

КАРЛ ХОЛЛ

Центрально-европейский университет, Исторический факультет

**«НАДО МЕНЬШЕ ДУМАТЬ ОБ ОСНОВАХ»:
КУРС ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ
ЛАНДАУ И ЛИФШИЦА
В КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКОМ
КОНТЕКСТЕ^{1,2}**

Написание учебника - непростое дело.

Иосиф Сталин (1950)

ВВЕДЕНИЕ

В январе 1962 года в результате автомобильной катастрофы под Москвой известный физик-теоретик Лев Ландау оказался на грани между, жизнью и смертью. Спустя несколько недель после этого на страницах газеты «Известия» появилась статья под заголовком «Фундаментальный труд» [1]³. Её автор, В.Л. Гинзбург, был одним из многих коллег, потрясённых этим событием, которые установили круглосуточное дежурство у постели больного в течение всего невообразимо трудного периода его

¹ Английский вариант Karl Hall. «*Think less about foundations*»: A short course on the *Course of Theoretical Physics* of Landau and Lifshitz - будет опубликован в *Pedagogy and the Practice of Science: Historical and Contemporary Perspectives* / Ed. David I. Kaiser. Boston: MIT Press.) Перевод с англ. Н.В. Вдовиченко.

² На окончательный вариант этого очерка сильно повлияли замечания и комментарии участников конференции «Training Scientists, Crafting Science: Putting Pedagogy on the Map for Science Studies» («Воспитание творцов науки: роль педагогики в научных исследованиях», Кембридж, Массачусетс, январь и сентябрь 2002 г.) и в особенности внимательное отношение организатора конференции Дэвида Кайзера к его первоначальной рукописи. Я также признателен Л.П. Питаевскому за полезные советы, касающиеся истории, структуры и содержания *Курса теоретической физики*, однако это ни в коей мере не возлагает на него ответственность за изложенные здесь взгляды.

³ Вообразите, что речь идёт о Стивене Вайнберге, аналогичная публикация о котором в *Нью-Йорк Тайме* посвящена не «*Мечтам об окончательной теории*» или «*Первым трём минутам*», а его трёхтомнику по «*Квантовой теории поля*». Просто невозможно представить себе, до какой степени в Советском Союзе были связаны известность автора, его педагогическая деятельность и научные достижения.

реабилитации. Ландау так и не удалось в полной мере восстановить свои способности, и вскоре он умер в возрасте 60 лет⁴. В это время проходило ежегодное выдвижение на высшую советскую награду - Ленинскую премию. Это давало Гинзбургу удобный формальный повод выступить в печати и в соответствии с принятой процедурой представить высокую коллективную оценку деятельности двух претендентов на премию - Ландау и его ближайшего сотрудника, Евгения Лифшица, ничего не говоря о тяжёлом состоянии Ландау.

Однако выдвигались они не за научные достижения как таковые. Гинзбург представлял цикл учебников, известный как *Курс теоретической физики*, который по его мнению, определял стиль современной теоретической физики как никакая другая работа. «Так же, как живопись, беллетристика или поэзия, - писал Гинзбург, - наука и научная литература каждой эпохи отличаются не только по своему содержанию, но и имеют свою своеобразную форму, свой стиль». Он подчёркивал, что глубина и оригинальность *Курса* Ландау и Лифшица заключаются в том, что он объединяет все современные достижения, не приводя их к единой форме. Научная общественность и Государственная комиссия были полностью согласны с Гинзбургом, и позднее в тот же год оба кандидата были удостоены Ленинской премии. Впервые научная премия присуждалась за педагогические достижения. (Правда, в советской практике уже существовали прецеденты, такого рода: в частности, Д.И. Блохинцев получил Сталинскую премию за учебник по квантовой механике.)⁵ Год, начавшийся трагически, закончился присуждением Ландау Нобелевской премии за работы по теории конденсированного состояния.

Педагогические лавры тем более удивительны, что для *Курса* всё начиналось не самым благоприятным образом. В 1938 г. первым из этого цикла был опубликован том «Статистическая физика» (на самом деле, второй в *Курсе* того времени) сразу порусски и по-английски. Это произошло почти одновременно с арестом Ландау, после чего он год провёл в тюрьме. Следующие три тома появились во время войны, и тогда не могло быть и речи об их переводе. К началу 1950-х первоначальный тираж «Статистической физики» издательства Oxford University Press

⁴ Невероятные усилия по оказанию медицинской помощи Ландау подробно описаны в книге А. Дорожинского «Человек, которому не дали умереть» [2].

⁵ Блохинцев получил Сталинскую премию в 1951 г. за учебник, в котором, излагая особую статистическую интерпретацию квантовой механики, явно использовал принципы диалектического материализма. Ландау Сталинская премия была присуждена ещё в 1946 г. за работы по сверхтекучести.

(около тысячи экземпляров) ещё не был распродан, а британский предприниматель Роберт Максвелл уже начал выпуск английского перевода цикла в издательстве Pergamon⁶. К моменту смерти Сталина в начале 1953 г., в период самой жесткой советской автаркии две трети *Курса* уже были написаны и изданы в изоляции от международного сообщества. Так что едва ли можно было надеяться, что он станет бестселлером века в этой области.

Пяти томный проект, задуманный в 1930-е гг., так и не был закончен до тех пор, пока в 1970-е гг. не превратился в десяти томник⁷. Теперь, издаваясь уже более полувека, этот *Курс* не имеет себе равных по масштабу и активно используется до сих пор - последнее русское издание начало выходить в 2000 г. под редакцией ученика Ландау Л.П. Питаевского. (Смешно, но это правда: на специальных полках, созданных когда-то в Санкт-Петербурге в Библиотеке Академии наук специально для трудов классиков марксизма-ленинизма, теперь стоят тома *Курса* Ландау и Лифшица⁸.) Весь цикл был переведён на японский язык и все основные европейские, а отдельные тома - на десятки других языков [3]. Если подсчитать общий тираж всех существующих изданий, не будет преувеличением утверждать, что во всех уголках мира было продано около миллиона экземпляров *Курса* - впечатляющий рекорд для такого специального учебного пособия⁹.

