню специально собранном, чтобы послушать «новую» теорию твердого тела, развиваемую Раманом, приехавшим в Москву в кон-

це 50-х годов. Семинар проходил в Институте физических проблем, и Л. Д. Ландау на нем присутствовал. Докладчик говорил по-английски. Через 15–20 минут, а может быть и раньше, Л. Д. Ландау стало ясно, что излагается неправильная теория, и он короткой репликой по существу предмета буквально пригвоздил докладчика. Не будучи в состоянии дать сколько-нибудь разумный ответ по сути замечания, докладчик буквально взбесился. Он стал размахивать руками, топать ногами и поначалу издавал громкие, нечленораздельные звуки. Затем он с выпученными глазами уставился на Льва Давидовича, сидевшего в первом ряду и заорал: «А!... А! Если у тебя большой чуб (foglelock), так ты можешь мне говорить, что хочешь...»

Далее я не разобрал и не помню точно, поток каких бранных слов еще обрушился на Льва Давидовича, а он спокойно встал и вышел из зала, где разыгралось все это неприличие.

Слушать доклады и лекции Льва Давидовича было большим удовольствием. Он говорил о вещах, глубоко им продуманных, и чаще всего, как мне представлялось, у него были готовы и количественные связи, но к помощи доски и мела он прибегал редко.

Владение математическим аппаратом у него было на таком высоком уровне, что ему достаточно было понять сущность физической задачи, чтобы все связи сейчас же были приведены в движение и он мог дать количественное решение задачи. Возможно, в такой общей форме мое утверждение и не совсем правильно, но на частном примере моей задачи в правильности сказанного я убедился.

В 1950 г. мы с коллегой были заняты решением задачи определения из эксперимента адиабатического значения (при постоянной энтропии) производной оптической диэлектрической проницаемости по плотности жидкости. Таких определений никто не делал, да и как-то считалось, что сделать этого нельзя. Определялось обычно изотермическое значение этой величины (при постоянной температуре). Вычислять же эти величины для жидкости до сих пор не умеют. Мы придумали, как определить адиабатическое значение этой величины. Это можно сделать по дифракции света на ультразвуке, измеряя отношение интенсивности первого дифракционного максимума к интенсивности нулевого максимума, давление в звуковой волне (звук весьма малой амплитуды) и учитывая постоянные, связанные с геометрией установки. Мы получили количественную связь между искомой величиной и названными измеряемыми величинами не без помощи курса «Теоретическая физика» Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица. Не могу точно сейчас сказать, сколько времени мы потратили на вывод формул. Думаю, недели две мы потратили.

Наши измерения, к нашему большому удивлению, показали, что определяемая величина сильно зависит от частоты звука при

частотах 10—20 МГц. Этого не должно было быть, но это было. Зависимость была заметной. Пренебречь ею было нельзя. В чем было дело? Мы ломали себе голову, но понять не могли. Тогда мы обратились к нашему шефу Г. С. Ландсбергу. Он тщательно проанализировал опыт. Ошибки не нашел.

Г. С. Ландсберг привлек для обсуждения И. Е. Тамма и М. А. Леонтовича. Понимания не прибавилось. Мы много обсуждали этот результат с В. Л. Гинзбургом, и вот он однажды сказал — нужно пойти к Дау, он все поймет. Но отправиться к Льву Давидовичу я очень боялся, зная, как он расправляется с авторами нелепых результатов. Долго я не мог решиться пойти, хотя понимал, что это необходимо. Мой друг — теоретик Б. Т. Гейликман — меня всячески успокаивал и уверял, что Л. Д. Ландау меня не прогонит и не обидит. Последний его аргумент был такой:

— Ну ты ведь не теоретик, а экспериментатор, что с тебя взять. Обидеть тебя — это все равно что обидеть собаку, а Дау человек гуманный.

Шутки шутками, а я все боялся и не шел. Тогда В. Л. Гинзбургу надоело смотреть на мои мучения и он просто за руку отвел меня к Л. Д. Ландау, а сам, кажется, ушел.

Лев Давидович меня любезно принял в своем кабинете на втором этаже, просто и без церемоний; уселся на свой угловой диван, предложил мне сесть и приготовился слушать.

Обдумывая предстоящую беседу, я решил начать разговор с формулы, которую получили, затем о результате и, наконец, о наших недоумениях. Но все вышло не так. Когда я начал говорить о формуле, Лев Давидович меня остановил:

— Не нужно нам никакой формулы. Что вы определяете из опыта? Пойдем, будет и формула.

— Я определяю из опыта адиабатическое значение производной диэлектрической проницаемости по плотности.

— Этого сделать нельзя! Как вы это делаете?

— Мы получаем эту величину из опыта по дифракции света на ультразвуке. Вот так...

Далее следует примитивный чертежик и несколько пояснительных слов.

Лев Давидович внимательно слушает, смотрит и говорит:

— Так определить эту величину можно, а теперь, когда мы поняли, как это сделать, мы уже можем и написать формулу.

И тут происходит ошеломившее меня событие. Он тянется за клочком бумажки, который не то лежал, не то валялся на столе, там же взял кусок карандаша и написал на этом клочке бумаги ту самую формулу, с которой я хотел начать разговор.

Что написано у меня, его не интересовало.

В течение всего разговора он был напряженно внимателен. Теперь последовало мое утверждение: экспериментальный факт

состоит в том, что эта величина зависит от частоты звука. Он спросил, на каких частотах звука это происходит. Когда я сказал, сразу последовал ответ:

— Этого не может быть. На этих частотах зависимости от частоты быть не должно. Что-нибудь не так.

Его лицо сразу изменилось. Все внимание и сосредоточенность исчезли. Он стал совсем другим. Мои попытки вернуть его к этому вопросу были безуспешны. Лев Давидович очень хорошо общался со мной, был готов слушать что-нибудь интересное, забавное и не обязательно научное, но к частотной зависимости не возвратился. В нем словно выключили рубильник внимания.

Прошло более десяти лет, прежде чем исследования в другой области натолкнули нас на правильное объяснение. Коротко говоря, дело в том, что пучок света, пересекающий ультразвуковую волну, и приемник нашего статического микрорадиометра (динамические приемники градуировались с большой погрешностью), устроенного по принципу крутильных весов, были пространственно разнесены и на это различие мы вносили поправку, учитывая поглощение звука, что было необходимо. А надо было, кроме того, учесть потерю волной импульса, которая приводит к движению жидкости как целого и создает потоки, также действующие на микрорадиометр.

Этого-то мы и не учли (и не мы одни): не догадались, что такой учет необходим. Л. Д. Ландау не вдавался в обстоятельства опыта. Он был прав, частотной зависимости не должно было быть. Да и мы, и другие физики так же считали, только не понимали, почему она есть.

Эта экспериментальная ошибка мне представляется поучительной и даже полезной.

В 1955—1956 гг. мне еще страшней было обращаться к Льву Давидовичу, но говорить с ним было необходимо.

Дело в том, что еще в 1934 г. Л. Д. Ландау и гостивший тогда в Харькове Г. Плачек сделали очень важную работу, опубликовав ее результат в журнале «Sov. Phys.» (1934) на одной странице (*Ландау Л. Д. Собр. тр. М.: Наука, 1969. Т. 1. С. 104*), где, в сущности, сказано, что отношение интегральных интенсивностей центральной компоненты к двум компонентам Мандельштама—Бриллюэна в спектре рэлеевского рассеяния равно отношению удельной теплоемкости при постоянном давлении к теплоемкости при постоянном объеме без единицы ($\gamma-1$). В статье этот результат был сообщен без вывода, но авторы обещали, что вывод будет сделан потом.

Как почти всегда в таких случаях бывает, вывод этого важного результата, называемого теперь «соотношение Ландау—Плачека», авторы так и не опубликовали. Соотношение Ландау—Плачека было экспериментально проверено в лаборатории

Дебая только на одной жидкости (толуол), и было отмечено некоторое расхождение теории с результатами опыта.

Индийские физики в 1942 г. подвергли проверке соотношение Ландау—Плачека на большом количестве жидкостей и показали, что результат опыта сильно расходится с предсказанием теории.

Г. С. Ландсберг предложил мне заняться экспериментом и выяснить, в чем дело.

В. В. Владимирский и В. Л. Гинзбург (1939—1944 гг.) вывели соотношение Ландау—Плачека, и теперь было видно, чем следует пренебречь, чтобы получить соотношение Ландау—Плачека в той красивой форме, о которой говорилось выше.

Пренебрегалось очень малой величиной, но величиной термодинамической, и, как выяснилось потом, при расчете с удержанием этой величины у нее появляется некоторый коэффициент, в некоторых случаях делающий всю величину вовсе не малой.

Мой эксперимент также показал заметное расхождение значения, вычисленного из соотношения Ландау—Плачека, с опытом.

Моя попытка вывести соотношение Ландау—Плачека с использованием таких термодинамических переменных, которые отвечают естественным условиям задачи и позволяют получить нужное выражение без всяких пренебрежений, была успешной.

Получив такую формулу и учитывая найденную мной с моими университетскими дипломниками дисперсию скорости звука, нам удалось гораздо лучше описать результаты опыта. Разумеется, публиковать работу, исправляющую соотношение Ландау—Плачека, без благословения Л. Д. Ландау невозможно. С другой стороны, мне, экспериментатору, выступать в роли человека, который поднял руку...

Я и теперь помню, как мне было страшно отправиться к Льву Давидовичу. Но на этот раз я решил помощи не просить, не обратился даже к В. Л. Гинзбургу, знавшему мою работу и относившемуся к ней положительно.

Решил всю чашу испить сам, а потом буду рассказывать избранные места... Наконец, собравшись с духом, позвонил Льву Давидовичу и сказал, что прошу встречи с ним для обсуждения важной для меня задачи. В ответ было — приезжайте сейчас.

Дорога была знакомой, но страха это не уменьшало.

Поднявшись на второй этаж, в знакомый кабинет квартиры Л. Д. Ландау, я отсек все пути к бегству и тут же выпалил: «Ваша формула не согласуется с опытом. Вы пренебрегли термодинамической величиной... мой вывод учитывает все термодинамические величины...»

В моей руке подрагивал листок бумаги, где были сделаны все нужные выкладки.

Пока я говорил, Лев Давидович сосредоточенно смотрел на меня. Мы оба стояли около его углового дивана, и тут через две-три минуты произошло невероятное — он сказал: «Никому не прощается пренебрежение термодинамической величиной. Вы правы — точная формула должна быть другой». Лев Давидович бросил взгляд на мой расчет, кивнул головой, и вопрос был исчерпан.

Он сел на диван и пригласил меня сесть. Легко возник разговор, но мной овладела столь сильная эйфория, что я этого разговора не помню. Я сидел не на диване, а на облаке.

Лев Давидович легко общался на разные темы с людьми, ему знакомыми даже в такой малой степени, как, например, было знакомство со мной. Понемногу его авторитет крупнейшего физика сковывал меня в разговоре, но он вел себя настолько просто, естественно, без всякого чванства и сознания своей исключительности, что вскоре разговор шел легко и скованность испарилась.

В 1952 г. мы случайно встретились в Терсколе, когда Лев Давидович вместе с Е. М. Лифшицем ждали возможности подняться на Ледовую базу (3900 м над уровнем моря), и разговор возник как между хорошо знакомыми людьми.

Вероятно, его ученики подробно расскажут о туристских увлечениях учителя. Мне кажется, он любил горы. Слабое свидетельство тому и моя встреча с ним в Терсколе, и имеющаяся у меня фотография, на которой запечатлены Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц у машины и И. Е. Тамм с рюкзаком за спиной на фоне сванских башен в Местии. Ландау было, по-видимому, физически трудно двигаться с рюкзаком по крутым склонам, и он предпочитал забраться как можно ближе к красотам горной природы, пока туда можно было сравнительно легко попасть.

Мне представляется, что эмоциональная сторона его личности была сильно развита.

Как-то после научного собрания в здании ФИАНа мы возвращались домой и я оказался в одной машине с Львом Давидовичем. Это был 1954 год, в день или сразу после скорбного сообщения о кончине Э. Ферми. Разумеется, все очень сожалели, что такой блестящий талант так рано ушел из жизни, но Ландау это событие нанесло глубокую душевную рану. Это чувствовалось в том, как он говорил о Ферми и потере для науки. Мы слушали его молча. В конце, после паузы, он сказал:

— Ведь правда, все кто любят физику, не могут не сожалеть о смерти Ферми.

Лев Давидович легко вступал в разговор за дружеским столом (по случаю, например, дня рождения моих и его друзей, к тому же его учеников или коллег). В такой обстановке он просто и естественно себя вел, шутил, смеялся шуткам над

друзьями и шуткам над собой (самый сильный критерий чувства юмора) и был в хорошем расположении духа.

Его чувство юмора особенно отчетливо проявилось на прекрасном капустнике в честь 50-летия, устроенном в Институте физических проблем, где над ним подтрунивали. Заставили влезть на стол и привязали ему львиный хвост. Все это он весело воспринимал. Он держал в руках бокал с шампанским и чокался с многочисленными поздравлявшими его людьми. Но вино в бокале Л. Д. Ландау выпивали «выпивалы» — специально для этой цели отобранные люди. Насколько помню, если его поздравляла женщина, то он должен был поднести бокал к губам.

И в гостях он не пил ни капли — ничего спиртного, но был весел и остроумен. Его суждения были четки и лаконичны. С ним далеко не всегда соглашались, и он относился к этому естественно и не стремился к тому, чтобы его мнение было принято во что бы то ни стало. Он был остроумен, его остроумные высказывания и шутки носили оригинальный характер.

Однажды, глядя на творог, любовно приготовленный хозяйкой, он сказал:

— Как хорошо, что я не люблю творог, если бы я его любил, я бы его ел, а он такой невкусный.

Когда Лев Давидович был в хорошем расположении духа, он любил читать стихи и делал это хорошо и интересно. Мог прочесть целую поэму. Иной раз неясно было, какому автору принадлежат стихи, которые он читал. У него было особое отношение к поэзии, и, по-видимому, она играла в его жизни существенную роль.

Вероятно, это знали поэты и спросили Льва Давидовича о роли поэзии в его жизни. И он ответил. Ответ его поместили в сборнике «День поэзии» 1960 г. под заголовком «Трудный вопрос». Ответ краткий и, полагаю, малоизвестный, поэтому привожу его здесь полностью:

«Зачем нужна поэзия? На этот вопрос так же трудно ответить, как на вопрос — зачем нужна любовь? Человеку, любящему поэзию, она освещает и украшает жизнь. Мне лично без любимых стихов, которые я мог бы все время повторять про себя, стало бы как-то не по себе. Мой любимый поэт — Лермонтов.

Как пишутся хорошие стихи, конечно, нельзя объяснить теоретически, иначе всякий мог бы написать чудесные стихи.

Добиться волнения у читателя может только настоящий поэт».

Лев Давидович много сделал в физике, и я думаю, что от этого он получал не с чем не сравнимое удовлетворение, у него была обширная и мощная школа, он жил так, как хотел. Думаю, он был счастлив. Но как сказано:

Кто знает будущего тайны?

Кто знает о своей судьбе?

Нелепая случайность пресекла сначала творчество и нормальное человеческое существование, а затем и саму жизнь.

Однажды, присоединившись к В. Л. Гинзбургу, я навестил Льва Давидовича в больничной палате уже после его двух клинических смертей. Он узнал меня, но это был уже другой человек.

Е. Л. Фейнберг

ЛАНДАУ И ДРУГИЕ

«VERKLÄRUNGEN UND NEUBEGRÜNDUNGEN»¹

С Ландау меня познакомил Юрий Борисович Румер сразу после того, как я кончил МГУ.

Румер, вернувшийся в начале 30-х годов из Германии после нескольких лет работы у Макса Борна, читал нам часть курса теоретической физики. Он был элегантен, вел себя непринужденно, читал лекции ясно, как-то легко, не скрывая говорил, что сам учится. Не стесняясь, мог ответить на вопрос студента: «Не знаю, этого я не понимаю, постараюсь ответить в следующий раз». Был обаятелен, блестящ, доброжелателен.

В силу случайных обстоятельств я познакомился с ним лично. Однажды, году в 1933-м (или 1934-м?), я навестил его на даче. Провожая меня на станцию, он вдруг сказал: «Очень хочу поехать в Харьков, поработать у Ландау». Я тогда еще ничего не знал о Ландау, кроме того что в 1930—1931 гг. мне рассказывал один мой всезнающий товарищ: есть, мол, в Ленинграде талантливая троица — Гамов, Иваненко и Ландау, которая любит выкидывать «номера», фраппируя окружающих, особенно старших и уважаемых. Он рассказывал подробности с упоением, а у меня эти ребяческие выходы вызывали лишь раздражение.

Я удивился и спросил Румера: «А что, Ландау очень умный?» Румер только вскинул свою красивую голову и протянул: «У-у-у...!» Это не могло не вызвать интереса. Румер к этому времени был уже одним из основателей квантовой химии (вместе с Гайтлером, Лондоном, Теллером, Вигнером), знал многих.

Во время защиты моей дипломной работы, вызывавшей у меня отчаяние своей малосодержательностью (есть свидетель, который может подтвердить мои слова), неожиданно посыпались

¹ «Разъяснения и новые обоснования (нем.). Тогда главным языком физики был немецкий, главным журналом — «Zeitschrift für Physik». (У нас начал выходить «Zeitschrift für Physik der Sowjetunion».) Эти слова нередко встречались в заголовках или подзаголовках статей.

неумеренные похвалы (они не изменили моей собственной оценки). Через несколько дней после защиты, утром мне позвонил Румер: «Приехал Ландау, он живет у меня. Приходите, я хочу вас познакомить».

Когда я пришел к Румеру в его тесно заставленную случайной мебелью комнатку на Тверской-Ямской (ул. Горького), он попросил подождать: Дау в душе. Через несколько минут не спеша вошел Ландау, на ходу вытирая свою мокрую шевелюру полотенцем. «Дау,— сказал Румер,— вот Евгений Львович, он сделал очень хорошую работу, поговори с ним».

«Ладно,— сказал Ландау как-то лениво,— давайте. Только чтобы не было всех этих Verklärungen und Neubegründungen».

Мы сели друг напротив друга за крохотный (почему-то мраморный) столик, и я смог беспрепятственно произнести первую фразу: «Речь идет о квантово-механической теории устойчивости кристаллической решетки». Но едва я нарисовал на листке бумаги кривую (типа потенциала в двухатомной молекуле) и пояснил: «Как известно, зависимость энергии кристалла от постоянной решетки выражается такой кривой»,— Ландау мгновенно взорвался: «Откуда вы это взяли? Ничего подобного не известно. В лучшем случае мы знаем несколько точек около минимума, если учесть данные по сжимаемости. А все остальное выдуманно». Я оторопел. Я даже не сообразил, что мне вовсе и не нужна вся кривая, достаточно окрестности минимума. Попытки оправдаться словами вроде: «Но так все пишут, например там-то и там-то»,— вызвали только новое возмущение: «Мало ли что пишут! Вот, например, рисуют кривые Сэрджен-та» (тут он сел на своего любимого конька того периода; все, кто общался с Дау, знают, что у него всегда бывали какие-нибудь любимые объекты для издевательств; тогда одним из них был Сэрджент, который утверждал, что если нанести на график экспериментальные данные по бета-радиоактивности: по вертикали — время жизни, по горизонтали — энергию распада, то точки группируются около некоторых кривых, отвечающих разной степени разрешенности перехода). «Нет никаких Sargent Kurve, есть Sargent Fläche,— бушевал Ландау,— точки разбросаны по всей плоскости»,— и дальше в том же роде: «Ну что там у вас еще?» Но дальше я мог только пролепетать несколько маловразумительных фраз, тем более что, как уже было сказано, я и сам не видел в сделанном мною ничего действительно существенного.

Скоро все было кончено. Затем последовал лишь краткий, вполне доброжелательный разговор на посторонние темы, и я ушел в состоянии шока.

После этого мы неоднократно контактировали с Ландау, приходилось участвовать в совместных обсуждениях, когда в 1940—1941 гг. «группа Ландау» (несколько человек) и «группа

Тамма» (тоже несколько человек) собирались вместе каждую пятницу поочередно в ФИАНе и в ИФП для неформального разговора о физике. Я уже хорошо понимал, что такое Ландау как физик. Но прошло еще много лет, прежде чем я стал способен обсуждать с ним физику наедине, говорить о своей работе без паники (хотя всегда с тревогой) и отстаивать свою точку зрения.

Обсудим теперь всю эту небольшую историю.

Здесь интересны два пункта: 1) что значило «никаких *Verklärungen und Neubegründungen*»; 2) действительно ли Дау был такой зверь, который был способен несколькими словами парализовать пришедшего к нему с вопросом теоретика (кстати, формально он был лишь на четыре года старше меня: тогда, в 1935 г., ему было 27, мне 23, а Румеру около 33; но формальное сопоставление возрастов, как видно уже из сказанного, ничего не значило). Сначала о первом вопросе.

В то время у нас (да и за рубежом) появлялось немало статей по теоретической физике, которые не содержали никаких новых результатов, но лишь пережевывали снова и снова разные, более или менее принципиальные элементы квантовой теории, да и теории относительности. Дау не переносил этого, потому что он был человеком дела. Пусть результат будет небольшим, но он должен быть новым и надежным. Здесь играло роль и то, что, по-моему, Дау считал себя лично ответственным за состояние теоретической физики в нашей стране. Показателем этого может служить следующее: его возмущало любое приукрашивание ситуации в физике.

Вот, например, в 1936 г. в Москве в битком набитой огромной аудитории существовавшей тогда Коммунистической академии на Волхонке происходило общее собрание Академии наук, посвященное отчету Ленинградского физико-технического института. Многие годы институт находился в ведении Наркомтяжпрома, постоянно подвергался нападкам за то, что занимался «оторванными от практики проблемами» (вроде ядерной физики), и в этой тяжелой атмосфере его основатель и директор Абрам Федорович Иоффе делал свой доклад². Выдающаяся роль инсти-

² Видимо, чтобы как-то парировать эти нападки, Иоффе выделил в докладе раздел «Проблемы социалистической техники», включив в него около тридцати прикладных проблем, над которыми институт работал или собирался работать. Были среди них и дельные, но встречались и такие: «Безоконное строительство, рациональная форма окон и отопительных систем» (имелась в виду замена металлических обогревателей керамическими) и т. п. Мне, кроме того, твердо запомнилась особенно поразившая меня «проблема»: окраска полов помещений в белый цвет для экономии электроэнергии на освещение (но в печатном тексте этого нет). Видимо, плохо ему было, трудно приходилось. См.: *Иоффе А. Ф.* Условия моей научной работы: Доклад на сессии АН СССР, 14—20 марта 1936 г. // Изв. АН СССР. Сер. физ. 1936. № 1/2. С. 7—33.

туда и самого Иоффе в развитии нашей физики хорошо известна. Да и для Ландау лично он сделал немало в те годы, когда Дау работал в его институте. Но Ландау, а также Александр Ильич Лейпунский — оба молодые и хорошо знакомые с мировым уровнем науки, так как сами работали за рубежом, — выступили с безжалостной критикой работы Иоффе и института. Они обрушились на чрезмерно оптимистическую оценку положения в нашей физике, которую дал Иоффе. Речь Ландау замечательна. Он начал ее словами: «Каковы бы ни были недостатки, которыми обладает советская физика, несомненно тот факт, что она существует и развивается, и мне кажется, что своим существованием советская физика во многом обязана А. Ф. Иоффе». Но вслед за этим, еще раз подчеркнув заслуги А. Ф. Иоффе, он яростно обрушился на докладчика. Он высмеял Иоффе за утверждение, что у нас есть 2500 физиков, и говорил, что в массе эти люди «выполняют роль лаборантов и никаких существенных знаний не имеют». «Если считать вместе с физической химией, то можно насчитать что-нибудь порядка сотни настоящих физиков. Это чрезвычайно мало», — и т. д. Он критиковал многие работы Иоффе за ошибки и недостоверность, его позицию — за расхваливание рядовых работ, за приписывание нашим физикам «открытий», которые на самом деле — повторение зарубежных работ, за «распространение стиля, который может быть охарактеризован только понятием хвастовства». Все это «является вредным, разлагающим советских физиков, не способствующим их мобилизации к той громадной работе, которая нам предстоит», и т. д.

При всей неслыханной резкости этой речи нельзя не признать, читая ее теперь, что 28-летний Ландау выступал с общегосударственной, гражданской точки зрения, с чувством боли за нашу физику. Конечно, он несколько перегибал палку. Ведь к этому времени, например, были сделаны две работы, получившие много лет спустя Нобелевские премии: открытие и теория цепных реакций (Н. Н. Семенов) и открытие излучения Вавилова—Черенкова (пример исключительно точного, трудного и надежного экспериментального исследования, на малочисленность которых Ландау тоже сетовал³), через год после этой сессии теоретически объясненного И. Е. Таммом и И. М. Франком. Знал он, конечно, и об открытии в 1927 г. комбинационного рассеяния (раман-эффекта) Г. С. Ландсбергом и Л. И. Мандельштамом, не получившими Нобелевской премии только из-за

³ Изв. АН СССР. Сер. физ. 1936. № 1/2. С. 83—86. Речь А. И. Лейпунского (С. 73—83) столь же определена в своей критической части, но гораздо более уравновешенна по тону и более объективна в оценке роли различных школ в нашей физике.

антисоветской позиции Нобелевского комитета⁴, и о многих других прекрасных работах, но в целом он был прав, всего этого было мало, и прежде всего было мало квалифицированных кадров.

Когда Ландау сошел с трибуны и, пробираясь между слушателями, сидевшими на ступеньках амфитеатра в проходе, проходил мимо меня, я сказал ему: «Пока будет жив теперешний состав Академии, не быть вам академиком». Он криво улыбнулся. Ему было не до шуток. Вероятно, не так легко ему было решиться выступить против Иоффе. Но он должен был это сделать: он переживал проблему развития нашей физики, как свою личную.

Это чувство ответственности проявилось и тогда, когда он вместе с Евгением Михайловичем Лифшицем создавал их Курс, воспитывал свою школу на основе собственной системы, охватывающей все стадии развития физика-теоретика. Те, кто навещал его дома после катастрофы, помнят, как он повторял: «Вот выздоровлю и займусь школьной программой по физике — все надо переделать». Конечно, найдутся скептические циники, которые предпочтут приписать все это желанию первенствовать, возглавлять всю теоретическую физику. Но если элемент честолюбия, необходимый всякому исследователю и активному деятелю, здесь и был, не это было определяющим. Достаточно вспомнить, как, расставляя теоретиков по «классам», по их заслугам, себе самому он отводил очень скромный класс. Да и вообще во всей его научной деятельности было столько честности, трезвости, убежденности, что, даже когда он, как представляется, недооценивал некоторых наших выдающихся физиков, это было следствием собственной, установленной на основе глубокого убеждения шкалы ценностей, а никак не духа конкуренции.

Но вернемся к *Verklärungen und Neubegründungen*.

Конечно, недопустимо полностью отвергать работы такого типа. Но в то время, во всяком случае, не они были важнее всего, а создание действенной физики. Да кроме того, занятие и такими вопросами не должно быть безрезультатным. Вот, например, не Ландау и Румер создали каскадную теорию электромагнитных ливней, а Баба и Гайтлер, с одной стороны, Оппенгеймер и Снайдер — с другой. Но хотя они сами извлекли из этой теории некоторые основные следствия, пользоваться их теориями было чрезвычайно неудобно. Ландау и Румер придали теории такую ясную и удобную форму (тоже ведь в известном смысле это было *Verklärung und Neubegründung!*), что эта форма стала канонической. После их работы о предшественниках вспоминают только для того, чтобы воздать им должное.

⁴ Там же. См. речь А. И. Лейпунского.

Перейдем теперь к другому итогу моего первого знакомства с Дау.

И в наши дни не прекращаются вспышки обвинений по адресу Дау в жесткости его обращения с теоретиками, которые хотели узнать его оценку их работ. Верно, конечно, что Дау не смягчал своих высказываний и это часто жестоко било по самолюбию. Он бывал непростительно резок в публичном разговоре, даже когда объектом его высказываний был достойный человек, к которому он сам хорошо относился. Иногда это бывало просто оскорбительно⁵.

На основании своего опыта, в частности на основании описанного выше моего первого знакомства с Дау, я много лет спустя усвоил одно: нечего соваться к нему с недоделанным, не понятным, насколько ты способен, до конца, с тем, что ты сам не можешь отстаивать столь же аргументированно, сколь он критикует. Впоследствии я не раз убеждался в честности его критики. Если удастся в результате дискуссии его опровергнуть, он готов признать свою неправоту. Одного я не замечал ни разу (хотя мне говорили, что я неправ, такое случалось) — чтобы он четкими словами сказал: «Да, я был неправ». Но по существу это, не произнесенное вслух, подразумевалось, когда в конце концов следовало признание: «Да, да, конечно, верно». Но это было проявлением некоторых ребяческих черт его личности, которое вызывало только улыбку.

Вот один характерный случай. Дау долго отказывался признать понятие изотопической инвариантности. Он поносил его, не стесняясь в выражениях. Но через несколько лет после появления этой концепции, когда она была уже широко распространена, на семинаре Ландау докладывалась опубликованная работа, в которой докладчик просто не мог обойти изотопинвариантность. Приближаясь со страхом к этому пункту, он весь напрягся, ожидая очередного издевательства. Когда были произнесены первые слова об изотопспине, зал замер. И вдруг раздался спокойный заинтересованный голос Дау: «Так-так, скажите-ка подробнее об этом, это что-то интересное». Семинар взорвался от хохота, а Дау как ни в чем не бывало продолжал

⁵ Но как в то же время щедро он раздавал советы своим ученикам! Мне особенно запомнился один случай, когда в моем присутствии он подкасал простой и прозрачный прием реализации в вычислениях не очень легкой для физического понимания идеи, и этот прием позволил его ученику выполнить целую серию исследований. Совет был дан легко, «между прочим», имя Дау нигде после этого не упоминалось, да и сам он никогда не вспоминал о своем совете, хотя разговоры в связи со всей этой проблемой у нас с ним бывали неоднократно.

Стоит вспомнить, как в своем ответном слове на веселом праздновании его пятидесятилетия Дау сказал: «Некоторые считают, что учитель обкрадывает своих учеников, другие — что ученики обкрадывают учителя. Я считаю, что правы и те и другие и участие в этом взаимном обкрадывании прекрасно».

расспрашивать докладчика. Если вспомнить, что обычно Дау сам, просматривая журналы, отмечал статьи для доклада на семинаре, можно предположить, что он уже раньше понял свою неправоту.

Но хватит об этой ребячливости. Ведь и здесь, по существу, просто в забавной форме проявлялось его честное отношение к науке. Вернемся к более существенному. Почему же все-таки он не смягчал свою критику? Думаю, прежде всего потому, что он всегда разговаривал «на равных». Он всегда как бы предполагал, что его собеседник — «взрослый человек», должен иметь свое мнение и отвечать за свои слова.

Авторитет Дау был чрезвычайно высок, и, быть может, ему следовало почаще об этом вспоминать, осторожнее обращаться с этим опасным оружием, помнить, что разговор, как правило, все-таки происходит на самом деле отнюдь не «на равных».

Но была, мне кажется, еще одна психологическая причина несдержанности поведения, о которой речь пойдет во второй части этих заметок.

Я перехожу к довольно острому вопросу, возникшему потому, что были один или два случая, когда отрицательное отношение Дау к рассказанной ему автором работе приводило к тому, что автор не публиковал ее и соответствующая работа (важная!) появлялась потом за рубежом. Утрачивался приоритет, а иногда и связанные с ним почести. Но насколько виноват в этом Дау?

