ЛЕВ ДАВИДОВИЧ
ЛАНДАУ

1968 г. Январь *Том 94, вып. 1*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

PERSONALIA

92:53

ЛЕВ ДАВИДОВИЧ ЛАНДАУ

(К шестидесятилетию со дня рождения)

22 января 1968 г. исполнилось 60 лет замечательному советскому физику Льву Давидовичу Ландау.

Среди имен наших современников-физиков имя Ландау принадлежит к числу наиболее известных. На то имеется немало причин: научные достижения в различных областях физики, популярность написанных им книг (и особенно созданного совместно с Е. М. Лифшицем многотомного курса теоретической физики, полностью или частично переведенного уже на 10 языков), яркая индивидуальность и своеобразный полемический талант, трагическая история автомобильной катастрофы и последующей борьбы за жизнь Ландау.

Статьи Ландау и его книги не покрываются пылью на полках — они живут и и работают среди нас и для нас. Широко известна и биография Л. Д. Ландау, повторять ее как в научном, так и в личном планах вряд ли здесь целесообразно. В конце этой статьи приведена литература, в которой биография Л. Д. Ландау освещена весьма подробно. Вместе с тем, как можно думать, многие физики, особенно молодые, хотели бы лучше понять, в чем же особенности Л. Д. Ландау и почему его ученики и коллеги говорят о нем каким-то «необыкновенным» образом. К сожалению, задать такой вопрос значительно легче, чем на него ответить, и я по этому поводу способен сделать лишь несколько замечаний. Само собой разумеется, что я могу при этом выразить только свое мнение, хотя для краткости и буду обычно опускать слова «как мне кажется».

Научные направления и специальности по своему характеру различаются в основном в двух планах, по двум признакам. В первом случае деление определяется объектом исследования. Магнетизм, оптика, физика полупроводников, ядерная физика — это одновременно и названия областей физики и названия специальностей. Во втором случае деление на специальности диктуется прежде всего подходом к вопросу или методом исследования: физика колебаний, радиоастрономия, теоретическая физика.

Всякая классификация в значительной мере условна, разные научные направления не отгорожены друг от друга какой-либо стеной. Но все же можно видеть, что для специальностей, выделяемых по «методическому» признаку, особенно существенна форма, которая в значительной степени определяется теми, кто формирует эту специальность. Одновременно методическое деление более эфемерно и неустойчиво, чем деление «по существу» предмета. Хорошим примером сказанного может служить теория колебаний, которая уже почти растворилась в оптике, радиофизике, акустике. Общие же «колебательные» идеи, которые нашли столь яркое отражение в трудах лорда Рэлея и Л. И. Мандельштама, для физиков наших дней стали плотью и кровью, приобрели общеобразовательное значение. С теоретической физикой ситуация, конечно, сложнее. Анализ результатов опытов и наблюдений, как качественный, так и количественный (математический), в той или иной мере проводился в физике всегда. На современном языке и Ньютон, и Максвелл, и многие другие были физиками-теоретиками. Но они были не только физиками-теоретиками и скорее являлись физиками-универсалами. Лишь с колоссальным увеличением объема знаний в XIX веке в физике началось ясно выраженное «разделение труда» и появилась современная теоретическая физика как особая специальность. Это нашло отражение и в названиях, и в терминологии (названия книг, кафедр в университетах и т. п.) и, главное, сказалось на содержании и стиле работы.

Сделанные замечания достаточно очевидны, но они казались уместными, чтобы подчеркнуть основной тезис: Л. Д. Ландау является ярчайшим представителем теоретической физики как специальности. Именно он внес неоценимый вклад в формирование и утверждение стиля современной теоретической физики.