⁶ Из письма К. Сайсема (научного редактора издательства Oxford University Press-OUP) П. Розбауду от 19 июня 1954 г. LB 7866, OUP Archives. См. также К. Сайсем - Д. Шёнбергу от 14 мая 1937 г., о тираже первого издания. Все цитаты из Большой книги дел (Long Book) перепечатаны с разрешения руководителя Постоянного комитета OUP. Я признателен др. Мартину Мо, предоставившему мне эти дела для ознакомления. Первым томом, вышедшим в серии Pergamon (в типографии Эддисон-Уэсли в США), была *Классическая теория поля*, появившаяся в 1951 г. (см. ниже).

⁷ Из-за недостатка места четыре из них здесь не рассматриваются, два последних потому, что были написаны уже после смерти Ландау: «Теория упругости» (1944/1959); «Электродинамика сплошных сред» (1957/1960); т. 2 «Статистической физики» с Л.П. Питаевским (1978/1980); «Физическая кинетика» с Питаевским (1978/1981). Все они опубликованы издательством Эддисон-Уэсли (в скобках указаны даты первой русской и английской публикаций соответственно).

⁸ Я благодарен Михаилу Гордину, обратившему мое внимание на этот факт.

⁹ Это тем более удивительно, что курс не является вводным. И хотя у меня нет данных для издательства Pergamon, их, по-видимому, можно экстраполировать, опираясь на тиражи русских изданий (например, второе издание «Квантовой механики» было отпечатано в количестве 70 000 экземпляров, а третье издание «Статистической физики» - 57 000; теперь обе книги выходят уже пятым изданием). В опубликованных воспоминаниях коллег Ландау отмечается, что каждое новое издание расходуется очень быстро [3*].

Курс теоретической физики стал по существу интернациональным учебником, что вовсе не свойственно произведениям такого рода. Его канонический статус (особенно в России) не является просто следованием высокому образцу. Многие выдающиеся теоретики сегодня считают, что достигли определённой зрелости взглядов именно при попытке осмыслить, каким образом следует переписать какой-нибудь из томов *Курса* для современной аудитории. К тому же теперь *Курс* является столь «непреложным фактом», что любые усилия представить его в исторической перспективе сталкиваются с непреодолимой инерцией впечатления, которое он производит сегодня. Однако основная цель моего очерка - исследовать обстановку, в которой он создавался, и поэтому последние издания и тома, написанные после смерти Ландау, будут рассмотрены в лучшем случае мельком. Собственно изучать я буду те исторические процессы, благодаря которым подобное собрание учебных текстов само могло стать каноническим, и при этом попытаюсь выяснить, благодаря каким механизмам оно вкладывает в головы молодых теоретиков принципы и критерии физической науки.

Курс очень тонко нарушал некоторые общепринятые тогда соглашения и тем самым демонстрировал студентам, как блестящее владение техникой решения задач благоприятствует развитию плодотворных идей, как из нормы возникает что-то новое.

Именно по этой причине следует рассмотреть все, и особенно советские, источники, влиявшие на длительный процесс написания и распространения этого, в сущности, международного учебника, и обратить особое внимание на те едва уловимые факторы, которые сделали его доступным вообще для всех, кому он предназначался.

В процессе освоения учебники Ландау и Лифшица становились основой для создания курсов преподавания и своего рода жаргона, который определял профессиональное сообщество теоретиков и вместе с тем выделял его участников среди других категорий на перекрестках советской культуры¹⁰. Проблема, с которой впервые столкнулись ещё учителя Ландау в 1920-е гг., заключалась в том, как в достаточно жёстких условиях воспитать хотя бы горстку профессиональных теоретиков, которые смогут проводить исследования на «мировом уровне» (если поль-

¹⁰ Примером более широкого историографического очерка, рассматривающего многие из этих тем и, в частности, их важность для историков науки, может служить [4].

зоваться стандартным советским выражением). Тогда же, в самом начале своей карьеры, двадцатилетний Ландау предложил сдавать «теоретический минимум», состоящий из 9 экзаменов, включающих математический аппарат (2 экзамена) и все основные разделы теоретической физики (остальные 7)¹¹. Сотни физиков пытались сдать эти экзамены ещё при жизни Ландау (и гораздо больше с тех пор - его ученикам), но лишь около пятидесяти (43) выдержали их в полном объёме и менее дюжины удостоились работать непосредственно с Ландау в течение довольно длительного времени. И всё же влияние этой небольшой группы учёных (а также их собственных учеников) было огромно. Именно учебники Ландау и Лифшица определяли смысл и структуру широкого круга дисциплин, что позволяло закреплять достижения их ведущих специалистов и расширять круг знаний и методов (которые тоже могли быть включены в этот курс), удовлетворяющих критериям Ландау. Курс помогал кодифицировать социальную систему, в которой теоретическая физика считалась настолько престижной, что тысячи аспирантов хотели бы испытать на ней свои способности, несмотря на то, что лишь немногим удавалось сделать это и попасть в круг сотрудников Ландау.

Если создаётся впечатление, что я преувеличиваю социальную роль этих довольно сухих текстов, то причина кроется в том, что в 1920-е гг., когда Ландау начинал свою деятельность, других проектов, которые можно было бы связать с теоретической физикой, просто не было. Для небольшой группы советских теоретиков не было институтов, устроенных по типу средневропейских университетов, где «чистая» наука такого рода имела мощную поддержку. Более того, необходимость в теоретиках по отдельным отраслям знания постоянно подвергалась сомнению широким научным сообществом, включая и самих физиков, так как для практического применения физических исследований любой налёт теоретизирования считался вредным. К примеру, ещё до отъезда в Харьков в 1932 г. Ландау вместе со своим другом Георгием Гамовым безуспешно пытался создать

¹¹ Ландау подключился к написанию учебника ещё в 1929 г., так как именно тогда один из его коллег сообщил, что читает «почти оконченную рукопись книги Ландау по квантовой статистике» [5. С.82]. Начало проекта, который со временем стал называться *Курсом теоретической физики*, можно, по всей видимости, отнести даже к 1927 г., когда в Ленинграде Юрий Крутков привлёк троицу - Георгия Гамова, Дмитрия Иваненко и девятнадцатилетнего Ландау, - чтобы они помогли ему подготовить текст неоконченного учебника по статистической физике [6. С. 66].

Институт теоретической физики в Ленинграде [7, 8]. Когда же Ландау только начал вводить «теоретический минимум» и разрабатывать *Курс*, присуждение учёных степеней (отменённое с 1918 г.) ещё не стало формальной частью процесса профессионализации¹². Он начал готовить теоретиков, когда ещё работал в Наркомате тяжёлой промышленности и некоторые его коллеги должны были преподавать физику студентам в местах типа Института кожевенной промышленности. Как-то Ландау довольно резко заметил одному уже немолодому экспериментатору, что «физики не могут дублировать техников» [9]. *Курс* же позволил бы определить социальный статус теоретика, фактически освобождая его от ряда тех сугубо прагматических требований, которые господствовали в ранний советский период.