Прежде всего я хотел бы отвести недостойные и совершенно ложные высказывания (приходилось с ними встречаться), что отрицательное отношение Дау означало запрет на печатание. Это совершенно неверно. Оставим даже в стороне чисто формальное обстоятельство: Дау не был членом редколлегии ни одного журнала, а их было несколько. Я неоднократно слышал (не помню, от самого Дау или от Е. М. Лифшица), что Дау считает допустимой публикацию чего угодно (если, конечно, нет прямой ошибки), лишь бы не было противоречия с квантовой механикой и теорией относительности⁶.

Но было другое: авторитет личного мнения, против которого не все имели внутреннюю силу устоять. Так, один не очень еще опытный теоретик пришел к некоей смелой идее и даже реализовал ее в многочисленных расчетах физических явлений, в которых выводы из этой идеи должны были бы проявляться на эксперименте. Но его коллеги (кстати, ученики Ландау) отвергали с порога самую основную идею как нелепость и чепуху.

⁶ Разумеется, и это не следует понимать элементарно, как запрет на попытки создать теорию более общую и совершенную, чем квантовая механика или теория относительности. Вот ведь сам Ландау в 1959 г. провозгласил необходимость отказа от гамильтоновой квантовой механики, говорил о коренной ломке, которую принесет отказ от локальной теории, и т. п.

Тогда он решил пойти к Ландау. Тот сразу все понял, сказал, что в идее нет ничего нелепого, мир так может быть устроен, но ему лично эта идея не нравится, такой мир ему не симпатичен. Винават ли Ландау в том, что этот теоретик не решился после такого разговора послать статью в печать, что открытие было через небольшой срок сделано за рубежом и принесло славу не ему? На самом деле все было честно. Сам Ландау опубликовал свою первую работу, когда ему было 19 лет. С его точки зрения, все, кто с ним разговаривал,—достаточно «взрослые люди». Тот теоретик сам, по мнению Дау, должен был решать, публиковаться (рискуя в случае своей ошибки подвергнуться осмеянию) или нет. Он, этот теоретик, сам принял ошибочное решение (и, насколько я знаю, он честно это признает). Ландау и здесь разговаривал «на равных». Думаю, что на его месте более мягкий человек, И. Е. Тамм, сказал бы: «Мне не нравится эта идея, но это ничего не значит, вы все равно опубликуйте статью». Дау этого не сказал, хотя в других вопросах к чему-то подобному он был склонен. Написал же он о кино: «Несмотря на некоторую безапелляционность моих суждений, я очень далек от стремления навязывать свой художественный вкус кому бы то ни было. Могу заверить, что, будь я начальником кинопроката, я охотно выпускал бы на экран даже очень плохие, с моей точки зрения, картины, лишь бы существовала аудитория, которой они доставляли бы радость»⁷.

Но для того, чтобы такой фильм вышел на экран, создавший его режиссер должен принять решение, не считаясь с недовольством критика, проявить достаточную убежденность, смелость, наконец, чтобы противопоставить свое мнение авторитету даже «самого» Ландау. У многих физиков такой смелости не хватало. Дау этого не учитывал, и об этом нельзя не пожалеть.

Игорь Евгеньевич Тамм, исключительно высоко ценивший Ландау, бывший и лично с ним в превосходных отношениях, несмотря на разительную разность характеров⁸ и тринадцатилетнее различие в возрасте (по существу — разные поколения),

⁷ Ливанова А. Ландау. 4-е изд., доп. М.: Знание, 1983. С. 226.

⁸ Не могу здесь не вспомнить с огорчением слова Вяч. Вс. Иванова, приводимые в уже упоминавшейся книге А. Ливановой: «Ни среди его учеников, ни среди ученых-недоброжелателей не было людей, с ним отдаленно сопоставимых» (С. 219). Прежде всего, и это самое важное, все остальные наши физики-теоретики вовсе не исчерпывались упомянутыми двумя категориями. Ландау пользовался огромным уважением и симпатией и у Л. И. Мандельштама, и у И. Е. Тамма, и у В. А. Фока, и в их школах, а также у множества других физиков. Что же касается «сопоставимости», то речь, видимо, идет о человеческих качествах (не станет же филолог судить о профессиональных достоинствах физиков-теоретиков). Мне непонятно, как можно сопоставлять столь различные личности, как Ландау, Мандельштам, Тамм, Фок и другие. Все выдающиеся люди — особенные по-своему. Их характеристики откладываются по разным осям координат.

так наставлял, по свидетельству В. Я. Файнберга⁹ своих учеников, собиравшихся обсудить с Ландау какой-либо научный вопрос: «На замечания Ландау „общего“ характера (типа „это бред!“, „этого не может быть!“ и т. д.) не обращайтесь внимания. Однако как только Ландау начнет говорить что-либо конкретное по работе, то сразу превращайтесь в слух и не зевайте!»

В чрезмерном влиянии авторитета Дау в подобных случаях виноват не столько Дау, сколько те, кто не решались противопоставить этому авторитету свое мнение. В театре известна элементарная истина: если актер исполняет роль императора, то играет императора не столько он сам, сколько его окружение. Окружающие не всегда видели, что Дау говорит с ними, считая их самостоятельно мыслящими людьми. Неравенство способностей, разрыв между рядовым физиком-теоретиком и исключительной, выдающейся талантливостью Дау можно было скомпенсировать только одним — серьезным отношением к предмету разговора, продуманностью того, о чем будешь говорить, ответственным отношением к своей точке зрения. При этих условиях можно было выдерживать и настоящую бурю.

Вот одна история, в которой я принимал участие.

Однажды после окончания семинара Дау он сам, Чук (И. Я. Померанчук) и я задержались в конференц-зале, чтобы поболтать о разных разностях, как это не раз у нас бывало. Дау спросил: «Ну что в ФИАНе нового?» Я ответил: «Вот, Тер-Микаелян кончил диссертацию. Любопытный результат: оказывается, если энергия электрона очень большая, то его тормозное излучение в кристалле имеет интерференционную структуру, чувствует кристаллическую решетку». «То есть вы хотите сказать, если энергия мала и длина волны велика?» — переспросил Дау. «Нет, именно большая — больше сотни миллионов электрон-вольт». «Что за чепуха!» — воскликнул Дау. Чук стал успокаивающе гладить меня по лацкану пиджака и приговаривать: «Женя, Женя, пойми сам, это же невозможно». Но М. Л. Тер-Микаелян был тогда аспирантом, я — его руководителем, и я продолжал настаивать. «Ну, может быть, чуть-чуть скажется, под логарифмом», — допускал Дау. «Да нет, очень сильно — вся суть в том, что играет роль не длина волны, а „длина формирования“, обратная величина передаваемого импульса, растущая с энергией»¹⁰. После недолгих препирательств в таком стиле Чук ушел, а мы с Дау больше часа ходили по саду вокруг теннисной площадки, и продолжалась яростная, но вполне деловая критика в обычном духе Дау: «Вы же не проверяли, какую роль играет неупругое рассеяние: я думаю, оно существенно». «Проверяли, не существенно». «Но тепловые колебания узлов решет-

⁹ В кн.: Воспоминания о И. Е. Тамме. М.: Наука, 1981; 2-е изд., 1986. 312 с.

¹⁰ Теперь это тривиально, тогда было неожиданно.

ки все размажут!» «Нет, оказывается, нет», — и т. д. и т. д. Разумеется, поспевать за Дау, объяснять, почему тот или иной фактор не влияет, было нелегко. Я ловил с тревогой каждое его замечание. Ведь его интуиция была очень сильна. В состоянии той же тревоги я уехал домой.

В 7 часов вечера раздался первый телефонный звонок: «Да нет, нет этого эффекта. Вообще-то вопрос труден, но математически все элементарно. Ну, может быть, на 10% можно натянуть». Поговорили, моя тревога усилилась, но я не видел ошибки. Около полуночи телефон зазвонил снова. И вдруг: «Да, конечно, конечно, эффект есть. Ну, разумеется. Но все нужно делать по-другому». У меня отлегло от сердца, и я сел писать письмо Тер-Микаеляну в Ереван. Это письмо чудом сохранилось: все происходило 17 июля 1952 г. Я перечислил девять заключительных утверждений Дау, касавшихся лишь деталей вопроса, сопровождая их своими замечаниями: такие-то пункты «вызывают у меня настороженность», в таких Дау явно неправ, а то-то мы сами знаем и кончал так: «Вам надлежит снова и снова промять и разжевать основные пункты, на которые Ландау нацелился (или набросился), чтобы либо найти у себя ошибку (во что я бы не поверил), либо укрепить свою позицию».

Через три месяца Тер-Микаелян докладывал свою работу у Дау на семинаре при полном взаимопонимании, а еще через десять месяцев Дау и Чук направили в печать известную прекрасную их работу о тормозном излучении в аморфной среде, в которой сами использовали упомянутый выше эффект роста длины формирования с энергией. Из этих работ возникло целое направление.

Я вспоминаю эту историю как пример научной честности и ответственности Дау. Речь шла о явлении, относящемся, так сказать, к его «хозяйству», он отвечал за порядок в нем и не мог успокоиться, пока все не выяснил для себя сам. Нечего и говорить, что у Дау (и, разумеется, у нас с Тер-Микаеляном) не осталось никакого осадка, все были рады и даже как-то еще более сблизились. Но выдержать такую атаку было, как всегда, нелегко, и я не часто решался на подобные обсуждения.

Но вернемся к приведенному выше наставлению Тамма. Сам он не раз оставлял без внимания «общие» замечания Дау (и, как впоследствии обнаруживалось, обычно поступал правильно. Так было, например, когда Ландау высмеивал введение «изобар», или резонансов, на равных правах с другими частицами, осуществленное Таммом при рассмотрении взаимодействия пионов с нуклонами в 1952 г.). Но все мы знали, как необычайно ценна была яростная критика Дау, его конкретные советы, и «не зевали», когда он говорил.

Однако и «общие» замечания вовсе не обязательно содержали обидные слова. Выше я привел разговор с ним, в котором

(как мне помнится, хотя я не полностью уверен в этом) он употребил слово «чепуха». Но если это и было так, то это был единственный раз, когда я услышал от него подобное слово в свой адрес. Он разговаривал со мной всегда совершенно корректно, хотя не только со своими учениками и друзьями он часто бывал оскорбительно резок даже в присутствии других лиц. Почему так случилось, почему мне так удивительно повезло?

Дау не мог особенно выделять меня из своего окружения как физика. Это очевидно. Может быть, дело было в том, что после памятного знакомства в 1935 г. я никогда не начинал с ним разговора по физике, если не чувствовал уверенности в том, что смогу выдержать шторм? Он дважды отверг мои идеи — и оба раза мягко, хотя в опровержение их и приводил (вполне корректно) лишь «общие соображения». Один раз, когда из работы получались новые уровни в системе, он сказал: «Не думаю, мне кажется, довольно тех уровней, которые мы знаем». Я не опубликовал работу, но не столько из-за этого его замечания, сколько потому, что, промучившись два месяца, не сумел устранить изводившие меня изъяны в выводе (хотя психологически замечание Дау, может быть, на меня и повлияло). Через 20 лет правильный путь, на гораздо более высоком уровне, нашел Д. А. Киржниц. В другой раз его, сделанное тоже в мягкой форме, замечание было совсем уж неубедительно («Я думаю, при высокой энергии все же не выпадет размерная константа и тогда все это неверно»). Но меня поддержал Чук, участвовавший в нашем разговоре («Дау, — сказал он, — ты непоследователен: если ты веришь своей же теории, то должен признать, что Женья прав!»). Я был уверен в своей правоте, работу опубликовал и очень рад этому.

Но и моя осторожность в выборе темы для разговора по физике — недостаточное объяснение, я думаю, дело в другом, просто мне повезло, почему-то Дау повернулся ко мне другой стороной своей личности. Я поясню это во второй части моих заметок.

ДВА ЛАНДАУ

В своей превосходной статье о Ландау Евгений Михайлович Лифшиц пишет, что в молодости Дау был застенчив, и это причиняло ему много страданий, но с годами благодаря столь характерной для него самодисциплинированности и чувству долга перед самим собой сумел «воспитать себя и превратить в человека с редкой способностью — умением быть счастливым»¹¹.

¹¹ Лифшиц Е. М. Лев Давидович Ландау (1908—1968) // Ландау Л. Д. Собр. тр. М.: Наука, 1969. Т. 2. С. 430.

Каким же путем он достиг этого? Я решуь высказать утверждение, которое может показаться чрезмерным: он создал себе образ, маску и вжился в нее так, что она стала для него естественной. К сожалению, эта маска не была пассивной, она управляла его поступками, его высказываниями. Она-то и диктовала ему резкость поведения, иногда вызывавшую недоумение (это и есть та дополнительная психологическая причина несдержанности Ландау в высказываниях, о которой я говорил выше).

Но бывало, что Ландау снимал эту маску, и обнаруживалась другая личность, другой Дау — мягкий, чувствительный. Таким я наблюдал его неоднократно. Но это никогда не происходило «на людях» — лишь в присутствии одного-двух человек, которые были связаны с ним чем-либо кроме физики, или просто близких ему. Сказанное означает, что я не считаю просто красивой фразой слова Е. М. Лифшица: «За его внешней резкостью скрывалась научная беспристрастность, большое человеческое сердце и человеческая доброта»¹² (впрочем, я бы заменил слово «беспристрастность» словом «честность» — пристрастность в нем была, но я не считаю это отрицательным свойством). Это означает далее, что я понимаю и принимаю слова Петра Леонидовича Капицы: «Тем, кто знал Ландау близко, было известно, что за этой резкостью в суждениях, по существу, скрывался очень добрый и отзывчивый человек»¹³. Но маска и здесь играла свою роль, принося вред самим этим качествам.

Собственно говоря, застенчивость, прикрывающаяся вызовом, задиристостью, не такое уж необычное явление (особенно у подростков и вообще молодых людей). У Дау они были (сознательно?) доведены до последовательной цельности. Вызов, резкость, насмешливость, даже разухабистость, мальчишеское поведение были необходимыми элементами образа, в который он вошел и который прежде всего был виден тем, с кем он контактировал, особенно в более молодые годы. Хотя и в меньшей мере, они сохранились у него до конца.

Бывало, расслабившись в момент усталости, или говоря о чем-либо лично для него серьезном, или рассуждая, например, о стихах (но только не «в компании!»), читая на память стихи, которые он любил (но не тогда, когда он читал их на каком-либо иностранном языке, чтобы произвести впечатление, по-мальчишески покрасоваться, щегольнуть памятью и знанием языка!), слушая стихи (бывало, я читал ему в пятидесятые годы Мандельштама и Пастернака, кого-то еще и он тут же записывал особенно ему понравившиеся), — вот в таких случаях это был другой Ландау.

¹² Там же. С. 434.

¹³ Капица П. Л. Лев Давидович Ландау // Эксперимент. Теория. Практика. 3-е изд. М.: Наука, 1981. С. 389.

Не было, разумеется, никакой нужды в маске и тогда, когда Ландау читал лекцию или доклад. Владение материалом и как следствие владение аудиторией были полными. В речи и движениях не было ни резкости, ни напряжения, лишь серьезность. Естественность была подлинная, не наигранная.

Я закончу одним особенно запомнившимся мне эпизодом, который вновь, как и начало этих заметок, связан с Румером.

Как известно, в 1938 г. Ландау и Румер вместе «перешли с физического листа римановой поверхности на нефизический». Благодаря гражданской смелости, уму и настойчивости Петра Леонидовича Капицы уже через год Ландау вернулся домой. Румер же вынырнул на поверхность только через десять лет в далеком Енисейске (в то время это была несусветная глушь, хотя и с пединститутом, в котором он стал работать). Он прожил там в качестве неполноценного гражданина три года — с женой и родившимся там же ребенком. Тогдашний президент Академии наук Сергей Иванович Вавилов сумел добиться перевода Румера в Новосибирск. Но только это произошло, не успев обеспечить Румера работой, Вавилов в конце января 1951 г. скончался, и Румер с семьей остался «в подвешенном состоянии»: без работы, существуя почти целиком на средства друзей.

Случилось так, что летом того же года я летел в командировку в Якутск. В то время на этом маршруте самолет делал остановку на ночь в Новосибирске. Когда это объявили, я ахнул. Поехал в город, бросился разыскивать Румера, с трудом, после разных приключений, нашел его по телефону у каких-то тамошних его друзей. Мы встретились на бульваре у центральной площади, расцеловались и стали строить планы помощи ему. Румер тогда был страстно увлечен своей работой по «пяти-оптике» (вариант единой теории поля), которую он начал, еще пребывая в заключении, и считал ее столь важной, что работу над ней рассматривал как достаточное основание для перевода в Москву.

Приехав в Москву, я сразу поехал к Дау и положил на стол записку: «Я видел Румера». Он сказал: «Пойдем, погуляем». Мы вышли в сад и ходили, ходили, обсуждая судьбу Румера. Дау был серьезен, печален, отчасти растерян и все повторял: «Что же делать? Что можно сделать?»

Но в конце концов обращение в ЦК, если не ошибаюсь, и самого Румера, и кого-то из официально признаваемых крупных ученых сделали свое дело. Через некоторое время Румеру был послан вызов в Москву для обсуждения его работы. Вскоре, как-то рано утром, Дау позвонил мне: «Приходите, Женья, приехал Рум, он у меня». Когда я пришел к Дау, в его знаменитую комнату с тахтой на втором этаже, Румер сидел за столиком в углу, у окна и завтракал (помню даже, что он ел яич-

ницу). Дау, задумчивый, тихий, ходил по комнате, туда и назад. Подходя к Румеру, дотрагивался до его плеча и говорил мягко, даже нежно что-нибудь вроде: «Рум, ну возьми еще».

Так более чем через полтора десятилетия — и каких! — с перестановкой действующих лиц мы опять встретились втроем. Это была и радостная и грустная встреча.

Научное обсуждение работы Румера состоялось в помещении Института геофизики на Большой Грузинской (видимо, потому, что вход в этот институт был свободный). Это был важный момент в судьбе Румера. Теоретики высказались в том смысле, что в трудных поисках, которые ведутся в теоретической физике, это направление, разработанное на очень высоком уровне, нельзя оставить без внимания, его необходимо поддержать, даже несмотря на то, что нет никакой гарантии, что этот путь приведет к преодолению трудностей физики частиц. Ландау на обсуждение не пришел. Он не верил в этот путь, а говорить неправду, даже полуправду в научном обсуждении он органически не мог.

Все это перевернуло жизнь Румера. Он не переехал в Москву, но приступил к работе (все еще оставаясь на полуправном положении) сначала в Педагогическом институте, затем в Новосибирском институте радиофизики и электроники. Но вскоре, как известно, все изменилось и он стал даже директором. А когда впоследствии возник вблизи Новосибирска Академгородок — переехал туда.

И теперь, когда мне говорят о резкости, беспардонном поведении Дау, я вспоминаю его мягким и повторяющим с болью в голосе: «Рум, ну поешь еще что-нибудь».

Р. С. Когда эти воспоминания были уже написаны, я показал их одному моему другу, долго бывшему связанным тесной дружбой с Ландау. В ответ мне было прочитано письмо, которое Ландау написал летом 1946 г. очень близкому ему человеку в минуту их трагического разлада. В этом письме столько нежности, умного глубокого чувства, столько заботы и стремления сохранить хотя бы светлую память об их прежних счастливых днях, что, я уверен, если вычеркнуть из письма имена и показать его кому-либо, знавшему лишь «обычного» насмешливого, веселого, «безжалостного» и предельно рационалистичного Дау, никто не поверит, что его автор и есть всем известный «обычный» Ландау.

При этом мой друг выразил несогласие с употребленным в моем очерке словом «маска», в котором, мол, есть оттенок чего-то нечестного, неискреннего, в то время как Дау всегда был честен. Просто с какого-то возраста он стал позволять себе обнаруживать черты характера, ранее подавлявшиеся застенчивостью и неуверенностью в себе. Не знаю. Может быть, может быть...

Но все же мне кажется, что написанное мною правильно и, во всяком случае, не существенно расходится и с такой точкой зрения. Пусть решают психологи и вообще более проницательные люди.

И. М. Халатников

КАК СОЗДАВАЛАСЬ ШКОЛА ЛАНДАУ *

В 1932 г. Ландау переехал из Ленинграда в Харьков. Лекции, которые он начал читать в Харьковском университете, сразу же привлекли к себе внимание студентов. Можно себе представить очарование, которое вызывала личность Ландау. К тому же это было время, когда теоретическая физика пожинала плоды своего золотого века. Квантовая механика уже была создана, но оставалось широкое поле для ее приложений. В частности, та область, которую мы называем квантовой теорией твердого тела, только начинала развиваться. Общительность и доступность Ландау, его постоянная готовность обсуждать физические проблемы — все это сразу привело к образованию кружка молодых физиков и студентов, желавших работать с ним. Однако не все из них имели достаточную подготовку в теоретической физике. Ландау видел это. Он уже тогда хорошо представлял себе теоретическую физику как некую единую науку, имеющую свою логику, которую можно сформулировать на базе некоторых общих принципов. Эти идеи он воплотил в форме курса «Теоретическая физика», написанного совместно с Е. М. Лифшицем. План курса теоретической физики был оформлен Ландау в виде программы теоретического минимума, включавшей также и ряд математических разделов, знание которых необходимо каждому физику-теоретику. Теперь молодые люди, желавшие работать с Ландау, должны были сдать ему экзамены по программе теорминимума, который позже, уже в Москве, в Институте физических проблем, П. Л. Капица шутил назвал «техминимумом».

Хотя о теоретическом минимуме Ландау уже не раз писалось, я здесь останавливаюсь на его истории потому, что создание теорминимума послужило основой для возникновения того, что называют школой Ландау. Практически все его ученики и сотрудники, образовавшие эту школу, прошли через теорминимум.

Школа Ландау возникла не стихийно, она была задумана, запрограммирована, как теперь говорят, и теорминимум стал

* Вестн. АН СССР. 1980. № 7. С. 111.

механизмом, позволявшим проводить в течение многих лет селекционную работу — собирание талантов. Из школы Ландау вышло много известных советских физиков-теоретиков. Некоторые из них возглавили уже свои школы, придав им свой, специфический характер. Постепенно с развитием теоретической физики школа Ландау также эволюционировала. Однако мне сначала хотелось бы остановиться на стиле работы Ландау и его учеников в первые послевоенные годы, когда мне посчастливилось у него учиться и сотрудничать с ним.

Прошу читателей извинить меня за некоторые подробности личного характера, которые мне придется привести, но они, как мне кажется, дают некоторое представление о стиле работы Ландау. Впервые я познакомился с ним осенью 1940 г., когда приехал к нему в Институт физических проблем (ИФП) с письмом от моего первого учителя — профессора Днепропетровского университета Б. Н. Финкельштейна — для сдачи теоретического минимума. В два приема, осенью 1940 г. и весной 1941 г., я его сдал. У нас в Днепропетровске студенты-физики знали о теорминимуме. Студенты более ранних выпусков ездили в Харьков, где готовили дипломные работы и сдавали теорминимум. Преподавание теоретической физики в Днепропетровском университете строилось на основе харьковских лекций Ландау. Можно сказать, не боясь штампа, что слава Ландау тогда уже гремела. После сдачи мною последнего экзамена Ландау дал мне рекомендацию в аспирантуру. Но началась война, которая помешала мне сразу начать учебу. Осенью 1945 г. я был зачислен в аспирантуру Института физических проблем и с той поры до дня трагической катастрофы, в которую попал Ландау в январе 1962 г., тесно сотрудничал с ним.

Каждый четверг в конференц-зале ИФП собирался семинар Ландау. Для его учеников, которые работали в теоретическом отделе ИФП и в других институтах, где они сами уже возглавляли теоретические отделы, посещение семинара Ландау было обязательным. То был один из неписаных законов, который строго соблюдался, хотя, естественно, никакого учета посещаемости не велось. Семинар всегда начинался точно в 11.00. Но обычно все приходили заранее. Когда до начала оставалось одна-две минуты и почти все участники семинара, а их было примерно 10—12, уже сидели на сцене за прямоугольным столом, Ландау шутя говорил: «Осталась еще одна минута, подождем, может быть, Мигдал придет», — и, как правило, тут же открывалась дверь и появлялся А. Б. Мигдал. Эта шутка нередко повторялась, она стала как бы неотъемлемой частью своеобразного семинарского ритуала.

На семинаре делались доклады и об оригинальных работах, но чаще реферировались статьи из наиболее авторитетных физических журналов. Каждый из участников семинара, когда до

него доходила очередь в алфавитном порядке, обязан был явиться к Ландау с очередным номером журнала, чаще всего «Physical Review». Лев Давидович просматривал журнал и отмечал галочками статьи, которые ему представлялись интересными. Его научные интересы не ограничивались какой-либо одной областью, поэтому среди избираемых для доклада были статьи из всех областей физики — от физики твердого тела до общей теории относительности. Иногда отобранные статьи были посвящены очень узким, специальным вопросам физики твердого тела — о таких статьях Ландау говорил: «Ну, это о квасцах!» Однако и статьи о «квасцах» рассматривались на семинаре так же внимательно, как и статьи, посвященные фундаментальным проблемам квантовой теории поля. Ландау любил физику во всех ее проявлениях.

Задача, стоявшая перед докладчиком на семинаре, была не из легких. Он должен был с полным пониманием изложить содержание многих отобранных статей. Подготовка реферата требовала большой затраты труда и немалой эрудиции. Никто не мог сослаться на свою некомпетентность в каком-либо вопросе для оправдания невозможности прореферировать ту или иную статью. Здесь-то и сказалась универсальная подготовка, которую давал теорминимум. Ландау был универсалом в теоретической физике, и то же требовалось от его учеников.

До тех пор пока у Ландау или других участников семинара оставались вопросы, докладчик не имел права покинуть «арену». Далее Ландау оценивал результаты, полученные в прореферированной статье. Если результат был выдающимся, то его вносили в «Золотую книгу». Если при обсуждении статьи возникали интересные вопросы, требовавшие дальнейшего исследования, то эти вопросы записывались в тетрадь проблем. Эта тетрадь регулярно велась до 1962 г., и из нее молодые физики черпали задачи для серьезных научных исследований. Некоторые статьи объявлялись «патологией». Это значило, что в статье либо в постановке задачи, либо в ее решении нарушены принципы научного анализа (естественно, речь шла не об арифметических ошибках). Сам Ландау физические журналы не читал, и таким образом семинар превращался в творческую лабораторию, в которой ученики Ландау, питая его научной информацией, учились у него глубокому критическому анализу и пониманию физики.

С годами круг докладчиков постепенно расширялся за счет физиков, сдавших теорминимум. Теперь участники семинара уже не помещались за столом на сцене и заполняли весь зал Института физических проблем. Тот, кто сдал теорминимум, приобретал определенные права и обязанности. Он приобретал право на поддержку и заботу со стороны Ландау, но за это был обязан готовить рефераты для семинаров. И если докладчик на семинаре не мог толково ответить на вопросы, касавшиеся содержания

реферлируемого материала, или не умел ясно излагать свои мысли, ему приходилось нелегко. Иногда такой неудачник (что бывало, правда, очень редко) исключался из списка докладчиков, т. е. лишался права выступать с рефератами журналов. В атмосфере, которая окружала Ландау, это воспринималось как своеобразная высшая мера наказания. Такого теоретика Ландау презирал и немедленно лишал своей поддержки. Он как бы не замечал больше этого человека.

Не все заседания семинаров посвящались рефератам. Заслушивались также и доклады об оригинальных работах. В качестве докладчиков выступали как ученики Ландау, так и физики из других институтов и городов, желавшие обсудить свои работы. Как правило, еще до семинара с работой знакомили Ландау и, если он находил ее интересной, она допускалась на семинар. Сам Ландау обо всех своих работах докладывал на семинаре.

Сделать доклад на семинаре было трудно, но почетно. Докладчик подвергался, что называется, допросу с пристрастием. Слушателям разрешалось его перебивать. Это был скорее даже не доклад, а диалог между докладчиком и аудиторией во главе с Ландау. Нередко в ходе доклада выяснялись различные ошибки и пробелы в логике, несогласованность отдельных предположений, лежавших в основе работы. Ландау обладал выдающимся критическим умом. Поэтому критика Ландау всегда помогала выяснить истину. Если автор работы преуспел с докладом на семинаре, то можно считать, что его работа действительно логически непротиворечива и содержит новые результаты. Поэтому так велико было среди теоретиков желание доложить свою работу на семинаре Ландау. Докладчик получал нелицеприятную оценку своего труда, причем на самом высшем уровне.

Критический анализ научной работы важен в любой области науки. В теоретической физике его роль особенно велика. Работа в теоретической физике обычно представляет собой цепь логических построений, в которых могут быть допущены пробелы. Автор может в начале работы сделать предположения, справедливость которых в ее конце не всегда подтверждается. Часто эти предположения делаются не явно. Бывало, автор, безуспешно исчерпав все свои доводы, прибегал, как он считал, к «решающему» и ссылался на совпадение своих результатов с экспериментальными наблюдениями. Такой аргумент вызывал только смех аудитории, поскольку никакое совпадение теории с экспериментом не может оправдать отсутствие логики в работе физика-теоретика.

Обладая выдающимся критическим умом, Ландау был самокритичен. Хорошо известно, что он любил все классифицировать, в том числе и физиков, но в «табеле о рангах» для физиков отводил себе более скромное место, чем заслуживал. Когда автор данных строк, восхищаясь критическим умом Ландау,

однажды сказал ему об этом, последовал ответ: «Вы не встречались с Паули! Вот кто действительно обладал критическим умом!»

Семинары в ИФП благодаря своему творческому активному характеру безусловно содействовали формированию школы Ландау.

Коснемся теперь того, как работал сам Ландау и как с ним взаимодействовали его ученики, так сказать, в индивидуальном плане.

Основой всего для Ландау был его интерес к физике. Его рабочий день часто начинался с визитов в экспериментальные лаборатории на первом этаже Института физических проблем. Быстро пробежал по лабораториям, узнавал новости, задерживался там, где нужна была его немедленная теоретическая помощь. Ландау считал, что ответы на вопросы экспериментаторов должны пользоваться приоритетом перед другими делами теоретика. Он был готов прервать любое занятие, если к нему обращался экспериментатор, нуждавшийся пусть даже в небольшом расчете, который он сам не мог произвести. И именно из взаимодействия с экспериментаторами возникли многие важные работы Ландау. Достаточно сказать, что главный его шедевр — теория сверхтекучести — был создан в тесном повседневном сотрудничестве с П. Л. Капицей, который открыл и исследовал это явление.

Постоянная связь с экспериментаторами была столь же естественной и для ближайших сотрудников Ландау. Автор этих строк, поступив в аспирантуру, сразу же установил контакт с лабораторией жидкого гелия, где в то время очень интересные результаты получили В. П. Пешков и Э. Л. Андроникашвили. Накопившиеся у них результаты нуждались в объяснении. В частности, не было ясным наблюдавшееся явление вязкости в «безвязкой» сверхтекучей жидкости. Предварительные расчеты на основе теории Ландау давали качественное объяснение тому, что наблюдалось. Однако понадобилось некоторое время, чтобы убедить его в справедливости этих расчетов. Дело в том, что температурная зависимость кинетических коэффициентов в квантовой жидкости оказывалась весьма необычной и совершенно отличной от той, которая следовала из известной кинетической теории газов.

Для «экономии мысли» Ландау часто применял хорошо известные ему общие принципы, а все, что не укладывалось в эти принципы, отметалось с порога. Но всякий новый и нетривиальный результат заставлял его задуматься. Он в таких случаях сам вскоре своими методами либо получал этот результат, либо опровергал его. В данном конкретном случае Ландау заинтересовался задачей и вскоре был найден путь точного решения кинетического уравнения для элементарных возбуждений в кван-

товой жидкости. Так возникла наша совместная работа, посвященная теории вязкости сверхтекучего гелия.