Если о стиле и форме в искусстве и литературе много пишут и говорят, то проблема стиля в науке пребывает в тени, а иногда и в полной темноте. В какой-то мере это понятно, поскольку стиль и форма, по сравнению с содержанием, играют в науке все же значительно меньшую роль, чем в искусстве. Но в том, сколь, тем не менее, существен стиль, в науке особенно, легко убедиться, взяв в руки книгу или физический журнал столетней давности или даже начала нашего века. Иногда такие книги и статьи почти невозможно читать, трудно понимать, подобно, например, русской литературе допушкинского периода. Современную форму теоретической физики отличают характерный лаконизм, рационализация вычислений, широкое применение векторного и тензорного анализа, целый ряд специфических приемов. К ним уже так привыкли, что почти не замечают; здесь не место описывать их подробнее. Весь этот современный стиль является закономерным плодом развития; в первую очередь он вырос в результате попыток как-то справиться с могучим потоком новой информации, с расширением фронта физических исследований. Только владея современным стилем, нашедшим такое яркое и законченное выражение в работах и курсе Л. Д. Ландау, можно остаться хозяином положения практически во всей теоретической физике. Можно сегодня заниматься теорией сверхтекучести, завтра квантовой теорией поля и послезавтра теорией металлов. Таким хозяином положения и является Л. Д. Ландау, и он же помог следовать по этому пути своим очным и заочным ученикам.

Здесь так и слышится вопрос: разве смена направлений и объектов исследования не ведет прежде всего к верхоглядству? Разумеется, такая смена может повести к отрицательным последствиям, но в теоретической физике до сих пор она приносила в основном только пользу. Причина, в частности, в известном единстве методов, в возможности перенести успех из одной области в другую. Ярким примером может служить квантовая теория поля. Методы, развитые главным образом при исследованиях в области квантовой электродинамики, оказались, после соответствующей модификации, исключительно эффективными в теории твердого тела. И, несомненно, только тот факт, что и то и другое делали физики-теоретики либо те же самые, либо их коллеги и ученики, обеспечил быстрый прогресс, безостановочное движение вперед. Сохранится ли такое положение в будущем? В этом трудно быть уверенным. Уже сейчас в недрах самой теоретической физики происходит далеко идущая дифференциация. Физики-теоретики нередко перестают понимать друг друга, так сильно разошлись уже пути многих из них. На одном полюсе стоят занявшиеся физикой математики, для которых современная теоретическая физика пришла на смену математической физике в старом понимании этого термина. На другом полюсе находятся физики-теоретики, близкие к эксперименту или, точнее, к «общей физике» и почти неотличимые от физиков-экспериментаторов, которые в наши дни вовсе уже не обязаны уметь хорошо паять, работать со стеклом и чинить электрометры. Разделение труда продолжается, и сохранится ли даже название физик-теоретик лет через пятьдесят или сто, позволено сомневаться. А если и сохранится, то, возможно, так будут называть только тех, кто занимается теорией в области фундаментальных физических проблем, таких, какой является сейчас теория элементарных частиц. Но не будем гадать. В XX веке теоретическая физика играла, играет и еще будет играть выдающуюся роль. Жизненный путь и работа Л. Д. Ландау неотделимы именно от этого периода.

Те, кто знают Л. Д. Ландау в основном по его книгам, могут понять сказанное выше как утверждение о том, что он прежде всего педагог, автор учебников, систематизатор известного, а не создатель нового. Такое заключение, однако, было бы глубоко ошибочным. Все дело как раз в том, что Л. Д. Ландау выдающийся физик, который одновременно является учителем по призванию. Еще совсем молодым он наряду с напряженной и захватывающей исследовательской работой увлекся идеями воспитания молодежи и обучения теоретической физике и физике в целом. Редко встречаются поистине значительные ученые, еще реже можно встретить Учителей с большой буквы. Соединение же обеих сторон в одном лице, подобно произведению вероятностей двух редких событий, еще несравненно более редкое явление. Думаю, что именно здесь лежит ключ для оценки места Л. Д. Ландау в теоретической физике.

Ландау бывает резок, без известной привычки его можно неверно понять, неправильно интерпретировать руководящие им мотивы. Это порождало недоразумения, закрепленные и искаженные в легендах. Мне приходилось, например, сталкиваться с мнением, что «Ландау считает себя умнее всех» и т. п. Но это полнейшая неправда и не раз можно было констатировать, с какой трезвостью и скромностью Л. Д. Ландау оценивает свое место в науке. Его любовь к систематизации и четкости много лет назад нашла выражение в шуточной по сути дела классификации физиков в логарифмической шкале. Это значит, что физик, скажем, второго класса в десять раз меньше сделал (именно сделал, речь идет только о достижениях), чем физик первого класса. И вот в этой шкале Эйнштейн имел половинный класс, а Бор, Шрёдингер, Гейзенберг, Дирак, Ферми и некоторые другие имели первый класс. Себя же Лев Давидович поместил в двухсполовинный класс и только, кажется, лет десять назад, довольный какой-то своей работой (я помню этот разговор, но забыл, о какой работе шла речь), сказал, что добрался до второго класса.