Эффективная стратегия авторов заключалась в создании «новой традиции» (к чему Сталин часто призывал советскую служащую элиту) для большей части тех разделов, в которых русские физики в прошедшее время играли малозаметную роль, благоразумно сохраняя хорошо проверенные принципы и методы расчёта [10]. Я хочу показать, что в своих учебниках авторы пользовались средствами, которые неявно, но очень любопытным образом напоминают некоторые из приёмов, часто используемых в литературе соцреализма. Средства, которые они применяли для разрушения привычных стереотипов в разных разделах физики (например, механике, электродинамике, статистической физике), одновременно служили выработке собственного авторского стиля, не совпадающего с принятыми тогда нормами построения учебников. Вопрос не в том, чтобы подчеркнуть уникальность советского подхода, описанного ниже, а как раз наоборот – понять, благодаря чему некоторое собрание учебных текстов, вызванных к жизни определёнными историческими обстоятельствами, стало образцом определённого международного стиля. Я берусь утверждать, что *Курс* никогда не был «сам по себе» интернациональным в любом трансцендентальном смысле – независимо от провозглашённых намерений его авторов, – но, скорее всего, стал таковым в результате исторической практики. В этом смысле мы все теперь – советские.

¹² Даже после того как в 1934 г. присуждение степеней было восстановлено, «теорминимум» оставался престижным неформальным стандартом, свободным от вмешательства Министерства высшего образования. По-видимому, репутация его была столь высока, что один человек, даже не имеющий намерения заниматься теоретической физикой, прежде чем стать биологом, сдал все экзамены, рассматривая их как своего рода престижное интеллектуальное испытание.

Авторам *Курса теоретической физики* удалось скомпоновать цикл учебников, который стал универсальным, не будучи фундаментальным, и в то же время был скорее сборником повседневно используемых методов, чем исчерпывающим их собранием. Как-то Ландау посоветовал одному аспиранту: «надо меньше думать об основах. Главное, чем надо овладеть, — это техникой работы, а понимание тонкостей само придёт потом» [11. С. 116]. По-видимому, *Курс* больше, чем какое-либо другое учебное пособие второй половины прошлого века, сделал для расшатывания традиционных представлений о том, как создаются физические каноны, хотя и не он один. По Ландау и Лифшицу, в канонических учебниках создаётся представление о том, что нынешний триумф науки достигнут благодаря открытию первопринципов, а это вряд ли поможет студентам правильно расставить приоритеты в решении современных проблем. Такая позиция приводит к искажению роли выдающихся людей и «основополагающих» исследований, сбивая с толку талантливых студентов и отвлекая их от регулярных занятий и упражнений, позволяющих овладеть тонкостями мастерства. Просто если бы они постоянно и усердно совершенствовали свои навыки, то могли бы выйти в первые ряды науки.

1. КОНЕЦ ОБСУЖДЕНИЯМ

Всякий советский текст был обязан выполнять воспитательную функцию в соответствии с присущим большевикам стремлением полностью перестроить политическую и культурную жизнь. Книги как оружие борьбы с врагами Большевицкой Просветительской программы действительно играли поистине метафорическую роль. «Буржуазные» профессора, религия, пьянство, невежество и безграмотность всегда служили удобной мишенью¹³. Сторонникам большевиков наука представлялась неисчерпаемым источником средств для подобных сражений, и в 1920-е-1930-е гг. появилось множество самой разнообразной научно-популярной литературы [13]. В этом пересечении науки и литературы было много объединяющего и центростремительного. Вообще, при новом режиме, когда в поисках новой «социалистической культуры» барьеры между политической, экономической, социальной, научной и культурной сферами

¹³ См., например, карикатуру, в которой Государственное издательство, изображённое в виде пушки, расстреливает книги, посвящённые этим самым мишеням [12].

постепенно сглаживались, культурное экспериментирование расцвело пышным цветом. Другим, более серьёзным стимулом унификации в 1930-е гг. стало неистовое стремление Сталина к единству партии. Но в то же самое время взрыв культурного производства (включая и научную популяризацию) неизбежно приводил скорее к функциональной дифференциации, чем к консолидации, тогда как навязчивая партийная идея о политическом контроле разжигала аппетиты крепнущего бюрократического аппарата на местах. Эти противоречивые тенденции проявлялись и в научно-популярных журналах, в которых сотрудничали лучшие советские теоретики¹⁴. Каждый журнал финансировался различными правительственными учреждениями, конкурировавшими между собой в поисках способов продвижения науки как структурного элемента советского эксперимента. В результате первоначальная установка (1930 года) была скорее одной из причин раскола, в самом широком смысле, чем объединяющим стимулом. Высокоспециализированный язык теоретической физики ни в коей мере не освобождал авторов от вовлечённости в этот процесс, но позволял им в значительной мере ограничить степень своего участия.

Но одно дело для талантливого теоретика - просто рассуждать об уровне состояния современной физики как о неотъемлемой компоненте формирования научного представления о мире у советского гражданина, и совершенно другое - писать учебник, который способствовал бы воспитанию настоящего физика¹⁵. Как только партийные вожди поняли к своему неудовольствию, что небольшой кучки «красных» экспертов и громадного количества техники совершенно недостаточно для реализации их проекта века, они усилили давление на «специалистов» всех рангов, чтобы вырастить следующее поколение научных и технических кадров. Увеличение количества кадров подразумевает увеличение и количества преподавателей, и количества учебных пособий. Но какого рода пособий? Здесь центристские тенденции даже усиливались. Для верности, чтобы привить новому поколению физиков единый взгляд на подход к практическому решению разных проблем, были привлечены философы, исповедующие диалектический материализм. Известно, что, по крайней мере, один

¹⁴ К ним относились журналы «Человек и природа», «Фронт науки и техники», «Научное слово», «Природа» и «Социалистическая реконструкция и наука».

¹⁵ Примером первого может служить «Введение» к тому «Физика» серии книг «Наука XX века», написанному И.Е. Таммом [14. С. 6]. Аналогичные ссылки можно сделать на Я.И. Френкеля, В.А. Фока и М.П. Бронштейна.