Такая схема взаимодействия Ландау с его учениками была в известной степени типичной. Молодой ученик находил задачу, проводил предварительные расчеты, и часто на самом трудном этапе в действие вступал сам Ландау с его мощной техникой. Иногда это был совет, а чаще всего — серьезный расчет.

Но и это еще не значило, что Ландау разрешит включить свое имя в число авторов. Он был щедр и часто дарил свои расчеты. И лишь в том случае, если результат действительно того стоил и его вклад был велик, он соглашался стать соавтором.

Очень характерно и то, что Ландау не давал задач своим ученикам, а аспирантам — тем для диссертаций. Они должны были их находить сами. Это приучало к самостоятельности и воспитывало в людях качества научных руководителей.

Другая важная подробность. Ландау никогда не делал того, что должен был, по его мнению, сделать сам ученик. Иногда после безуспешных попыток решить задачу ученик приходил за помощью к Ландау и слышал: «Это ваша задача. Почему я должен делать за вас?» Понимать это следовало так, что при известной затрате труда Ландау мог бы разобраться, однако не желает тратить на это время. Как правило, после категорического отказа Ландау помочь становилось ясно, что помощи уже ждать не от кого. Наступало просветление, и задача быстро решалась.

Остановлюсь на другом характерном примере сотрудничества с Ландау. Начало 50-х годов. Достигнут гигантский прогресс в квантовой электродинамике: фейнмановские диаграммы, устранение бесконечностей. Появилась новая техника в теоретической физике, которой Ландау не владел. В те годы я тесно сотрудничал с А. А. Абрикосовым, с которым мы совместно опубликовали немало работ. Физиков-теоретиков было еще немного, и, может быть, поэтому, а также и благодаря привычке читать журналы мы были первыми в Москве, кто изучил работы Фейнмана и овладел релятивистской теорией возмущений. По молодости лет мы предприняли смелую попытку решить уравнения квантовой электродинамики точно. И была даже хорошая идея воспользоваться для этого свойством градиентной инвариантности теории. Мы начали расчеты, которые постоянно обсуждали с Ландау. И вот, когда уже были получены окончательные формулы для массы и заряда электрона, выяснилось, что из-за одного очень тонкого эффекта наша идея не срабатывает. И тут Ландау вступил в действие. Он предложил отбирать и суммировать наиболее важные диаграммы (члены ряда теории возмущений). Дальнейшее было делом техники, которой мы с Абрикосовым владели. Так возникла серия работ трех авторов, посвященная асимптотическому поведению функции Грина в квантовой электродинамике. В дальнейшем методы, развитые в этих работах, по-

лучили применение в статистической физике и других разделах физики.

Расскажу о теории, созданной Ландау, можно сказать, на моих глазах. Речь идет о теории квантовой ферми-жидкости. К 1956 г. накопились экспериментальные данные о жидком гелии, состоящем из изотопа с массой 3, которые не укладывались в картину идеального газа элементарных возбуждений. Однажды Ландау появился в моей комнате в ИФП и начал быстро писать на доске законы сохранения, вытекающие из кинетического уравнения для элементарных возбуждений. Оказалось, что закон сохранения импульса не выполняется автоматически. А на следующий день у него уже был ответ. Картина идеального газа для фермиевских возбуждений не проходила, необходимо было учитывать их взаимодействие с самого начала. Так возникла одна из элегантнейших теорий Ландау. Поскольку теория складывалась на наших глазах и обсуждалась поэтапно, у нас, его учеников, возникло чувство сопричастности к ее созданию. Совместно с А. А. Абрикосовым мы вскоре применили теорию Ландау для исследования конкретных свойств ферми-жидкости.

Следует сказать, что, хотя в то время у нас и возникло впечатление, что Ландау создал теорию на наших глазах, есть основание думать, что за всем этим стояла его домашняя подготовительная работа. Однако часто работы Ландау действительно возникали в результате импровизации. Такие импровизационные расчеты Ландау дарил тем, кто ставил перед ним задачу.

Работы Ландау отличала четкость и простота изложения. Он тщательно продумывал свои лекции и статьи. Как известно, он сам не писал свои статьи. К этой ответственной работе привлекались его сотрудники. Чаще всего это делал Е. М. Лифшиц. Мне же посчастливилось писать с Ландау две его известные статьи, посвященные двухкомпонентному нейтрину и сохранению комбинированной четности. Ландау обдумывал и обсуждал каждую фразу и, лишь найдя наиболее ясную формулировку, считал возможным зафиксировать ее на бумаге. Таким образом, он не только оттачивал стиль изложения, но и попутно находил вопросы, нуждавшиеся в дополнительном разъяснении.

На нескольких приведенных примерах можно проследить, как работала творческая лаборатория Ландау. Во всяком случае, его взаимоотношения с учениками отнюдь не сводились к тому, что он «выдавал» идеи, которые ученики подхватывали и разрабатывали.

Когда в 1962 г. после автомобильной катастрофы стало ясно, что Ландау уже не вернется к занятиям теоретической физикой, перед его ближайшими сотрудниками встала серьезная задача — сохранить школу Ландау с ее традициями. Хотя среди учеников Ландау были уже зрелые и крупные ученые, никто из них не смел и думать, чтобы заменить его в качестве лидера. Важней-

шая и труднейшая задача состояла в сохранении высокого научного стандарта, присущего школе, в сохранении научного коллектива, который обеспечивал такой стандарт. Постепенно мы пришли к естественному заключению, что только коллективный ум может заменить могучий критический ум нашего учителя. Таким коллективным умом мог стать специальный институт теоретической физики. Эта идея получила поддержку руководства Академии наук СССР, и осенью 1964 г. Институт теоретической физики (ИТФ) был организован.

Институт образовался в составе Ногинского научного центра АН СССР, где в то время создавали Институт физики твердого тела. Было естественно, что институт вначале ограничивал свои задачи теорией твердого тела. Однако, как уже говорилось, самого Ландау и его школу всегда отличала универсальность. Постепенно в институте стали развиваться и другие направления: ядерная физика и квантовая теория поля, релятивистская астрофизика, физика плазмы. Был организован отдел математики и математической физики.

В таком институте широкого профиля главной проблемой было обеспечить взаимопонимание специалистов в различных областях физики. Приходилось считаться с тем, что век универсалов типа Ландау окончился. Физика стала столь обширной наукой, что универсальность оказалась возможна лишь в масштабах коллектива. Но в этом случае обязательно наличие у членов коллектива общего языка. (Опыт развития теоретической физики в последние десятилетия показал решающее значение взаимного влияния различных областей физики. Приведем хорошо известный пример: методы, развитые в квантовой теории поля, сыграли определяющую роль в теории твердого тела, и в частности в решении проблемы теории фазовых переходов.) Конечно, общий язык может быть достигнут лишь в небольшом коллективе тщательно подобранных специалистов. О том, что это нам удалось достигнуть, говорят многие примеры. Остановлюсь лишь на одном. Совместными работами теоретиков и математиков ИТФ за последние два года был достигнут значительный прогресс в квантовой теории поля и в теории недавно открытого явления — возникающей при сверхнизких температурах сверхтекучести квантовой жидкости, которая состоит из атомов He^3 . В обоих случаях были эффективно использованы методы топологии. Этими успехами мы обязаны уже новому поколению теоретиков, выросших в стенах ИТФ. Появление этого нового поколения, так сказать учеников учеников Ландау, является залогом того, что дело, которому он себя посвятил, живет.

И. М. Халатников

ШТРИХИ К НЕНАПИСАННОМУ ПОРТРЕТУ

МАТЕМАТИКА

Л. Д. Ландау в математике ценил не теоремы существования, а эффективные методы, позволяющие решать конкретные физические задачи. Как пример «реальной» математики он всегда приводил метод Хопфа—Винера для решения интегральных уравнений, в которых интегрирование распространяется по полупространству. Этот нетривиальный метод, основанный на теории функций комплексного переменного, был применен Ройтером и Зондгеймером в середине 50-х годов для решения задачи об аномальном скин-эффекте, когда глубина проникновения электромагнитного поля в металл сравнима с длиной свободного пробега электронов. И поэтому в 50-е годы имена Хопфа и Винера были очень популярны среди физиков, занимавшихся квантовой теорией металлов. Ландау восхищался изяществом и эффективностью открытого ими метода.

Однако как-то незадолго до автомобильной аварии Ландау встретился с Н. Винером в Москве у П. Л. Капицы на завтрак. Н. Винер был в это время увлечен теорией информации, и разговор, который он вел за столом, на Ландау впечатления не произвел. Во всяком случае, он после завтрака у П. Л. Капицы вбежал в мою комнату в ИФП и произнес: «Никогда более ограниченного человека, чем Винер, не встречал¹. Совершенно ясно, что он не мог придумать метод Хопфа — Винера. Этот метод явно придумал Хопф».

Ландау недооценивал абстрактные области математики, не имевшие применения в физике в его время. Иногда шутя он мне говорил: «Мы-то с Вами знаем, что математика XX века — это и есть теоретическая физика». В то время я разделял эту точку зрения, однако спустя два десятилетия после Ландау методы современной математики — топология, алгебраическая геометрия, теория множеств — проникли в современную физику и эффективно используются при решении физических задач.

Что бы сказал по этому поводу Ландау, не знаю, но, что он бы изучил новые методы и признал их, нет сомнения.

Ландау был высококвалифицированным математиком, он свободно владел методами теории функций комплексного переменного, теорией групп, теорией вероятностей и сам внес фун-

¹ Было употреблено более сильное выражение.

даментальный вклад в решение проблемы устойчивости численных методов интегрирования уравнений гидродинамики и теплопроводности (одновременно и независимо от фон Неймана).

Но следует сказать правду, что некоторые новые методы теоретической физики он так и не освоил. Так, в начале 50-х годов мы с А. А. Абрикосовым, как уже рассказывалось, применили новые диаграммные методы Фейнмана в квантовой электродинамике для выяснения асимптотического поведения функций Грина при больших энергиях. Мы обсуждали эту задачу с Ландау, он быстро включился в идейную сторону задачи, и именно он подсказал нам идею суммирования наиболее важных диаграмм в ряду по логарифмам. Однако сам вычислений не производил. И, когда работа была закончена, он, с полным основанием соавтор этой работы, сказал нашему общему другу: «Это первая работа, в которой я сам вычислений произвести не смог». Это говорил человек, который по праву считал себя до этого лучшим техником современной теоретической физики. Когда он себя называл чемпионом по технике, то объяснял, что это значит, что аккуратно сформулированную задачу теорфизики он бы решил быстрее других. По-видимому, следует здесь добавить, что задача должна была иметь решение в рамках известных ему методов.

В то же время Ландау считал вершиной в теоретической физике работу Л. Онсагера, в которой он вычислил термодинамические характеристики так называемой двухмерной модели Изинга, включая точное решение задачи о фазовом переходе. Ландау признавал, что эту задачу он решить бы не мог.

Так что оценки Ландау, которые он давал сам себе, не следовало понимать в абсолютном смысле. Они имели и свои самоограничения.

ИСКУССТВО

Ландау много читал, любил живопись, увлекался кино. Будучи человеком рационального ума, он воспринимал только реалистическое искусство. В 50-е годы у нас были очень популярны книги немецкого писателя Эриха Ремарка. Помню, каким возбужденным был Ландау, когда прочитал его книгу «Искра жизни» («The spark of life»). Эта одна из немногих не переведенных у нас книг. Ремарк произвел на него очень сильное впечатление. Он часто восторженно повторял: «Вот это книга!» Ландау любил поэзию, многие стихотворения часто декламировал. Когда после аварии он пришел в себя и весной 1962 г. был переведен из 50-й больницы в Институт нейрохирургии, у нас у всех появились надежды. Там в улучшении его состояния, правда ненадолго, происходил быстрый прогресс. Помню, как в Институте нейрохирургии он, сидя в кресле-каталке, читал мне стихи Н. Гумилева. Читал он их по кругу, стихотворение сначала до



*Е. М. Лифшиц, И. М. Халатников, Л. Д. Ландау, И. А. Ахиезер, А. И. Ахиезер
во время конференции по физике низких температур.
Киев, 1955 г.*

конца, затем снова повторял. По-видимому, имело место своеобразное заикливание.

В середине 50-х были очень популярны наши молодые поэты. Среди них особенно выделялся своей гражданской направленностью Евгений Евтушенко. В Институте физических проблем был вечер поэзии Евтушенко, где поэт читал свои стихи, читал величественно, и их социальное и гражданское звучание было исключительно сильным. Принимали Евтушенко очень тепло, долго не отпускали, просили читать еще. Однако в какой-то момент Евтушенко остановился и попросил аудиторию задавать вопросы. Никто не задал ни одного вопроса. Мы вовсе не считали, что Евтушенко может сообщить нам что-либо, чего мы не понимали бы сами. Мне передавали, что Евтушенко был разочарован аудиторией. К сожалению, он не понял нашу реакцию на его стихи. Ландау был под сильным впечатлением от стихов и сказал мне: «Мы все должны снять шляпы перед Евтушенко». Может ли быть более высокая оценка для поэта-гражданина?

Вскоре был вечер другого хорошего поэта — Бориса Слуцкого. Его стихи по силе звучания в то время уступали стихам Евтушенко. Но по-человечески Б. Слуцкий был ближе Ландау. Они познакомились, и Ландау в дальнейшем поддерживал теплые отношения с этим исключительно благородным и порядочным человеком.

Я уже говорил, что Ландау принимал только реалистическое искусство. Этому не противоречит то, что ему нравились художники-импрессионисты. Он очень любил Клода Моне. Однако считал очень слабым художником Матисса. Он мне часто повторял: «Матисс — это маляр, ему бы только красить заборы».

Постоянно в нашем кругу обсуждались новые фильмы. Это было время, когда мы открыли для себя итальянский неореализм. Все мы были под большим впечатлением от фильма «У стен Малапаги». Этот фильм некоторые не понимали. По этому поводу Игорь Евгеньевич Тамм сформулировал принцип, по которому отношение к этому фильму являлось тестом на интеллигентность. Только те, кому нравился этот фильм, признавались интеллигентными людьми. Ландау очень хвалил фильм Чухрая «Баллада о солдате».

Ландау любил театр, в особенности МХАТ. Однако почему-то был невысокого мнения о таком, на мой взгляд, хорошем актере, как Кторов.

Ландау совершенно не воспринимал оперного искусства. Опера всегда была предметом его шуток. Вспоминалась им обычно известная пародия на оперу Вампука. Такое резкое отношение логически следовало из требований реализма, как его понимал Ландау, не признававший никаких условностей. С его точки зрения, когда артист поет: «Я ее убил», — это может в трагической ситуации вызвать только улыбку.

Остановимся здесь также немного на отношении Ландау к спорту. Он любил путешествия, отпуск проводил в поездке на автомашине, водителем которой был Евгений Лифшиц. Ездил в горы. Зимой катался на лыжах с Воробьевых гор, правда, друзья шутили, что он больше стоял на лыжах, рассматривая хорошеньких девушек, чем катался. Летом играл в теннис на кортах ИФП. Всем этим он занимался только для удовольствия, а не для достижения каких-либо спортивных результатов. Ландау в шахматы не играл, хотя знал правила. Считал игру в шахматы пустой тратой времени. В этом он расходился с П. Л. Капицей, который до конца своей долгой жизни увлекался игрой в шахматы и рассматривал эту игру серьезно, как форму самоутверждения.

Дау дружил в Ленинграде с замечательным советским физиком Георгием Гамовым, автором теории альфа-распада. Однако, встретившись после некоторого перерыва с ним уже за границей, куда Гамов эмигрировал, Дау был разочарован переменами, которые он увидел в нем. Гамов, по-видимому, очень увлекся на Западе тем, что принято у нас называть вещизмом, мало интересовался наукой и слишком много внимания уделял жизненным удобствам. О новом Гамове Ландау говорил с жалостью и даже с некоторым осуждением.



С. П. Капица, Е. М. Лифшиц, Л. Д. Ландау, А. И. и И. А. Ахиезеры, А. А. Капица, Н. Е. Алексеевский, И. М. Лифшиц (прогулка по реке). Киев, 1955 г.

Дау любил шутку. Любил анекдоты, знал их хоть и немного, но употреблял их часто в дискуссиях. Расскажу один из его любимых анекдотов, который служил хорошим примером логики «наоборот». Два человека спорят о том, чей ксендз более святой. Наконец приводится последний аргумент: наш ксендз такой святой, что с ним по субботам Илья Пророк играет в карты. Оппонент отвечает: «Ваш ксендз просто враль». На это следует ответ: «По-вашему выходит, что Илья Пророк может играть в карты с вралем?»

В начале 30-х годов Ландау переехал из Ленинграда в Харьков. Это было время первых лет первой пятилетки. Повсюду пестрели плакаты и лозунги. Дау рассказывал, что в трамваях висели плакаты с таким текстом:

В третьем решающем году
Не прыгай в трамвай на ходу,
А то к концу пятилетки
Без отца останутся детки.

Он часто повторял эти «стихи», всегда при этом искренне смеялся.

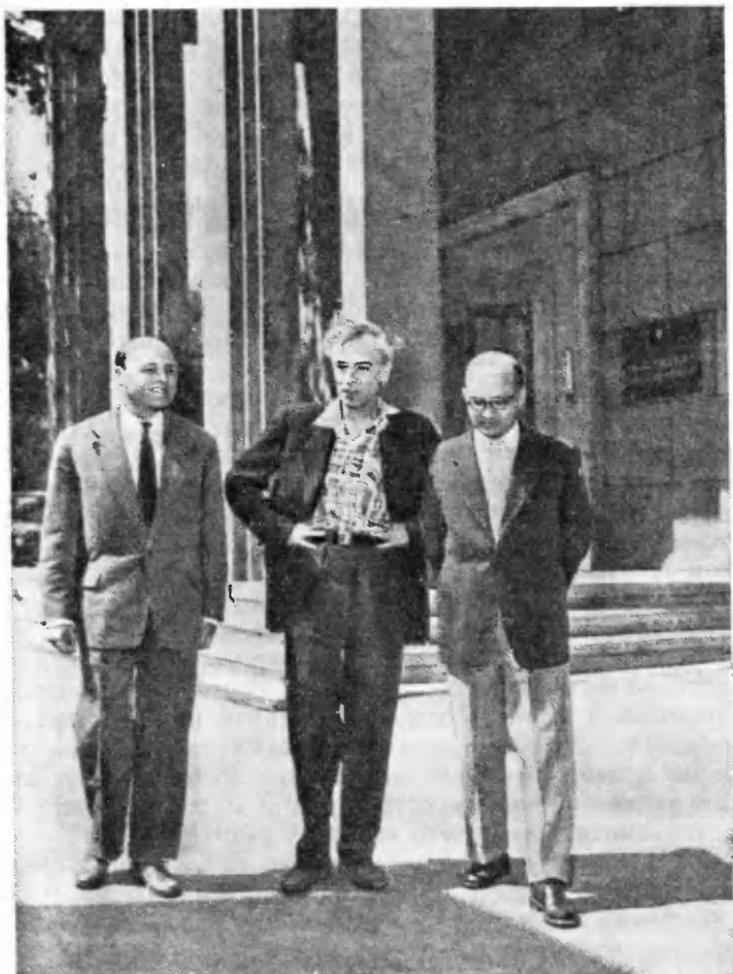
П. Л. КАПИЦА

Имена Ландау и Капицы связаны тесно в науке и жизни. Вначале при организации Института физических проблем П. Л. Капица сделал предложение возглавить теоротдел известному немецкому физикау Максу Борну, который после эмиграции из фашистской Германии искал себе место для постоянной работы. В конце концов М. Борн получил кафедру в Эдинбурге, а Капица предложил Ландау возглавить этот отдел. В 1937 г. Ландау переехал в Москву и с тех пор до конца своей жизни возглавлял теоротдел ИФП. Именно здесь Капица открыл сверхтекучесть гелия, а Ландау создал теорию этого фундаментального явления. За эту работу ему в 1962 г., уже после трагической автомобильной аварии, была присуждена Нобелевская премия по физике. Исследование сверхтекучести навсегда связало имена Ландау и Капицы. Нельзя, однако, сказать, что между ними были близкие отношения. Со стороны Ландау это было уважительное отношение младшего к старшему. Как известно, именно по настойчивому ходатайству Капицы Ландау был освобожден из заключения, куда он попал в 1938 г. по ложному обвинению. Капица не был особенно деликатным человеком и иногда отпускал грубые шутки если не в адрес Ландау, то в адрес теоретиков вообще. На ученом совете часто говорил: «Спроси теоретика и сделай наоборот». Мне казалось, что подобные шутки недопустимы в присутствии Ландау, но Дау на них не реагировал, говоря: «Он (Капица) спас мне жизнь, поэтому я не могу на него обижаться».

Ландау считал Капицу великим организатором науки. Но был также и второй великий организатор — Артемий Исаакович Алиханьян. С ним (Артюшей) Ландау связывала долгая дружба, Артюша был посвящен во все дела Дау и был его постоянным советчиком.

ИЗ ВПЕЧАТЛЕНИЙ ПОСЛЕДНИХ ЛЕТ

Уже много писалось о теорминимуме и той роли, которую он сыграл в создании школы Ландау. Ландау лично вел учет сдающих экзамены теорминимума. Отмечалась только дата сдачи того или иного экзамена, отметки не выставлялись. В особых случаях ставились восклицательные либо вопросительные знаки. Если у сдающего набиралось три вопросительных знака, то он считался непригодным для занятий теоретической физикой. Наступал самый неприятный момент — надлежало объявить ему об этом. Экзамены принимали ближайшие сотрудники Ландау, за исключением первого экзамена по математике, когда Ландау лично знакомился со сдающим. Наиболее неприятную функцию объявления сдающему экзамены о его непригодности к занятиям



*И. М. Халатников, Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц
у входа в ИФП, 1958 г.*

теоретической физикой всегда Дау брал на себя. Можно себе представить, что значило для начинающего физика-теоретика услышать от Ландау, что он не рекомендует ему заниматься теоретической физикой. Как-то я сказал Ландау, что он жестокий человек, поскольку считал, что для доброго человека такая обязанность была бы не по силам. Ландау возмутился, выбежал от меня и долго в коридоре ИФП всем встречным говорил: «Вы подумайте, Халат говорит, что я жестокий человек!» Кстати, как-то я спросил Дау, как он поступал в тех случаях, когда у него проходили чувства к женщине. Он ответил, что прямо ей

об этом объявлял. Я опять сказал, что так поступать жестоко. Да и в главном — в научных дискуссиях — Ландау не деликатничал и давал резкую оценку работ даже весьма почтенных теоретиков. Так, до 1957 г. он был не очень высокого мнения о работах Джона Бардина и часто высказывал это на семинарах: «Мы знаем, что может Бардин!» Лишь после создания теории сверхпроводимости и получения Бардиным второй Нобелевской премии он признал высочайший класс этого теоретика. С другой стороны, в повседневной жизни Ландау был очень деликатным и вежливым человеком. Мог на улице незнакомому человеку подробно и долго объяснять, как пройти по нужному адресу. Возмущался, когда грубо отвечают на ошибочный телефонный звонок.

Наш последний научный разговор состоялся в моем маленьком кабинете в ИФП в пятницу, 5 января 1962 г. Речь шла об особенностях в космологии. Ему нравились полученные Е. Лифшицем и мною результаты. А 7 января случилась трагическая автомобильная катастрофа, после которой Ландау к занятиям наукой больше не возвращался. По поводу его умственных способностей и возможностей в период болезни существуют противоречивые суждения. Когда через несколько месяцев после аварии его посетил психиатр и начал задавать ему вопросы, которые обычно задают умственно отсталым детям, то Ландау потребовал убрать немедленно «этого идиота». В эти годы Ландау избегал разговоров о науке и встреч, ссылаясь на постоянную боль в ноге. Однако для меня делалось исключение. Обычно в конце встречи он просил меня приходиться еще. Разговор, как правило, велся на уровне штампов, стандартных шуток, так что свежий человек не заметил бы ничего ненормального.

Есть лишь одна история, которая показывает, что весь этот вопрос не вполне ясен. В 1967 г. один мой приятель защищал в ИФП докторскую диссертацию. Диссертация была посвящена приближенным численным расчетам спектров электронов в металлах. Следует сказать, что в теорфизике во времена Ландау такие расчеты ценились невысоко, привлекало получение аналитической формулы. На заседания ученого совета ИФП Ландау обязан был приходиться, поскольку Капица считал это полезным для поправки Ландау. Не знаю, насколько он был прав, но на каждый совет Ландау, с трудом передвигаясь, в сопровождении сиделки по фамилии Близнец² приходил. Зрелище было не из очень приятных. На этих заседаниях, так было заведено, у каждого было свое постоянное место, у Ландау третье кресло справа в первом ряду, я сидел рядом. И вот во время доклада соискателя, рассказывающего о своих численных расчетах, Ландау

² Она действительно была одной из сестер-близнецов, и это было предметом шутки, которую Ландау часто повторял.

наклонился ко мне и шепнул, указывая на докладчика: «Обман трудящихся». Это была совершенно адекватная оценка работы, которую мог бы дать здоровый Ландау. «Обман трудящихся» было любимым выражением Ландау, которое он употреблял, когда имело место втирание очков. Теперь численные расчеты спектров стали обычным делом. Возможно, что, дожив до наших дней, Ландау изменил бы оценку работы. Кстати, данную работу и поныне цитируют.

22 января 1968 г. Ландау исполнилось 60 лет. В это время я был в далекой Индии. Капица решил дожидаться моего возвращения, поскольку намеревался поручить мне организацию юбилея. 5 марта 1968 г. друзья Ландау собрались в Институте физических проблем, чтобы отметить юбилей Ландау. Настроение присутствующих было несколько грустным, чувствовалось, что мы прощаемся с ним. Меньше чем через месяц его не стало.

Последний раз я видел Ландау 31 марта 1968 г. после сделанной ему накануне операции по поводу паралича кишечника. Положение его резко ухудшилось. Меня и Е. Лифшица врачи вызвали в академическую больницу и сообщили, что начался некроз и шансов спасти Ландау нет. Когда я вошел в палату, Ландау лежал на боку, повернувшись к стене. Он услышал, повернул голову и сказал: «Спасите меня, Халат». Это были последние слова Ландау, услышанные мною. Ночью он умер.

И. С. Шапиро

ИЗ ВОСПОМИНАНИЙ О Л. Д. ЛАНДАУ

Я познакомился с Львом Давидовичем в 1950 г. на конференции по физике ядра в Москве. К тому времени я уже был кандидатом наук, мне шел 32-й год, так что учеником Ландау в узком смысле этого слова меня вряд ли можно считать. Никогда я не был связан с ним и какими-либо официальными служебными обязанностями и не принадлежал к кругу его близких друзей.

Тем не менее общение с Л. Д. оставило в моей научной жизни неизгладимый след. Его подход к постановке и решению задач теоретической физики оказал существенное влияние на мое физическое мышление и практику исследовательской работы.

Ландау был великим физиком и яркой, своеобразной человеческой личностью. В рассказе о нем хотелось бы избежать мемуарных штампов и благодстных интонаций, которых сам он в жизнеописаниях знаменитых людей не переносил.

Наше знакомство началось с вопроса, заданного Л. Д. в ходе моего доклада на упомянутой конференции. Мой ответ его не удовлетворил, не помогло и обсуждение в перерыве, закончившееся тем, что он дал номер своего домашнего телефона.

В этой первой встрече меня поразила страстность интереса Л. Д. к конкретной физике. Я видел, что не важность вопроса руководила им в его энергичных попытках понять физическое явление, попавшее в поле его зрения.

Работа, о которой шла речь, была посвящена теории так называемой парной конверсии (разрядке ядра из возбужденного состояния с рождением пары электрон—позитрон). Полученный результат не имел какого-то общетеоретического значения, но оказался неожиданным в контексте сходных, уже решенных задач. Это-то и привлекло внимание Ландау, желавшего получить объяснение существа дела «на пальцах», так как формулы для дифференциальной вероятности были довольно громоздки, а полная вероятность вообще находилась численным интегрированием.

В последовавшей за первой встречей беседе я стал свидетелем удивительной легкости, свободы, быстроты, с которой Л. Д. ориентировался в чужой, казалось бы, для него области. За какие-то 30—40 минут он обнаружил те подводные камни, на которые я в свое время наткнулся после нескольких дней работы.

Ко всему этому надо еще добавить, что Л. Д. был исключительно легко доступен для контактов. Создавалось впечатление, что он никогда не был занят. Когда я первый раз позвонил ему (подготовившись к продолжению разговора о парной конверсии), то ожидал почти стандартного для занятых деятелей ответа: «Ох-ох, эта неделя у меня что-то очень загружена, попробуйте позвонить после 15-го». Вместо этого я услышал: «А, очень хорошо! Вы сейчас могли бы приехать? Где вы находитесь?» Неподдельный интерес к содержательным физическим результатам, высокая компетентность почти во всех разделах теоретической физики, способность быстро схватывать суть дела и готовность к конкретному, конструктивному обсуждению — вот что притягивало физиков к Ландау, несмотря на свойственную ему категоричность суждений, высказываемых в резкой, подчас бестактной форме. Но было из-за чего выслушивать не очень-то приятные реплики вроде: «Не выйдет, товарищ Шапиро!», или: «У Вас в голове полный кабак», а то и еще чего по сильнее. Эти ставшие легендой крайности Ландау тем не менее не воспринимались как намеренное желание унижить собеседника и продемонстрировать свое превосходство. Отчасти гиперболичность сравнений Л. Д. или максимальность некоторых его характеристик порождалась заинтересованностью в предмете обсуждения, нетерпеливостью, желанием наиболее выпукло выразить мысль или обри-



Л. Д. Ландау на отдыхе, 1959 г.

совать ситуацию. Когда после предложения Л. Д. посетить его семинар я спросил, не придется ли для этого сдавать теорминимум (чего мне не хотелось), Л. Д. воскликнул: «Кто мог сказать такую глупость? Вовсе не обязательно сдавать теорминимум, чтобы быть теоретиком. Вот вам пример: Паули ничего мне не сдавал, а между тем — превосходный физик».

Л. Д. просто хотел продемонстрировать на экстремальном примере абсурдность распространявшихся слухов. Подобная манера подачи материала была для Ландау типичной.

В конкретных физических вопросах Л. Д. ошибался крайне редко (я помню только один такой эпизод). Что же касается долгосрочных прогнозов, то его предвидения сбывались далеко не всегда. Мне это представляется закономерным, потому что в угадывании скрытых далью перспектив научные симпатии сказываются тем сильнее, чем крупнее личность. У больших теоретиков физика пронизывает не только ум, но и душу. Поэтому, пока нет фактов, они видят то, что любят (в отличие от ученых-ремесленников, которые ничего не любят, ничего не видят, ничего не предсказывают и потому всегда правы).

В начале 1956 г. я намеревался обсудить с Ландау одну свою работу. В ней так называемая тау-тэта-загадка объяснялась несохранением четности в слабых взаимодействиях и рассматривались некоторые эффекты в бета-распаде, ныне хорошо известные.

Почти все (если не все — сейчас не помню) теоретики, с которыми я пытался беседовать на эту тему, сомневались в самой возможности несохранения четности при сохранении углового момента (теперь это кажется странным, но 30 лет назад такое заблуждение было почему-то распространенным).

Поэтому разговор с Ландау я начал с того, что спросил Л. Д., связано ли, по его мнению, сохранение четности с сохранением углового момента.

