

10

О ЛЬВЕ ДАВИДОВИЧЕ ЛАНДАУ — ФИЗИКЕ И ЧЕЛОВЕКЕ¹

1. Введение

Льву Давидовичу Ландау было всего 54 года (без двух недель), когда 7 января 1962 г. он попал в автомобильную катастрофу. Ландау прожил еще шесть лет (он скончался 1 апреля 1968 г.), но тяжело больным человеком и работать совсем не мог. Таким образом, как физик Ландау ушел от нас уже около 30 лет назад и, следовательно, помнить его «в действии», помнить его семинары могут лишь люди старше 45–50 лет. Для более же молодых физиков, а их большинство, Ландау и связанное с ним стало легендой, живой легендой, ибо многие работы Ландау и особенно его книги продолжают широко использоваться. По этой причине, да и по некоторым другим, память о Ландау жива, интерес к нему как к замечательному физическому и яркой личности остается неизменным. Удовлетворить этот интерес лучше всего может книга «Воспоминания о Л. Д. Ландау»^{*}). Однако и в ней далеко не все отражено и рассказы о Ландау собирают большую аудиторию. Так, на моем недавнем докладе о жизни Ландау, о нем как о физике, собралось более 200 человек (доклад состоялся 9 сентября 1992 г. на теоретическом семинаре по средам в ФИАНе). Именно этот доклад послужил редакции «Природы» поводом предложить написать настоящую статью.

Делаю это с некоторым чувством тревоги. Во-первых, неизбежны какие-то повторения уже опубликованного. Во-вторых, как показывает опыт, в своих воспоминаниях об ушедших от нас я пишу и о себе. С одной стороны, это естественно, но, с другой стороны, может раздражать. К сожалению, ничего здесь не могу поделать и хотел бы лишь заверить читателей в том, что делаю это отнюдь не с целью напомнить о своей персоне, просто запомнишь в первую очередь связанное с самим собой. В-третьих, я

^{*}) Воспоминания о Л. Д. Ландау. — М.: Наука, 1988 (ниже цитируется как «Воспоминания»). В 1989 г. эта книга вышла и в английском переводе (Landau. The physicist and the man. — Oxford: Pergamon Press, 1989)².

против того, чтобы воспоминания превращались в какую-то иконопись, как это нередко бывает. Даже великий человек остается человеком, не бывает безгрешным и всегда правым. О Ландау я вспоминаю с очень большим уважением и добрым чувством, но не забываю о его недостатках и ошибках. Кстати сказать, эти ошибки, касающиеся физики, всегда были интересными, поучительными. Наконец, нижеследующее изложение довольно фрагментарно, но в журнальной статье вряд ли можно нарисовать более полную картину.

2. Биография

Лев Давидович Ландау родился 22 января 1908 г. в Баку. Его отец был инженером-нефтяником, мать — врачом, одно время занимавшимся научной деятельностью в области физиологии. У Л. Д. была сестра Софья, немногим его старше. Не думаю, что Ландау можно назвать вундеркиндом, но его способности проявились очень рано. Он окончил школу в тринадцать лет, самостоятельно изучил основы математического анализа и говорил, что плохо помнит себя, не умеющим дифференцировать и интегрировать. Прочувшись год в техникуме, Ландау в 1922 г. поступил на физико-математический факультет Бакинского университета, а через два года перешел на физическое отделение Ленинградского университета. Нужно иметь в виду, что Ленинград был в то время главным центром советской физики и именно там Ландау приобщился к теоретической физике, переживавшей в то время период бурного расцвета (достаточно напомнить, что в 1924–1927 гг. была создана квантовая механика). Ландау очень много работал, что было характерно для него и в дальнейшем. Теоретическая физика, да и физика в целом восхищали его. По словам его ближайшего ученика и друга — Евгения Михайловича Лифшица, Ландау говорил, что изучение квантовой механики дало 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» (см. «Воспоминания», с. 10). В 1927 г. Лев Давидович окончил университет, но еще до этого, в 1926 г., в 18-летнем возрасте опубликовал свою первую научную работу. Кстати, Ландау любил определять возраст физиков по времени опубликования их первой работы. Так, он говорил, что старше меня на 13 лет, поскольку моя первая публикация относится к 1939 г., фактически же он был старше меня примерно на 9 лет.

С 1927 г. Ландау работал в Ленинградском физико-техническом институте, а в 1932 г. переехал в Харьков, где создал теоретический отдел во вновь организованном Украинском физико-техническом институте (УФТИ). Но еще в ленинградский период он на

полтора года уехал за границу и работал в Дании, Англии и Швейцарии. Самым важным для него оказалось пребывание в Копенгагене, в институте Нильса Бора. В дальнейшем Лев Давидович считал себя учеником Бора, о сильном влиянии на него кого-либо другого мне слышать не приходилось. Ландау еще дважды посетил Копенгаген (в 1933 и 1934 гг.) уже в харьковский период его деятельности, закончившийся в 1937 г. с переходом в Институт физических проблем в Москве. Значение упомянутых поездок за границу трудно переоценить. Ландау имел возможность общаться почти со всеми лидерами теоретической физики того периода, оказался прямо в самом горячем месте. Правда, Ландау не раз сетовал (пусть и шутя) на то, что поздно родился, не успел созреть к моменту создания квантовой механики. Поэтому, по его словам, все важные работы уже были сделаны, а все красивые девушки уже вышли замуж. И действительно, Ландау успел выполнить лишь одно крупное исследование, оно касается диамагнетизма электронного газа (1930 г.), которое относят к числу классических работ в области нерелятивистской квантовой механики.