марксист в книге «Современное учение о строении материи» [15], сам не будучи автором какого-либо учебника, боролся за то, чтобы смазать границы этого жанра, но безуспешно¹⁶. Даже ортодоксальные издания, типа журнала «Книга и пролетарская революция», из-за отсутствия устоявшихся педагогических методов выражали скепсис по отношению к столь неопределённым задачам, утверждая, что «учебник отнюдь не должен превращаться в комплексную рабочую книгу по физике, механике и обществоведению» [16. С. 76]. Другими словами, основное содержание научного текста не подлежало столь строгой проверке, как советские литературные тексты, поскольку литература рассматривалась как структурная надстройка, социальная функция которой определялась сознательно, а в научном тексте сама его сущность должна была приводить к надлежащим результатам.

Таким образом, в этом запутанном процессе обучения учёные занимали хоть и оборонительное, но тем не менее удобное для защиты положение, так как в научной среде руководителям партии и правительства гораздо труднее было налагать запреты и предписания, чем в литературе, и мало кто из учёных выказывал готовность по их указанию устранять существующие профессиональные барьеры. Даже среди наиболее ревностных цензоров, выкорчевывающих идеологическую ересь «на физическом фронте», существовало двойственное отношение к сравнительно автономной научной деятельности. «Двурушник везде одинаков - в политике и в науке, в литературе и в искусстве», - утверждал один самозванный страж культуры, начиная наступление на Ландау в 1936 г. [17]. И всё же он испытывал необходимость заверить читателей в качественном различии между этими областями, о чём сделал сноску. В то время, когда коммунистическая партия начала самоистребление в борьбе за революционное единство, Ландау как автор учебника отдавал себе полный отчёт в силе и уязвимости своего положения. Тем не менее, несмотря на настоящие функциональные отличия, его тексты всё же имеют некоторое отношение к вновь установленной системе толкования, известной как соцреализм. Прежде чем вернуться к *Курсу* Ландау, сделаем небольшие пояснения.

В 1930-е гг. соратники и подчинённые Сталина прилагали всё больше усилий, чтобы создать цельную картину социального и технического движения к построению социализма - цели Советского Союза. В бесчисленных мемуарах и критических

¹⁶ В своей книге Егоршин благодарит И.Е. Тамма за помощь в подготовке рукописи.

монографиях зафиксировано влияние этих кампаний на литературу и искусство. В 1934 г., после замечания Сталина о том, что писатели должны стать «инженерами человеческих душ» (не советскими Мэри Шелли, а литературным эквивалентом строителей гидроэлектростанций), делегатам Первого Съезда советских писателей было предписано постоянно обращаться к темам соцреализма¹⁷. Один из так называемых попутчиков советской литературы, Исаак Бабель, произнёс на Съезде печально известную речь, осуждая устаревшие и вышедшие из употребления приёмы как непригодные для хорошего литературного стиля и фактически отказываясь от собственной высокохудожественной прозы. Напоминая своей аудитории о силе краткости, Бабель призывал посмотреть, «как Сталин куёт свою речь, как кованны его немногочисленные слова, какой полны мускулатуры» [20. С. 279]¹⁸. В этом порыве самоуничтожения Бабель прямо излагает требование соцреализма единообразно выражать мысли, пользоваться скудными средствами и саму литературу превратить в средство воспитания¹⁹.

Ретроспективно соцреализм рассматривается как спрессованный неоклассицизм, целиком отвечающий идеологическим требованиям, а частично как реакция на изобилие в 1920-е гг. основных литературных стилей²⁰. Он был консервативен в том, что в качестве своих моделей наряду с русской классикой рассматривал «лучшие» (реалистические) традиции в мировой литературе (например, Эмиля Золя), и неоклассичен в том, что опирался на строгую иерархию условностей, которые вторили ранним романским формам, придавая особое значение строгости литературного стиля, выдержанности, ясности и непреклонности. Сюжеты типа «мальчик знакомится с трактором» «секретарь райкома, призывающий подражать героям» и т.п., – всё, кажется, свидетельствует о бесперспективности литературного стиля, в кото-

¹⁷ А.А. Жданов, как и многие другие, приписывал это высказывание Сталину на Съезде писателей [18]. О более раннем неофициальном использовании этой фразы Сталиным как метафоры в широком контексте см. [19. С. 29].

¹⁸ Впоследствии Бабель был репрессирован.

¹⁹ Например, историк искусств Мэтью Каллерн Баун приводит передовицу из «Бригады артистов» 1932 г., которая призывает пользоваться «живым, конкретным, образным языком», в котором «эмпирически наблюдаемые факты» были бы преобразованы в «социально значимые обобщения» [21. С. 125].

²⁰ Обширная научная литература по социалистическому реализму здесь не приводится. Для изучения его места в сталинском культурном строительстве см. [22]. Самое последнее собрание новых остроумных толкований его можно найти в [23].

ром эстетика «осквернена» идеологией. Однако для всех советских авторов, начиная с 1920-х гг., суть приёмов литературы социалистического реализма сводилась к разрушению устойчивого литературного равновесия с некоторыми наиболее влиятельными направлениями в литературе Западной Европы, имеющими сравнительно недавнее историческое происхождение. В рамках именно такого рода обобщения поздний Толстой несомненно был небольшевистским предшественником большевистской практики отказа от традиции теории эстетики, восходящей к Канту²¹. Более того, нет необходимости оправдывать культурные амбиции Кремля или Союза писателей тем, что существование политической доминанты в литературе соцреализма - кстати, не только советский феномен - часто рассматривалось и писателями, и читателями как один из признаков прав гражданства по отношению к «западной» литературе. Прежде чем подходящим образом выделить литературные категории для оценки произведений социалистического реализма как не аутентичных, было бы полезно выяснить, как нужно было строить эти тексты, чтобы удовлетворить критериям социалистического реализма.

Вслед за литературоведом Греггом Карлтоном я настаиваю на том, что методы интерпретации социалистического реализма невозможно понять адекватно, опираясь на стандартные отличительные признаки жанра [25]. В наше чтение беллетристики, поэтических, художественных, исторических и даже научных текстов все мы привносим большую долю жанрового предвкусения. Так, «правдивый рассказ», которого мы требуем от беллетристики, имеет мало отношения к той «правде», которую мы ждём от истории; наш анализ любого текста принципиально зависит от жанра, к которому мы его относим. О чём больше всего печется соцреализм, так это о преднамеренном смешении этих жанров, где история очень часто превращается в художественный вымысел, а беллетристика, как правило, привлекается для заслуживающего доверия описания того, что должно быть (и что есть на самом деле). Эти методы со всей очевидностью проявились в вышедшей в 1938 г. *Истории Всесоюзной Коммунистической Партии (большевиков): Кратком Курсе*, несомненно, самом важном учебном пособии того времени²².