Он сразу же ответил вполне определенно — нет, не связано — и пояснил примерно следующим образом: как бы ни кувыркался акробат, сердце все равно у него останется слева; из вращений (детерминант = +1) нельзя сделать отражений (детерминант = -1), и поэтому из вращательной симметрии не следует симметрии зеркальной.

Однако идея несохранения четности была ему тогда несимпатична. «В принципе это не невозможно, но такой скособоченный мир был бы мне настолько противен, что думать об этом не хочется» — такова приблизительно была его реакция, и на этом фактически обсуждение закончилось¹.

По-видимому, именно эта неприязнь к «скособоченному миру» впоследствии стимулировала его активность, породившую идею сохранения CP-четности (помню его радость по поводу того, что нашелся такой выход).

Моя работа осталась неопубликованной потому, что я не понимал, каким образом в евклидовом пространстве возникает физическая асимметрия левого и правого. Разумеется, об оптически активных средах я размышлял, но там наряду с левым изомером всегда существовал и правый, в случае же частиц ничего подобного известно не было.

Все эти сомнения были довольно мучительны, и они-то и удерживали меня от направления статьи в журнал².

Читателю, быть может, будет небезынтересно узнать кое-что из области отношения Ландау к искусству. Мне случалось обмениваться впечатлениями с Л. Д. о некоторых театральные спектаклях. Иногда это бывало непосредственно при встречах в театре.

¹ В 1979 г. я слышал от А. Мартина (ЦЕРН), что примерно такой же была первоначальная реакция В. Паули на известную работу Ли и Янга.

² Именно они, а не Ландау, который здесь абсолютно ни при чем. Конечно, если бы ему идея понравилась, я бы, вероятно, опубликовал статью, несмотря на все свои сомнения, которые можно было бы специально оговорить.

Но работа не была напечатана не потому, что кто-то помешал, а потому, что я сам не был до конца убежден в ее физической правомерности. Я подчеркиваю это во избежание недоразумений, в связи с материалом, опубликованным в препринте CERN-79-03 (1979).

Театральные взгляды Ландау были почти правильными (т. е. близкими к моим). Л. Д. был сторонником реалистического направления. Он застал на сцене Станиславского и говорил, что это был самый великий артист из всех, которых ему довелось видеть. К сожалению, я не помню, назвал ли он конкретно спектакль. Судя по датам, он мог видеть Станиславского в роли генерала Крутицкого в пьесе «На всякого мудреца довольно простоты» А. Н. Островского.

Кстати, несколько неожиданной для меня оказалась приверженность Л. Д. к драматургии Островского (которую я тоже люблю). Ландау ценил Островского за ясность и органичность сюжета, яркость образов и правду чувств.

Шекспировского «Гамлета» Л. Д. одно время считал скучной пьесой. Но после гастролей в Москве английской труппы во главе с режиссером Бруком он изменил свое мнение. Англичане привезли «Гамлета» с Полом Скофилдом в главной роли. Этот спектакль был примечателен, во-первых, тем, что Гамлет в нем выглядел не «философствующей занудой» (слова Л. Д.), а живым, энергичным, хотя и страдающим действующим лицом. Во-вторых, злодей Клавдий в постановке Брука был представлен внешне обаятельным, веселым мужчиной, в которого Гертруда (мать Гамлета) была явно влюблена. Это сделало по-человечески убедительными психологические мотивы поведения героев, которые в традиционной трактовке казались навязанными драматургом.

В целом спектакль получился захватывающим. Мы встретились с Ландау в антракте. Л. Д. был возбужден и говорил, что он впервые понял, какую простую вещь написал Шекспир. На следующий день Л. Д. позвонил, чтобы поделиться отстоявшимися впечатлениями. Вот приблизительно содержание разговора:

— Нельзя, чтобы злодей был так обаятелен.

— Но, Дау, если бы в жизни это не встречалось, мир не знал бы коварства.

— Да, да... Но все-таки, когда это в театре, должно быть как-то не так. Что она влюбилась — это правильно. Но влюбилась в ничтожество. Брук переборщил. Идея хорошая, но переборщил. Получается что-то вроде оправдания подлеца в глазах зрителя.

— Это получается, потому что Скофилд не доигрывает в кульминациях. Он — не трагик по дарованию.

— Вы так думаете?! Вот как! Мне это в голову не приходило! Впрочем, я ведь не специалист. Я только чувствую, что что-то не так.

Мне хотелось бы в заключение добавить еще один фактический штрих к личности Ландау. Однажды Евгения Михайловича Лифшица срочно отправили с почечными коликами в больницу. Утром я встретил Ландау в ИТЭФе (одно время он там работал

по совместительству), и меня поразило его озабоченный, встревоженный, какой-то опущенный вид. Поразило — потому что обычно он был веселым, довольным, с блестящими глазами. Я спросил:

— Что-нибудь случилось?

— Женьку жалко.

— Но Елена Константиновна сказала, что ничего опасного нет.

— Я знаю, но ему же больно! Ненавижу боль!

Эта черта во внутреннем облике Л. Д. была для меня новой. Что человек был встревожен болезнью своего лучшего друга, было естественно и привычно. Но Л. Д. не просто был взволнован — он ощущал и ненавидел *не свою* боль! Такое встречается не часто. Обычно в физической боли люди одиноки.

Е. М. Лифшиц

ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ И ОБЪЯСНЕНИЯ СВЕРХТЕКУЧЕСТИ ЖИДКОГО ГЕЛИЯ

(к 60-летию академика Л. Д. Ландау) *

Шестидесятилетие Льва Давидовича Ландау дает повод вернуться к истории открытий, составивших одну из наиболее блестящих страниц советской физики и положивших начало новой области науки — физики квантовых жидкостей. Значение этой области все более растет: несомненно, что ее развитие за последние десятилетия оказало революционизирующее влияние и на другие области физики — физику твердого тела и даже на физику ядра.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ГЕЛИЯ II

Жидкий гелий — единственное вещество, которое может оставаться жидким при охлаждении вплоть до абсолютного нуля: все другие вещества в конце концов затвердевают. Между тем, согласно «классическим» представлениям, при абсолютном нуле все атомы вещества должны были бы остановиться, т. е. занять определенные положения внутри тела, а это означает, что тело было бы твердым.

Уже это обстоятельство — первое свидетельство того, что свойства жидкого гелия могут быть поняты только на основе совершенно иных представлений, а именно представлений квантовой механики. Хорошо известно, что этой механике подчиняются явления микромира — мира атомов и молекул. В данном же случае мы имеем дело не с отдельными микроскопическими частицами, а с макроскопическим телом, состоящим из огромного числа атомов. В известном смысле можно сказать, что в таких телах при обычных температурах квантовые свойства как бы заглохают хаотическим тепловым движением частиц. Лишь при самых низких температурах, когда интенсивность этого движения становится слабой, проявляются глубокие квантовые свойства вещества. Все вещества, за исключением только гелия, затвердевают, прежде чем их квантовые свойства успевают в достаточной мере выжаться. Один лишь гелий может стать «квантовым» до своего затвердевания, а после этого он уже вообще не обязан

* Природа. 1968. № 1. С. 73.

затвердевать, так как в квантовой механике несправедливо утверждение о полной остановке движения атомов при абсолютном нуле температуры. Таким образом, жидкий гелий является единственным в своем роде объектом, который природа предоставила в распоряжение физиков для изучения «квантовой жидкости».

Гелий (при атмосферном давлении) переходит в жидкое состояние при абсолютной температуре $4,2^\circ$. При температуре же $2,2^\circ$ гелий, оставаясь жидким, претерпевает еще одно превращение. Оно было первоначально открыто (Каммерлинг-Оннесом в 1926 г.) по скачкообразному изменению теплоемкости жидкости. Жидкий гелий при температурах выше точки превращения получил название гелий I, а ниже — гелий II. Именно последний и оказался жидкостью, совершенно исключительной по своим свойствам.

Первое указание на эти свойства было получено в 1936 г. в Лейдене В. Кеезомом и мисс А. Кеезом. Они обнаружили, что разность температур между концами заполненного гелием капилляра выравнивается чрезвычайно быстро, так что гелий II оказывается как бы наилучшим из известных нам проводников тепла.

ОПЫТЫ П. Л. КАПИЦЫ

Но решающий шаг в раскрытии свойств жидкого гелия был сделан в 1938 г. Петром Леонидовичем Капицей в Институте физических проблем в Москве. Проведенный им опыт имел целью измерение вязкости жидкого гелия.

Вязкость жидкости обычно измеряется по скорости ее протекания через тонкие капилляры. В опытах Капицы чувствительность такого способа была значительно увеличена за счет того, что его прибор допускал протекание большего количества жидкости, чем пропускает тонкий капилляр. Это было достигнуто в опыте, в котором гелий II протекал по узкой щели между оптически плоскими стеклянными дисками, расстояние между которыми устанавливалось прокладками из слюды. При ширине щели $0,5$ микрона гелий I протекал едва заметно, а при заполнении системы гелием II уровни выравнивались в течение нескольких секунд. Опыт привел к поразительному результату: оказалось, что вязкость гелия II во всяком случае не превышает 10^{-9} пуаз (что почти в $10\,000$ раз меньше, чем вязкость наиболее легкоподвижного из известных веществ — газообразного водорода).

Отсюда Капица сделал смелый вывод, что в действительности гелий II течет как жидкость, вообще не имеющая вязкости, и предложил назвать это явление сверхтекучестью. Тогда же им было высказано предположение, что «сверхтеплопроводность» жидкого гелия представляет собой в действительности не его первичное свойство, а является следствием сверхтекучести, приводящей к легкому возникновению конвективных потоков.

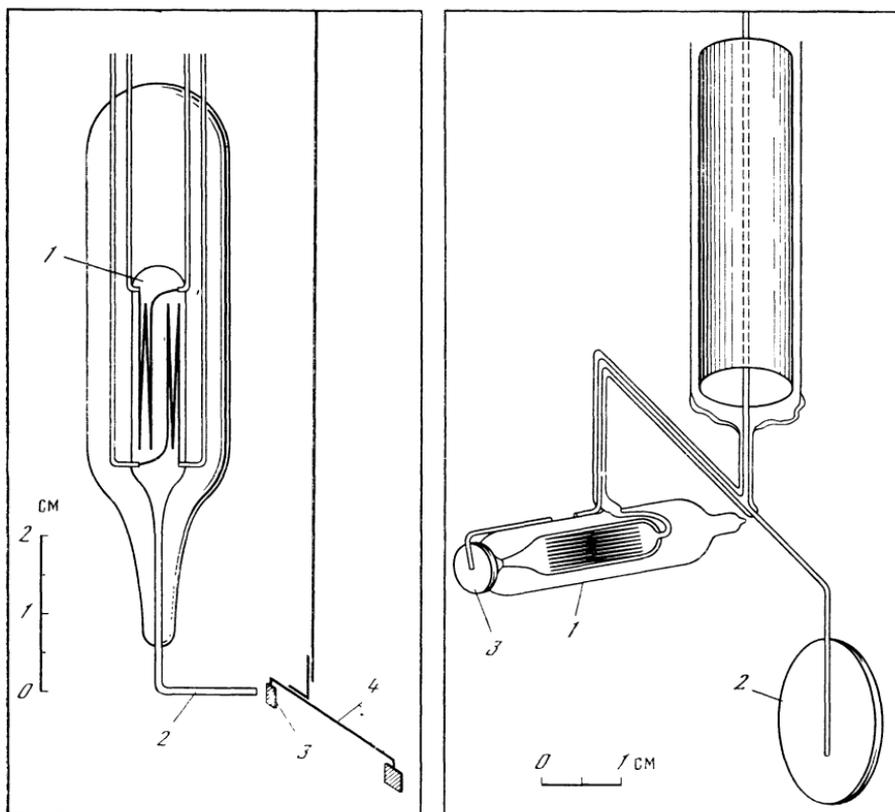


Рис. 1. Прибор для исследования тепловой струи в жидком гелии

Сосуд 1 и соединенный с ним капилляр 2 образуют маленький дьюаровский сосуд (с общей длиной около 9 см). Внутри сосуда находится нагреватель. Перед открытым концом капилляра висит легкое крылышко 3 на балансирах 4, подвешенном на кварцевой нити. Сосуд заполнен жидким гелием, и вся система погружена в жидкий гелий. При нагревании жидкости в сосуде крылышко отклоняется

Рис. 2. Прибор для исследования реактивной струи

Миниатюрный дьюаровский сосуд 1 (около 2 см длиной и весом около 0,2 г) вместе с противовесом 2 подвешен на кварцевой нити. Во внутренней полости сосуда находится нагреватель, а полость заканчивается тонким капилляром. Перед открытым концом капилляра может устанавливаться экран 3. При нагревании гелия в сосуде последний испытывает реактивную силу, которая, однако, исчезает при установке экрана

В последующие несколько лет П. Л. Капица провел обширное экспериментальное исследование механизма теплопередачи в жидком гелии в свете его сверхтекучести. Эти исследования привели к установлению основных свойств данного явления и дали надежное основание для построения теории сверхтекучести.

Упомянем здесь лишь некоторые из наиболее наглядных опытов. Было обнаружено, что если перед отверстием сосуда, наполненного жидким гелием (и погруженного в жидкий гелий), подвесить легкое крылышко, то при нагревании гелия в сосуде крылышко отклоняется (рис. 1). Тем самым непосредственно доказывалась связь процесса теплопередачи в гелии с возникновением движения в нем. Но это движение имеет весьма парадоксальный характер: из отверстия вырывается струя жидкости, отклоняющая крылышко, и в то же время количество жидкости в сосуде не меняется, он остается полным. Таким образом, необходимо было предположить, что одновременно с вытекающей струей имеет место также и какой-то «противоток» жидкости. Однако не менее парадоксальным представлялся и другой аспект этого явления. Опыт показал, что вытекающая из отверстия струя жидкости оказывает на сосуд реактивное действие (рис. 2). Реактивная сила исчезла, когда перед отверстием устанавливалась жестко скрепленная с сосудом заслонка, принимавшая на себя удар струи. Дело обстоит так, как если бы втекающий «противоток» сам по себе никакого механического воздействия на сосуд не оказывал.

Мы описали выше основной опыт Капицы, приведший к открытию сверхтекучести. Но примерно в то же время исследователи в Торонто и Лейдене измеряли вязкость жидкого гелия другим способом. Подвешенный в жидкости цилиндр (или диск) совершал крутильные колебания вокруг своей оси, и мерой вязкости жидкости служило трение, приводящее к торможению колебаний. При этом у гелия II была обнаружена хотя и небольшая, но вполне измеримая вязкость. Между тем у всякой обычной жидкости оба опыта должны были бы привести к одинаковому результату.

СОЗДАНИЕ Л. Д. ЛАНДАУ ТЕОРИИ СВЕРХТЕКУЧЕСТИ

Таковы основные факты, которые предстояло теоретически объяснить. Это было сделано в 1940—1941 гг. Львом Давидовичем Ландау, создавшим последовательную теорию сверхтекучести, основанную на принципах квантовой механики. Замечательна та полнота, с которой эта теория была создана с самого начала: уже в первой статье Ландау содержатся почти все основные идеи как микроскопической теории жидкого гелия, так и построенной на ее основе макроскопической теории — термодинамики и гидродинамики этой жидкости.

В основе теории Ландау лежит представление об элементарных возбуждениях или «квазичастицах» как носителях тепловой энергии жидкости. Читателям «Природы» это понятие известно из ряда уже публиковавшихся в этом журнале статей¹. Поэтому

¹ См., например: Природа. 1958. № 5. С. 11—20.

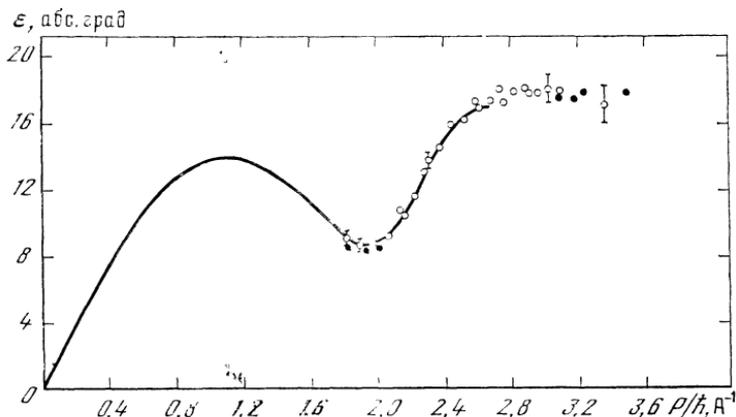


Рис. 3. Энергетический спектр жидкого гелия

По оси ординат отложена энергия ε квазичастицы (измеренная в абсолютных градусах), а по оси абсцисс — величина p/h ее импульса (цифры на оси — значения величины p/h в обратных ангстремах). Начальный линейный участок — фононы, участок вблизи минимума кривой — ротоны. Точки на кривой — результаты измерений по рассеянию нейтронов

здесь будет достаточно лишь напомнить, что квазичастица — чисто квантовое понятие, с помощью которого в квантово-механической картине описывается коллективное движение атомов тела. Так, вместо классического представления о звуковых волнах в жидкости возникает представление о квазичастицах-фононах, т. е. «квантах звука» (подобно тому как классическая картина электромагнитных волн заменяется в квантовой теории картиной световых квантов — фотонов). Каждая квазичастица обладает определенной энергией ε и определенным импульсом p ; о зависимости ε от p говорят как об энергетическом спектре тела. Это основная характеристика макроскопического тела в квантовой теории.

Именно Ландау впервые поставил вопрос об энергетическом спектре макроскопического тела в таком наиболее общем виде, и он же нашел характер спектра для квантовой жидкости того сорта, каким является жидкий гелий. Основные свойства этого спектра были указаны уже в работе 1941 г., а окончательный его вид установлен через несколько лет, в 1947 г.

На рис. 3 изображен знаменитый график энергетического спектра жидкого гелия. Его начальная, прямолинейная часть отвечает зависимости $\varepsilon = up$, где u — скорость звука; это — фононы. Квазичастицы, отвечающие участку кривой вблизи ее минимума, названы ротонами. Фундаментальное значение имеет факт существования на графике начального линейного участка, выходящего из начала координат под конечным углом. Именно это

обстоятельство и приводит, как показал Ландау, к свойству сверхтекучести жидкости. Установление вида энергетического спектра жидкого гелия, исходя из одних только общих соображений и косвенных экспериментальных данных, — триумф научной интуиции и силы научного воображения.

В экспериментальном аспекте прямое подтверждение предложенного Ландау спектра было дано в 1961—1964 гг. в опытах (проведенных в Швеции и США) по рассеянию нейтронов в жидком гелии. Эти опыты (описанные недавно в «Природе» М. И. Кагановым²) дают возможность непосредственного измерения энергии и импульса отдельных квазичастиц. Их результаты оказались в блестящем не только качественном, но и количественном согласии с кривой Ландау, построенной на основании совершенно иных данных — результатов измерения тепловых характеристик жидкости. Интересно, что опыты по рассеянию нейтронов подтверждают, по-видимому, также и еще одно теоретическое предсказание: в 1959 г. Л. П. Питаевский при помощи разработанных к этому времени новых мощных методов статистической физики показал, что линия спектра должна обрываться при определенной энергии, имея в этой точке горизонтальную касательную.

В теоретическом аспекте большое значение имела опубликованная в 1947 г. работа Н. Н. Боголюбова, в которой впервые был дан последовательный вывод энергетического спектра макроскопического тела, исходя, как говорят, из «первых принципов» квантовой механики. Им рассматривалась теоретическая модель газа гелия, в котором частицы предполагаются слабо взаимодействующими друг с другом. Хотя, разумеется, такая модель не может претендовать на количественное сходство с реальной жидкостью, но для нее был получен требуемый качественный результат — начальный линейный участок спектра.

В этой статье не может быть, конечно, дано сколько-нибудь детального изложения теории Ландау. Мы ограничимся здесь лишь описанием той весьма примечательной картины явлений, к которой эта теория приводит. Следует сказать, что примерно одновременно с Ландау, независимо от него, некоторые качественные представления описываемой ниже картины были высказаны венгерским физиком Л. Тиссой (находившимся в то время в Париже); его статья, опубликованная в 1939 г. во Франции, была получена в СССР в силу условий военного времени лишь в 1943 г.

ДВУХЖИДКОСТНАЯ МОДЕЛЬ ГЕЛИЯ II

Всякому, вероятно, представляется само собой разумеющимся, что для описания движения жидкости вполне достаточно указать ее скорость в каждом месте потока. Но уже это, казалось бы, оче-

² См.: Природа, 1967. № 3. С. 11—18.

видное положение несправедливо для той квантовой жидкости, которой является гелий II. Оказывается, что гелий II может совершать два движения одновременно, так что для описания его течения необходимо указать в каждой точке потока значения не одной, а сразу двух скоростей. Наглядно можно представить себе это поразительное свойство так, как если бы гелий II был смесью двух жидкостей, двух компонент, которые могут двигаться независимо «одна через другую», не испытывая при этом никакого взаимного трения. Но в действительности-то жидкость всего одна, и необходимо подчеркнуть, что эта «двухжидкостная» модель гелия II является не более как удобным способом описания происходящих в нем явлений. Как и всякое описание квантовых явлений в классических терминах, оно не вполне адекватно — совершенно естественная ситуация, если вспомнить, что наши наглядные представления являются отражением того, с чем мы сталкиваемся в обыденной жизни, между тем как квантовые явления проявляются обычно лишь в недоступном нашему непосредственному восприятию микромире.

Каждое из двух одновременно происходящих в жидком гелии движений связано с перемещением определенной части массы жидкости. В этом смысле можно говорить о массах обеих «компонент» гелия II, хотя снова надо подчеркнуть, что такая терминология ни в коем случае не означает реального разделения атомов вещества на две категории. Каждое из двух движений является коллективным свойством большого числа одних и тех же атомов жидкости.

Оба движения совершенно различны по своим свойствам. Одно из них происходит так, как если бы соответствующая «компонента» жидкости не обладала никакой вязкостью; Ландау назвал ее «сверхтекучей компонентой». Другая же компонента, «нормальная», движется так, как вполне обычная вязкая жидкость.

Но этим не исчерпывается различие между двумя видами движения в гелии II. Важнейшее различие состоит в том, что нормальная компонента переносит при своем движении тепло, сверхтекучее же движение вообще не сопровождается каким бы то ни было переносом теплоты. Нормальная компонента — это совокупность распространяющихся в жидкости квазичастиц — фононов и ротонов. В известном смысле можно сказать, что это и есть само тепло, которое, таким образом, становится в жидком гелии самостоятельным, отрываясь от общей массы жидкости и как бы приобретая способность перемещаться относительно некоторого «фона», находящегося при абсолютном нуле температуры. Стоит вдуматься в эту картину, чтобы понять, сколь радикально она отличается от обычного представления о тепле как о хаотическом движении атомов вещества, неотделимом от *всей* его массы.

Эти представления сразу позволяют объяснить основные результаты описанных экспериментов. Прежде всего устраняется

противоречие между измерениями вязкости жидкости по трению, испытываемому вращающимся цилиндром, и по протеканию жидкости через узкие щели. В первом случае цилиндр останавливается благодаря тому, что, вращаясь в жидкости, он испытывает трение о его «нормальную» часть, и мы по существу измеряем вязкость этой компоненты. Во втором же случае через щель протекает сверхтекучая часть гелия; между тем как обладающая вязкостью нормальная компонента задерживается щелью, «просачиваясь» через нее весьма медленно; таким образом, в этом опыте обнаруживается отсутствие вязкости у сверхтекучей компоненты.

Но отсюда следует новый вывод: поскольку сверхтекучее движение не переносит тепла, то при вытекании гелия через щель как бы отфильтровывается жидкость без тепла, а тепло остается в сосуде. В идеальном пределе достаточно тонкой щели вытекающая жидкость должна была бы находиться при абсолютном нуле. В реальном же опыте следует ожидать, что она будет иметь хотя и не равную нулю, но более низкую, чем в сосуде, температуру. Такого рода явление действительно наблюдалось еще в 1939 г. Доунтом и Мендельсоном, а Капице, продавливавшему гелий II через пористый фильтр, удалось достичь понижения температуры гелия на $0,3-0,4^\circ$; при температурах, составляющих всего $1-2^\circ$, это, очевидно, очень большая величина.

Не менее естественно объясняются явления, сопровождающие теплопередачу в гелии. В опыте Капицы при нагревании жидкости в сосуде тепло выходит из него в виде струи нормальной компоненты, которая и отклоняет стоящее перед отверстием крылышко. Но навстречу этой струе в сосуд втекает поток сверхтекучей компоненты, так что реальное количество жидкости в сосуде не меняется.

Остается объяснить, почему этот встречный поток не оказывает на крылышко никакого действия. Здесь надо обратиться к еще одному отличию между двумя видами движения в гелии, тоже предсказываемому теорией. Оказывается, что любое сверхтекучее движение всегда относится к тому типу течений, которые в гидродинамике носят название безвихревых (в противоположность «вихревым»). Не останавливаясь на объяснении точного смысла этих терминов, укажем лишь, что еще со времен Эйлера известно, что идеальная (т. е. не обладающая вязкостью) жидкость, совершающая безвихревое движение, не должна оказывать никакого воздействия на обтекаемое ею тело. Этот идеальный случай как раз и осуществляется при сверхтекучем движении жидкости. Таким образом, возникает чрезвычайно своеобразная ситуация: поскольку нормальный и сверхтекучий потоки в данном случае как раз компенсируют друг друга по количеству переносимого ими вещества, то можно сказать, что никакого суммарного движения жидкости как целого здесь не происходит;

в то же время на погруженное в жидкость тело (крылышко) действует отличная от нуля сила.

В настоящее время физики — во всяком случае, те, которые работают в области низких температур, — в достаточной степени привыкли к изложенным представлениям и они уже не внушают особого удивления. В этой связи может быть поучительным вспомнить, насколько неожиданным оказалось в свое время данное Ландау объяснение опытов Капицы. Ведь самому Капице казалось — и это было вполне естественным в то время, — что поразительные результаты его экспериментов можно объяснить лишь одним способом — предположив, что «противоток» гелия, втекающего в сосуд навстречу вытекающей струе, осуществляется в тонком пристеночном слое жидкости, «заползающей» внутрь вдоль стенок сосуда.

К разряду вихревых движений относится, в частности, вращение жидкости как целого — такое, какое совершает, например, вода, увлекаемая вращающимся вокруг своей оси стаканом. Поэтому сказанное выше приводит к новому выводу: сверхтекучая компонента гелия II не может вращаться как целое.

Это предсказание Ландау было непосредственно подтверждено опытом, впервые произведенным в 1948 г. в Институте физических проблем Э. Л. Андроникашвили. Идея опыта заключается в том, что при вращении цилиндрического сосуда с жидким гелием должна увлекаться лишь часть его массы — его «нормальная» часть, а другая часть, сверхтекучая, остается в покое. В опытах Андроникашвили вращение сосуда было заменено крутильными колебаниями стопки из 100 дисков, сделанных из фольги толщиной около 10 микрон и находящихся на расстоянии 0,02 см друг от друга.

Этот опыт не только выявил непосредственно наличие двух компонент жидкости, но и позволил количественно измерить доли общей массы, приходящиеся на каждую из них. Эти доли зависят, согласно теории, от температуры жидкости. Гелий I — жидкость, находящаяся целиком в нормальном состоянии. В точке его перехода в гелий II впервые появляется сверхтекучая компонента — в этом состоит природа превращения. По мере дальнейшего понижения температуры доля сверхтекучей компоненты становится все больше, и при абсолютном нуле жидкость становится целиком сверхтекучей.

ВТОРОЙ ЗВУК

Не менее замечательным подтверждением теории послужило открытие явления, получившего название второго звука. Предсказание, сделанное независимо Ландау и Тиссой, заключалось в том, что в гелии II могут распространяться с различными скоростями два типа волн.

Первые опыты для обнаружения этого явления были поставлены в Институте физических проблем еще в 1940 г. А. И. Шальниковым и С. Я. Соколовым. Звук в заполненном гелием цилиндре создавался обычным способом — вибрирующей пьезокварцевой пластинкой, и ожидалось, что к другому концу трубки придут два сигнала, соответствующие различным скоростям распространения двух типов звука. Результат опытов оказался, однако, отрицательным — второго сигнала не было.

В связи с этим вопрос о создании второго звука в жидком гелии был снова рассмотрен теоретически в 1944 г. автором этих строк и была выяснена причина неудачи первых опытов.

Как хорошо известно, звуковые волны в обычной жидкости представляют собой распространяющийся вдоль среды процесс периодических сжатий и разрежений. Каждая частица жидкости совершает при этом колебательное движение, двигаясь с периодически меняющейся скоростью вокруг среднего положения равновесия. Но мы уже знаем, что в гелии II могут одновременно происходить с различными скоростями два различных движения. В связи с этим возникают две различные возможности для движения в звуковой волне. Если обе компоненты жидкости совершают колебательное движение в одинаковом направлении, двигаясь как бы вместе, то мы будем иметь звуковую волну того же характера, что и в обычной жидкости.

Но есть и иная, специфическая для гелия II возможность — обе компоненты могут совершать колебания во взаимно противоположных направлениях, двигаясь навстречу, «одна сквозь другую», так что количества массы, переносимой в том и другом направлении, почти взаимно компенсируются. В такой волне — это и есть волна второго звука — практически не будет происходить сжатий и разрежений жидкости как таковой. По этой причине колебания мембраны, производящие периодические сжатия и разрежения жидкости, будут фактически приводить к возбуждению лишь обычного звука. С этим и был связан отрицательный результат опыта — интенсивность второго звука была слишком мала, чтобы быть обнаруженной.

Но из сказанного следует и другой вывод. Взаимные колебания нормальной и сверхтекучей компонент по существу представляют собой колебания тепла относительно «сверхтекучего фона» и должны приводить в первую очередь к периодическим колебаниям температуры жидкости. Естественно поэтому, что такая «тепловая волна» должна излучаться с наибольшей интенсивностью от нагревателя с периодически меняющейся температурой. Поставленные по такому принципу В. П. Пешковым опыты привели к фактическому открытию второго звука в полном количественном согласии с теорией. С тех пор это явление стало одним из важных средств для дальнейшего изучения свойств жидкого гелия.

Уже было указано, что нормальная компонента жидкого гелия — это совокупность имеющих в нем квазичастиц — фононов и ротоннов. Механизм вязкости, которой обладает нормальная компонента, состоит в различных процессах столкновений между этими квазичастицами. Детальное теоретическое исследование этих процессов, произведенное Л. Д. Ландау и И. М. Халатниковым в 1949 г., позволило установить характер температурной зависимости вязкости. Как и другие предсказания теории, эта зависимость была затем подтверждена экспериментально.

Дальнейшее развитие теории сверхтекучести в нашей стране тесно связано прежде всего с именем И. М. Халатникова. Ему принадлежит, в частности, детальная разработка гидродинамики гелия II, а также исчерпывающие исследования так называемых релаксационных процессов в жидком гелии.

Изложение этих вопросов, однако, выходит за рамки поставленной в этой статье цели: напомнить основные вехи открытий, начало которым было положено в параллельных, тесно связанных одна с другой работах замечательного экспериментатора П. Л. Капицы и замечательного теоретика Л. Д. Ландау.

Мы оставляем также за рамками этой статьи так называемые критические явления в жидком гелии — нарушения сверхтекучести при достаточно больших скоростях течения. Эти явления были впервые обнаружены уже Капицей, а их объяснение связано с выдвинутой Онсагером и Фейнманом идеей о возникновении в движущемся гелии микрокопических вихревых нитей: об этом рассказано в «Природе» в указанной выше статье М. И. Каганова.