В Харькове Ландау преподавал, заложил фундамент своей школы, выполнил ряд ценных научных исследований. В этот же период он составил свой теорминимум и начал писать совместно со своими учениками курс теоретической физики, а также другие книги. Сейчас как раз было бы уместно остановиться на роли Ландау как учителя, Учителя с большой буквы. Однако рамки настоящей статьи не дают возможности это сделать. Отсылая читателей к «Воспоминаниям», ограничусь общим замечанием. Значение и «место» Ландау в физике XX века определяются сочетанием трех факторов: его научными достижениями, исключительной универсальностью — владением всей теоретической физикой и, наконец, призванием учить. Как раз произведение трех таких сомножителей особенно велико и характерно для феномена Ландау.

Мирное, в общем, течение жизни Ландау было прервано его арестом, произошедшем 27 апреля 1938 г. Почти точно через год (28 апреля 1939 г.) Ландау был выпущен из тюрьмы, о чем речь еще пойдет ниже. К счастью, выйдя на свободу, Лев Давидович смог быстро восстановить силы и принялся за дело — в центре его внимания оказались свойства жидкого гелия. Он продолжал много работать, в том числе в эвакуации в Казани, вплоть до уже упоминавшейся автокатастрофы (7 января 1962 г.).

В 1946 г. Ландау в возрасте 38 лет был избран действительным членом (академиком) Академии наук СССР, минуя обычную в таких случаях «стажировку» в членах-корреспондентах. Несомненно, это избрание было следствием выдающихся достижений Ландау. Тем не менее оно делает честь советским физикам старшего поколения, ибо многих из них острая критика и некоторые манеры Ландау, по всей вероятности, весьма раздражали. Подняться

над такими чувствами, как показывает жизнь, весьма нелегко³. Как у нас, так и за границей деятельность Ландау была отмечена также присуждением ряда премий и медалей, избранием в иностранные академии. Ограничусь здесь упоминанием того факта, что в 1962 г. Ландау была присуждена Нобелевская премия по физике «за пионерские исследования в теории конденсированного состояния материи, в особенности жидкого гелия».

3. Арест и тюрьма

На кабинете Ландау в УФТИ висела табличка «Ландау. Осторожно, кусается!». Разумеется, это было проявлением чувства юмора, но, как говорят, во всякой шутке есть доля правды. Ландау бывал, особенно в молодости, горяч и резок. Он не думал о форме своих замечаний. Вспоминается, например, такой случай. Ландау разнес во время доклада какого-то почтенного профессора. Тот был очень обижен и огорчен. А когда об этом сказали Ландау, он ответил: «Не понимаю, почему он обижается, я ведь не назвал его идиотом, а сказал лишь, что его теория идиотская». За резкостью Ландау обычно не скрывалась недоброежелательность, но не все могли это понять и оценить. Ученики его уважали и любили, многие другие физики также знали цену Ландау и понимали, какую огромную пользу он приносит даже только своей критикой. Но были и физики, не говоря уже о не физиках, которых Ландау отпугнул своими манерами, а то и вызвал недобрые чувства блеском, легкостью понимания и т. д. В общем ясно, что недругов у Ландау было достаточно, а тут еще в 30-е годы усилилась «охота на ведьм», то бишь вредителей. В УФТИ, как и почти везде, атмосфера накалялась, тучи над Ландау сгущались, переезд в Москву весной 1937 г. не помог. В Харькове были арестованы друзья Ландау, среди которых упомяну выдающегося физика-экспериментатора Льва Васильевича Шубникова, так и погибшего в застенках НКВД (еще в 1937 г. он был расстрелян). В такой ситуации арест Ландау естественно было приписать доносам и «выбитым» при допросах «показаниям» арестованных ранее сотрудников УФТИ. Так, признаюсь, и я всегда думал. Кстати, не раз приходилось быть свидетелем такой сцены. Бывшего узника ГУЛАГа спрашивают: «За что сидели?» А вопрошаемый возмущается: «Как это за что сидел, да, разумеется, ни за что, по доносу». В случае с Ландау, как оказалось, ситуация не так проста.

В 1991 г. были опубликованы статья «Лев Ландау: год в тюрьме»^{*)}, а затем и две статьи Г. Е. Горелика^{**}), получившего возможность ознакомиться с делом Ландау в архиве КГБ. В основном

*) Известия ЦК КПСС № 3 134 (1991).

***) Горелик Г. Е. Природа № 11 93 (1991); Свободная мысль № 1 45 (1992). См. также: Godelik G. Scientific American 277(2) 52 (1997).