В своём прочтении печально известных од советских писателей строителям Беломорско-Балтийского канала Карлтон

²¹ У меня есть своё собственное суждение в дискуссии по поводу толстовского «Что такое искусство?» [24].

²² О структуре и использовании *Краткого курса* см. специально [25].

указывает (и, я думаю, правильно), что топосы²³ (например, повторяющийся лейтмотив, риторические фразы) социалистического реализма работали, как переходящие из поколения в поколение стилистические модели, которые являются средоточием средств изображения и интерпретации. В соцреалистическом тексте топосы имели «прецеденты» во внетекстуальной реальности; никому не приходило в голову интересоваться их онтологическим статусом, чтобы знать, что то или иное словосочетание или образ (литейный цех; зоркий чекист; заключённый исправительно-трудового лагеря (зэк); ритуальные отношения между фигурами отца и сына, взывающие к образу Настоящей Семьи советского образца) выполняет необходимую роль в изложении²⁴. Так, раскрытие психологической сложности характера, столь важное для стандартных западных представлений о развитии сюжета, здесь казалось неуместным. Выразительность характеров достигалась другим путём: персонажи вели себя определённым, без труда узнаваемым образом, который маркировал их место в (часто сложных) семантических структурах текста как целого. Их назначение сводилось к демонстрации великого процесса «преодоления» (Природы, Прошлого, Запада), который с равным успехом можно было использовать как в беллетристике, так и вне неё: у него была одна и та же функция. В экстремальном примере, проанализированном Карлтоном, кажущееся нагромождение лирики, биографий, художественной драматизации, фотографий и карикатур могло быть строго согласовано, потому что ни один из жанров не представлял «действительность» в одиночку. В социалистическом реализме всегда предполагалось, что читатель находится на уровне топосов *ещё* до того, как определит жанр.

Если материализация топосов для «подлинности» текста была более важна, чем верность какому-нибудь одному жанру, «то выдуманный или гипотетический характер и реальный персонаж могли стоять бок о бок и усиливать друг друга без ошутимого напряжения» [26. С. 1003]. Это не означало, что на практике границы жанра стирались, но что наша привычка пере-

²³ «Топос - общее место... 2) в широком смысле - стереотипный клишированный образ, мотив, мысль; шаблонные формулы самоуничтожения и выражения почтения к адресату, применимые в эпистолярном жанре; устойчивые пейзажные мотивы» // (Литературная энциклопедия терминов и понятий. М.: НПК «Интелвак», 2001. С. 1076. [Прим. перев.].)

²⁴ Здесь Карлтон раскрывает связь с назначением топосов в средневековой литературе, например, когда львы и тигры являются неизменными элементами настоящего «ландшафта» [26].

кладывать на них роль интерпретаторов имела слабое отношение к собственной связности текстов соцреализма. Перенос опоры на топосы за счёт единства жанра приводит к приводящему в замешательство результату - утрате обычной причинно-следственной связи: структура превалирует над изложением и как-то неожиданно ставит с ног на голову нашу способность следить за обычными маркерами исторических текстов. В *Кратком Курсе* эта текстовая стратегия была использована (перефразируя Карлтона), чтобы скрыть, устранить, затуманить и всякими иными способами дезавуировать критерии, позволяющие отличать истинную реальность от придуманной или желательной. Я должен особо подчеркнуть, что для того, чтобы выяснить, какие семантические правила сделали этот процесс эффективным для такого множества современников, не значит одобрять поступки, объявленные в этих текстах достойными. Моё утверждение состоит в том, что Ландау и Лифшиц также воспользовались аналогичной литературной технологией, чтобы выделить особый круг читателей, совершенно отличный от «массового» читателя общепринятых соцреалистических текстов. Я вовсе не собираюсь объединять онтологические категории для сравнения этих несопоставимых текстов. Вместо этого я хочу продемонстрировать, что авторы *Курса теоретической физики* использовали определённые (математические) семантические правила, чтобы разрушить существовавшие подходы к написанию учебников и разные тома *Курса* более эффективно увязать между собой.

Ландау не мог заметить (и вряд ли одобрил бы) первый успех *Краткого Курса*: в это время он сидел в тюрьме [27, 28]. Между тем глава советского правительства Вячеслав Молотов дал понять всем советским учёным, что неплохо было бы использовать этот учебник в качестве примера. В его многословном выступлении перед работниками сферы образования на собрании в Кремле в 1938 г. звучало явное требование создавать больше хороших учебников университетского уровня [29, 30]²⁵. И хотя такая установка ориентировала всех на *Краткий Курс* и оказывала сильнейшее влияние на гуманитариев, естественники тоже не могли остаться в стороне²⁶. Газетные передовицы ругали

²⁵ Его требование активно создавать учебники было поддержано одним из немногих выступавших студентов [30].

²⁶ Какие бы сомнения это ни вызывало, трое партийно-ориентированных учёных (включая молодого талантливого математика С.Л. Соболева) быстро скомпоновали из отдельных цитат редакционный отклик на официальное мнение, выказывая должное почтение к призыву Молотова на счёт учебников [31].

Академию наук за неучастие в создании учебников, и их издание было объявлено «делом государственной важности» [32, 33]. Развивая тему Молотова, один из вновь назначенных крупных чиновников в области высшего образования - сам по образованию химик - настойчиво подчёркивал необходимость увеличения количества учебников по всем отраслям знания [34. С. 4, 19-20].

Для физиков это сообщение не прошло незамеченным²⁷. В физическом журнале Академии наук и раньше практиковали краткие редакционные здравницы политике тех дней, но на этот раз поступили гораздо радикальнее: просто перепечатали речи Сталина и Молотова полностью [9, 37]. В свою очередь, один ничем не примечательный учёный выразил недовольство отсутствием обобщающих обзоров по теоретической физике на русском языке, хотя крупнейшие теоретики - Я.И. Френкель, И.Е. Тамм и В.А. Фок - уже предпринимали подобные попытки по отдельным специальным вопросам. Однако в глазах этого физика они стали жертвами философского идеализма²⁸. В физике, как и в других науках, для учёных, которые хотели бы публиковаться, «новые традиции» стали поистине головной болью.