ДВА ГЕЛИЯ

Заканчивая этот краткий исторический обзор, надо, однако, еще раз вернуться к началу статьи и исправить высказанное там неточное утверждение. Гелий — это не одно вещество. В природе существуют два различных устойчивых изотопа гелия — с атомным весом $4(\text{He}^4)$ и $3(\text{He}^3)$. Гелий из естественных источников — это почти в чистом виде изотоп He^4 ; к жидкому He^4 и относится все сказанное выше.

Но огромные успехи ядерной физики в последние десятилетия сделали возможным искусственное получение редкого изотопа He^3 в количествах, достаточных для экспериментирования. Этот изотоп становится жидким при температуре $3,2^\circ$, и физики получили в свое распоряжение новую квантовую жидкость.

Хотя химически оба изотопа совершенно тождественны, но между ними имеется чрезвычайно важное различие, связанное с тем, что ядра атомов He^4 состоят из четного, а ядра He^3 — из нечетного числа частиц (протонов и нейтронов). Это приводит к тому, что квантовые свойства обоих веществ совершенно различ-

ны (физики говорят, что атомы He^4 подчиняются статистике Бозе—Эйнштейна, а атомы He^3 — статистике Ферми—Дирака).

Таким образом, в виде жидкого гелия He^3 физики получили квантовую жидкость совершенно нового типа. Хотя ее свойства не столь эффектные, как свойства жидкого He^4 (в частности, эта жидкость не сверхтекуча³), но с теоретической точки зрения они не менее интересны. Теория такой жидкости тоже была создана Львом Давидовичем Ландау (в 1956—1957 гг.) и занимает в его научном творчестве место, не уступающее теории сверхтекучести. Ей, однако, должна быть посвящена особая статья.

³ В 1959 г. Л. П. Питаевский предсказал возможность перехода He^3 в сверхтекучее состояние, а в 1972 г. американские физики Д. Д. Ошеров, Р. К. Ричардсон и Д. М. Ли открыли сверхтекучесть He^3 . Температура перехода оказалась $\approx 0,001$ К.— *Примеч. ред.*

Е. М. Лифшиц

ЖИВАЯ РЕЧЬ ЛАНДАУ *

Десять лет отделяют нас от трагического случая, прервавшего блестящую деятельность Льва Давидовича Ландау. Уже никто из тех, кто избирает теперь теоретическую физику делом своей жизни, не имеет возможности получить напутствие от человека, дверь к которому была открыта всякому, ищущему его совета в науке. Отходит в прошлое, обрстая легендами, и облик этого необыкновенного человека. Даже самые яркие воспоминания тех, кто имел счастье находиться среди его близких учеников и друзей, не могут передать в полной мере своеобразие, блеск и обаяние его личности.

Всякие воспоминания неизбежно несут в себе что-то и от личности вспоминающего, и лишь прямая, не искаженная никем другим речь человека раскрывает свойства его души.

Живую речь человека доносят после смерти его письма. Но письма Лев Давидович писал с большим трудом и писал нечасто. Ему вообще было трудно излагать свои мысли на бумаге (так, на одно из предложений написать популярную статью он отвечает: «Вы, возможно, слышали, что я совершенно не способен к какой-либо писательской деятельности, и все, написанное мной, всегда связано с соавторами»). Ему было нелегко написать даже

* Наука и жизнь. 1971. № 9. С. 14.

статью с изложением собственной (без соавторов!) научной работы, и все такие статьи в течение многих лет писались для него другими. Непреодолимое стремление к лаконичности и четкости выражений заставляло его так долго подбирать каждую фразу, что в результате труд написания чего угодно — будь то научная статья или личное письмо — становился мучительным.

Тем более замечательно и характерно для его высокого чувства долга, что Лев Давидович всегда (хотя иногда и не сразу) отвечал на письма тех, кто обращался к нему за советом или помощью («Отвечаю с задержкой, отнюдь не принципиальной, а связанной только с тем, что я с трудом пишу письма и поэтому очень долго собираюсь»; и снова: «Извините за задержку, связанную с моей крайней антипатией к эпистолярному искусству»).

В течение многих лет он диктовал эти письма прямо на машинку в секретариате Института физических проблем, расхаживая по комнате и тщательно обдумывая каждую фразу. Нине Дмитриевне Лошкаревой, многолетнему референту института, мы обязаны тем, что копии этих писем — хотя они были «личными», а не «служебными» — сохранились.

Много писалось о том, что Ландау был не только гениальным физиком, но и учителем по призванию. Объединение в одном лице этих двух качеств в таком масштабе встречается нечасто в истории науки; в этом отношении позволительно сравнить Ландау с его собственным учителем — великим Нильсом Бором. Хотя в их эмоциональном облике и свойствах характера было мало общего — доведенная до предела мягкость Бора не была похожа на экспансивность и резкость Ландау, общим у них было нечто гораздо более глубокое: абсолютная бескомпромиссность в науке сочеталась с доброжелательностью к людям, готовностью помочь тому, кто искал свой путь в науке, умением радоваться чужому таланту и чужим научным успехам.

Естественно поэтому, что в переписке Льва Давидовича значительное место занимали ответы молодежи, обращавшейся к нему с вопросами, как и чему учиться. Эти ответы не только демонстрируют качества души Льва Давидовича, в них он многократно высказывал свои взгляды на обучение будущих физиков; эти взгляды будут интересны и новому поколению научной молодежи.

Студент одного из пензенских вузов пишет Льву Давидовичу о том, что много труда тратит на работу в лаборатории кафедры физики, на самостоятельное изучение математики и теоретической физики, но теряется перед множеством того, что надо знать. «Я еще в самом начале своего пути, мне плохо видны дороги, ведущие в науку, и я очень прошу помочь мне организовать, взяв правильное направление. А помочь Вы могли бы мне просто и очень многим: если бы Вы могли написать мне план, своего рода программу, что мне нужно изучить и в какой последовательности». Лев Давидович отвечает:

«Дорогой тов. Б.

Вы, по-видимому, всерьез интересуетесь физикой, и мне бы очень хотелось помочь Вам. Очень хорошо, что Вы понимаете, что для научной работы Вам нужно многому научиться.

Что касается того, чему Вам надо обучаться, то это очень существенно зависит от Ваших будущих планов. Дело в том, что современные физики бывают двух сортов — теоретики и экспериментаторы. Теоретики пишут пером формулы на бумаге, а экспериментаторы работают с приборами в лабораториях. Естественно, что этим двум категориям необходимо не вполне одинаковое образование. Ясно, что теоретическое образование теоретиков должно быть гораздо более полным и глубоким, хотя, конечно, и экспериментаторам нужно знать довольно много.

Поэтому обдумайте этот вопрос и напишите мне, каковы Ваши намерения. Тогда я охотно пришлю Вам соответствующие программы, после изучения которых Вы, как мне кажется, будете достаточно подготовлены для начала.

С наилучшими пожеланиями

Ваш Л. Ландау».

Рабочий Л. пишет Льву Давидовичу: «Через неделю я уезжаю из Москвы и буду бесконечно благодарен Вам, если Вы найдете время дать мне несколько советов о том, что и как я должен изучить для того, чтобы стать физиком-теоретиком, и о том — стоит ли мне к этому стремиться... Знания мои соответствуют примерно трем курсам мехмата МГУ, но мне уже 25 лет и я рабочий». Пишет о проблемах, которые он пытался решить, о трудностях в понимании основ физических теорий, о том, как он пытался обойти эти трудности; упоминает также, что плохо усваивает иностранные языки. «Очень прошу Вас, Лев Давидович, напишите мне, пожалуйста, есть ли у меня надежда стать физиком. А если есть, то, кроме Вашей знаменитой программы и тех советов, которые Вы пожелаете мне дать, я прошу Вас сообщить мне, в какие сроки Ваша программа обычно выполняется, чтобы я мог еще раз оценить свои возможности. Лев Давидович! Я знаю, как дорого стоит Ваше время, и буду считать высокой честью для себя, если Вы мне ответите». Лев Давидович пишет:

«Уважаемый тов. Л!

Постараюсь ответить на Ваши вопросы.

Конечно, трудно сказать заранее, сколь велики Ваши способности в области теоретической физики. Однако не боги горшки обжигают. Я думаю, что Вы сможете успешно работать в области теоретической физики, если по-настоящему хотите этого. Очень важно, чтобы эта работа представляла для Вас непосредственный интерес. Соображения тщеславия никак не могут заменить реального интереса.

Ясно, что прежде всего Вы должны овладеть как следует техникой теоретической физики. Само по себе это не слишком трудно, тем более что у Вас есть часть математического образования, а математическая техника есть основа нашей науки. 25 лет не слишком много (мне вдвое больше, а я не собираюсь бросать), а труд рабочего, во всяком случае, не мог Вас испортить.

Только не старайтесь решать никаких проблем. Надо просто работать, а решение проблемы приходит само. Трудное экономическое положение

может, конечно, мешать, поскольку работать на голодный желудок или очень усталым нелегко. Иностранные языки, увы, необходимы. Не забывайте, что для усвоения их, несомненно, не нужно особых способностей, поскольку английским языком неплохо владеют и очень тупые англичане. Вы правильно пришли к выводу, что надо меньше думать об основах. Главное, чем надо овладеть,— это техникой работы, а понимание тонкостей само придет потом.

Суммируя, могу сказать, что теоретиком Вы станете, если у Вас настоящий интерес и умение работать. Программу вкладываю в это письмо. Что касается сроков, то они будут очень зависеть от того, в какой степени Вы будете загружены другими вещами, и от того, что Вы в данный момент реально знаете. На практике они варьировали от двух с половиной месяцев у Померанчука, который почти все знал раньше, до нескольких лет в других, тоже хороших случаях.

С наилучшими пожеланиями

Ваш Ландау».

Студент одного из вузов тоже говорит о своем увлечении теоретической физикой, о том, как он мечется среди множества книг и статей, которые он пока плохо понимает. Рассказывает, что однажды приходил на семинар Ландау в Институте физических проблем (доступ на который был всегда открыт всем желающим), но ничего не понял, а подойти к Ландау не решился. Вот ответ Льва Давидовича:

«Дорогой тов. Р.!

Если Вы всерьез интересуетесь теоретической физикой, то я охотно помогу Вам заняться этой, как мне тоже кажется, увлекательной наукой.

Естественно, что Вы теряетесь перед огромной массой материала и не знаете, с чего начать. Ясно, что теоретический семинар для Вас сейчас совершенно непонятен и Вам еще рано его посещать. Посылаю Вам программу „теоретического минимума“, которую Вы можете (если хотите) сдавать мне и моим сотрудникам раздел за разделом.

Начинать надо с математики, которая, как Вы знаете, является основой нашей науки. Содержание указано в программе. Имейте в виду, что под знанием математики мы понимаем не всяческие теоремы, а умение реально на практике интегрировать, решать в квадратурах обыкновенные дифференциальные уравнения и т. д.

Мои телефоны тоже указаны в программе. Бояться меня не стоит — я вовсе не кусаюсь.

С пожеланиями успеха

Ваш Л. Ландау».

Еще одно обращение к Льву Давидовичу: «Когда-то Эйнштейн не отказал в помощи студенту Инфельду, и поэтому я решил написать именно Вам в надежде, что Вы не откажете мне в моей маленькой просьбе. Я тоже студент, но пока лишь II курса радиотехнического факультета, но я очень люблю теоретическую физику. Вы, вероятно, очень заняты, но если у Вас найдется несколько свободных минут и для меня, то я Вам буду очень благодарен. Мне совершенно необходимо иметь глубокие и разносторонние знания по большинству областей теоретической физики и, значит, и по необходимой для этого высшей математике... Простите, что я Вас беспокою, но для меня это очень важно,

и хотя, может быть, это и не совсем прилично, но ведь в жизни, если идти трудным путем, не всегда бывает место для приличия». Лев Давидович отвечает в канун Нового года:

«Дорогой тов. К.!

Охотно отвечаю на Ваше письмо. Вы совершенно правы, считая, что для занятий теоретической физикой Вам прежде всего необходимо приобрести познания в этой области. Я охотно помогу Вам в этом.

Как Вы поняли сами, теоретику в первую голову необходимо знание математики. При этом нужны не всякие теоремы существования, на которые так щедры математики, а математическая техника, то есть умение решать конкретные математические задачи.

Я бы рекомендовал Вам следующую программу обучения. Прежде всего научиться правильно (и по возможности быстро) дифференцировать, интегрировать, решать обыкновенные дифференциальные уравнения в квадратурах; изучите векторный анализ и тензорную алгебру (то есть умение оперировать с тензорными индексами). Главную роль при этом изучении должен играть не учебник, а задачник — какой не очень существенно, лишь бы в нем было достаточно много задач.

После этого позвоните мне по телефону (лучше всего от 9.30 до 10.30 утра, когда я почти всегда дома, но можно и в любое другое время) и приходите ко мне. Я прокзаменую Вас и дам Вам программу для дальнейшего обучения. Если Вы сдадите мне всю эту программу (на что в зависимости от Ваших знаний и усердия Вам понадобится один-два-три года), то я буду считать, что Вы вполне подготовлены для научной работы, и постараюсь помочь Вам, если Вы захотите, устроиться в этом направлении.

Вот и все. С пожеланиями счастливого Нового года

Ваш Ландау».

Поскольку москвичи всегда могли обратиться к Льву Давидовичу непосредственно, то естественно, что письма к нему шли главным образом из других городов. Многие спрашивали: можно ли стать физиком-теоретиком, обучаясь не в специальном физическом институте, не в университете? Они чувствовали себя стоящими перед дилеммой: продолжать ли учиться в своем вузе или пытаться уйти из него, чтобы продолжить образование самостоятельно?

Одному из таких сомневающихся, студенту пединститута, Лев Давидович отвечал:

«...мне кажется, что Вы напрасно ставите себя перед дилеммой. То, что Вы кончите пединститут, во всяком случае Вам пригодится, и вряд ли учение в институте будет очень мешать Вам работать. Если у Вас хватит желаний, Вы сможете изучить теоретическую физику самостоятельно — ведь она ничто, кроме книг и бумаги, не требует...»

Студенту другого пединститута по аналогичному поводу Лев Давидович писал:

«...то, что Вы страстно хотите заниматься физикой, очень хорошо, поскольку страстная любовь к науке есть первый залог успеха. К счастью, теоретическая физика — такая наука, для изучения которой пребывание

в университете совсем не обязательно. Я посылаю Вам в этом письме программу, изучение которой даст Вам в области теоретической физики знания, достаточные для дальнейшей самостоятельной работы. Учтите, что особенно важно владение математикой. Основные разделы математики упомянуты в вводной части программы.

Если Вы сможете и захотите, то приезжайте в Москву, где Вы сможете сдать мне и моим сотрудникам разделы программы (их с математикой всего девять). Если Вы успешно справитесь с этой задачей, то я надеюсь, что смогу помочь Вам в Вашем устройстве на работу по теоретической физике и в том случае, если Вы окончите не МГУ, а всего только Тульский педагогический институт.

Вот, собственно, и все. Искренне желаю Вам всяческих успехов. Помните, что в науке самое главное — это работа, а все остальное приложится».

Страстную увлеченность наукой, энтузиазм, за которым не стоит никаких посторонних побуждений, Лев Давидович ценил больше всего, и они неизменно возбуждали в нем симпатию и желание помочь. Тон его ответов, однако, становился менее сочувственным, если из обращения к нему он не обнаруживал сразу такой увлеченности. Так, выпускникам инородного университета, выразившим желание поступить на работу в теоретический отдел Института физических проблем, но сообщавшим в связи с этим лишь о своей возможности получить московскую прописку, Лев Давидович писал:

«...к сожалению, не могу очень обнадежить Вас. Мы боимся брать кот в мешке и берем себе аспирантов лишь после сдачи ими теоретической физики в виде так называемого теорминимума. Программу при сем прилагаю. Сдавать можно в любые сроки. Если Вы успешно пролезете через потенциальный барьер, то, вероятно, можно было бы взять Вас даже без московской прописки, поскольку Академия наук предоставляет иногородним аспирантам общежитие...»

Программа теоретического минимума, о которой идет речь во всех этих письмах, была впервые разработана Ландау еще в тридцатые годы, во время его работы в Украинском физико-техническом институте в Харькове, где вокруг него начали собираться ученики и начала создаваться его школа теоретической физики. В дальнейшем эта программа непрерывно обновлялась, но лежащие в ее основе педагогические принципы оставались неизменными.

Лев Давидович был врагом всякой поверхности и дилетантизма: приступать к самостоятельной научной работе можно лишь после достаточно всестороннего изучения основ науки. В соответствии с его глубоким убеждением в целостности теоретической физики как единой науки с едиными методами он требовал от желающих стать его учениками предварительного овладения основами всех разделов теоретической физики. Эти основы были распределены по семи последовательным разделам «теоретического минимума» (механика, теория поля, квантовая механика, ста-

тистическая физика, механика сплошных сред, макроскопическая электродинамика, релятивистская квантовая теория).

Характернейшей чертой научного творчества самого Ландау являлась его широта, почти беспрецедентная по своему масштабу; оно охватывало собой всю теоретическую физику — от гидродинамики до квантовой теории поля. В наш век все усиливающейся узкой специализации такая разносторонность становится исключительным явлением; в лице Ландау из физики ушел, возможно, один из последних великих универсалов. Разумеется, он не требовал ни от кого быть универсальным в той же степени, в которой он был сам. Но знание всех разделов теоретической физики — по крайней мере в объеме теорминимума — он считал обязательным для всех теоретиков вне зависимости от их узкой специализации. Снова и снова он повторяет:

«...на Ваши вопросы по поводу изучения теоретической физики могу сказать только, что изучить надо ВСЕ ее основные разделы, причем порядок их изучения дается их взаимной связью. В качестве метода изучения могу только подчеркнуть, что необходимо самому производить все вычисления, а не предоставлять их авторам читаемых Вами книг...»

Интересно, что в то же время Лев Давидович считал практически невозможным совмещение в одном лице полноценной теоретической и экспериментальной работы в физике. Группе студентов, которые высказывают мнение о том, что настоящий физик-теоретик должен совмещать в себе также и экспериментатора, Лев Давидович писал:

«...те, которые считают, что физик-теоретик соединяет в себе также и экспериментатора, по-видимому, представляют себе теоретиков в виде сверхлюдей. Теоретическая и экспериментальная физика сейчас настолько сильно отличаются, что соединить их в одном лице практически невозможно. Единственное исключение за последние десятилетия представлял Ферми, но, учитывая его гениальность, это исключение только подтверждает правило. Занимаясь разными сторонами физики, теоретики и экспериментаторы дополняют друг друга и взаимно связаны, но ни один из них не руководят другими...»

Экзамен по теорминимуму всегда был, если можно так выразиться, действенным: требовались не выводы тех или иных теоретических формул, а умение применить свои знания для решения предлагавшихся конкретных задач. Первое время Лев Давидович сам принимал все экзамены. В дальнейшем, когда число желающих стало слишком большим, эти обязанности были распределены также и между его ближайшими сотрудниками. Но первый экзамен, первое знакомство с каждым новым молодым человеком Лев Давидович всегда оставлял за собой. Встретиться с ним для этого мог всякий — достаточно было позвонить по телефону и выразить свое желание.

Конечно, не у всех, кто приступал к изучению теорминимума, хватало способностей и настойчивости для того, чтобы за-

кончить его; многие отставали по пути. Всего 43 фамилии значится в списке тех, кто за время с 1934 по 1961 г. до конца прошел через это испытание (Лев Давидович сам вел этот список). Об эффективности отбора можно судить хотя бы по следующим формальным данным: восемь из числа сдавших уже стали членами Академии наук, а еще шестнадцать — докторами наук¹.

Из приведенных писем видно, какое большое значение Лев Давидович придавал владению математической техникой. Степень этого владения должна быть такой, чтобы математические затруднения по возможности не отвлекали внимания теоретика от физических трудностей задачи — по крайней мере там, где речь идет о стандартных математических приемах. Это может быть достигнуто лишь достаточной тренировкой. Между тем опыт показывает, что существующий стиль и программы университетского образования физиков часто не обеспечивают такой тренировки. Опыт показывает также, что изучение математики после того, как физик начинает самостоятельную исследовательскую деятельность, оказывается для него слишком «скучным». Поэтому первое, чему Лев Давидович подвергал всякого экзаменуемого, было испытание по математике в ее «практических» вычислительных аспектах. Требовалось: умение взять любой неопределенный интеграл (выражающийся через элементарные функции) и решить любое обыкновенное дифференциальное уравнение стандартного типа, знание векторного анализа и тензорной алгебры; во второй экзамен по математике входили основы теории функций комплексного переменного (теория вычетов, метод Лапласа). Предполагалось при этом, что такие разделы, как тензорный анализ, теория групп и т. д., будут изучены вместе с теми разделами теоретической физики, где они находят себе применение.

Взгляды Льва Давидовича на математическое образование физиков с большой ясностью высказаны им в ответ на просьбу сообщить свое мнение о программах по математике в одном из физических вузов. С присущей ему прямоотой он проводит мысль о том, что эти программы должны составляться с полным учетом требований физических кафедр — тех, кто по своему повседневному опыту научной работы в физике знает, что для этой работы требуется. Он пишет:

«...к сожалению, Ваши программы страдают теми же недостатками, какими обычно страдают программы по математике, превращающие изучение математики физиками наполовину в утомительную трату времени. При всей важности математики для физиков физики, как известно, нуждаются в считающей аналитической математике; математики же, по непонятной мне причине, подсовывают нам в качестве принудительного ассортимента логические упражнения. В данной программе это прямо подчерк-

¹ К 1971 г. — *Примеч. ред.*

нито в виде особого примечания в начале программы. Мне кажется, что давно пора обучать физиков тому, что они сами считают нужным для себя, а не спасать их души вопреки их собственному желанию. Мне не хочется дискутировать с достойной средневековой схоластики мыслью, что путем изучения ненужных им вещей люди будто бы научаются логически мыслить.

Я категорически считаю, что из математики, изучаемой физиками, должны быть полностью изгнаны всякие теоремы существования, слишком строгие доказательства и т. п. Поэтому я не буду отдельно останавливаться на многочисленных пунктах Вашей программы, резко противоречащих этой точке зрения. Сделаю только некоторые дополнительные замечания.

Векторный анализ расположен в программе между кратными интегралами. Я не имею чего-либо против такого сочетания, однако надеюсь, что оно не идет в ущерб крайне необходимому формальному знанию формул векторного анализа.

Программа по рядам особенно перегружена ненужными вещами, в которых тонут те немногие полезные сведения, которые совершенно необходимо знать о ряде и интеграле Фурье.

Курс так называемой математической физики я считал бы правильным сделать факультативным. Нельзя требовать от физиков-экспериментаторов умения владеть этими вещами.

Необходимость в курсе теории вероятностей довольно сомнительна. Физики и без того излагают то, что им нужно, в курсах квантовой механики и статистической физики.

Таким образом, я считаю, что преподавание математики нуждается в серьезнейшей реформе. Те, кто возьмется за это важное и трудное дело, заслужат искреннюю благодарность как уже готовых физиков, так и в особенности многочисленных будущих поколений».

Глубоко интересуясь в течение всей своей жизни вопросами преподавания, Лев Давидович мечтал написать книги по физике на всех уровнях — от школьных учебников до курса теоретической физики для специалистов. Фактически при его жизни были закончены почти все тома «Теоретической физики»² и первые тома «Курса общей физики» и «Физики для всех»; уже после его смерти началось издание составленного по его идее «Краткого курса теоретической физики». Он строил также планы составления учебников по математике для физиков, которые должны были быть в соответствии с его взглядами «руководством к действию», обучать практическому применению математики в физике.

Приступить к осуществлению этой программы он не успел.

Не успел он приступить и к созданию школьных учебников, хотя всегда живо интересовался школой, охотно выступал перед школьниками и откликался на их письма.

Вот пионеры одной из школ г. Тулы пишут Льву Давидовичу: «Мы знаем, как мало у Вас свободного времени, но все-таки надеемся, что Вы найдете несколько минут и ответите нам. Мы

² Курс написан в соавторстве с Е. М. Лифшицем; в 1962 г. удостоен Ленинской премии. — *Примеч. ред.*

хочем провести сбор на тему „Образование — клад, труд — ключ к нему“, так как не все пионеры нашего класса понимают, зачем им нужно образование. И многие из них учат уроки не систематически, а только чтобы получить тройку. Нам очень хочется получить от Вас письмо, так как Ваши слова будут очень убедительны для наших пионеров». Лев Давидович отвечает:

«Дорогие ребята.

Очень трудно писать об очевидных вещах. Вы ведь все сами прекрасно знаете, что образование необходимо в настоящее время для всякой профессии. Необразованный человек всегда будет чем-то второго сорта.

В этом смысле меня очень огорчило, что вы написали в своем письме „хочем“ вместо „хотим“. Это показывает, что вы, ребята, очень мало читаете, так что не привыкли по-настоящему даже к своему родному языку. Поэтому читайте побольше — ведь это так интересно — и помните, что образование вам нужно не для школы, а для самих себя, и что быть образованным совсем не скучно, а, наоборот, — интересно.

С наилучшими пожеланиями Л. Ландау».

Лев Давидович отвечал и тем, к сожалению, все еще многочисленным людям, которые считают возможным совершать перевороты в науке (в том числе опровергать теорию относительности), не имея для этого никаких данных. В таких случаях, однако, Лев Давидович не считал нужным проявлять какое-либо сочувствие и не очень стеснялся в выборе выражений своего неодобрения. Вот несколько примеров таких ответов:

«...должен сказать, что Ваша рукопись лишена всякого интереса. Современная физика — это огромная наука, основывающаяся прежде всего на большом количестве экспериментальных фактов. Вы явно с этой наукой почти вовсе не знакомы и пытаетесь объяснить плохо известные Вам физические явления бессодержательными фразами. Ясно, что это ни к чему привести не может. Если Вы серьезно интересуетесь физикой, то Вам следует не заниматься открытиями, а прежде всего хоть немного обучиться предмету...

...Современная физика — сложная и трудная наука, и для того, чтобы сделать в ней что-нибудь, нужно знать очень многое. Тем более знания необходимы для того, чтобы выдвинуть какие-либо новые идеи. Из Вашего письма очевидно, что Ваши сведения по физике крайне ограничены. То, что Вы называете новыми идеями, есть просто лепет малограмотного человека, наподобие того как если бы пришел к Вам человек, никогда не видевший электрических машин, стал бы выдвигать новые идеи в этой области. Если Вы всерьез интересуетесь физикой, то прежде всего займитесь изучением этой науки. Через некоторое время Вам самому станет смешно читать ту чепуху, которую Вы напечатали на машинке...

...Высказываемые Вами соображения, к сожалению, в высшей степени нелепы. Было бы даже трудно объяснить, в чем заключаются ошибки в Вашем письме. Ради бога, прежде чем рассуждать о Вселенной, приобретите хоть самую элементарную физическую грамотность, а то Вы только ставите себя в смешное положение...

...Ваши заметки состоят из наивностей, не представляющих какого-либо интереса. Ясно, что если Вы хотите работать в этом направлении, то Вам для этого надо предварительно проделать немалую работу — познакомиться с предметом. Ведь вряд ли Вы сядете за руль автомобиля, не умея управлять. А физика ничем не легче...»

Эту краткую подборку из писем Льва Давидовича уместно закончить еще одним его высказыванием о стимулах работы настоящего ученого. Признание результатов его работы в той или иной степени важно для всякого ученого; оно было существенно, конечно, и для Льва Давидовича. Но все же несомненно, что для него самого внутренним стимулом к работе было не стремление к славе, а неистощимое любопытство, неистощимая страсть к познанию природы. Такую страсть он в первую очередь ценил и в других. По этой же причине он всегда осуждал стремление работать только над «важными» проблемами:

«...вы спрашиваете, чем заниматься в смысле того, какие разделы теоретической физики наиболее важны. Должен сказать, что я считаю такую постановку вопроса нелепой. Надо обладать довольно анекдотической нескромностью для того, чтобы считать достойными для себя только „самые важные“ вопросы науки. По-моему, всякий физик должен заниматься тем, что его больше всего интересует, а не исходить в своей научной работе из соображений тщеславия. Заведомо не следует заниматься только вопросами, неразумно поставленными и поэтому лишенными научного интереса...»

Никогда не следует работать ради посторонних целей, ради славы, ради того, чтобы сделать великое открытие — так все равно ничего не получится. Эту простую истину Лев Давидович никогда не упускал случая повторять.

И. К. Кикоин

10 «ЗАПОВЕДЕЙ» ЛАНДАУ *

1. Л. Д. Ландау в 1928 г. впервые ввел понятие матрицы плотности, которое широко используется в современной квантовой статистике и просто в квантовой механике.

2. Л. Д. Ландау принадлежит честь создания квантовой теории диамагнетизма электронного газа. Квантовые уровни, отве-

* Природа. 1968. № 1. С. 80. На праздновании 50-летия Льва Давидовича Ландау по решению юбилейной комиссии были категорически запрещены любые официальные приветствия и поздравления, в вестибюле здания висело объявление: «Адреса сдавать швейцару». Каждый выступавший на чествовании Дау должен был придумать оригинальный способ приветствия ученого. От Института атомной энергии (ныне им. И. В. Курчатова) академик И. К. Кикоин преподнес юбиляру «скрижалей» из мрамора, на которых были выгравированы 10 важнейших формул («заповедей»), выведенных Л. Д. Ландау.

Редакция журнала «Природа», помещая фото этих «скрижалей», попросила академика И. К. Кикоина (не в шутку, а всерьез) прокомментировать эти формулы.

магнитного момента на границе между доменами и особенности структуры домена вблизи свободной поверхности ферромагнетика.

5. В произвольном по форме сверхпроводнике при помещении в магнитное поле возникает своеобразное состояние, которому отвечает возникновение чередующихся слоев сверхпроводящей и нормальной фаз. Ландау впервые развил теорию этого так называемого промежуточного состояния и решил вопрос о геометрии таких слоев.

6. Ландау построил статистическую теорию ядер на очень раннем этапе развития ядерной физики. Позднее эта теория получила широкое развитие.

7. Одна из наиболее блестящих работ Ландау — теория сверхтекучести гелия II. Работы Ландау в этой области не только объяснили загадочное явление, впервые открытое П. Л. Капицей, но определили создание нового раздела теоретической физики — физики квантовых жидкостей.

8. Ландау (совместно с А. А. Абрикосовым и И. М. Халатниковым) принадлежат фундаментальные исследования по квантовой электродинамике. Формула выражает связь между физической массой электрона m и «затравочной» массой m_1 .

9. В 1956 г. Ландау создал теорию ферми-жидкости — квантовой жидкости, возбуждения которой обладают полуцелым спином. Эта теория получила широкое признание.

10. Ландау впервые ввел принцип комбинированной четности, согласно которому все физические системы будут эквивалентными, только если при замене правой системы координат на левую одновременно перейти от частиц к античастицам.

«ЧЕМ БОЛЬШЕ ТРУДИТЬСЯ, ТЕМ ЛУЧШЕ» *

«У нас в гостях академик Л. Д. Ландау» — так называлась встреча известного советского физика-теоретика со студентами нашего института. Лев Давидович ответил на многочисленные вопросы наших студентов.

* Вестн. АН СССР. 1980. № 7. С. 121. Эта заметка из многотиражной газеты Московского физико-технического института «За науку» от 28 февраля 1961 г. № 11—12 (64—65), озаглавленная «Чем больше трудиться, тем лучше» и подписанная С. Фоминых, была передана в редакцию академиком Е. М. Лифшицем.

«Я не знаю, в какой степени беседа стенографировалась, — пишет Е. М. Лифшиц, — но содержание и стиль беседы, несомненно, переданы верно; многие выражения и обороты речи Льва Давидовича я ясно узнаю. Во всяком случае, эта запись — единственная сохранившаяся запись такого рода».