Ландау обвинялся в каких-то совершенно вздорных «вредительских» действиях в УФТИ. Но был и еще один пункт обвинения — участие в составлении, уже в Москве, некоей листовки, содержащей резкую критику сталинского строя и Сталина. Текст листовки таков, что по тем временам вполне мог оказаться поводом для расстрела. Я не раз слышал от самого Ландау, что когда-то он был марксистом и вполне прозрел лишь в тюрьме. Поэтому мне даже трудно поверить в то, что еще раньше он понимал сущность сталинизма примерно так же, как мы ее понимаем сегодня. А листовка свидетельствует именно об этом. В этой связи можно было бы думать, что история с листовкой является провокацией НКВД. Расследование, предпринятое Гореликом (см. сноску ** на предыдущей странице), свидетельствует, однако, скорее о подлинности листовки и о том, что Ландау видел ее до ареста⁴. Так или иначе, НКВД, к счастью, не придавал листовке особого значения, на фоне дутых обвинений во вредительстве в УФТИ и т. д. она (листовка), видимо, не выглядела уж столь ярко. Но и без учета роли листовки нет сомнений в том, что Ландау оказался бы приговоренным, если и не к расстрелу, то к долгим годам заключения. И фактически, это было бы смертным приговором, ибо здоровье Ландау всегда было слабым. К тому же он говорил (в том числе мне лично), что был близок к гибели уже в тюрьме, так как не мог есть кашу, которая, видимо, составляла существенную часть тюремного рациона. Спас Ландау П. Л. Капица, написавший в его защиту письма Сталину, Молотову и Берии. Эти письма помещены в приложениях к «Воспоминаниям». Там же помещено письмо в защиту Ландау, отправленное Н. Бором Сталину. В результате Ландау был освобожден «под личное поручительство» П. Л. Капицы. Дело Ландау «за отсутствием состава преступления» было прекращено лишь 23 июля 1990 г. (!; см. цитированную выше статью в «Известиях ЦК КПСС»). Заслуги Капицы в спасении Ландау бесспорны и заслуживают самой высокой оценки. К сожалению, Капица не понимал, что сказанное не дает ему права обращаться с Ландау весьма грубо, чему я сам был свидетелем. На обращенный к Ландау вопрос, как же он может терпеть такую грубость, он отвечал: «Капица перевел меня из отрицательного состояния в положительное, и поэтому я бессилен ему возражать». Вообще Ландау часто заявлял, что после тюрьмы он «стал христианином», т. е., насколько я понимаю, не станет бороться с начальством и т. п. К счастью, тюрьма не сломила его как физика.

В тюрьме не давали возможности писать (не давали бумаги и т. д.). Поэтому Ландау пытался заниматься теоретической физикой в уме. В частности, он преуспел в выводе некоторых гидродинамических соотношений. Они оказались известными, но, конечно, полученные Ландау в уме результате помогли ему и

Е. М. Лифшицу, когда писался том их Курса, посвященный гидродинамике.

КГБ отнюдь не обошел Ландау своим вниманием и после освобождения. Его телефонные разговоры прослушивались, секретные агенты писали донесения. Все это ясно из опубликованной недавно*) справки КГБ, адресованной 20 декабря 1957 г. в ЦК КПСС под грифом «совершенно секретно». Интереснейший документ, характеризующий взгляды Ландау, во многом звучащие вполне современно. Но меня больше всего поразило то, что согласно этому документу, доносы писали близкие к Ландау люди. Цитирую: «Один из наиболее близких лиц к Ландау, по вопросу его поездки за границу в 1957 г., сообщил»; далее следует совет, принятый, очевидно, к руководству, — Ландау за границу не пускать. Еще одна цитата: «По сообщению одного из агентов, являющегося приближенным для него лицом, Ландау считает, что успех демократии будет одержан лишь тогда, когда класс бюрократии будет низвергнут». Кто же они, эти «близкие» или «приближенные» к Ландау люди и одновременно агенты КГБ? Почему общественность не должна об этом узнать? Вот недавно были же названы агенты среди высших иерархов православной церкви**). Так же нужно поступать и в других случаях, в частности, в отношении Ландау⁵.

4. Мог ли Ландау сделать больше? Был ли он консерватором?

Талант Ландау был так ярок, владение аппаратом теоретической физики столь отточено, что он мог бы, кажется, сделать больше, решить еще более трудные проблемы. Как-то к слову пришлось, и я высказал такое предположение в разговоре с Ландау. Но он сразу же и очень четко ответил: «Нет, это неверно, я сделал, что мог». Нужно думать, что Ландау был прав, он ведь много, в общем, работал, пытался решить и очень трудные задачи. Так, много сил потратил Ландау на попытку создать теорию фазовых переходов второго рода за пределами приближения самосогласованного поля. Ландау как-то сказал мне, что ни на одну задачу он не потратил больше сил, чем на эту, но, как известно, большого успеха не добился. Ландау не раз уверял также, что он не изобретатель и ничего не изобрел. Если говорить об изобретении каких-то приборов или устройств, то это верно. Конструкторской жилки и некоторых

*) «Чегистам повезло. Они «слушали» самого Ландау» (Комсомольская правда, 8 августа 1992 г.). Подробнее этот материал опубликован в журнале «Исторический Архив» № 3 151 (1993). В одном эпизоде там упоминается и моя фамилия, но я этого события не помню, и думаю, что меня с кем-то спутали.

***) См., например, статью М. Поздняева в журнале «Столица» (№ 36 1 (1992)); ранее на ту же тему были опубликованы две статьи в «Огоньке».

черт, свойственных изобретателям, у Ландау не было. Трезвый ум высокообразованного физика-теоретика и аналитика как-то ортогонален по отношению к изобретательскому стилю с его поисками в темноте, комбинаторикой, методом бесконечных проб и ошибок. Но Ландау был очень изобретателен, когда речь шла о решении сложных задач, поисках новых методов.

Высокая критичность Ландау, зачисление им в разряд патологии многих идей или, точнее, намеков на идеи, идут от трезвости и ясности, глубокого знания физики. К тому же Ландау не заботился о форме своих замечаний, был как-то очень искренен и непосредствен. Это часто создавало впечатление о категоричности мнений Ландау, о его нежелании воспринимать новые идеи. Я говорю именно о «впечатлении», поскольку по сути дела Ландау очень часто соглашался, пусть не сразу, и со спорными гипотезами и, вообще, с новыми веяниями. Поэтому-то я не считаю обоснованным и мнение, с которым приходилось встречаться, о подлинном консерватизме Ландау. Трудно, конечно, взвешивать степень консерватизма на аптекарских весах. Трудно решить и где кончается настоящий консерватизм и начинается «здоровый консерватизм», т.е. понимание того обстоятельства, что ломать старое нужно только при наличии глубоких оснований. Думаю, что ярким доказательством того, что Ландау не был консерватором, является его последняя публикация — статья «О фундаментальных проблемах», опубликованная в 1960 г. в сборнике памяти В. Паули *). В этой статье Ландау высказывает мнение, что «гамильтонов метод для сильных взаимодействий изжил себя и должен быть похоронен». Таким образом, Ландау был готов к крутой ломке фундаментальной теории, хотя, как затем выяснилось, гамильтонов метод далеко не был исчерпан и лег в основу квантовой хромодинамики.