Л. Д. Ландау очень высоко оценивает и ставит выше себя и некоторых более молодых своих современников, например Р. Фейнмана. В 1963 г. я встретил Р. Фейнмана на конференции в Польше; он расспрашивал о здоровье Л. Д. и о нем самом. В ходе разговора я упомянул, как высоко Л. Д. оценивает результаты Фейнмана и ставит их выше своих собственных. Насколько помню, Фейнман несколько смутился и решительно заявил, что Ландау не прав. Не в этом, конечно, дело, и вряд ли нужно доказывать, что сравнивать и взвешивать научные достижения разных людей не так уже интересно и заведомо не важно. Я пишу об этом только, чтобы подчеркнуть, сколь высоко оценивают Ландау даже такие остро критически настроенные выдающиеся физики-теоретики, как Р. Фейнман. Кстати, из всех, кого я встречал, никто больше Р. Фейнмана не походит на Л. Д. Ландау. Это касается всего: и научного стиля, и педагогических идей, и ряда личных черт.

Талант Ландау так ярок, техника так отточена, что, казалось бы, он мог сделать еще больше, решить еще более трудные проблемы.

Как-то, к слову пришлось, и я сказал это Льву Давидовичу, но он, словно и раньше думал об этом, очень четко ответил: «Нет, это неверно, я сделал, что мог». Л. Д. не раз уверял также, что он не изобретатель и ничего не изобрел. Эти замечания нужно понимать, конечно, «со щепоткой соли». Л. Д. очень изобретателен, когда речь идет о решении задач, поисках новых методов. Не изобретателен он лишь в смысле отсутствия конструкторской жилки и каких-то черт, свойственных некоторым изобретателям. Довольно популярно утверждение, что хороший поэт должен быть глуповат. Примерно с такой же степенью убедительности можно сказать, что хороший изобретатель должен быть не слишком хорошо образован. Изобретения ведь часто являются плодом смутных догадок, проблесков, проб и ошибок. Трезвый ум высокообразованного физика-теоретика как-то ортогонален по отношению к такому изобретательскому стилю, к поискам в темноте. Высокая критичность Ландау, зачисление им в разряд «патологии» многих идей или, точнее, намеков на идеи, идут в значительной мере именно от трезвости, ясности. Это, конечно, не всегда хорошо, но это нужно не осуждать, а понимать. Ландау случалось не раз ошибаться в оценках тех или иных идей, результатов и предложений. Но я думаю, что он ошибался даже реже, чем кто-либо другой (если, конечно, говорить о процентном отношении, так сказать, отношении числа промахов к числу попаданий). Поучительнее другое: ошибки Ландау, как правило, интересны и имеют воспитательную ценность. Позволю себе привести, быть может, и не лучший пример, но зато доподлинно мне известный. В единственной нашей совместной с Львом Давидовичем работе мы получили уравнение для некоторой эффективной волновой функции сверхпроводящих электронов. Член этого уравнения, куда входит векторный потенциал $\mathbf{A}$, имеет вид $\frac{1}{2m}(-i\hbar\nabla - \frac{e^*}{c}\mathbf{A})^2\Psi$ и, очевидно, вполне подобен соответствующему члену в уравнении Шрёдингера. Но каков смысл заряда e^* в этой феноменологической теории? Мне с самого начала казалось, что заряд e^* не обязан равняться заряду осободного электрона e, т. е. в теорию можно ввести новый параметр — эффективный заряд e^*. Но Ландау решительно отверг эту мысль, и в нашей статье, опубликованной в 1950 г., фигурирует типично ландаувская фраза, что заряд e^* «нет оснований считать отличным от заряда электрона». Когда я в дальнейшем занимался теорией сверхпроводимости, то убедился, однако, что сравнение с экспериментом все же свидетельствует скорее в пользу значения $e^* = 2 \div 3e$. Получив такую поддержку, я вернулся к идее об эффективном заряде и, как обычно, вынес ее на суд Ландау. Теперь ему уже пришлось не просто отмахнуться от этого вопроса, а высказать свое мнение подробнее (вероятно, Л. Д. именно это же имел в виду и ранее, но не счел нужным вдаваться в подробности, поскольку у меня не было никаких реальных аргументов в пользу неравенства зарядов e^* и e). Конкретно, Л. Д. отметил, что эффективный заряд (подобно, скажем, эффективной массе) не универсален и должен зависеть от различных факторов — состава сверхпроводящего сплава, давления и т. п. Значит, можно создать условия, при которых эффективный заряд будет зависеть от координат, а это нарушает градиентную инвариантность теории. В ответ я попытался построить градиентно-инвариантную теорию с зависящим от координат зарядом e^*, но не преуспел в этом деле. В моей статье 1955 г. я так и написал «все как есть», т. е. указал на возможность улучшить согласие теории с опытом при $e^* = 2 \div 3e$ и с разрешения Л. Д. и, конечно, со ссылкой на него, привел его возражение против возможности вводить эффективный заряд. После создания в 1957 г. микроскопической теории сверхпроводимости выяснилось, как известно, что заряд e^* в наших уравнениях строго равен $2e$, ибо таков заряд электронных пар, своеобразная бозе-эйнштейновская конденсация которых обусловливает появление сверхпроводимости. Формально рассуждая, можно сказать, что Ландау ошибался, настаивая на том, что $e^* = e$. Фактически же он был совершенно прав, отрицая возможность вводить эффективный заряд в качестве параметра. Моя же догадка о неравенстве e^* и e была неглубокой, основанной на непонимании. Такая догадка могла стать полезной, могла превратиться в идею, если бы она была поднята до понимания возможности спаривания электронов и совместимости универсальности заряда e^* с неравенством его заряду электрона e. Но,