Конечно же, основная масса вопросов затрагивала современное состояние теоретической физики. Это вопросы касались работ В. Гейзенберга по теории элементарных частиц, проблемы элементарной длины, проблемы бесконечности Вселенной и «московского нуля»¹.

Один из студентов просит академика рассказать о годах учебы, о встречах с зарубежными учеными.

«Родился я в Баку, начал свой рассказ Л. Д. Ландау, — вундеркиндом не был; учась в школе, по сочинениям не получал отметок выше троек. Интересовался математикой. Все физики-теоретики приходят в науку от математики, и я не стал исключением. В 12 лет умел дифференцировать, а в 13 — и интегрировать.

Потом поступил в Бакинский университет и занимался там одновременно на двух факультетах: физико-математическом и химическом. Так как вскоре этот университет был преобразован в пединститут, я в 1924 г. перевелся в Ленинградский государственный университет. Здесь мне пришлось сделать выбор: я стал заниматься физикой, о чем до сих пор не жалею.

На лекции в университет ходил два раза в неделю, чтобы встретиться с друзьями и посмотреть, что там делают. Но самостоятельно я занимался очень много. Университет окончил, когда мне было без двух дней 19 лет. Первая научная работа была опубликована в 1926 г. за полгода до окончания университета. После этого поступил в аспирантуру Ленинградского физико-технического института. Затем в течение полутора лет был за границей. Я был в Германии, Швейцарии, Дании, Англии, осмотрел Бельгию и Голландию. В Дании был трижды. Это путешествие имело громадное значение для меня, я перевидал всех великих физиков. Не виделся только, и теперь уже не увижусь, с Э. Ферми.

Со всеми, кого я видел, было приятно разговаривать. Ни в ком из них не было и намек на кичливость, важность и зазнайство. В. Паули и В. Гейзенберга хорошо знал. Встречался с П. Дираком. Последний не способен слушать, он может только говорить, но это не от кичливости, просто такой склад природы.

Своим учителем считаю датского физика Нильса Бора. Именно он научил меня понимать принцип неопределенности квантовой механики. С Альбертом Эйнштейном встречался в Берлине, он произвел на меня большое впечатление. А. Эйнштейн не мог понять основных принципов квантовой механики. Этот факт поистине удивителен. Эйнштейн совершил революцию, создав теорию относительности, и в то же время не смог понять другой

¹ «Московский нуль» — так называли вывод о том, что заряд электрона с ростом переданного импульса стремится к нулю. Это важный результат, показавший неполноту квантовой электродинамики. — *Примеч. ред.*

революции — не смог понять квантовую механику. Я пытался ему объяснить принцип неопределенности, но, как видно, безуспешно.

Почти не встречался с молодыми современными зарубежными физиками, видел только тех, кто был здесь, у нас в Союзе.

Кого я считаю крупнейшим теоретиком на Западе? Если говорить вообще, то это Альберт Эйнштейн, а сейчас крупнейший теоретик — Нильс Бор.

В начале 1931 г. вернулся на родину и работал в Ленинградском физико-техническом институте. Потом переехал в Харьков, где был около пяти лет. С 1937 г. работаю в Институте физических проблем».

Следующая группа вопросов: какая математика требуется молодому специалисту? Каков минимум теоретических знаний для начинающего научного работника?

«Надо изучать техническую математику: технику интегрирования, тензорные (значковые) методы, теорию функций комплексного переменного. Остальная математика не является ненужной. Например, бесселевы функции. Они нужны, но не всегда.

Математическая же лирика (теоремы существования, их доказательства и прочее) вообще не нужна.

Несколько слов о минимуме теоретических знаний для начинающего специалиста. Это в общем-то дело вкуса руководителя студента. Без руководства же войти в науку очень трудно, хотя и не невозможно.

Самый простой способ попасть в науку — вузовское образование. Вузовские требования, к сожалению, очень низкие.

Я изобрел некий теоретический минимум, который больше вузовского примерно процентов на 30.

Делать науку — трудная вещь. Освоение существующей теоретической физики для способного человека более легкая задача, чем собственная научная работа.

Желающему сдать теоретический минимум, о котором я только что говорил, предлагается сдать девять экзаменов: два по математике, из них один вступительный, и семь по теоретической физике.

Меня интересует, например, чтобы человек сумел проинтегрировать дифференциальное уравнение. Математическая же лирика для нас малоинтересна.

Для сдачи этих экзаменов никаких документов предъявлять не нужно. Каждый сдает столько раз, сколько пожелает. Хорошо работающим в вузе нужно для сдачи всех экзаменов примерно месяца три. Для незнающего физики (был и такой случай в моей практике) потребуется год при условии, если сдающий эти экзамены ничем, кроме этого, заниматься не будет.

Никаких взаимных обязательств ни на кого сдача этих экзаменов не накладывает. Разве лишь на меня. Если я замечу спо-

собного юношу, то я считаю своим долгом помочь ему войти в науку.

Занимаюсь ли я педагогической деятельностью? Да. Я прочитал много курсов в МГУ. Сейчас заканчиваю там чтение обыкновенной классической механики.

Когда выйдет следующий том теоретической физики? Следующий том — „Квантовую механику“ — сдадим в печать к лету. „Релятивистскую квантовую механику“ еще не начали писать».

Задаются очередные вопросы: как вы относитесь к теории Н. А. Козырева? Действительно ли в Америке изучали антигравитацию? Расскажите о летающих тарелках.

Лев Давидович отвечает: «Была статья в „Правде“ от 22 ноября 1959 г. академиков Л. Арцимовича, П. Капицы, И. Тамма „О легкомысленной погоне за научными сенсациями“. Она полностью исчерпывает вопрос. Это некорректная теория, и на физиков она впечатления не произвела. Говорят, что некоторые опыты подтверждают эту теорию. В этой связи уместно привести следующее высказывание Н. Бора: „Когда имеется конечное число экспериментов и бесконечное количество теорий, то существует бесконечное же количество теорий, удовлетворяющих конечному числу экспериментов“.

По второму вопросу. Во всех странах существуют сумасшедшие. Антигравитация — приступ такого американского сумасшествия.

Теперь о тарелках. Интеллигенты столь же, а может быть, и более суеверны, чем все остальные люди.

Мне кажется, верить в черную кошку есть больше оснований, чем, скажем, в снежного человека. Все-таки кошка — это реальный объект.

Я лично не верю в суеверия. Некоторым же людям, видимо, приятно быть суеверными...»

Много вопросов было задано в этот вечер Льву Давидовичу. Не удержался и я и тоже спросил.

Вопрос. Мне довелось слышать, что однажды на встрече с работниками искусств Москвы вы якобы заявили, что плодотворным научным трудом можно заниматься только четыре часа в сутки. Так ли это?

Ответ. Никогда таких суждений не высказывал. Очень трудно сразу для всех установить регламент занятий. В каждом конкретном случае все зависит от способностей, усидчивости, настроения и т. д. отдельного человека. Чем больше трудиться, тем лучше! Но, конечно, нельзя заниматься целыми днями наукой — нужен отдых. Когда я был студентом, я занимался так много, что по ночам мне начинали сниться формулы.

Вопрос. Каковы Ваши взгляды на спорт? Следует ли научному работнику заниматься физическими упражнениями, спортом?

Отвeт. Заниматься спортом приятно. Кроме того, это, по-видимому, полезно для здоровья. Сам я играл в теннис и до сих пор хожу на лыжах.

Вопрос. Что Вы можете пожелать нашим студентам?

Отвeт. Пожелать можно многое. В первую очередь успехов в науке. Следует помнить, однако, что от безделья успехов не будет. Придется много работать. Человек должен стремиться к тому, к чему он имеет душевные способности. Можно быть хорошим специалистом во многих областях человеческой деятельности, не питая любви к своей специальности. Но едва ли станешь хорошим специалистом в науке или искусстве, если у тебя к этой деятельности не будет лежать душа...

Встреча академика со студентами заканчивается. Все встают и бурными аплодисментами приветствуют выдающегося советского ученого.

М. И. Каганов

ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ *

Физика — одна из наиболее динамичных наук. Накапливая и отбирая познанное, она продвигается в непознанные области, создавая приборы и методы исследования, формируя новые представления и подходы. Теоретическая физика меняется, пожалуй, быстрее, чем экспериментальная. Непрерывно происходит совершенствование и развитие математического аппарата теории, привлекаются столь абстрактные отрасли математики, что все труднее одному человеку знать теоретическую физику. Приходится с грустью констатировать, что время энциклопедистов (даже в специально зауженном смысле слова) прошло: физики-теоретики из разных областей плохо понимают друг друга. В этих условиях существование Курса «Теоретическая физика», по замыслу и фактически охватывающего всю теоретическую физику, становится важнейшим фактом научной жизни.

Несколько поколений физиков училось по «Ландау и Лифшицу», и не только училось, но и непрерывно пользовалось Курсом в своей ежедневной (творческой и преподавательской) деятельности. Трудно назвать другие книги по теоретической физике, которым столь же правомерно можно присвоить «титул» настоящих. И при этом всегда всегда ощущалось, что полного курса теоретической физики нет. Сколько раз каждый из нас, сталки-

* УФН. 1985. Т. 145, вып. 2. С. 349. Статья была опубликована, когда Е. М. Лифшицу исполнилось 70 лет, и заканчивалась поздравлением Е. М. Лифшица от автора и от редколлегии журнала.

ваясь с одной из тех проблем, которые потом попали в другие тома, думал с тоской: «Вышла бы „Кинетика“ (или „Теория конденсированного состояния“) ...» И вот теперь (с 1979 г.) существует полный Курс «Теоретическая физика» Ландау и Лифшица. Титанический труд, задуманный Л. Д. Ландау более 40 лет назад, завершен Е. М. Лифшицем совместно с Л. П. Питаевским в 1979 г. изданием X тома Курса — «Физическая кинетика». Это не означает, что работа над Курсом прекратилась. В 1982 г. вышло второе издание, переработанное и дополненное Е. М. Лифшицем и Л. П. Питаевским, «Электродинамика сплошных сред». Готовится новое издание «Гидродинамики».

Полный Курс состоит из десяти томов, изданных в разное время¹:

- I — Механика — 1973 г. (1958).
- II — Теория поля — 1973 г. (1941).
- III — Квантовая механика (нерелятивистская теория) — 1974 г. (1948).
- IV — Квантовая электродинамика² — (1968).
- V — Статистическая физика. Ч. I — 1976 г. (1938 г. — классическая статистика; 1951 г. — классическая и квантовая статистика).
- VI — Гидродинамика — 1985 г. (1944); Механика сплошных сред — 1953 г.
- VII — Теория упругости — 1965 г. (1953 — в Механике сплошных сред).
- VIII — Электродинамика сплошных сред — 1982 г. (1958).
- IX — Статистическая физика. Ч. 2 (теория конденсированного состояния) — 1978 г.
- X — Физическая кинетика — 1979 г.

В 1932 г. Ландау переехал в Харьков, возглавил теоретический отдел Украинского физико-технического института (УФТИ) и кафедру теоретической физики на физико-механическом факультете Механико-машиностроительного института. Он был полон идеями, которые воплотились в его блестящих работах тех лет. Он мечтал перестроить преподавание физики в целом. Еще в Ленинграде с участием М. П. Бронштейна были сделаны первые наброски будущей «Статистической физики». «...В Харькове появилась идея и началось осуществление программы составления полного курса теоретической физики и курса общей физики» (Лифшиц Е. М. Лев Давидович Ландау // Л. Д. Ландау. Собр. тр. М.: Наука. Т. 2. С. 432). «Не ограничиваясь разработкой одних лишь программ, он читал лекции по теоретической физике для сотрудников УФТИ, а на физмехе — для студентов» (Там

¹ См.: Физическая кинетика. С. 10. В скобках указаны годы первого издания.

² Написана В. Б. Берестецким, Е. М. Лифшицем и Л. П. Питаевским.

же. С. 434). Первые главы Курса создавались на основе записи лекций. Кто из молодых людей (в 1932 г. Ландау было 24 года!) не мечтал «о подвигах... о славе». Грандиозность планов не поражает, поражает их свершение! Конечно, Ландау «был... истине выдающимся учителем, учителем по призванию. В этом отношении, может быть, позволительно сравнить Льва Давидовича лишь с его собственным учителем — Нильсом Бором» (Там же. С. 434). Но не надо забывать и о том, что в Харькове в начале 30-х годов Л. Д. Ландау начал работать вместе с Е. М. Лифшицем. Именно тогда и возникло столь привычное для всех физиков словосочетание «Ландау и Лифшиц», вынесенное на одну из титульных страниц всего Курса.

В Курсе «Теоретическая физика» отсутствует общее ко всему Курсу предисловие, в котором были бы сформулированы принципы его построения. И в каком-то смысле это обстоятельство соответствует духу Курса — с первых строк «приступать к делу». Думаю, одна из руководящих идей построения Курса «Теоретическая физика» состоит в том, чтобы кратчайшим путем, не увязнув в рассуждениях и обоснованиях, дойти до решения конкретных задач. Теоретическая физика, которой учат Ландау и Лифшиц, это — наука, позволяющая дать ответ на конкретные вопросы: как рассчитать сечение того или другого процесса, вычислить затухание звука или определить уравнение состояния? Но Курс отнюдь не справочник математических методов. Всё изложение строится на основе физических представлений — либо общих (типа законов сохранения), либо модельных (идеальный газ, бесстолкновительная плазма, строго периодический кристалл и т. п.). Однако при чтении Курса возникает (или углубляется) понимание того, что теоретической физики нет и не может быть без строгого математического аппарата. Прикидки, наводящие соображения нужны именно как наводящие соображения, используя которые строится строгая теория, ее результатом с необходимостью должна быть формула (или кривая), связывающая физические величины. Если в исходных формулировках авторы могут допускать некоторую нарочитую поспешность³ (все равно, по существу, основные уравнения любой физической теории не могут быть выведены, они — математическая концентрация нашего опыта), то в дальнейшем, переходя к развитию теории, авторы строги и весьма дотошны, хотя нигде (на протяжении всего Курса) не занимаются чисто математической «эпсилонтикой», считая (совершенно справедливо), что задача теоретической физики — не доказательство теорем существования решений, а непосредственное нахождение этих решений. Решения часто могут быть получены разными путями. Мне кажется, авторы всегда находят естественный путь решения; полученные

³ См.: § 2 в т. I, гл. 1 (особенно § 7) в т. III, § 8 в т. V и др.

результаты не оставляют у читателя места для мистического ужаса, возникающего при чтении многих современных книг, в которых результат «появляется» после ряда туманных высказываний. Читатель курса «Теоретическая физика», вооружившись пером и бумагой (без этого нельзя!), может вслед за авторами проделать всю выкладку, «по дороге» научившись приемам, которые, несомненно, будут ему полезны при самостоятельной работе.

Удивительная особенность Курса — отбор материала. Почти все, содержащееся в 10 томах, представляется несомненно необходимым. Вошло ли все необходимое? Нет ли пропусков? Думаю, есть. Наверное, каждый специалист в определенной конкретной области найдет их без труда. Например, мне кажется, что в т. IX и X наряду с металлами (нормальными и сверхпроводниками) должны были бы быть полупроводники. В этих же томах было бы уместно иметь главы о неупорядоченных системах и т. д. Пропуски в «Кинетике» (кинетика магнитных процессов и прохождение заряженных частиц через вещество) отмечены авторами как «два очевидных дефекта» (т. X. С. 9). И все же если критиковать отбор материала, то скорее за то, что материала слишком много, а не за отсутствие чего-то конкретного. Ведь, как справедливо утверждают авторы в Предисловии к т. X, «...эта книга — часть курса теоретической физики и никоим образом не претендует на роль курса теории твердого тела». Эту фразу можно было бы поместить в предисловии к любому тому, заменив только название дисциплины.

Сравнивая содержание книг при переизданиях, понимаешь, как трудно что-либо изъять из Курса. Второе издание «Электродинамики сплошных сред» на 100 страниц превосходит первое. Несомненно, авторы понимали, что было бы желательно «доставить» книгу до прежних размеров, но, по-видимому, у них не поднялась рука... Их легко понять. Ведь даже наши (читателей) представления о том, что есть теоретическая физика (каково содержание этого столь емкого понятия), создается — в большой мере — именно Курсом «Теоретическая физика» Ландау и Лифшица. А у авторов? — Тем более...

Курс «Теоретическая физика» Ландау и Лифшица получил международное признание: на 6 языках (английском, немецком, французском, японском, итальянском и венгерском) Курс переводится полностью; еще на 10 языках (испанском, португальском, сербскохорватском, румынском, польском, болгарском, китайском, вьетнамском, греческом и хинди) вышли отдельные тома; опубликованных два тома «Краткого курса теоретической физики» переведены на английский, немецкий, испанский и словацкий языки.

Курс имеет, как говорят, «прекрасную прессу». Вот несколько выдержек из рецензий.

ТЕОРИЯ ПОЛЯ

«Переработанное второе издание этого незаменимого труда не требует нового обсуждения: это стандартный авторитет в данной области. Но интересно поразмышлять несколько о его стиле и попытаться открыть секрет его успеха. Он состоит, по-видимому, в бескомпромиссной простоте, ясности и точности текста. Все, что может быть ясно сформулировано, написано в явном виде последовательностью чистых коротких фраз. Математическая аргументация вместе с физическими законами, на которых она основана, изложена так ясно, что кажется, что логика сама несет нас» (J. M. Ziman, 1963).

«Строгая красота плавного потока строгих математических выводов куплена дорогой ценой. Она фактически сводится к переворачиванию естественного хода развития предмета с ног на голову. Я знаю из наших дискуссий в доброе старое время, что для Ландау его „скрипкой Энгра“ была всегда вера в то, что вся физика может быть охвачена монументальным принципом наименьшего действия. Насколько я могу судить, в этом состоит ведущая идея, неукословно проводимая во всем Курсе, и мы видим результат» (L. Rosenfeld, 1952).

«Авторы начинают формулировкой теории относительности в терминах принципа наименьшего действия. Этот несколько абстрактный подход к предмету выдерживается по всей книге» (C. Holbrow, 1962).

РЕЛЯТИВИСТСКАЯ КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

«Девять томов Курса „Теоретическая физика“, связанных с именами Ландау и Лифшица, занимают уникальное место в литературе по теоретической физике и по своему стилю и содержанию не имеют соперников. Большой заслугой трех авторов данного тома является то, что ими написана книга по наиболее трудной из всех областей теоретической физики, которая достойна стоять в одном ряду с остальными томами. Если вспомнить, что это сделано без прямого влияния Ландау, это достижение представляется достойным особой похвалы» (E. Squires, 1971).

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

«Я думаю, что это, вероятно, лучший из существующих курсов квантовой механики... В ней присутствует артистическая прелесть в деталях» (A. Salam, 1959).

«Как раз в последнем семестре, снова после длительного перерыва, я читал курс квантовой механики, и уже при первом просмотре Вашей книги я мог установить, как тщательно выбран и распределен материал и как впечатляюще изложение во всех его деталях... Я восхищаюсь трудоспособностью Вашей и Лифшица, которая дает Вам силы писать такие книги» (W. Heisenberg, 1959, из письма).

«Из многих руководств по физике серия Ландау и Лифшица по теоретической физике оказывала и продолжает оказывать глубокое влияние на физическую общественность. Авторы совершили замечательный подвиг, изложив почти всю теоретическую физику авторитетным образом в поразительно хорошо читаемой серии томов. Владение авторами предметом отражается в неподражаемом стиле, которым эти книги написаны» (J. Physique, 1978).

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА СПЛОШНЫХ СРЕД

«По мере того как различные тома этого монументального труда появляются в английском переводе, все более выявляется точная мера его величия. Можно лишь снова и снова повторять, что в наше время нет

ничего. с чем можно было бы сравнить его,— не только по обширности охвата, но и по концептуальному единству» (N. Kemmer, 1961).

«Названия томов в этой серии покрывают огромный диапазон предметов, и представляется, что в физике есть лишь немного того, о чем авторы не были бы очень хорошо информированы. Том об электродинамике сплошных сред создает впечатление о поистине поразительной степени владения авторами предметом» (B. Chirgwin, «Nature», 1961).

ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

«Я серьезно сомневаюсь в том, что в наше время существует во всем мире много физиков, которые не имели бы в своих личных библиотеках по крайней мере нескольких томов Курса „Теоретическая физика“ Ландау и Лифшица. Есть много причин для огромной популярности этих книг: широкий диапазон предметов, представление материала в ясном и определенно „непешеходном“ виде... и заведомо в том, что если у кого-либо есть какой-либо тонкий вопрос о чем-нибудь в физике, он, скорее всего, найдет этот вопрос обсужденным и отмеченным где-либо в книгах Ландау — Лифшица. Данная книга „Физическая кинетика“ — последний том в этой серии. Характерна всеми упомянутыми достоинствами... Это превосходная книга. и я могу ее с энтузиазмом рекомендовать» (J. Dorfman, 1983).

В задачу этой статьи не входит анализ конкретных приемов изложения, хотя многие вызывают искреннее восхищение. Однако следует напомнить, что принципы изложения важнейших разделов теоретической физики создавались в процессе написания Курса. Впервые курс механики⁴ строится исходя из принципа наименьшего действия, а законы сохранения выводятся из симметричных соотношений; впервые изложение теории поля основывается на теории относительности, а статистическая физика — на методе Гиббса. Даже то, что «статистика и термодинамика образуют единое целое», авторам приходилось разъяснять читателям, добавляя, что «все понятия и величины термодинамики наиболее естественно, просто и строго вытекают из понятий статистики» (см. т. V, «Из предисловия к предыдущим изданиям», датированного 1937—1939 гг.).

Особое место занимает «Электродинамика сплошных сред». Мне думается, этой книгой создан новый раздел теоретической физики. Его (как раздела теоретической физики) попросту не существовало! Хочется привести две цитаты. Из предисловия к первому изданию (1956 г.): «При написании этой книги мы встретились со значительными трудностями, связанными с необходимостью какого-то отбора из имеющегося огромного материала...» И из предисловия ко второму изданию (1981 г.): «Отбор материала был произведен в свое время таким образом, что фактически он (за весьма незначительными исключениями) не устарел и к настоящему времени» (!).

⁴ По существу, именно в Курсе Ландау и Лифшица механика стала главной теоретической физики. До этого существовала теоретическая механика, имеющая математический характер, и механика как раздел физики.

Имея в виду использование Курса как учебного пособия по теоретической физике, выскажем ряд соображений и пожеланий.

К сожалению, прекратилось издание «Краткого курса теоретической физики» (2-я книга — «Квантовая механика» — вышла в 1972 г.). Может быть, следовало бы каждый том снабдить перечнем параграфов, которые можно пропустить при первом чтении (ведь даже теореминимум Ландау содержит такой перечень). В каждом томе есть краткий предметный указатель, который «дополняет оглавление книги, не повторяя его. В указатель включены термины и понятия, непосредственно не отраженные в оглавлении». Конечно, предметный указатель — подспорье при поиске нужного материала. Не хватает общего по всему Курсу предметного указателя (может быть, его следует выпустить в виде отдельного тома — приложения?!). Следующее пожелание адресовано не авторам, а самим пользователям. Мне представляется, было бы очень важным написать и издать методические разработки по основным теорфизическим дисциплинам, читаемым на физических факультетах университетов и в физико-технических институтах. Программа не может охватить весь материал, составляющий содержание Курса Ландау—Лифшица. Лектору приходится производить отбор или пользоваться другими книгами. Уровень преподавания теоретической физики повысится, если будут разработаны (и изданы, конечно) методические пособия — своеобразные путеводители по Курсу, содержащие не только перечень отобранных параграфов (в соответствии с программой), но и разъяснения трудных мест, указание, какой материал излагается на лекциях, а какой предлагается для самостоятельной проработки. Задачи в Курсе, по сути дела, непосредственное продолжение параграфов. Они практически все снабжены решениями (может быть, решение написано чуть более сжато, чем основной текст). Известно, какую важную роль играет полностью самостоятельная работа — решение задачи без подсказки. Следует в методическом пособии сформулировать задачи для самостоятельного решения обучающимися и указать, когда (после проработки какой темы) они должны предлагаться. И наконец, последнее пожелание. Оно относится к тем, кто пользуется Курсом «Теоретическая физика» при чтении (или изучении) специальных дисциплин — физики плазмы, физики твердого тела и т. д. По-моему, следует смело в программы и соответствующую им методические разработки вводить материал из Курса Ландау и Лифшица. Мой опыт показывает, что ориентация — в изложении специальной дисциплины — на Курс «Теоретическая физика» делает изложение не только глубже, но и, если можно так сказать, более «вместительным». Использование Курса приучает к компактности изложения, которая экономит время и позволяет рассказать (с общих позиций) много конкретного материала.

В. Л. Гинзбург

«КУРС» *

(памяти Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица)

Что такое теоретическая физика? Ответ кажется достаточно ясным из самого названия. Но это не вполне справедливо, и некоторые пояснения представляются здесь необходимыми.

В словаре русского языка С. И. Ожегова дается такое определение физики: «Одна из основных областей естествознания, наука о свойствах и строении материи, о формах ее движения и изменения, об общих закономерностях явлений природы». В общем довольно точно сказано и, во всяком случае сейчас, мы можем удовлетвориться этим определением.

Физика строилась и продолжает развиваться в результате специально проводимых экспериментов или наблюдений движения небесных тел и некоторых природных явлений на Земле, а также путем анализа полученных таким образом данных. На простейшем уровне анализ наблюдений и экспериментального материала может носить качественный характер или сводится к установлению причинных связей и математической (в частности, статистической) обработке рядов наблюдений. Но затем необходимо более глубокое исследование природы наблюдаемого явления или эффекта, понимание его места в физике в целом, количественное рассмотрение. На этом этапе неизбежно использование математических методов, ибо математика — это один из языков физики, необходимый язык всякой количественной науки. Так и получается, что в физике, и особенно в тесно примыкающей к ней астрономии (ограничимся здесь только этими областями естествознания), весь путь рука об руку проходят эксперимент (или наблюдения) и теория, теория и эксперимент.

Теоретическая физика — это область физики, которая посвящена пониманию и обобщению экспериментальных данных, выявлению единства ряда внешне различных явлений, математической формулировке физических представлений и законов, анализу вытекающих из этих законов следствий.

Не претендую на то, что такое определение является лучшим из возможных, Но я ведь и не предлагаю обогатить им словарь русского языка. Суть же дела, как можно надеяться, ясна. Ее, этой сути, пришлось коснуться потому, что теоретическую физику иногда пытаются свести к использованию в физике математических методов. В лучшем случае здесь имеет место отождествление теоретической физики с так называемой математической

* Наука и жизнь. 1986. № 3. С. 86.

физикой. Последнее название, все реже используемое, применялось преимущественно, когда речь шла о решении дифференциальных уравнений, встречающихся в физике. Сейчас и этот круг вопросов чаще относят к теоретической физике, но, главное, теоретическая физика значительно шире. Классическая (ньютоновская) механика, теория электромагнитного поля (уравнения Максвелла и т. д.), специальная и общая теория относительности, квантовая механика — все это главы теоретической физики. Когда сравнительно недавно мои коллеги-физики и я столкнулись с утверждением, что «квантовая механика — это на 80% математика», мы просто рассмеялись. Достаточно сказать, что практически весь математический аппарат, используемый в квантовой механике, был известен до ее создания. А вот сама квантовая механика, как и теория относительности, — величайшие достижения физики и, собственно, всего естествознания в нашем столетии. Сводить эти теории, их содержание и применение к соответствующему математическому аппарату просто абсурдно.

Теоретическая физика, как ясно из сказанного, ровесница самой физики. Другое дело, что название «теоретическая физика» в прошлом не применялось, да и физика нередко называли или в какой-то мере отождествляли с «натуральной философией». Насколько я знаю, не использовались до нашего века и названия «физик-теоретик» и «физик-экспериментатор». В зависимости от природных склонностей и способностей, жизненной судьбы и конкретного состояния физики и астрономии одни физики и астрономы концентрировали свое внимание на экспериментах или наблюдениях, а другие на теории — обработке результатов измерений, их количественной интерпретации.

Так, Коперник сам мало наблюдал, и на современном языке его следовало бы отнести к теоретикам. То же можно сказать о Кеплере. А вот Тихо Браге — типичный наблюдатель. Галилей — в основном экспериментатор и наблюдатель. Ньютон — в первую очередь теоретик, но он и много экспериментировал. Фарадей был «чистым» экспериментатором, а Максвелл — теоретиком, хотя и не чуждым эксперименту. Но, главное, все эти великие люди были мыслителями, астрономами и физиками, а относительная роль эксперимента (наблюдений) и теории в их деятельности в значительной мере определялась ситуацией, стоявшими задачами. Коперник мог опираться на уже имевшиеся результаты наблюдений, его основная цель состояла в анализе этих результатов на основе гелиоцентрической системы. Галилей не мог не экспериментировать и не наблюдать, ибо не было до него соответствующих экспериментов и наблюдений. Ньютон, хотя именно он заложил основы небесной механики (теории движения небесных тел — планет, Луны и т. д.), мог не заниматься астрономическими наблюдениями и их обработкой — это до него сделали другие (так, например, Ньютон вывел из уравнений механи-

ки законы Кеплера, обобщившие наблюдения движения планет). Максвелл опирался на результаты экспериментов Фарадея. В общем с развитием науки, расширением ее фронта, увеличением числа физиков и астрономов происходило разделение труда. Так и появились, практически только в текущем столетии, профессии: физик-теоретик и физик-экспериментатор. Уже всех создателей теории относительности и квантовой механики (Планка, Эйнштейна, Бора, де Бройля, Шрёдингера, Гейзенберга, Дирака и ряда других) можно назвать физиками-теоретиками (исключением стал Ферми, который был и теоретиком и экспериментатором). Но нужно ли говорить, что они ничего не смогли бы сделать, если бы не опирались на экспериментальные данные, полученные их предшественниками — физиками или их современниками — физиками-экспериментаторами.

Чтобы завершить первую часть настоящей статьи, остается сделать еще несколько замечаний.

Во-первых, при том понимании теоретической физики, которое изложено выше и которое я считаю по своей сути совершенно правильным, теоретическая физика играет роль стержня, стенового хребта физики. Особенно это ясно в наши дни, когда физика колоссально разрослась и разветвилась. То, что объединяет физику твердого тела, кристаллофизику, оптику, акустику, физику космических лучей, ядерную физику и все другие многочисленные направления и области современной физики, — это именно теоретическая физика — классическая механика, теория относительности, квантовая механика и другие ее разделы.

Во-вторых, такое главенствующее в известном смысле место теоретической физики во всей физике или в какой мере не означает, что физики-теоретики аналогичным образом занимают какое-то главенствующее положение среди физиков. Дело просто в том, что теоретическая физика — неотъемлемая часть физики, принадлежащая всем физикам. Более того, тот, кто не знает и не умеет использовать теоретическую физику (в каких пределах — это другой вопрос), вообще не может считаться физиком. Это все равно как нельзя себе представить врача, не знающего анатомию, или юриста, незнакомого с уголовным кодексом.

В-третьих, существенные открытия происходят иногда на базе теории, ее предсказаний. Однако даже чаще открытия оказываются совершенно неожиданным результатом проводимых экспериментов или наблюдений. Тем очевиднее необоснованность противопоставления в физике эксперимента и теории.