5. Как Ландау ошибался.

Мешал ли он «сотворить великое»?

Не ошибается только тот, кто не работает — эта известная сентенция совершенно справедлива. Менее тривиально другое — ошибки выдающегося человека бывают поучительны. Это, несомненно, относится к Ландау.

Начну с примера, интересного в нескольких планах. В нашей единственной совместной с Ландау работе, опубликованной в 1950 г. **), была построена феноменологическая, или макроскопическая теория сверхпроводимости (быть может, правильнее назвать эту теорию квазимакроскопической; кажется, Ландау пред-

*) Эту, как и другие статьи Л. Д. Ландау, можно найти в собрании его трудов, изданном в двух томах издательством «Наука» (Москва, 1969).

) Гинзбург В. Л., Ландау Л. Д. ЖЭТФ **20 1064 (1950).

почитал именно такой термин). Центральное место в этой работе занимает уравнение для некоторого параметра порядка — «эффективной волновой функции сверхпроводящих электронов» Ψ . Член этого уравнения, зависящий от векторного потенциала \mathbf{A} , имеет вид $\frac{1}{2m^*} \left(-i\hbar\nabla - \frac{e^*}{c}\mathbf{A} \right)^2 \Psi$ и, очевидно, вполне подобен соответствующему члену в уравнении Шредингера для частицы с зарядом e^* и массой m^* . Что касается «массы» m^* , то ее можно выбрать произвольно, поскольку величина $|\Psi|^2$ непосредственно не измеряется. В настоящее время чаще всего полагают, и это удобно, $m^* = 2m$, где m — масса свободного электрона. Но каков смысл заряда e^* ? Поскольку развивается феноменологическая теория, мне с самого начала казалось, что заряд e^* есть некоторый эффективный заряд, который может и не равняться заряду свободного электрона e . Но Ландау отверг эту мысль, и в нашей статье фигурирует типичная для Ландау фраза о том, что заряд e^* «нет оснований считать отличным от заряда электрона». Никаких конкретных оснований настаивать на введении эффективного заряда $e^* \neq e$ у меня тогда не было, и, насколько помню, не состоялось более подробное обсуждение этого вопроса. Однако через несколько лет, в процессе развития теории, сравнивая ее с экспериментальными данными, я пришел к выводу, что введение эффективного заряда $e^* = (2-3)e$ сильно улучшает согласие теории с опытом. В теории фигурирует безразмерный параметр \varkappa , причем $\varkappa^2 = \frac{2(e^*)^2}{\hbar^2 c^2} H_{\text{cm}}^2 \delta_0^4$, где H_{cm} — критическое магнитное поле и δ_0 — глубина проникновения внешнего магнитного поля в сверхпроводник. Величины H_{cm} и δ_0 непосредственно измеряются (в нашей работе речь шла о сверхпроводниках первого рода, для которых $\varkappa < 1/\sqrt{2}$). Параметр \varkappa можно также непосредственно определить из данных о поверхностной энергии между сверхпроводящей и нормальной фазами и из предельного поля переохлаждения. Таким образом, зная H_{cm} , δ_0 и \varkappa , можно найти значение e^* (подробнее см. статьи 6 и 7 в настоящем сборнике). Естественно, я сообщил Ландау этот результат, и теперь уже он высказал свое возражение против введения эффективного заряда $e^* \neq e$ в явном виде (возможно, что этот аргумент был ему известен и ранее, когда писалась наша статья). Именно, эффективный заряд, подобно эффективной массе, может зависеть от давления, температуры, состава металла и т. д. Значит, e^* может и, вообще говоря, будет зависеть и от координат (скажем, в силу неоднородности образца или зависимости температуры от координат). Но при этом нарушается градиентная инвариантность теории. Я попытался как-то обойти эту трудность, но не преуспел, и было ясно, что возражение Ландау вполне обосновано. В своей статье, опубликованной в ЖЭТФ

(29 748 (1955)), я так и написал «все как есть», т. е. указал на возможность существенно улучшить согласие теории с опытом путем введения заряда $e^* = (2 - 3)e$, и с разрешения Ландау (и, конечно, со ссылкой на него) привел его возражение. Как известно, вскоре появилась микроскопическая теория сверхпроводимости Бардина, Купера и Шриффера (БКШ), в которой заряд $e^* = 2e$ в силу образования пар. Признаюсь, мне до сих пор обидно и до какой-то степени даже стыдно, что я не подумал о такой возможности — ведь аргумент Ландау отпадает, если эффективный заряд e^* является универсальным, в частности равен $2e$ независимо от температуры, состава и т. д. Но ведь и Ландау, а также никто другой не подумал о возможности ввести универсальный заряд $e^* \neq e$. Значит, эта, кажущаяся сейчас тривиальной мысль была тогда совсем не очевидной, на что есть свои причины. О них скажу ниже.