как сказано, это было сделано лишь после построения микротеории сверхпроводимости. Приведенный пример типичен в том смысле, что критика Л. Д. Ландау, отрицание им каких-то предложений, всегда имеет под собой научное обоснование, какую-то продуманную аргументацию. Совсем другое дело, что Л. Д. Ландау не всегда любит пояснять и разъяснять свои замечания и часто отвечает «подумайте сами». Но если Ландау не всегда готов отвечать и разъяснять, то это не имеет ничего общего с зазнайством или барством. Л. Д. Ландау глубоко демократичен, ему совершенно чужды напыщенность и чинопочитание. Любой студент мог без труда обсуждать с ним научные вопросы при одном-единственном условии, общем для всех: если он был на должном научном уровне, уже обдумал вопрос, а не хотел, чтобы Ландау думал за него, делал то, что спрашивающий может сделать сам.

Последнее замечание, являющееся констатацией факта, который кажется мне не случайным, а связанным со всем стилем работы Ландау. Именно, по общему мнению, Л. Д. Ландау с возрастом совершенно «не сдавал». В 54 года его глаз был так же остр, уровень его работ не снижался, овладение новой техникой вычислений не составляло для него проблемы, он оставался на самой передовой линии теоретической физики. Только удар грузовика, несчастный случай, происшедший 7 января 1962 г., прервал работу Ландау. Катастрофы и их последствия почти всегда нелепы. Но когда речь идет об аварии, в которую попал Л. Д. Ландау, она кажется как-то особенно нелепой и чудовищно несправедливой. Но что поделаешь...

От имени огромного числа физиков в нашей стране и во всем мире хочется поблагодарить Льва Давидовича за то, что он сделал для всех нас и от всего сердца пожелать ему здоровья и счастья, всего самого хорошего.

В. Л. Гинзбург

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ СПРАВКА

О Л. Д. Ландау можно прочитать: В. Б. Берестецкий, Лев Давидович Ландау (К пятидесятилетию со дня рождения), УФН 64, 615 (1958); сборник «Научное творчество Л. Д. Ландау», М., Изд-во «Знание», 1963; А. А. Абрикосов, Академик Л. Д. Ландау, М., «Наука», 1965. В 1968 г. в изд-ве «Наука» выходит собрание трудов Л. Д. Ландау в двух томах, содержащее сто статей. На англ. языке изданы Collected Papers of Landau, Pergamon Press, N. Y., 1965. Две статьи Л. Д. Ландау перепечатаны также в юбилейном номере УФН (т. 93, вып. 3, ноябрь 1967 г.). Его работы освещены во всех сборниках и статьях, посвященных истории развития физики в СССР за 50 лет (в особенности см. статью Э. В. Шпольского, УФН, т. 93, вып. 2, октябрь 1967 г.).