2. «ЗА ПОДЛИННО НАУЧНУЮ СОВЕТСКУЮ КНИГУ»

В 1930-е годы, к тому времени, когда Ландау и Лифшиц взялись за создание *Курса*, для многих советских учебников по физике, изданных после 1917 г., история стала нежелательной²⁹.

В свою очередь, первые советские теоретики презирали всё, что считали необоснованным расширением представлений XIX века о физической науке на явления, которые постепенно становились областью интересов для инженеров. Как правило, и эти явления, и массу механизмов и приложений всё ещё относили к чистой физике, даже не пытаясь хоть как-то объяснить, почему это так.

²⁷ Так же, как и академических географов и математиков, которые спешили внести свой собственный вклад [35, 36].

²⁸ См. [38]. Обратите внимание на молчаливое признание, что учебник Тимирязева [39] не соответствует поставленной задаче.

²⁹ Причины полного забвения известных дореволюционных учебников таких авторов как А.А. Эйхенвальд, Д.А. Гольдгаммер и В.А. Михельсон детально рассмотрены в главе 13 моей диссертации [8].

В 1930-е гг. произошёл ряд событий, которые заставили физиков обратить внимание на создание учебников. Первое – это отказ от радикальной реформы образования, такой как «бригадный» метод обучения, введённый в 1931 г. [40-42; 43. С. 152-154]. Как неудачно задуманная попытка коллективизировать обучение студентов и сконцентрировать его в лабораториях бригадный метод преследовал цель, ускользавшую от стандартных методов преподавания, — совместить чтение лекций с занятиями по учебникам. Однако от бригадного обучения быстро отказались, а через несколько лет отменили его и формально. Оно особенно ярко подчеркнуло, что ни предписанные занятия в классах, ни обожаемый акцент на практическом обучении не годились для того, чтобы привить студентам профессиональные навыки. Возврат к традиционным методам усилил обеспокоенность качеством имеющихся учебников.

Однако физиков больше беспокоило появление учебников типа «Введения в теоретическую физику» А.К. Тимирязева, вышедшего в 1933 г. [39]. В этой работе отвергались теория относительности и во многом квантовая теория, но автор, профессор Московского университета и самый известный среди физиков того времени член партии, пропагандировал её как единственный учебник современной физики, совместимый с диалектическим материализмом³⁰. За исключением философски тенденциозных введения и заключения это был вполне добротный и технически грамотный учебник, но уже к моменту своей публикации он оказался устаревшим на целое поколение. Будучи на первый взгляд «советским», по содержанию он полностью соответствовал более старым учебникам, опираясь, в частности, на методы классической кинетической теории. Обеспокоенный В.А. Фок, самый известный тогда советский специалист по квантовой теории, резко критиковал автора как за научное несоответствие, так и за вводящую в заблуждение полемику, и в ответ призывал создать «подлинно научную советскую книгу», убеждая теоретиков взяться за перо и вступить за честь профессии [45. С. 132-136]³¹.

Посчитали или нет советские научные издательства критику Фока заслуживающей внимания, но они никак не изменили практику отклонения рукописей во время издательской лихо-

³⁰ Как свидетельство враждебности Тимирязева к ранним работам Тамма и Френкеля (не говоря уже о Дираке) см. [44].

³¹ И.Е. Тамм позднее поддержал обеспокоенность Фока, предупредив, что учебник Тимирязева распространяет принадлежащее Н.П. Кастерину математически неприемлемое изложение электродинамики [46].

радки первого Пятилетнего плана³². В течение большей части 1930-х гг. среди издателей научных учебников царил хаос, всякий раз со сменой очерёдности в системе планирования их работа подвергалась реорганизации, разрушению и восстановлению³³. Поэты и писатели могли столкнуться с неумолимой цензурой, историки должны были переиначивать свои рукописи под давлением комитетов, стоящих у них за спиной, но в более поздние годы, когда дело коснулось учебников по естественным наукам, гораздо чаще случалось, что быстрый рост производительности занятых этим советских издательств сильно опережал идеологические устремления государственных и партийных чиновников. Например, редакционно-издательский совет Академии наук в 1935 г. создал длинный список правил работы, бюрократическая условность которых была подпорчена одним маленьким штрихом, скрытым в подпункте (б) пункта 4: «установить самый тщательный контроль над научным, идеологическим и литературным оформлением сдаваемых рукописей» [49]³⁴. Более чем десятилетие спустя было ещё не совсем понятно, готовы ли уже подходящие средства и кадры для выполнения этой задачи. В издательстве Иностранной литературы научные редакторы, обладающие большим опытом работы³⁵, получали в 2,5 меньше, чем молодые штатные сотрудники, связывая тем самым по рукам научных издателей [50]. Чем более специализированным было содержание текста, тем меньше была вероятность, что его подвергнут предварительной идеологической цензуре³⁶. Реальная же опасность крылась в общей практике публичного осуждения «ошибок» после публикации, и

³² Только с 1928 по 1931 г. общее количество изданий по естественным наукам почти утроилось, а по технике и сельскому хозяйству выросло вдвое [47. С. 143]. Первый Пятилетний план первоначально призывал к 275%-ному увеличению полного тиража для точных наук. Сравни [48. С. 26].

³³ Вот наиболее показательный пример. В 1934 г. Объединение научно-технических издательств упразднили и заменили одним Объединённым научно-техническим издательством (хотя и то и другое имели одинаковую аббревиатуру - ОНТИ), которое в 1938 г. превратилось в Государственное объединённое научно-техническое издательство. Из него почти сразу же стали вновь выделяться отдельные издательства, и уже в августе 1939 г. оно снова было заменено на первоначальное реформированное объединение ОНТИ, просуществовавшее на этот раз до 1963 г. См. [47. С. 142].

³⁴ Хотя С.И. Вавилов и был членом Совета, на этом заседании он не присутствовал.

³⁵ Скорее всего, речь идёт о внештатных редакторах. [Прим. перев.]

³⁶ В отношении институтов и личного состава в 1970-е и начале 1980-х гг. формальных бюрократических препятствий для публикации было значительно больше, чем в 1930-е и 1940-е гг., несмотря на то, что политическая атмосфера стала гораздо менее враждебна и деспотична.

физики не могли не обдумывать стратегию, чтобы предотвратить возможную критику.