Поскольку теоретической физикой в той или иной мере занимается, таким образом, все физики, иногда не так-то легко определить, кто же из них является физиком-теоретиком. Нередко такое «звание» присваивается лишь по негативному признаку: если физик проводит различные вычисления, решает те или иные задачи и не занимается экспериментом, его называют тео-

ретиком. В настоящее время к числу физиков-теоретиков относят часто и математиков по образованию и способу мышления, концентрирующих свое внимание на различных вопросах теоретической физики. Вообще между многими специальностями и специализациями в математике, физике, астрономии, геофизике, биофизике и т. д. отсутствуют четкие перегородки как по существу, так и в отношении наименования специальностей. Здесь есть вопросы, которые было бы небезынтересно обсудить, но этому нет места в настоящей статье. Быть может, уместно лишь заметить, что специальность «физик-теоретик» особенно широка по сравнению с большинством других — таких, как оптик, акустик, радиофизик, «ядерщик» (специалист в области физики ядра) и т. д. и т. п. Это и понятно, поскольку теоретическая физика пронизывает всю физику. А один из результатов таков: физики-теоретики (точнее, те, кого называют или считают физиками-теоретиками) нередко плохо понимают друг друга — уж очень они в ряде случаев различны по стилю работы, используемым математическим методам и т. д. Но все же, если они действительно физики, у них есть общий язык — язык теоретической физики.

Научить языку теоретической физики или, если угодно, основам и методам теоретической физики — такова одна из главных, а быть может, и главная задача физического образования. Фундамент закладывается в школе. Второй этап — университетский курс так называемой общей физики, традиционно состоящий из механики, электричества, термодинамики и молекулярной физики, оптики и атомной физики. Считается иногда, что в этом курсе теоретическая физика не представлена. Но именно только считается. Достаточно посмотреть любой современный курс общей физики, например лучший из мне известных, курс Д. В. Сивухина, чтобы убедиться, насколько значителен там удельный вес теоретической физики — сформулированных математически физических законов, их обсуждения и анализа, пусть и простыми математическими методами. Кстати сказать, и сам Д. В. Сивухин — физик-теоретик. Один из крупнейших физиков-теоретиков современности, Р. Фейнман, — также автор широко известного, хотя и нестандартного, курса общей физики.

Следующим этапом на пути физического образования, обязательным на всех физических факультетах университетов и других вузов, являются специальные курсы теоретической физики. Они по тематике в значительной мере повторяют курс общей физики, но уже на таком математическом уровне, который необходим (хотя и далеко не всегда достаточен) для практической работы физика. Различным главам теоретической физики посвящено много учебников и учебных пособий. Встречались и многотомные курсы теоретической физики, написанные одним или двумя авторами. Я видел такие курсы в молодости, но сейчас не стану их вспоминать. Для советских физиков и, думаю, для физиков всего

мира уже немало лет существует и широко известен один курс теоретической физики — Курс Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица. Слово «курс» написано выше с большой буквы не случайно. Подобно библии, которую было принято (да и сейчас иногда принято — не берусь точно сказать где и когда) писать с большой буквы, тома курса Ландау и Лифшица многие советские физики в разговорах, пусть и шутливо, называли и называют Книгами с большой буквы.

Курс «Теоретическая физика» Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица состоит из 10 томов. Их названия таковы:

- I. Механика.
- II. Теория поля.
- III. Квантовая механика (нерелятивистская теория).
- IV. Квантовая электродинамика.
- V. Статистическая физика. Ч. 1.
- VI. Гидродинамика.
- VII. Теория упругости.
- VIII. Электродинамика сплошных сред.
- IX. Статистическая физика. Ч. 2 (теория конденсированного состояния).
- X. Физическая кинетика.

Общий объем курса — около 5300 страниц (!).

Создание Курса, задуманное Л. Д. Ландау около 50 лет назад, — поистине титанический труд.

Подробнее на содержании Курса здесь нет возможности останавливаться, желающие сами могут с ним познакомиться (книги Курса имеются, конечно, в любой научной библиотеке). Разумеется, по количеству материала Курс далеко превосходит объем курсов теоретической физики, которые читаются студентам. Но практически все, что нужно для обучения, в Курсе представлено. Остальной материал используется физиками в их повседневной работе. Книги Курса, таким образом, это одновременно и учебник, и своего рода энциклопедия, и справочник, если понимать последний термин достаточно широко. Вместе с тем не нужно думать, что за пределами Курса не остались вопросы, которые можно отнести к теоретической физике. Конечно, такие вопросы имеются, как подчеркивали и сами авторы Курса. Да иначе и быть не может, ибо нельзя объять необъятное.

Стремление отразить в Курсе огромный материал и вместе с тем изложить все четко и с единых методических позиций потребовало исключительных усилий, о чем еще пойдет речь ниже. Сейчас хочется подчеркнуть, что в силу указанных требований при освещении того или иного вопроса, для доказательств и вывода высказываемых утверждений в Курсе выбирается один какой-либо путь, представлявшийся авторам наилучшим или наиболее подходящим для их целей. Между тем, как известно, почти

любое нетривиальное заключение можно и обычно полезно осветить с различных сторон, привести разные доказательства, указать на различные аналогии. И в зависимости от способностей изучающих, типа их мышления и склонностей не всем из них предлагаемые в Курсе подходы и выводы покажутся наилучшими. Мне, например, использование принципа наименьшего действия как исходного при изложении даже механики не кажется наиболее прозрачным (то же, впрочем, относится и к теории поля). Здесь, правда, нужно учитывать тот факт, что уравнения механики и уравнения электромагнитного поля получаются уже в курсе общей физики, причем, конечно, не вариационным методом.

Цель этого замечания состоит в том, чтобы подчеркнуть следующее: при всех исключительных достоинствах Курса Ландау и Лифшица не следует его канонизировать и фетишизировать — это было бы чуждо духу современной науки, противоречило бы убеждениям самих авторов Курса. Практический же вывод из сказанного таков: изучающие теоретическую физику, как, впрочем, и любую другую науку, не должны ограничиваться одним курсом, даже если это Курс с большой буквы. Если вам (я обращаюсь сейчас в основном к студентам) в Курсе Ландау и Лифшица что-то недостаточно понятно или как-то не возникло удовлетворения выводом, посмотрите и другие книги на ту же тему, их немало по любому из разделов Курса.

Курс «Теоретическая физика» Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица начал издаваться еще до войны (первое издание тома V — 1938 г., а тома II — 1941 г.). Последние тома, IX и X, появились соответственно в 1978 и 1979 гг. Почти все тома выходили несколькими изданиями, причем всегда в дополненном и переработанном виде. Менялась несколько и структура курса. Например, том VI ранее был посвящен всей механике сплошных сред. Сейчас же издается переработанный и существенно дополненный новым материалом том VI — «Гидродинамика» и находится в печати новое издание тома VII — «Теория упругости». Хотя книги Курса выходили тиражами в десятки тысяч экземпляров, они почти моментально расходились, и купить их сейчас невозможно. В 1962 г. Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшицу за вышедшие к тому времени тома Курса была присуждена Ленинская премия. Курс получил мировую известность — на 6 языках (английском, немецком, французском, японском, итальянском и венгерском) он переводится полностью, еще на 10 языках вышли отдельные тома. Думаю, что не существует научных книг советских авторов, получивших более широкое международное признание, чем тома Курса Ландау и Лифшица. Сам я имею на этот счет лишь ограниченные сведения — заметил ряд благоприятных рецензий и видел за границей тома Курса у всех физиков, в кабинеты которых приходилось заходить. Но фактически известно очень мно-

го откликов на тема Курса, некоторые из них приведены в статье М. И. Каганова¹. Там же читатели найдут ряд замечаний о Курсе, которые во многом дополняют настоящую статью.

Некоторые читатели, возможно, недоумевают: почему я решил именно сейчас написать о Курсе «Теоретическая физика» Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица, ведь он издается почти 50 лет, а последний новый том появился в 1979 г. Увы, ответ на этот вопрос печальный — в каком-то смысле я пишу некролог.

29 октября 1985 г. на 71-м году жизни скончался Евгений Михайлович Лифшиц. Он начал путь физика-теоретика в Харькове, где в 1932 г. по счастливому стечению обстоятельств начал работать и преподавать Лев Давидович Ландау (22.I 1908—1.IV 1968). Уже в 19-летнем возрасте — в 1934 г. — Е. М. Лифшиц опубликовал свою первую научную работу (совместно с Л. Д. Ландау). В следующем, 1935 г. появляется уже не просто добротное исследование, а знаменитая сейчас работа Ландау и Лифшица, посвященная теории ферромагнетиков. В дальнейшем, в 1937, 1939 и 1941 гг., были опубликованы работы самого Евгения Михайловича, посвященные соответственно физике плазмы, теории диссоциации дейтронов при столкновениях и теории фазовых переходов. В 1944 г. он указал, как можно возбуждать второй звук в сверхтекучем гелии, а в 1954 г. построил теорию молекулярных (Ван-дер-Ваальсовых) сил, действующих между конденсированными телами. В 1946 г., а затем на протяжении ряда лет, в том числе в последние годы, Е. М. Лифшиц занимался космологией, причем получил в этой области первоклассные результаты.

В последние годы жизни Евгению Михайловичу удалось побывать во многих странах, причем в основном в связи с приглашениями прочесть лекции или доклады по вопросам космологии. Эти лекции и доклады по стилю чем-то напоминали, естественно, Курс — отличались исключительной четкостью и ясностью в сочетании с умением за какой-нибудь час изложить очень большой материал.

Заслуги Е. М. Лифшица были признаны не только у нас, где он был избран сначала членом-корреспондентом, а затем и действительным членом (академиком) Академии наук СССР, но и во всем мире. Достаточно сказать, что Е. М. Лифшиц был выбран иностранным членом Лондонского королевского общества, что с основанием считается высокой честью.

Несомненно, исследования, выполненные Е. М. Лифшицем, поставили его в ряд выдающихся физиков-теоретиков. Но в наши дни выдающихся физиков-теоретиков в мире все же немало, а вот Курс «Теоретическая физика» Ландау и Лифшица только один. Поэтому, хотя я и высоко ценю научные результаты Е. М. Лиф-

¹ Каганов М. И. Энциклопедия теоретической физики // УФН. 1985. Т. 145, вып. 2. С. 349.

пища, думаю, что главным в его деятельности является Курс. Л. Д. Ландау нашел в Е. М. Лифшице не только достойного ученика и ближайшего друга, но и, я бы сказал, писателя. Обычно этот термин не применяется к авторам научных книг, да и я не собираюсь настаивать на таком словопотреблении. Но факт тот, что писать научные книги, даже когда их содержание известно, очень трудно. Сам Л. Д. Ландау, физик исключительного калибра, один из корифеев теоретической физики, писать не мог или, во всяком случае, так не любил, что почти никогда не писал даже собственные статьи, не говоря о книгах. Р. Фейнман, кстати сказать во многом напоминающий Л. Д. Ландау, сам своих многочисленных книг также не писал — все они, насколько знаю, представляют собой обработку его лекций или бесед. Напротив, Е. М. Лифшиц умел писать четко и выразительно. В статье одного известного американского физика при упоминании одного места в «Теории поля» (том II Курса) есть замечание о том, что результат изложен там «сжатой и выразительной прозой Е. М. Лифшица». Все 5300 страниц Курса написаны рукой Е. М. Лифшица, и его роль в формировании текста никогда не вызывала сомнений. Что же касается содержания, то в блеске Л. Д. Ландау место, занимаемое Е. М. Лифшицем, оставалось в тени. Признаю, что я и сам недооценивал роль Е. М. Лифшица. Будучи рецензентом одного из томов Курса, я имел, помню, разговор с авторами, в котором сообщил свои замечания, и мы их обсуждали. Ландау доминировал в этом разговоре, а мы оба (Лифшиц и я) выступали в роли учеников, отнюдь не бессловесных или безропотных, но все же предоставлявших Учителю сказать решающее слово. Помимо того факта, что Л. Д. Ландау был, бесспорно, выше нас по своему классу, здесь, однако, сказывалась и его манера вести полемику. Ландау ведь принадлежал к числу людей, способных победить в споре, даже когда был не прав (конечно, только в случае, когда он искренне заблуждался, но я и не знаю примеров, чтобы Ландау из каких-либо соображений отстаивал научное утверждение, в истинности которого в момент спора не был уверен).

Понять подлинную роль Е. М. Лифшица в создании Курса помог (такова парадоксальность человеческой жизни) трагический поворот судьбы. 7 января 1962 г. Л. Д. Ландау попал в автомобильную катастрофу. Он прожил еще 6 лет, но совсем уже не возвращался к работе. Об этом очень тяжелом периоде нельзя забыть, но и не хочется его вспоминать. Позволю себе лишь заметить, что во время болезни Ландау, когда его многочисленные ученики и коллеги дежурили в больнице, я своими глазами буквально увидел, как Евгений Михайлович любил Ландау и был ему предан. Обычно он, как и почти все мы, не позволял себе на людях показывать свои истинные теплые чувства, в трагической обстановке эти чувства проявились. Был Е. М. Лифшиц и

очень скромным по существу человеком. Вот один пример: к его 70-летию собирались, как это принято, поместить в «Успехах физических наук» юбилейную статью. Но Евгений Михайлович просил этого не делать (случай очень редкий; далеко не все, конечно, добиваются помещения юбилейных статей, хотя бывает и такое, но вот отказываются от помещения юбилейных статей лишь немногие). Редакция нашла выход, опубликовав вместо юбилейной статью М. И. Каганова о Курсе, на которую я уже ссылался выше.

К 1962 г., когда Л. Д. Ландау не смог уже больше работать, оставались ненаписанными три (тома IV, IX и X) из десяти задуманных томов Курса; кроме того, необходимо было переиздать с исправлениями и дополнениями вышедшие ранее тома. Если память не изменяет, я считал, и так, вероятно, думали многие, что Курс останется незавершенным. Но Е. М. Лифшиц решил иначе, 23 последних года жизни он посвятил в основном окончанию и переизданию Курса и с честью выполнил эту грандиозную задачу. К счастью, Евгений Михайлович нашел в лице Льва Петровича Питаевского, ученика Ландау более молодого поколения, достойного соавтора. Вместе они написали тома IV, IX и X (соавтором тома IV был также В. Б. Берестецкий), подготовили к переизданию другие тома. Для выполнения всей этой программы пришлось переработать огромный новый материал. Конечно, будь жив Ландау, новые тома и новые издания «старых» томов были бы несколько иными, отражали его бесценные научные знания и глубину понимания физики. Но то, что сделано Е. М. Лифшицем и Л. П. Питаевским, — это не суррогат, а полноценный вклад в Курс. Удивляться этому не следует, поскольку речь идет об учениках Ландау, впитавших в себя не только фактические знания, но и подход и методологию Ландау. Вместе с тем стал особенно очевидным и вклад Е. М. Лифшица в то, что было сделано еще при жизни Ландау. Кстати сказать, о самом Л. Д. Ландау я здесь мало пишу, поскольку могу сослаться на свою заметку «О Льве Давидовиче Ландау», помещенную в книге «О физике и астрофизике» (М.: Наука, 1985). На мой взгляд, лучшая биография Л. Д. Ландау, хотя и краткая, принадлежит Е. М. Лифшицу — она помещена в конце т. 2 «Собрания трудов Л. Д. Ландау» (М.: Наука, 1969).

Курс «Теоретическая физика» после кончины Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица превратился в памятник, который они себе себе воздвигли. Те, для которых, подобно мне самому, Лев Давидович и Евгений Михайлович были коллегами и друзьями, мемориальная сторона Курса, если можно так выразиться, важна и дорога. Но для бесчисленных читателей Курс «Теоретическая физика» Ландау и Лифшица — это учебник и энциклопедия, это руководство к действию, орудие труда. Мы помним об этом, не забудем и не дадим забыть тем, кто недостаточно понимает значение Курса.

Сейчас, когда одной из основных задач, стоящих перед страной, является ускорение научно-технического прогресса, особенно широко обсуждаются вопросы о соотношении между фундаментальными и прикладными исследованиями, о месте и роли так называемой фундаментальной науки. Не буду развивать здесь хорошо известные и совершенно бесспорные положения о том, что прикладная наука и техника не могут нормально развиваться, а в широком плане даже и существовать без фундаментальной науки. Очевидно также, что фундаментальная наука — это проявление, плод определенных творческих способностей и потребностей человека, аналогично тому, как искусство и литература являются проявлением и плодом творчества и потребностью людей иного склада. То, что представляется здесь уместным, так это напомнить, что теоретическая физика — это как раз типичная фундаментальная наука. Обойтись же без теоретической физики не может ни одно прикладное физическое исследование, а в конечном счете и почти ни одна инженерная и естественнонаучная дисциплина — их корни уходят в физику, а значит, и в теоретическую физику. Отсюда очевидно, сколь важна роль теоретической физики — ее изучения и развития — для ускорения научно-технического прогресса. Ясна в этом деле и роль Курса Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица, по которому учились, учатся и еще долго будут учиться все физики, да и не только физики.

В свете сказанного не могу не заметить, что некоторые тома Курса выходят явно заниженными тиражами. Так, если тома I и II были изданы в 1973 г. тиражом в 70 000 экземпляров каждый, то том VI («Гидродинамика») выходит сейчас тиражом лишь в 36 000 экземпляров². И это несмотря на то, что не только тома I и II, но и вышедший в 1982 г. вторым изданием том VIII («Электродинамика сплошных сред») при тираже в 40 000 моментально был распродан. При этом дело не в нехватке бумаги. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», издающая Курс с любовью и на максимально доступном ей высоком уровне, готова была издать «Гидродинамику» любым тиражом за счет имеющегося общего лимита бумаги. Указанный же тираж установлен книготоргующими организациями на основе их совершенно порочной «системы» определения тиражей. Об этом уже много раз упоминалось в печати. На примере Курса Ландау и Лифшица полная некомпетентность тех, кто у нас определяет тиражи, особенно очевидна — известны же тиражи предыдущих томов Курса и то, как они быстро расходились. Но вместо того, чтобы руководствоваться этими очевидными показателями, исходят из «заявок», поступающих в магазины. Между тем подавляющее большинство читателей никаких заявок не подают (я и сам этого не делаю), а надеются

² Вышел тиражом 36 300 экз.— *Примеч. ред.*

ся пойти в магазин и купить нужную книгу. Находят же они в магазинах в большинстве случаев (имею в виду книги по физике и астрономии) сообщение о том, что книга продается только по заявкам или вообще распродана. Книги у нас очень дешевы, английские их переводы на Западе стоят в десятки, а то и в сотни раз дороже. Несомненно, дешевизна книг у нас — большое социальное завоевание. Но это завоевание становится лишь символическим, если книгу вообще нельзя купить, а она принадлежит к числу тех, которые нужно иметь у себя (нельзя же книгу, необходимую для повседневной работы, брать в библиотеке). Пора покончить с таким безобразием, и это можно сделать, ибо, повторяю, дело в первую очередь не в недостатке бумаги (зайдите в любой книжный магазин и вы увидите, сколько издано книг, тиражи которых были завышены, и поэтому книги остались нераспроданными), а в неумении и нежелании изучать спрос и определять тиражи со знанием дела, а не бюрократически.

Евгений Михайлович Лифшиц все время думал об улучшении Курса. В специальных тетрадках он записывал обнаруженные опечатки и различные замечания и соображения, которые можно было бы учесть при переиздании томов Курса. Всегда, когда я что-либо замечал в Курсе, требующее, на мой взгляд, уточнения или отражения, то немедленно звонил Е. М. Лифшицу. Так поступали, вероятно, и многие другие. Свои тетрадки Евгений Михайлович брал с собой и в отпуск, и в больницу. Когда незадолго до безвременной смерти Е. М. Лифшица я навещал его в больнице, речь, как и всегда, опять коснулась Курса, различных необходимых дополнений. Такое отношение к своему делу, глубокая ему преданность, является лучшим проявлением профессионализма. Молодые люди должны учиться на таких примерах.

Курс «Теоретическая физика» Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица прожил почти полвека, сейчас он в расцвете сил и еще не одно десятилетие может и должен служить свою службу. Для этой цели необходимо под руководством Л. П. Питаевского переиздать все тома Курса, конечно внося в них необходимые уточнения, в большой мере уже намеченные Е. М. Лифшицем.

Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц ушли, но их дело живет. Созданный ими Курс — огромное богатство, которое нужно хранить и умело использовать.

ЛАНДАУ. БОР. КАПИЦА

Письма 1936—1941 гг.

ОТ ПУБЛИКАТОРА *

Лев Давидович Ландау, к сожалению, копий своих писем не оставлял и полученные им письма не хранил. Когда несколько лет назад решено было издать сборник писем Нильса Бора к советским физикам, выяснилось, что писем Бора к Ландау в Москве нет. Мы обратились тогда к Институту теоретической физики в Копенгагене с просьбой прислать ксерокопии всего, что сохранилось у них из переписки Ландау и Бора. Институт Нильса Бора охотно откликнулся на нашу просьбу и прислал в Институт физических проблем большой конверт ксерокопий. Материалы 1936—1938 гг. из этого конверта и составили основу публикуемой ниже подборки.

В эту подборку мы включили также письма и документы того же примерно времени из личного архива П. Л. Капицы. В марте 1937 г. Ландау стал сотрудником Института физических проблем, в апреле следующего года он был арестован по ложному обвинению. Капица решительно выступил в его защиту и добился его освобождения. В настоящей подборке публикуются письма П. Л. Капицы в защиту Льва Давидовича и его переписка с В. А. Фоком 1941 г. о выдвижении кандидатуры Ландау в члены-корреспонденты АН СССР. Частично эти письма публиковались в журнале «Огонек» (1988. № 3). Большая выдержка из письма Н. Бора Сталину была опубликована академиком АН БССР М. А. Ельяшевичем в № 9 (1988 г.) журнала «Огонек».

Письма на немецком и английском языках даны в переводе публикатора. Несколько писем перевел А. В. Чубуков.

От имени редколлегии сборника передаем глубокую благодарность профессору О. Бору и доктору Э. Рюдингеру за любезно присланные ксерокопии писем Н. Бора и Л. Д. Ландау.

Л. Д. ЛАНДАУ — Н. БОРУ

13 апреля 1936, Харьков

Дорогой господин Бор!

Большое, большое спасибо за Ваше письмо. Этот месяц я был в Москве и Ленинграде и Ваше письмо получил только пару дней назад. Мой «Париж» весной не состоится. У меня было страшно много забот до самого последнего времени, так что я никак не мог собраться заняться этим делом, а теперь, наверное, уже и не успеть на эту весну. Сейчас заботы более или менее закончились, и я бы с удовольствием приехал в Копенгаген, если

* Публикация и примечания П. Е. Рубинина.



*Л. Д. Ландау (стоит) поздравляет П. Л. Капицу с 50-летием.
9 июля 1944 г.*

Сидят слева направо: А. Н. Крылов, Л. Н. Толстая, П. Л. Капица, Л. П. Орлова,
А. Ф. Иоффе, П. Г. Стрелков

удастся проделать за оставшееся время все необходимые формальности. Мне было бы поэтому очень важно знать точную дату начала конференции. Было бы очень мило со стороны Плачека, если бы он держал меня в курсе дела.

К Вашему пятидесятилетию желаю Вам много-много счастья. Делаю это, к сожалению, с опозданием. Я все время собирался написать статью для юбилейного сборника, но, к сожалению, по причине забот не было настроения, а потом уже было поздно. Мне хотелось бы, однако, подчеркнуть, что, как и всегда раньше, Вы всегда можете рассчитывать на мою «верность».

Ваш Ландау

Р. S. Сердечные поздравления госпоже Бор и детям.

Н. БОР — Л. Д. ЛАНДАУ

25 апреля 1936, Копенгаген

Дорогой Ландау!

Ваше дружеское письмо вновь оживило в памяти те радостные и незабываемые часы, которые мы провели вместе здесь и в России, но было очень грустно узнать, что Вам с тех пор пришлось

вынести много тяжелых забот. Мы были бы очень рады, если бы могли вскоре увидеть Вас здесь, и я очень надеюсь на то, что Вы сможете в июне принять участие в нашей конференции по атомной физике. Эта конференция состоится 14—20 июня. Мы надеемся, однако, что Вы сможете остаться здесь на несколько недель. Кстати, с 21 по 28 июня в Копенгагене будет проходить философский конгресс, на котором будут в основном дискутироваться вопросы причинности в физике и биологии. Но Вы ни в коем случае не должны чувствовать себя обязанным уделять ему больше внимания, чем Вам захочется.

С сердечным приветом от нас всех, и в особенности от моей жены.

Ваш Н. Бор

Р. С. Плачек уехал сейчас ненадолго в Америку, но в июне будет снова здесь.

Л. Д. ЛАНДАУ — Н. БОРУ

10 ноября 1936, Харьков

Дорогой господин Бор!

Поскольку прилагаемая работа представляет собой, по-видимому, развитие Ваших представлений о ядрах, может быть, она Вас заинтересует. Если же работа покажется Вам скучной, то Вам, конечно, нет необходимости ее читать.

С сердечным приветом

Ваш Л. Ландау

Р. С. Я слышал, что Вы в ближайшее время собираетесь приехать в Союз. Вот было бы хорошо! С моими предполагаемыми поездками ничего, по-видимому, не получится, и меня начинает уже охватывать страх, не разовьюсь ли я в печальном одиночестве в патолога.

П. Л. КАПИЦА — П. ДИРАКУ

17 февраля 1937, Москва

Дорогой Поль!

Я получил твое письмо, но и до него я уже слышал о важных изменениях в твоей личной жизни. Надеюсь, что они принесут тебе счастье. Нам очень хочется познакомиться с твоей женой и подружиться с ней. Мы надеемся, что этим летом вы вместе приедете в СССР и остановитесь у нас так же запросто, как ты это делал, когда был холостяком...

Что касается теоретика, то я встретился с Вайскопфом и он сказал, что до осени он будет у Бора, а затем, если у него не будет других перспектив, он вполне готов приехать. Я терпеть не могу людей, которые говорят, что приедут сюда, если не найдут ничего лучшего.

Тем временем Ландау мне сказал, что он хотел бы приехать сюда, чтобы работать со мной, и я согласился взять его. Он не уступает никому из тех теоретиков, которые собирались к нам приехать, а поскольку он русский, у меня будет меньше с ним хлопот, чем с иностранцем¹.

Нильс Бор приезжает сюда в мае на пути из США домой. С удовольствием повидаяю его здесь.

Я надеюсь, что ты счастлив и работаешь тебе хорошо.

Самые лучшие пожелания и сердечные приветы вам обоим от нас обоих.

Всегда твой П. Капица

¹ В феврале 1936 г. П. Л. Капица предложил возглавить теоретический отдел вновь созданного Института физических проблем Максу Борну. У Борна, который в 1933 г. эмигрировал из Германии, возникли в это время трудности с работой. Предложение Капицы вызвало оживленную переписку, в которой приняли участие и жены Капицы и Борна. М. Борн собрался уже приехать в СССР на месяц в сентябре 1936 г., чтобы на месте решить, принимать ли ему предложение Капицы. Были уже куплены билеты и получены визы. Но тут освободилось место профессора в Эдинбургском университете, это место предложили Борну, и он остался в Англии.

После того как выяснилось, что Борн не приедет, Капица в августе 1936 г. обсуждал вопрос о руководителе теоретического отдела ИФП с Дираком, который гостил у него в Москве. 22 сентября 1936 г. Дирак пишет Капице из Копенгагена: «Я обсуждал с Бором вопрос о теоретике для твоего института, и мы думаем, что, по-видимому, Вайскопф — самый подходящий для тебя человек...» 30 октября 1936 г. Дирак снова пишет: «На мой взгляд, Вайскопф — самый для тебя подходящий человек... К тому же он уже бывал в СССР, и ему там нравится, и он немного выучил язык... В любом случае он поедет в СССР, чтобы посетить Харьков, и он заедет к тебе, когда будет проездом в Москве. Я дал ему адрес твоего института...»

П. Л. КАПИЦА — В. М. МОЛОТОВУ

28 марта 1937, Москва

Два года назад, когда я взял на себя организацию Института физических проблем, мы тщательно обсуждали с В. И. Межлауком вопросы кадров. Мы достигли полного единодушия, считая, что в институте должны быть созданы такие условия для научных работников, при которых им не приходилось бы думать о совместительствах, так как совместительство является одним из основных недостатков организации нашей научной работы. Это положение неуклонно проводилось при организации института, и в данный момент ни один сотрудник, начиная с директора, не занимается совместительством.

С этого месяца ко мне идет работать тов. Л. Д. Ландау¹ —

¹ Л. Д. Ландау был зачислен на работу в Институт физических проблем 16 марта 1937 г.

доктор физики, один из самых талантливых физиков-теоретиков у нас в Союзе. Цель его привлечения — занятие всеми теоретическими научными вопросами, которые связаны с экспериментальной работой нашего института. Опыт показывает, что совместная работа экспериментальных работников с теоретиками представляет собой лучшее средство, чтобы теория не была оторвана от эксперимента и в то же время экспериментальные данные получали должное теоретическое обобщение, а у всех научных сотрудников воспитывался широкий научный кругозор.

Л. Д. Ландау работал в Украинском физико-техническом институте, получая там оклад 1500 руб., и одновременно заведовал кафедрой в Харьковском университете, читая там общий курс и получая за это еще 200 руб. Основываясь на договоренности с тов. В. И. Межлауком, я просил Президиум Академии наук СССР утвердить ему суммарный персональный оклад в 1700 руб. Президиум Академии наук СССР отказался это сделать и установил ему оклад в 1500 руб., основываясь на том, что *педагогическую работу нельзя рассматривать как совместительство*.

Такое решение Президиума Академии наук СССР имеет очень большое принципиальное значение вообще, а в особенности для нашего института. Очевидно, что после такого решения я не могу запретить Л. Д. Ландау взять на себя любую педагогическую нагрузку, иначе он окажется в худших материальных условиях, чем в Харькове. Этим создается прецедент и для всех остальных сотрудников института, я не в силах буду приостановить их педагогические совместительства, а это испортит весь рабочий дух, так тщательно создававшийся в продолжении этих двух лет.

Ввиду того что упомянутое решение Президиума Академии наук, как мне кажется, противоречит основной договоренности с В. И. Межлауком об организации работы руководимого мной института, я считаю возможным апеллировать к Вам с тем, чтобы Президиум Академии наук СССР пересмотрел свое решение...

Директор Института физических проблем
Академии наук СССР
П. Л. Капица

Л. Д. ЛАНДАУ — Н. БОРУ

5 ноября 1937, Москва

Дорогой господин Бор!

Посылаю Вам статью о звездной энергии, которую я сочинил. Если Вы обнаружите в ней какой-нибудь физический смысл, пошлите ее, пожалуйста, в «Nature»¹. Если это для Вас не со-

¹ На письме вверху, по-видимому, рукой Бора написано: «13.XI отправлено в „Nature“, послано письмо Капице!»

ставит большого труда, я был бы очень рад узнать Ваше мнение об этой работе.

С сердечным приветом

Ваш Л. Ландау

Н. БОР — П. Л. КАПИЦЕ

13 ноября 1937, Копенгаген

Дорогой Капица!

Я глубоко взволнован красотой и глубиной Ваших слов о Резерфорде в Вашем письме от 7 ноября, которое я только что получил, и я пользуюсь случаем послать Вам в качестве скромного ответа копию краткого сообщения в «Приложение к „Nature“» в его память, которое я послал сегодня редактору. Надеюсь, что несколько дней назад Вы получили несколько строк от меня после моего возвращения с похорон Резерфорда, где мы все думали о Вас с глубокой симпатией. Я писал Вам тогда, что вскоре напишу о приезде сюда Ландау, которого я жду. Сегодня я могу только добавить, что я прочитал его небольшую статью о ядрах звезд с большим удовольствием и восхищением. Надеюсь, что она скоро появится в «Nature», куда я послал ее¹. Скажите ему об этом, пожалуйста.