Сейчас же хотелось бы подчеркнуть другое. Не раз мне приходилось слышать разговоры о том, что Ландау со своей острой критикой кому-то помешал, если не сотворить великое, то, по крайней мере, получить и (или) опубликовать выдающиеся по важности результаты. Действительно, Ландау критиковал, «не взирая на лица», делал это горячо и далеко не всегда в вежливой форме. Но таков был его стиль и, как уже упоминалось, знавшие Ландау были уверены в том, что даже резкие выражения обычно не свидетельствовали о какой-то недоброжелательности. Ну а о том, чтобы помешать продолжению работы и публикациям, в известных мне случаях не могло быть и речи. История с эффективным зарядом, как мне кажется, достаточно показательна в этом отношении. Ведь Ландау решительно возражал против возможности вводить эффективный заряд, но не только не препятствовал публикации моей упомянутой статьи, но, как сказано, разрешил, сославшись на него, привести соответствующую аргументацию. Должен, впрочем, заметить, что я не работал в руководимом Ландау отделе теоретической физики и, формально говоря, не был его учеником; к сожалению, не сдавал и теорминимум. Не думаю, однако, что эта оговорка существенна.

Более интересно подчеркнуть другой момент. Важные научные достижения и открытия появляются, как правило, не на ровном месте. Кто-то другой, иногда даже многие уже думали о том же самом, может быть, находились вблизи цели, но чего-то не хватило, что-то было недопонято, не оценено. Кто в этом виноват? В первых, исключительно велика игра случая. Конечно, я не имею в виду теорию относительности и, вообще, великие и глубокие идеи. Но когда речь идет о каком-то эффекте, частном явлении, теореме, то причин, в силу которых данный физик не додумал, «не дождал», недооценил и не опубликовал, может быть сколько угодно. И, во вторых, непонимание самим автором важности полученного или почти полученного им результата является лучшим показателем

того, что и сам-то результат был найден полуслучайно, а то и вообще не был получен, а это лишь кажется автору задним числом (бывает и так, причем я имею в виду не сознательный обман, а некий известный психологический эффект). В связи со сказанным приведу такой рассказ: «Некий физик А. в разговоре с физиком Б. заметил, что он получил уравнение Шредингера еще до Шредингера, но не стал публиковать статью на этот счет, ибо не считал результат достаточно важным. На это Б. ответил: не советую Вам еще кому-либо рассказывать об этом, ибо не вывести уравнение Шредингера не стыдно, но вот действительно стыдно получить такой замечательный результат и совсем не понять его значения». К сожалению, я не помню этого точно, но мне кажется, что я слышал этот рассказ от Ландау и именно он играл роль физика Б. Во всяком случае, мнение Ландау было именно таким, как у Б. Коротко говоря, Ландау мог, конечно, не понять, не поддержать или даже раскритиковать какую-то смутную идею, вынесенную на его суд. Но, как я думаю, просто смехотворно считать его ответственным за то, что эта идея потом в чьих-то руках оказалась плодотворной. Замечу также, что Ландау в целом был очень терпим (отдельные исключения не меняют этого вывода, ведь у многих людей имеется какая-то аномальная чувствительность по некоторым вопросам). В частности, Ландау был даже весьма либерален в вопросе о публикации статей. Он был, правда, против опубликования статей, не содержащих новых результатов, а, скажем, другой вывод известного. Вообще, Ландау с каким-то презрением и раздражением говорил об «обоснованиях» (*Neubegrundung* — он употреблял именно это немецкое слово). Впрочем, не знаю, чтобы он активно мешал публиковать и подобные статьи, но уже заведомо для опубликования не требовалось его согласия с содержанием статьи (если, конечно, речь не шла о явных ошибках). Другое дело, что Ландау был противником легкости при публикации статей и, естественно, сам не все публиковал, как правило, не спешил с этим.

Позволю себе здесь высказать суждение, состоящее в том, что в вопросе о легкости или сдержанности при опубликовании не может быть единого мнения — это вопрос стиля, вкусов автора. Думаю, что отмеченная сдержанность Ландау в известной мере определялась и тем, что он сам очень не любил писать — известно, что даже его собственные (без соавторов) работы обычно писал кто-либо другой. Кроме того, как мне кажется, Ландау в какой-то мере руководствовался мыслью о том, что физик его ранга не должен публиковать мелочи и т. п.

В «Собрании трудов» Л. Д. Ландау (см. выше) помещены 98 его статей, а также указаны 17 статей и заметок, не включенных в «Собрание». Из этих 17 публикаций часть представляют собой краткие сообщения о включенных в «Собрание» работах. Не включены

в «Собрание» и некоторые статьи, которые сам Ландау считал неправильными. Среди последних находится и статья, опубликованная в 1933 г., посвященная попытке объяснить сверхпроводимость на основе гипотезы спонтанных токов. Работу эту действительно можно считать неверной, но фактически она содержит весьма интересный элемент^{*}), и я к ней обратился в 1978 г., через 55 лет после опубликования (!). Хорошо еще, что я знал о существовании этой статьи. Возвращаясь к вопросу об опубликованном Ландау, отмечу, что число его статей могло быть значительно больше. Во-первых, как уже отмечалось, Ландау далеко не все сделанное публиковал и, вообще, ни в малейшей мере не стремился увеличить число своих статей. Во-вторых, Ландау фактически принадлежит немало результатов, сообщенных в статьях других авторов. Я здесь вовсе не имею в виду заимствование (или, грубо говоря, плагиат). Речь идет о том, что советы и критика Ландау были бесценны и без них некоторые работы не увидели бы света или сильно потеряли в качестве. При этом Ландау иногда просто отказывался от соавторства, т. е. включения в число авторов. Так, я в 1943 г. занимался вопросами о действующем поле в плазме (имелись в виду применения к земной ионосфере, т. е. плазма считалась разреженной). В то время ответ оставался неясным — одни авторы считали, что в этом случае действующее поле \mathbf{E}_g равно среднему макроскопическому электрическому полю \mathbf{E} , другие же полагали, что $\mathbf{E}_g \neq \mathbf{E}$ и, например, $\mathbf{E}_g = \mathbf{E} + \frac{4\pi}{3}\mathbf{P} = \frac{\varepsilon + 2}{3}\mathbf{E}$, где $\mathbf{P} = \frac{\varepsilon - 1}{4\pi}\mathbf{E}$ — поляризация и ε — диэлектрическая проницаемость. Выяснить, кто же прав, было не просто, во всяком случае при тогдашнем состоянии теории плазмы. Я путался, не знал, как добиться ясности и обратился за советом к Ландау. Он с самого начала был убежден, что $\mathbf{E}_g = \mathbf{E}$, но не счел, что здесь и доказывать нечего. Коротко говоря, с помощью Ландау я доказал указанный результат и, естественно, принес Ландау статью, в которой и он фигурировал в качестве одного из двух авторов. Но Ландау отказался от такого предложения, и я опубликовал статью один, поблагодарив Ландау за «детальное обсуждение вопроса» и за указание, как учитывать близкие соударения. В статье, помещенной в «Воспоминаниях», я привожу еще один пример, когда Ландау отказался от включения в число авторов. Однако не хотелось бы мне здесь останавливаться на этом неприятном для меня случае, хотя