Столь неблагоприятные обстоятельства ещё сильнее обостряли общее ощущение дефицита учебников по всё большему кругу вопросов, что во многом и явилось причиной дискуссии в Академии наук [51]. Прямо в стиле последней правительственной кампании за реформу начальной и средней школы³⁷ Я.И. Френкель – бывший учитель Ландау предложил объявить конкурс на создание стандартизированных (*стабильных*) учебников для учащихся всех уровней, может быть, за счёт специального финансирования со стороны Государственного комитета по высшей школе (КВШ) [53]. Однако, как это часто случалось, действия отставали от слов и никакие конкретные меры по реализации инициатив не предпринимались³⁸. Гораздо чаще отдельные предприимчивые авторы брались за создание «подлинно научных советских» учебников не в последнюю очередь потому, что тогда авторские гонорары были одним из немногих источников дополнительного дохода для теоретиков, в то время как многие экспериментаторы подрабатывали в качестве консультантов на производстве³⁹.

3. «ЧТО ЕСТЕСТВЕННО В АТМОСФЕРЕ ЛЕНИНГРАДА»

В первые годы Советской власти именно Френкель довольно долго брал на себя задачу создания новейших руководств по физике. Также следовало бы упомянуть «Основы теории электричества» Тамма (1929), поскольку это был первый советский учебник по электродинамике для российской аудитории, который стал образцом преподавания, содержащим полный аппарат теории Максвелла [57]⁴⁰. В структуре своего *Курса*

³⁷ О более ранних мерах по созданию стандартизованных учебников см. резолюцию ЦК «Об учебниках для начальной и средней школы» и соответствующую передовицу «Дать школе хороший, стабильный учебник!» // Правда, 13 февраля 1933; совместную резолюцию Совнаркома и ЦК «Об издании и продаже учебников для начальной, неполной средней и средней школы» // Правда, 8 августа 1935. Есть одна статья того времени, в которой явно осуждается отсутствие вводного советского учебника по физике для специализированных высших учебных заведений [52].

³⁸ Не помогло делу и то, что глава КВШ был арестован и вскоре обвинён во «вредительстве». Отсутствие приемлемого вводного курса физики по-прежнему оставалось источником недовольства передовиц, например [54].

³⁹ О том, что гонорары были стимулом для написания учебников, см. письмо Френкеля к А. Ланде [55]. Создание учебников по физике также было основным источником дохода для отца А.Д. Сахарова [56. С. 13-14].

⁴⁰ О деталях создания учебника Тамма см. [8, глава 13].

Ландау и Лифшиц тонко учли как положительные, так и отрицательные уроки Френкеля, Тамма и других коллег, которые уже внесли свой вклад в трансформацию преподавания физики.

В начале 1920-х гг. в Петрограде первые студенты Френкеля, войдя в аудиторию, ожидали увидеть обычные опыты по электричеству: натирание янтаря мехом, электрический разряд и т.п., но вместо этого неожиданно попали на лекцию по электродинамике, не имеющую аналога в литературе [58. С. 57]. Когда же Френкель на основе этих лекций решил сделать учебник, его не охладила первая реакция советских издателей, отказавших ему в содействии [59. С. 146-147; 182-183]⁴¹. Он нашёл простое решение, обратившись в издательство Springer в Берлине, и в 1926 г. опубликовал первый том своих лекций «Lehrbuch der Elektrodynamik» [60]. Публикация за границей вызвала враждебность у таких патриотов, как А.К. Тимирязев. Однако через несколько лет, когда курс советской власти по отношению к науке полностью изменился, она способствовала изданию на русском языке ещё более нестандартного варианта, где в качестве исходной посылки была выбрана специальная теория относительности [61. С. 83]⁴². Первых европейских читателей этих лекций сразу поразила необычная структура учебника, которую они напрямую связали с революционными установками. «Френкель ищет способ покончить с историческим изложением учения об электричестве, что естественно в атмосфере Ленинграда, - писал один из рецензентов журнала "Nature", - и в качестве первого шага отказывается от понятия эфира, которое рассматривает как устаревшее» [62. С. 851]⁴³. Но в качестве метода исследования этого было недостаточно⁴⁴. Обычно мы видим, что

⁴¹ Госиздат первоначально отклонил рукопись Френкеля, ссылаясь на ограниченный круг читателей и имеющий место дефицит бумаги.

⁴² Из доклада, прочитанного Тимирязевым в октябре 1927 г.

⁴³ Отказ от исторического изложения привлёк внимание и Паскуаля Йордана, который считал, что акцент Френкеля на логической структуре теории заставляет всерьёз отнестись к новому учебнику, несмотря на то что в немецкой литературе наиболее авторитетными были превосходные пособия А.О. Фёппля и М. Абрагама [63]. Сравните с обзором Г. Бэкхауза [64].

⁴⁴ Даже те физики, которые благожелательно восприняли эйнштейновскую кинематику, в первое время после 1905 г. стремились связать теорию относительности с какой-нибудь ориентированной на феноменологию макроскопической электромагнитной картиной, и лишь очень немногие из них также пришли к выводу о необязательности эфира. Но, как в конце концов показал Оливер Дарригол [65], в таком разном прочтении теории Эйнштейна не было никакого явного противоречия.

преподавание отстаёт от практики, но Френкель полагал, что педагогика сама могла бы предложить новые образцы расчёта и благодаря этому улучшить и практическую деятельность.

Что делало «Лекции» Френкеля столь необычными, так это то, что в них без всякого обоснования предлагался скорее логико-дедуктивный, чем историко-индуктивный подход к предмету [60]⁴⁵. Ретроспективно можно было бы привести одинаково весомые аргументы в пользу обоих подходов и считать выбор между ними делом вкуса, но это значило бы упустить главное. В это время историко-индуктивный подход определял жанр европейского учебника по физике⁴⁶. Кроме того, Френкель нарушал привычные нормы, положив в основу своего изложения не отдельные заряженные частицы, а электрические диполи. В профессиональной литературе он доказал, что введение бесструктурного электрона снимает один из аспектов классической проблемы собственной энергии и потому поместил его и в свой учебник. В рамках локальной теории точечный электрон Френкеля стал одним из основных понятий квантовой теории поля [70]. У молодых студентов, ещё не искушённых в этих вопросах, такие предположения должны были возникнуть естественным образом в процессе изучения «Lehrbuch», и Френкель до самого конца оставался верным теоретико-полевого подходу [71, 72].