С самыми сердечными пожеланиями Вам и всей Вашей семье от моей жены и

всегда Вашего Н. Бора

¹ Статья Л. Д. Ландау «Об источниках звездной энергии» была опубликована в ДАН СССР (1937. Т. 17. С. 301) и в «Nature» (1938. Т. 141. С. 333).

ОБМЕН ТЕЛЕГРАММАМИ МЕЖДУ ГАЗЕТОЙ «ИЗВЕСТИЯ» И НИЛЬСОМ БОРОМ

16 ноября 1937, Москва

Сообщите, пожалуйста, Ваше мнение о работе профессора Ландау. Телеграфируйте, пожалуйста, Ваше краткое заключение.

Редакция «Известий»

16 ноября 1937, Копенгаген

Новая идея профессора Ландау о нейтронном ядре массивных звезд в высшей степени прекрасна и многообещающа. Буду счастлив прислать краткий отзыв об этой и более ранних работах Ландау. Сообщите, пожалуйста, более точно, для чего требуется мое мнение.

Бор

17 ноября 1937, Москва

Мы хотели бы опубликовать Ваш отзыв в нашей газете в связи с обсуждением в научных учреждениях последней работы Ландау, касающейся нейтронного ядра¹.

Редакция «Известий»

¹ 23 ноября 1937 г. в газете «Известия» была опубликована без подписи заметка «Проблема источников звездной энергии» с подзаголовком «Работа проф. Л. Ландау». Приводим текст этой заметки.

«Научный сотрудник Института физических проблем Академии наук СССР проф. Л. Ландау сделал в институте доклад об источниках звездной энергии.

Проблема источников лучистой энергии звезд издавна занимает умы ученых. Впервые она была поставлена наиболее полно Гельмгольцем, который считал, что пополнение этой энергии происходит за счет энергии тяготения, получающейся при сжатии звезд. Но вскоре было доказано, что подобной энергии недостаточно для установления продолжительности существования хотя бы Солнца. Резерфорд первый указал, что источник энергии надо искать в радиоактивных процессах. Ряд попыток построить теорию радиоактивных процессов, происходящих на Солнце (являющемся одной из звезд), до сих пор не привел к определенным положительным результатам.

Проф. Л. Ландау выдвигает совершенно новую гипотезу о возможности таких радиоактивных процессов, как бы объединяя прежнюю гипотезу Гельмгольца с представлениями о радиоактивных явлениях. Проф. Л. Ландау объясняет происхождение звездной энергии конденсацией вещества внутри звезд, происходящей за счет перехода ядер атома и электронов в нейтроны. Материя в таком нейтронном состоянии внутри звезды может достигать колоссальных плотностей, в миллиард раз превышающих плотность вещества в обычном состоянии. В земных условиях кубический миллиметр вещества в указанном состоянии весил бы около 100 000 тонн. Энергии, выделяемой при такой конденсации вещества, оказывается достаточно, чтобы пополнять потери от излучения звездами лучистой энергии.

Доклад проф. Л. Ландау вызвал большой интерес советских физиков, и эта смелая идея дает одному из важнейших вопросов астрофизики новые жизненные силы. Есть все основания думать, что гипотеза Л. Ландау окажется плодотворной и даст возможность решить ряд других вопросов современной астрофизики.

Работа проф. Л. Ландау будет в ближайшее время опубликована в „Докладах Академии наук СССР“. Наряду с этим проф. Ландау послал свою работу известному физiku Нильсу Бору (Копенгаген, Дания). Редакция „Известий“ обратилась в профессору Бору с просьбой высказать свое мнение о работе Ландау. Нильс Бор дал весьма лестный отзыв о труде советского ученого, заявив, что „новая идея Л. Ландау прекрасна и многообещающа“.

Н. БОР — Л. Д. ЛАНДАУ

6 декабря 1937, Копенгаген

Дорогой Ландау!

Прилагаю гранки Вашего письма в «Nature», которые я только что получил. Вы, наверное, знаете из моего письма Капице, что мы все в институте находимся под большим впечатлением от

красоты Вашей идеи, которая нам кажется очень плодотворной.

В последнее время мы несколько раз обсуждали астрономические проблемы, причем наше внимание в основном было обращено на два сообщения Ф. Хунда и Б. Стрёмгрена, опубликованные в «*Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften*» соответственно в 1936 и 1937 гг. В сообщении Хунда подробно исследуется термодинамика нейтронного состояния вещества, а в сообщении Стрёмгрена обсуждаются недавние работы по исследованию внутреннего состава звезд, в особенности работы Чандрасекара, в которых утверждается, что в звездах, у которых измерены массы и светимости, по-видимому, не существует нейтронной коры. Хотя я и обещал редактору «*Nature*», что в целях сокращения времени мы сами просмотрим гранки, все же я считаю целесообразным отправить их Вам, чтобы Вы сами решили, согласны Вы с изложенными выше утверждениями или нет, и смогли внести те исправления или добавления в текст заметки, которые Вы сочтете нужными. Я бы попросил Вас вернуть прочитанные гранки в наш институт с тем, чтобы я затем отправил их в «*Nature*». В ближайшее время я сообщу Вам более определенную информацию относительно условий Вашего визита к нам, на который мы очень рассчитываем.

Сердечные приветы от моей жены, меня и всего института!

Ваш Н. Бор

Л. Д. ЛАНДАУ — Н. БОРУ

17 декабря 1937, Москва

Дорогой господин Бор!

Большое спасибо за Ваше дружеское письмо. Ссылку на Хунда я включил. Что касается Чандрасекара, то мне, к сожалению, не удалось найти статью Стрёмгрена. Буду Вам очень благодарен, если Вы сами внесете соответствующее примечание.

Самые сердечные приветы фру Бор и всем друзьям.

Ваш Л. Ландау

Н. БОР — Л. Д. ЛАНДАУ

4 января 1938, Копенгаген

Дорогой Ландау!

По возвращении из короткого отпуска я только что получил правленные гранки Вашей заметки для «*Nature*» с Вашим письмом, в котором Вы просите внести ссылки на работу Чандрасекара и Стрёмгрена. Но именно это я нахожу весьма затруднительным, так как не знаю, как Вы отнесетесь к этой работе. И хотя я сожалею, что буду причиной новой задержки с публикацией Вашей

заметки, мне думается, что лучше всего вернуть Вам снова гранки вместе с оттиском статьи Стрёмгрена в «Ergebnisse». Вас не должна беспокоить задержка с отправкой гранок в «Nature», поскольку перед Новым годом я написал редактору, что не буду сам править гранки, а посылаю их Вам, чтобы Вы их еще раз просмотрели перед публикацией. Редактору журнала я с самого начала высказал свое восхищение Вашей идеей.

С сердечным приветом и лучшими пожеланиями от всех нас
Н. Бор

Л. Д. ЛАНДАУ — Н. БОРУ

14 января 1938, Москва

Дорогой господин Бор!

Я только что приехал из Ленинграда и поэтому только вчера получил Ваше письмо. Я тщательнейшим образом проштудировал статью Стрёмгрена. Мне, однако, не удалось найти в ней чего-либо, что было бы в какой-то степени связано с моей работой. Лишь астрофизическая патология и нечто из уже известного из ядерной физики.

Поэтому при всем моем желании я не могу себе представить, как все эти общие рассуждения могут быть упомянуты.

С сердечным приветом

Ваш Л. Ландау

Л. Д. ЛАНДАУ — Н. БОРУ

1 февраля 1938, Москва

Дорогой господин Бор!

Я получил письмо от Мёллера и еще раз просмотрел приведенные места. Утверждения Стрёмгрена основываются на дикой эддингтоновской патологии, которая, как известно, ошибочна не в одном только пункте, а по всем пунктам. Разоблачить эту патологию в примечании к заметке в «Nature» совершенно невозможно. Подобное разоблачение было бы пространнее и сложнее, чем вся статья.

Сердечный привет Вам и фру Бор.

Преданный Вам Л. Ландау

П. Л. КАПИЦА — И. В. СТАЛИНУ

28 апреля 1938. Москва

Товарищ Сталин!

Сегодня утром арестовали научного сотрудника Института Л. Д. Ландау. Несмотря на свои 29 лет, он вместе с Фоком — самые крупные физики-теоретики у нас в Союзе. Его работы по

магнетизму и по квантовой теории часто цитируются как в нашей, так и в заграничной научной литературе. Только в прошлом году он опубликовал одну замечательную работу, где первый указал на новый источник энергии звездного лучеиспускания. Этой работой дается возможное решение: «почему энергия солнца и звезд не уменьшается заметно со временем и до сих пор не истощилась». Большое будущее этих идей Ландау признают Бор и другие ведущие ученые.

Нет сомнения, что утрата Ландау как ученого для нашего института, как и для советской, так и для мировой науки, не пройдет незаметно и будет сильно чувствоваться. Конечно, ученость и талантливость, как бы велики они ни были, не дают право человеку нарушать законы своей страны, и, если Ландау виноват, он должен ответить. Но я очень прошу Вас, ввиду его исключительной талантливости, дать соответствующие указания, чтобы к его делу отнеслись очень внимательно. Также, мне кажется, следует учесть характер Ландау, который, попросту говоря, скверный. Он задира и забияка, любит искать у других ошибки и когда находит их, в особенности у важных старцев, вроде наших академиков, то начинает непочтительно дразнить. Этим он нажил много врагов.

У нас в институте с ним было нелегко, хотя он поддавался уговорам и становился лучше. Я прощал ему его выходки ввиду его исключительной даровитости. Но при всех своих недостатках в характере мне очень трудно поверить, что Ландау был способен на что-либо нечестное.

Ландау молод, ему представляется еще многое сделать в науке. Никто, как другой ученый, обо всем этом написать не может, поэтому я и пишу Вам.

П. Капица

Н. БОР — Л. Д. ЛАНДАУ

5 июля 1938, Копенгаген

Дорогой Ландау!

Как Вы знаете, мы все здесь очень заинтересовались Вашей в высшей степени стимулирующей идеей относительно состава звезд и в последнее время активно включились в ведущиеся по этому вопросу дискуссии среди астрофизиков. Всем нам с нетерпением хочется узнать, каковы Ваши успехи в этом направлении. В настоящее время в институте активно обсуждаются новые возможности объяснения устройства ядерных сил, связанные как с открытием тяжелого электрона, так и главным образом с выводами Мёллера, который показал, что действительные решения уравнений Прока наиболее естественным образом описывают нейтральное поле, необходимое для обеспечения сил между одинаковыми частицами. Всем нам, конечно же, будет весьма приятно и

полезно обсудить с Вами эти открывающиеся возможности, и мы очень надеемся, что в этом году Вы снова сможете принять участие в нашей ежегодной конференции для бывших и нынешних сотрудников института, которую мы планируем провести в первую неделю октября.

Конечно же, в течение Вашего пребывания в Копенгагене Вы будете гостем института, который возьмет на себя также транспортные расходы, связанные с Вашим прибытием в Копенгаген и возвращением обратно. Для своевременного планирования конференции нам, однако, крайне важно как можно раньше узнать, сможем ли мы рассчитывать на Ваше присутствие.

Сердечные приветы и наилучшие пожелания всем общим друзьям в Москве от моей жены и меня.

Всегда Ваш
(Н. Бор)

Н. БОР — И. В. СТАЛИНУ

Осень 1938, Копенгаген

Только моя исключительная благодарность за деятельное и плодотворное сотрудничество с учеными Советского Союза, которым я имею счастье пользоваться уже в течение многих лет, и неизгладимое впечатление, которое произвел на меня во время многократных моих поездок в Советский Союз энтузиазм, с которым там столь успешно ведутся и поддерживаются научные исследования, побуждают меня привлечь Ваше внимание к одному из самых выдающихся физиков молодого поколения — профессору Л. Д. Ландау из Института физических проблем Советской академии наук.

Признание в научном мире проф. Ландау завоевал не только рядом очень значительных работ по атомной физике. Своим вдохновляющим влиянием на молодых ученых он решающим образом способствовал созданию в СССР школы физиков-теоретиков, давшей незаменимых работников для вновь построенных и столь щедро оборудованных лабораторий, в которых сейчас во всех районах СССР ведутся замечательные экспериментальные исследования.

В течение многих лет я имел большое счастье поддерживать очень тесную связь с проф. Ландау и систематически переписываться с ним о научных проблемах, которые нас обоих интересуют глубочайшим образом. Однако на мои последние письма я, к моей большой озабоченности, не получил никакого ответа, и, насколько я знаю, никто из других зарубежных физиков, следящих за его работами с величайшим интересом, не получал от него известий. Я также пытался связаться с проф. Ландау через Советскую академию наук, членом которой я имею честь состоять. Но ответ президента академии, который я только что по-

лучил, не содержит никаких сведений о местопребывании или судьбе проф. Ландау.

Это меня сильно тревожит, особенно потому, что недавно до меня дошли слухи об аресте проф. Ландау. Я все еще надеюсь, что эти слухи не имеют никакого основания. Если проф. Ландау действительно арестован, то я убежден, что речь идет о печальном недоразумении, потому что я не могу себе представить, чтобы проф. Ландау, который всегда себя всецело посвящал науке и которого я высоко ценю как искреннего человека, мог совершить что-либо, оправдывающее его арест.

Принимая во внимание большое значение этого вопроса как для науки в СССР, так и для международного научного сотрудничества, я обращаюсь к Вам с настоятельной просьбой распорядиться о выяснении судьбы проф. Ландау, чтобы исключительно одаренный и добившийся высоких результатов ученый, если действительно имело место недоразумение, получил возможность продолжать исследовательскую работу, столь важную для прогресса человечества¹.

(Нильс Бор)

¹ Копия этого письма на немецком языке хранится в архиве Института Нильса Бора в Копенгагене. В правом верхнем углу копии стоит пометка «Осень 1938». По-видимому, обращение и «почтительные» слова перед подписью были написаны Нильсом Бором «от руки» на первом экземпляре письма.

П. Л. КАПИЦА — В. М. МОЛОТОВУ

6 апреля 1939, Москва

Товарищ Молотов!

За последнее время, работая над жидким гелием вблизи абсолютного нуля, мне удалось найти ряд новых явлений, которые, возможно, прояснят одну из наиболее загадочных областей современной физики. В ближайшие месяцы я думаю опубликовать часть этих работ. Но для этого мне нужна помощь теоретика. У нас в Союзе той областью теории, которая мне нужна, владел в полном совершенстве Ландау, но беда в том, что он уже год как арестован.

Я все надеялся, что его отпустят, так как я должен прямо сказать, что не могу поверить, что Ландау — государственный преступник. Я не верю этому потому, что такой блестящий и талантливый молодой ученый, как Ландау, который, несмотря на свои 30 лет, завоевал европейское имя, к тому же человек очень честолюбивый, настолько полный своими научными победами, что у него не могло быть свободной энергии, стимулов и времени для другого рода деятельности. Правда, у Ландау очень резкий язык и, злоупотребляя им, при своем уме, он нажил много врагов, ко-

горые всегда рады ему сделать неприятность. Но при весьма его плохом характере, с которым и мне приходилось считаться, я никогда не замечал за ним каких-либо нечестных поступков.

Конечно, говоря все это, я вмешиваюсь не в свое дело, так как это область компетенции НКВД. Но все же я думаю, что я должен отметить следующее как ненормальное:

1. Ландау год как сидит, а следствие еще не закончено, срок для следствия ненормально длинный.

2. Мне, как директору учреждения, где он работает, ничего не известно, в чем его обвиняют.

3. Главное, вот уже год по неизвестной причине наука, как советская, так и вся мировая, лишена головы Ландау.

4. Ландау дохлого здоровья и, если его зря заморят, то это будет очень стыдно для нас, советских людей.

Поэтому обращаюсь к Вам с просьбами:

1. Нельзя ли обратить особое внимание НКВД на ускорение дела Ландау.

2. Если это нельзя, то, может быть, можно использовать голову Ландау для научной работы, пока он сидит в Бутырках. Говорят, с инженерами так поступают.

П. Л. Капица

П. Л. КАПИЦА — Л. П. БЕРИИ

26 апреля 1939

Прошу освободить из-под стражи арестованного профессора физики Льва Давидовича Ландау под мое личное поручительство.

Ручаюсь перед НКВД в том, что Ландау не будет вести какой-либо контрреволюционной деятельности против советской власти в моем институте и я приму все зависящие от меня меры к тому, чтобы он и вне института никакой контрреволюционной работы не вел. В случае если я замечу со стороны Ландау какие-либо высказывания, направленные во вред советской власти, то немедленно сообщу об этом органам НКВД.

П. Капица

П. Л. КАПИЦА — В. М. МОЛОТОВУ

31 марта 1940, Москва

Товарищ Молотов!

В связи с предстоящими довыборами в Академию наук О. Ю. Шмидт просил меня, за болезнью академика Вавилова, сговориться с ведущими физиками, как Иоффе, Вавилов, и представить список возможных кандидатов. Научная общественность единодушно указывает на Ландау как на сильного кандидата. Но они не знают, что он на моих поручах. Так как я не знаю

никого из руководящих товарищей, кроме Вас, кто [бы] это тоже знал, то я решил Вас побеспокоить по этому вопросу и спросить, является ли это препятствием для выдвижения его кандидатуры.

Надо сказать, что характер Ландау улучшился, он стал мягче и более дисциплинирован и если пойдет так дальше, то, может быть, он станет совсем сносным человеком. Научно он работает очень много и по-прежнему блестяще. За год сделал две хорошие и крупные работы.

Чтобы Вас не затруднять, то если до конца этой шестидневки (срок представления списка Шмидту) я не получу от Вас указаний, то буду считать, что кандидатуру Ландау выдвинуть можно.

(П. Капица)

В. А. ФОК — П. Л. КАПИЦЕ

19 января 1941, Ленинград

Дорогой Петр Леонидович!

Посылаю Вам отзыв о работах Л. Д. Ландау и очень прошу Вас дать переписать его на машинке и двинуть его в ход, а мне прислать 1 экземпляр, который я мог бы оставить у себя. Если нужна моя подпись в машинописном экземпляре, то пришлите мне его на подпись.

Я бы не затруднял Вас просьбой о переписке, но я собираюсь ехать на 2 недели в Дом отдыха в Петергоф и боюсь, что если я не пошлю Вам отзыва сейчас, то все дело задержится.

Посылаю Вам также представление на имя Физ[ико]-мат[ематического] отд[еления] о кандидатуре Льва Давидовича.

Ландау непременно нужно провести в члены-корреспонденты, и я надеюсь, что это удастся.

Искренний привет Вам и Анне Алексеевне.

Преданный Вам В. Фок

П. Л. КАПИЦА — В. А. ФОКУ

24 января 1941, Москва

Дорогой Владимир Александрович!

Посылаю Вам переписанную характеристику работ Л. Д. Ландау. Я сделал в ней три маленьких изменения, которые отмечены в оригинале. По существу они ничего не меняют, но я боюсь, что к некоторым Вашим выражениям могут придраться наши академические «зубры», истолковав их не в том доброжелательном смысле, в каком Вы их употребили в своем отзыве. Если эти

изменения Вас не устраивают, восстановите исходный текст от руки¹.

Посылаю Вам также Ваше представление Л. Д. Ландау в перепечатанном виде. Если Вы не возражаете, я присоединю в этом представлении свою подпись к Вашей².

Привет и лучшие пожелания.

Искренне Ваш П. Л. Капица

¹ Приводим полный текст «переписанной» характеристики Л. Д. Ландау.

«ХАРАКТЕРИСТИКА

Доктор физико-математических наук ЛЕВ ДАВИДОВИЧ ЛАНДАУ является одним из наиболее крупных физиков-теоретиков. Его работы заслужили всеобщее признание в нашей стране и за ее пределами. Теоретические исследования Л. Д. Ландау захватывают очень широкую область современной физики — ядерной физики, физики низких температур, физики твердого тела. Во всех этих областях он выдвинул целый ряд оригинальных идей. Отличительной чертой работ Л. Д. Ландау является их тесная связь с экспериментом; все они касаются самых актуальных и острых проблем современной физики. Характерной чертой Л. Д. Ландау является большая строгость мышления, которая часто сдерживает размах его фантазии. Л. Д. Ландау прекрасно владеет математическим аппаратом современной физики.

Л. Д. Ландау создает вокруг себя школу молодых советских физиков, воспитанию которых уделяет очень много времени. Им подготовлен ряд молодых ученых, которые теперь имеют уже степень доктора и занимают профессию. Л. Д. Ландау ведет также семинар в университете.

Нужно отметить, что с ним консультируют свои теоретические работы большинство наших ученых — редко можно встретить работу по теоретической физике, выходящую у нас в Союзе и не имеющую выражения благодарности Л. Д. Ландау.

Проявляемая Л. Д. Ландау подчас чрезмерная строгость в оценке работ и его собственная большая индивидуальность часто подавляют индивидуальность его учеников.

Л. Д. Ландау охотно занимается консультациями, в частности ведет разбор всех работ, которые присылаются в институт. Он охотно применяет также свои знания для решения технических проблем, возникающих в институте.

Л. Д. Ландау создан ряд учебников по теоретической физике, по которым учится наша молодежь.

Вне стен института Л. Д. Ландау ведет работу по популяризации научных знаний, неоднократно выступая с докладами по радио и т. д. Он написал также ряд популярных статей.

Ландау часто выступает на научных заседаниях и с чрезвычайной прямоотой критикует обсуждаемые работы. Неумение считаться при этом с индивидуальностью и самолюбием критикуемого нередко вызывает недовольство.

Вся жизнь Л. Д. Ландау целиком протекает в его научной работе. В общественно-политической жизни он принимает участие только со стороны научно-общественной как в институте, так и вне его».

² В 1941 г. выборы в Академию наук не проводились. Л. Д. Ландау был избран сразу действительным членом Академии наук СССР в ноябре 1946 г.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Лифшиц Евгений Михайлович* (1915—1985) — физик-теоретик, академик, ближайший друг и ученик Ландау, соавтор курса «Теоретическая физика».
- Абрикосов Алексей Алексеевич* — физик-теоретик, академик, заведует отделом в Институте теоретической физики АН СССР им. Л. Д. Ландау.
- Алексеевский Николай Евгеньевич* — физик-экспериментатор, член-корреспондент АН СССР, заведует лабораторией Института физических проблем АН СССР.
- Андроникашвили Элевтер Луарсабович* — физик-экспериментатор, академик АН ГССР, директор Института физики АН ГССР.
- Ахиезер Александр Ильич* — физик-теоретик, академик АН УССР заведует отделом Физико-технического института АН УССР (г. Харьков).
- Берестецкий Владимир Борисович* (1913—1977) — физик-теоретик, доктор физико-математических наук, профессор, заведовал лабораторией в Институте теоретической и экспериментальной физики АН СССР.
- Гинзбург Виталий Лазаревич* — физик-теоретик, академик, заведует отделом Физического института АН СССР.
- Гольданский Виталий Иосифович* — физикохимик, академик, заведует отделом Института химической физики АН СССР.
- Горьков Лев Петрович* — физик-теоретик, академик, заведует отделом Института теоретической физики АН СССР им. Л. Д. Ландау.
- Данин Даниил Семенович* — писатель.
- Дзялошинский Игорь Егнелевич* — физик-теоретик, член-корреспондент АН СССР, заведует отделом Института теоретической физики АН СССР им. Л. Д. Ландау.
- Зельдович Яков Борисович* (1914—1987) — физик-теоретик, академик, последние годы заведовал теоретическим отделом Института физических проблем АН СССР.
- Иоффе Борис Лазаревич* — физик-теоретик, доктор физико-математических наук, профессор, заведует сектором Института экспериментальной и теоретической физики АН СССР.
- Каган Юрий Моисеевич* — физик-теоретик, академик, заведует теоретической лабораторией Института атомной энергии им. И. В. Курчатова.
- Каганов Моисей Исаакович* — физик-теоретик, доктор физико-математических наук, профессор, работает в Институте физических проблем АН СССР.
- Казимир Хендрик* — голландский физик-теоретик, член Нидерландской академии наук, президент Европейского физического общества (1972—1975).
- Кикоин Абрам Константинович* — физик-экспериментатор, доктор физико-математических наук, профессор, брат академика И. К. Кикоина.
- Кикоин Исаак Константинович* (1908—1984) — физик-экспериментатор, академик, был заместителем директора Института атомной энергии им. И. В. Курчатова.
- Компанеев Александр Соломонович* (1914—1974) — физик-теоретик, доктор физико-математических наук, профессор, заведовал отделом в Институте химической физики АН СССР.
- Лазарев Борис Георгиевич* — физик-экспериментатор, академик АН УССР, заведует отделом Физико-технического института АН УССР (г. Харьков).
- Лифшиц (Горобец) Зинаида Ивановна* — жена Е. М. Лифшица.
- Маргынова Ольга Исааковна* — профессор Московского энергетического института — жена М. А. Стыриковича.
- Мигдал Аркадий Бенедиктович* — физик-теоретик, академик, заведует отделом в Институте теоретической физики АН СССР им. Л. Д. Ландау.
- Пайерлс Рудольф Эрнст* — английский физик-теоретик.

- Пеллам Джон Р.* — американский физик-экспериментатор, профессор физики Калифорнийского технологического института.
- Покровский Валерий Леонидович* — физик-теоретик, доктор физико-математических наук, профессор, заведует отделом Института теоретической физики АН СССР им. Л. Д. Ландау.
- Румер Юрий Борисович* (1901—1985) — физик-теоретик, доктор физико-математических наук, профессор.
- Рытов Сергей Михайлович* — физик-теоретик, член-корреспондент АН СССР, заведующий отделом Радиотехнического института АН СССР.
- Сморodinский Яков Абрамович* — физик-теоретик, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией Института атомной энергии им. И. В. Курчатова.
- Стырикович Михаил Адольфович* — энергетик, академик, член президиума АН СССР.
- Тер-Мартirosян Карен Аветинович* — физик-теоретик, доктор физико-математических наук, профессор, заведует сектором Института экспериментальной и теоретической физики АН СССР.
- Фабелинский Имануил Лазаревич* — физик-экспериментатор, член-корреспондент АН СССР, заведует сектором Физического института АН СССР.
- Фейнберг Евгений Львович* — физик-теоретик, член-корреспондент АН СССР, работает в Физическом институте АН СССР.
- Халагников Исаак Маркович* — физик-теоретик, академик, директор Института теоретической физики АН СССР им. Л. Д. Ландау.
- Шапиро Иосиф Соломонович* — физик-теоретик, член-корреспондент АН СССР, заведует сектором Физического института АН СССР.

СПИСОК УПОМЯНУТЫХ ИНСТИТУТОВ

- Институт физических проблем АН СССР, Москва (ИФП, «капичник», «физпроблемы»)
- Физико-технический институт АН СССР, Ленинград (ЛФТИ, физтех)
- Физико-технический институт АН УССР, Харьков (УФТИ, Харьковский физико-технический институт)
- Институт химической физики АН СССР, Москва («химфизика»)
- Физический институт АН СССР им. П. Н. Лебедева, Москва (ФИАН)
- Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова, Москва (ИАЭ, «курчатник»)
- Институт теоретической и экспериментальной физики АН СССР, Москва (ИТЭФ); ранее: теплотехническая лаборатория (ТТЛ)
- Институт теоретической физики АН СССР им. Л. Д. Ландау, Черногловка (ИТФ)
- Физико-механический факультет Ленинградского политехнического института (Ленинградский физмех)

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
<i>Лифшиц Е. М.</i> Лев Давидович Ландау (1908—1968)	7
<i>Абрикосов А. А.</i> О Л. Д. Ландау	32
<i>Алексеевский Н. Е.</i> Дау — 30-е годы	40
<i>Андроникашвили Э. Л.</i> Ленинградский период жизни молодого профессора Ландау	42
<i>Ахизер А. И.</i> Учитель и друг	45
<i>Берестецкий В. Б.</i> Исследования в области элементарных частиц	69
<i>Гинзбург В. Л.</i> Замечательный физик	73
<i>Гинзбург В. Л.</i> Дополнение	78
<i>Гольданский В. И.</i> В калейдоскопе памяти	94
<i>Горьков Л. П.</i> «Молодые люди»	102
<i>Данин Д. С.</i> Пыльная трезвость юности	105
<i>Данин Д. С.</i> «Если ученые всего мира...»	111
<i>Дзялошинский И. Е.</i> Ландау глазами ученика	116
<i>Зельдович Я. Б.</i> Воспоминания об Учителе	124
<i>Иоффе Б. Л.</i> Если бы Ландау жил сейчас...	130
<i>Каган Ю.</i> Давайте возьмем интеграл...	135
<i>Каганов М. И.</i> Ландау — каким я его знал	140
<i>Казимир Х.</i> Ландау	150
<i>Кикоин А. К.</i> Как я преподавал в Харьковском университете	160
<i>Компанеев А. С.</i> Л. Д. Ландау — педагог	165
<i>Лазарев Б. Г.</i> Из воспоминаний	168
<i>Лифшиц Э. И.</i> На машине — в горы	172
<i>Мартьянова О. И.</i> Немного — совсем со стороны	180
<i>Мигдал А. Б.</i> Дау перед глазами	184
<i>Пайерлс Р. Э.</i> Мои воспоминания о Ландау	187
<i>Пеллам Дж. Р.</i> Лев Давидович Ландау — второй лауреат премии им. Фритца Лондона	192
<i>Покровский В. Л.</i> О науке и жизни (беседы с Дау)	200
<i>Румер Ю. Б.</i> Странички воспоминаний о Л. Д. Ландау	202
<i>Рытов С. М.</i> Мои редкие «беседы» с Л. Д. Ландау	209
<i>Сморodinский Я. А.</i> По законам памяти	215
<i>Стырикович М. А.</i> Из воспоминаний о Дау	223
<i>Тер-Маргиросян К. А.</i> Ландау — каким я его помню	233
<i>Фабелинский И. Л.</i> Несколько встреч с Л. Д. Ландау	244
<i>Фейнберг Е. Л.</i> Ландау и другие	253
<i>Халатников И. М.</i> Как создавалась школа Ландау	267
<i>Халатников И. М.</i> Штрихи к не написанному портрету	275
<i>Шапиро И. С.</i> Из воспоминаний о Л. Д. Ландау	283
Приложения	
<i>Лифшиц Е. М.</i> История открытия и объяснения сверхтекучести жидкого гелия (к 60-летию академика Л. Д. Ландау)	289
<i>Лифшиц Е. М.</i> Живая речь Ландау	300

<i>Кикоин И. К.</i> 10 «заповедей» Ландау	310
«Чем больше трудиться, тем лучше»	312
<i>Каганов М. И.</i> Энциклопедия теоретической физики	316
<i>Гинзбург В. Л.</i> «Курс» (памяти Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица)	323
Ландау. Бор. Капица. Письма 1936—1941 гг.	334
Краткие сведения об авторах	349
Список упомянутых институтов	350

Научное издание

ВОСПОМИНАНИЯ О Л. Д. ЛАНДАУ

Утверждено к печати
Институтом теоретической физики им. Л. Д. Ландау АН СССР
и Редколлегией серии
«Ученые СССР. Очерки, воспоминания, материалы»

Редактор издательства *В. П. Сироткина*
Художественный редактор *М. Л. Храмцов*
Технический редактор *И. Н. Жмуркина*
Корректоры *Л. И. Кириллова, Л. В. Щеголев*

ИБ № 37641

Сдано в набор 31.05.88. Подписано к печати 31.10.88. Т-18658. Формат 60×90^{1/16}.
Бумага типографская № 1. Гарнитура обыкновенная. Печать высокая
Усл. печ. л. 22,13. Усл. кр. отт. 22,25. Уч.-изд. л. 24,5. Тираж 23100 экз.
Тип. зак. 1963. Цена 1 р. 90 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»
117864, ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90

2-я типография издательства «Наука». 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 6