^{*}) По сути дела Ландау рассматривал фазовый переход в состояние со спонтанной плотностью тока \mathbf{j} . Так поступать нельзя в связи с нарушением градиентной инвариантности. Но вместо \mathbf{j} можно в качестве параметра порядка выбрать обладающую теми же трансформационными свойствами плотность тороидного дипольного момента \mathbf{T} . Так мы приходим к тороидным магнетикам — новому типу магнетиков (см. Solid State Comm. 50 339 (1984)).

он и менее тривиален, чем рассказанный выше. Почему Ландау отказался от включения в число авторов, в точности не знаю, но думаю, что в таких случаях он просто считал полученные результаты недостаточно интересными или ценными. Кстати, не все, пользовавшиеся советами и помощью Ландау, понимали их значение (это и действительно не всегда легко сделать), в силу чего и публиковали результаты только под своим именем. Так, мне известны популярные в литературе результаты, которые по справедливости должны были бы носить и имя Ландау, а не только имена его по сути дела соавторов.

Вернусь к теории сверхпроводимости и сверхтекучести. Ландау не догадался о возможности образования пар с зарядом $2e$, как мне кажется, не случайно. Конечно, такие предположения невозможно проверить, имею же я в виду следующее. Ландау длительное время считал, что бозе-статистика и бозе-эйнштейновская конденсация не имеют отношения к сверхтекучести гелия II. Основанием служил тот факт, что идеальный бозе-газ не должен быть сверхтекучим. Кроме того, Ландау казалось, что предположение о бозе-статистике атомов ${}^4\text{He}$ не нужно для доказательства сверхтекучести гелия II. Фактически же, бозе-статистика атомов ${}^4\text{He}$ для сверхтекучести гелия II существенная (насколько я знаю, это ясно показал лишь Р. Фейнман в 1953 г.). К сожалению, не помню, как реагировал Ландау на обнаружение того факта, что жидкий ${}^3\text{He}$, полученный в 1949 г., не является сверхтекучим вплоть до весьма низких температур $T > 0,1$ К (отсюда очевидна роль статистики, ибо атомы ${}^3\text{He}$, в отличие от атомов ${}^4\text{He}$, подчиняются статистике Ферми). Во всяком случае, вплоть до создания в 1957 г. микротеоории сверхпроводимости БКШ идея о спаривании электронов была чужда Ландау, как и очень многим другим.

Я собирался привести и некоторые другие примеры того, что возражения Ландау, даже если они, как выяснилось впоследствии, имели ограниченное значение, были обычно интересны и поучительны. Однако за недостатком места ограничусь лишь упоминанием, что Ландау одно время считал, что плазмоны в твердых телах не могут существовать в качестве «хороших» квазичастиц, поскольку их затухание должно быть велико (того же порядка, что и период колебаний). Здесь нашел отражение один из любимых тезисов Ландау о том, что электроны и в нормальном (несверхпроводящем) металле отнюдь не образуют почти идеальный ферми-газ, «ибо закон Кулона еще никто не отменял». Как известно, именно Ландау объяснил в дальнейшем, в чем тут дело в своей теории ферми-жидкости (1956 г.). Что же касается плазмонов, то в простых металлах они все же существуют (т. е. их затухание относительно мало).

6. Отношение Ландау к общей теории относительности

Остановлюсь теперь на отношении Ландау к общей теории относительности. Он был очень категоричен в своем отрицании, во-первых, возможности вводить Λ -член и, во-вторых, как-то изменять или обобщать общую теорию относительности, даже, разумеется, не нарушая согласие теории с известными данными наблюдений. Здесь нашло отражение восхищение общей теорией относительности, которую Ландау называл «самой красивой из существующих физических теорий». С последним мнением я, например, вполне согласен, но не мог понять, почему же этому противоречит существование Λ -члена. Насколько помню, физических аргументов против Λ -члена Ландау и не выдвигал, но, несомненно, в те времена не было и никаких реальных аргументов в пользу существования Λ как фундаментальной постоянной, а сам Эйнштейн считал, что, введя в 1917 г. этот член, совершил чуть ли не ошибку. Отрицательно относился к использованию Λ -члена и Паули. Как мы сейчас знаем, Λ -член эквивалентен использованию уравнения состояния $p = -\varepsilon$, и в наши дни широко обсуждается в теории ранней Вселенной (см. статью 1 в настоящем сборнике).

Что я, собственно, хочу проиллюстрировать сказанным? Ландау, как и его великие старшие современники Эйнштейн и Паули, придавал очень большое значение логической простоте и красоте фундаментальной теории. Он понимал, что использование такого подхода неизбежно и необходимо, когда речь идет о вопросах, для анализа которых еще нет достаточных опытных данных, а число теоретических возможностей очень велико. В этом сказывался и прагматизм Ландау. Ведь в то время, которого я касаюсь, как общая теория относительности, так и, в частности, основанная на ней релятивистская космология еще не находились в состоянии, оправдывающем введение Λ -члена и, тем более, какие-то обобщения общей теории относительности.

7. Как я познакомился с Ландау

Хочется рассказать также, как я познакомился с Ландау или, точнее, как впервые столкнулся с ним на научной почве (я видел Ландау и раньше и, возможно, мы формально даже были знакомы). В течение некоторого сравнительно короткого периода (в основном, в 1940 г., но, возможно, и в конце 1939 г.) группы теоретиков — одна, руководимая Л. Д. Ландау (в ИФП — Институте физических проблем Академии наук), и другая, включившая меня и возглавляемая И. Е. Таммом (в ФИАНе — Физическом институте им. П. Н. Лебедева Академии наук), встречались попеременно на территории одной из них. Обе группы были очень невелики, из сотрудников Ландау того периода я помню лишь Е. М. Лифшица. Помню

лишь два совместных заседания. На одном из них, в ИФП, Ландау докладывал о теории сверхтекучести, и И. Е. Тамм предложил термин «ротон». На другом заседании, в ФИАНе, И. Е. Тамм начал рассказывать об одной из моих первых работ, посвященной квантовой теории излучения Вавилова–Черенкова (В. Ч.). Я показал, что условие этого излучения следует из законов сохранения энергии и импульса при излучении частицей фотона в среде с энергией $\hbar\omega$ и импульсом $\hbar\omega n/c$, где $n(\omega)$ — показатель преломления⁶. Далее, конечно, была вычислена и интенсивность излучения В. Ч. Но до интенсивности дело не дошло. Ландау сразу же проявил отрицательное отношение к моему расчету, сказав, что это не интересно, ибо эффект является классическим и ни к чему рассматривать его квантово. И в известном отношении он был прав, квантовые поправки в задаче об излучении В. Ч. порядка $\hbar\omega/mc^2$ (m — масса частицы) и в оптической области малы. Но очень часто какая-то новая интерпретация, новый подход или вывод бывают полезны. Так и в данном случае оказалось, что квантовый подход, использование законов сохранения дают новые результаты, скажем, в применении к эффекту Доплера в среде⁶.

Я остановился на сказанном, чтобы, во-первых, еще раз продемонстрировать прагматизм Ландау, его нелюбовь к *Neubegrunderung*. Во-вторых, этот пример является, по крайней мере для меня, ярким проявлением роли вкусов и привязанностей в науке. Так, я люблю задачи, связанные с излучением В. Ч. и вообще с излучением равномерно движущихся источников. Ландау же был к этому кругу вопросов совершенно равнодушен, не считал эффект В. Ч. красивым. Проявлялось это не только в уже приведенном примере. Так, помню, я сказал Ландау о работе, кажется, Бома и Пайнса (или Гросса), в которой обнаруженное Ландау затухание плазменных (продольных) волн интерпретировалось как обратный эффект В. Ч. Ландау остался совершенно равнодушен к такой интерпретации.

8. Самокритичность Ландау. Ландау и Фейнман

Ранее я уже останавливался на «обвинении», согласно которому острая критика Ландау могла кому-то помешать. Столь же необоснованно мнение о том, что он «считал себя умнее всех». Еще раз замечу, что я не склонен и вовсе не считаю правильным идеализировать Ландау, малевать какую-то икону и не отмечать, если это к месту, и его слабые стороны. Ведь сам Ландау критически относился даже к великим людям и был самокритичен. Последнее проявлялось во многом. Например, Ландау ставил себя ниже «по классу», чем ряд других физиков, своих современников. Здесь нужно объяснить, что у Ландау была квалификационная шкала «по достижениям». Классификация производилась по пятибалльной

системе, причем в логарифмической шкале. Использовались десятичные логарифмы, т.е. физик класса 1 сделал в 10 раз больше физика класса 2 и т.д. Пятый класс был отведен патологам, т.е. тем, чьи работы Ландау считал патологическими. В этой шкале из физиков нашего века только Эйнштейн имел наивысший класс 0,5. Бор, Гейзенберг, Шредингер, Дирак и некоторые другие имели класс 1, а себя Ландау относил сначала только к классу 2,5, а потом перевел в класс 2 и, кажется, наконец, в класс 1,5. К классу 1 был отнесен и де Бройль, что вызывало некоторые возражения, но Ландау был тверд — наивысшее достижение де Бройля, пусть оно и не было подкреплено его дальнейшей деятельностью, действительно очень велико (речь идет о волнах материи). В класс 1 был помещен и Р.Фейнман, который был моложе Ландау на 10 лет. В 1962 г. я встретил Фейнмана на конференции в Польше, он интересовался здоровьем Ландау после катастрофы, расспрашивал о нем самом (они никогда не встречались). В ходе разговора я упомянул, как высоко Ландау оценивал результаты Фейнмана, ставил их выше своих собственных. Насколько помню, Фейнман несколько смутился и решительно заявил, что Ландау неправ. Не в этом, конечно, дело, а сам Ландау с годами все реже упоминал свою классификацию, трезво к ней относился. Замечу, что из всех, кого я сам встречал, никто не походит на Ландау больше, чем Фейнман. Это касается многого: научного стиля, некоторых манер и личных черт, увлечения педагогическими идеями. Таланты ведь бывают весьма разными, например, Бор и Ландау прямо полярные противоположности. В то же время, как мне кажется, таланты Ландау и Фейнмана одного типа, они и люди родственного типа, их близость кажется мне прямо генетической. Конечно, различия тоже очень велики, сказались также разная среда, другое воспитание. Как жаль, что два этих замечательных физика так никогда и не встречались. Прямо горько думать об этом «продукте» нашего прошлого.

9. Заключительные замечания

Заканчивая статью, я ясно отдаю себе отчет в том, что смог лишь в небольшой мере способствовать пониманию стиля и всего научного образа Л.Д.Ландау. Утешаю себя мыслью, что по-настоящему охарактеризовать этого замечательного физика действительно крайне нелегко.

Но все же еще одно замечание. Ландау ушел от нас уже много лет назад, но мало к кому я столь часто возвращаюсь и возвращаюсь в мыслях. То же пришлось слышать от ряда коллег. Не могу это объяснить только дружескими чувствами к Ландау, его поистине трагическим и горьким концом. Думаю, что здесь очень важно другое — Ландау был уникальным физиком и учителем

физиков. Поэтому отношение к нему неразрывно связано с отношением к самой физике, такой дорогой и близкой многим из нас.

Примечания

1. Статья была опубликована в журнале «Природа» (№ 2, 92 (1993)) под названием «Уникальный физик и Учитель физиков», а мое название («О Льве Давидовиче Ландау — физике и человеку») послужило подзаголовком. В статье был помещен также ряд фотографий. Мною были опубликованы еще две, близкие по содержанию статьи о Ландау: *Physics Today*, May 1989, p. 54; сборник *Advances in theoretical physics* / Ed. A. H. Luther.— Oxford: Pergamon Press, 1989. P.1.

2. Содержащиеся в «Воспоминаниях» мои две статьи о Ландау опубликованы также в кн.: Гинзбург В.Л. «О физике и астрофизике» — М.: Бюро Квантум, 1995. С. 364, 368. Там же помещена (на с. 442) статья «Курс (памяти Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица)». Из английского перевода моей книги эта статья исключена в связи с недостатком места.

3. К тому же, как это указано в следующем разделе настоящей статьи, «дело» Ландау в КГБ было прекращено лишь через много лет после его смерти (см. сноску * на с. 276). Поэтому его избрание в АН СССР в 1946 г. представляется мне особенно нетривиальным. Думаю, что соответствующие обстоятельства заслуживают внимания историков науки.

4. Картина в целом остается для меня все же неясной. О политической эволюции Ландау, подлинности листовки или ее провокационной природе и ряде других моментов см. уже цитированные в тексте статьи Г. Е. Горелика. Текст листовки частично приведен в статье о Ландау в книге: Фейнберг Е. Л. Эпоха и личность (М.: Наука, 1999). Эта статья Е. Л. Фейнберга вообще важна для понимания Ландау.

5. Материалы, касающиеся биографии Ландау, продолжают появляться, последнее слово здесь еще не сказано. Конечно, интереснее всего было бы ознакомиться с неопубликованными документами из КГБ, касающимися слежки за Ландау. К сожалению, об этом узнают, если вообще узнают, очень нескоро, ибо в России (в отличие от, если не ошибаюсь, Германии и Чехии) подобные сведения недоступны. Из новых данных о Ландау можно указать на книгу его вдовы: Кора Ландау-Дробанцева. Академик Ландау. Как мы жили.— М.: Изд-во Захаров. АСТ, 1999; и на записку врача К. Симоняна, опубликованную уже после его смерти: Симонян К. Тайна Ландау (воспоминания о Л. Д. Ландау).— «Окна» (Израиль) от 2, 9 и 15 апреля 1998 г. («Окна» — приложение к газете «Вести»). О книге вдовы мне не хочется писать *); как и все мои знакомые, я отношусь к этой публикации резко отрицательно. Позволю себе здесь лишь отметить, что сказанное в этой книге о Е. М. Лифшице я считаю по сути дела клеветническим (см. в этой связи мой ответ на вопрос редактора журнала «Преподавание физики в высшей школе» № 18 24 (2000)). Весьма важны свидетельства К. Симоняна. По его мнению, кажущемуся мне убедительным, Ландау в значительной мере явился жертвой врачебных ошибок. Боли (в частности, боли

*) В связи с этой книгой я написал заметку «Еще раз о Льве Давидовиче Ландау и еще кое о чем», не предназначенную для публикации. Она написана небрежно и, главное, не хочется копаться во всем этом. Однако записка имеется у нескольких лиц и когда-нибудь может оказаться полезной для биографии Ландау.

в животе), на которые Ландау всегда жаловался, не были фантомными, нужна была операция (это подтвердилось при анатомическом исследовании после смерти Ландау). Но перестраховка консилиума врачей помешала произвести эту операцию. Для меня было ново также, что, по утверждению Симоняна, умственные способности Ландау, незадолго до его смерти, в значительной мере восстановились. Во всяком случае он уже читал книги и газеты (многие из нас в этом сомневались). Вполне возможно, что именно реальные боли мешали выздоровлению Ландау или, во всяком случае, возможности жить более или менее нормальной жизнью. Какая трагедия! Не могу с ней смириться до сих пор.

Укажу также на статью: Горобец Б. Секретный сотрудник рядом с академиком Ландау. — «Независимая газета», Приложение НГ «Наука» № 7 от 19 июля 2000 г. В этой статье выдвигается предположение о том, кто (быть может, в числе других) поставлял КГБ информацию о Ландау.

6. См. статью 2 в настоящем сборнике.