Что касается послевоенных изданий, то Френкель ещё сомневался, правильно ли будет с педагогической точки зрения принимать принцип относительности в качестве исходного для микроскопической электродинамики. Ландау же и Лифшиц для своего учебника «Теория поля» (законченного в конце 1939 г.) воспользовались как раз этой тактикой, и она не изменилась до сих пор [73]⁴⁷. Ещё много лет спустя после войны никто не

⁴⁵ В предисловии Френкель написал «*Von der historischen Entwicklung der Elektrizitätslehre ist hier ganz abgesehen*» [*«Об историческом развитии электродинамики здесь нет ни слова»*] (в оригинале курсивом); см. [59. С. 183-185].

⁴⁶ Предшественниками Френкеля в области электродинамики в России, которые ориентировались на индуктивный подход, были И.И. Боргман [66] и А.А. Эйхенвальд [67, 68]. Исследуя физику во Франции в период между войнами, Доминик Пестр отметил аналогичную тенденцию к историческому, индуктивному и исчерпывающему изложению материала в ведущих учебниках конца Третьей Республики [69, гл. 2]. Дополнительные примеры той же тенденции в Англии и Германии приводятся ниже.

⁴⁷ Большая часть рукописи была подготовлена, когда оба её автора жили ещё в Харькове, и Лифшиц продолжал работать над ней в то время, пока Ландау находился в тюрьме, - с апреля 1938 г. по апрель 1939 [74]. Сильно переработанное второе издание 1948 г. [75] составило основу для первого английского издания [76].

решался использовать такой подход в своих учебниках⁴⁸. Не будучи строго аксиоматической по существу, «Теория поля» тем не менее была почти полностью самодостаточной, так как предполагалось, что читатель владеет только основными методами аналитической механики. Самым главным среди них был принцип наименьшего действия (о чём чуть позже), который Ландау и Лифшиц в сочетании с принципом относительности использовали для представления уравнений Максвелла, собственно и являющихся основой электродинамики, в тензорном виде. На самом деле это приводило к некоторому несоответствию, так как движение релятивистской частицы должно быть напрямую согласовано с этими исходными постулатами. Однако свойствами соответствующего инварианта, удовлетворяющего принципу наименьшего действия, обладал только лоренцевский интервал, и если бы читатель заинтересовался физическим обоснованием требования лоренц-инвариантности, то помочь ему могло бы только обращение к первому параграфу учебника: «Опыт показывает, что... все законы природы одинаковы во всех инерциальных системах отсчета» [75. С. 9]. (Опыт даёт и значение скорости света c .) Ещё менее удовлетворительным было вложение руками (*ad hoc*) в лагранжиан соответствующего потенциального члена только для того, чтобы «получить» уравнения Максвелла в их исходном виде⁴⁹.

Тогда, как и теперь, учебники, где в качестве исходных выступают уравнения Максвелла, встречались редко. Большей частью это происходило потому, что считалось, будто логико-дедуктивный способ восприятия менее доступен для обучения, чем историко-индуктивный, построенный на простых феноменологических законах типа законов Кулона и Фарадея. Принятый взгляд на вещи выработал множество убедительных доводов в пользу максвелловой теории ещё до того, как было формально установлено, что все феноменологические законы действительно можно вывести из уравнений Максвелла⁵⁰. Преднамеренное

⁴⁸ Первый американский пример использования такого подхода можно найти у Роберта Б. Лейтона [77], который преследовал куда более скромные воспитательные цели, чем авторы «Теории поля».

⁴⁹ Эти вопросы были подняты в рецензии Л. Розенфельда на «Classical Theory of Fields» [78].

⁵⁰ Курс лекций Арнольда Зоммерфельда, прочитанных им в Мюнхене, является самым известным исключением из этого правила, хотя эти лекции были изданы в виде учебника только после войны [79]. Бывший студент Зоммерфельда Джулиус Стреттон из Массачусетского технологического института свой курс также начал с Максвелла, но, как и Зоммерфельд, не

использование Ландау и Лифшицем непривычного стиля изложения укрепляло ощущение их читателей в том, что они имеют дело с необычным и надёжным способом рассуждений⁵¹.

Для подобных перемен в сознании существовала своя методология. Основные понятия электродинамики, такие как движение заряженной частицы в кулоновском поле, использовались при рассмотрении трудных случаев как предлог для введения некоторых понятий теории рассеяния частиц. Это лишь один из множества примеров, в которых разные части *Курса теоретической физики* явно соотносились с более широкой задачей подготовки к работе на переднем крае теории. «Хотя замысел книги строго ограничивается рамками классической физики, - писал Леон Розенфельд в рецензии на английское издание "Теории поля", - большинство её задач выбиралось с прицелом на дальнейшее использование в квантовой теории» [78. P. 567]. Позже, в нерелятивистской «Квантовой механике», задачи по рассеянию были собраны в отдельную главу с целью дальнейшего их использования в квантовой теории поля. Точно так же включение в учебник по теории поля общей теории относительности позволило Ландау и Лифшицу помочь физическому сообществу перейти от в сущности геометрической концепции гравитации к динамическому и чисто теоретико-полевому рассмотрению. Это показал Дэвид Кайзер, анализируя выходящие одно за другим послевоенные издания *Classical Theory of Fields* [81, 82]. Таким способом своего рода методологическое единство, к которому стремился Ландау в своих собственных исследованиях, можно было привить и новому поколению физиков-теоретиков.

Прежде чем рассматривать дальнейшие тома, я должен подчеркнуть, насколько тщательно Ландау обсуждал условия издания *Курса* как целого. Например, Френкель подвергся жёсткой критике советских «патриотов» за публикацию некоторых своих учебников за границей до издания их на русском языке

сделал ещё одного замечательного шага - не включил в своё изложение специальную теорию относительности; более того - даже не использовал её в качестве исходной посылки, как это делали советские теоретики [80]. Хотя Стреттон и вводит в соответствующем месте преобразование Лоренца, он вовсе не претендует на полное изложение специальной теории относительности.

⁵¹ Другой непривычной чертой структуры «Теории поля» было включение геометрической оптики и дифракции, что оправдывалось описанием первой как коротковолнового приближения локально плоских волн, а второго - как эффекта отклонения от этого приближения.

[83]⁵². Каждый же том *Курса*, за исключением «Статистической физики», русское издание которой было отложено из-за ареста Ландау, выходил сначала в России, хотя всегда писался с расчётом на международную аудиторию. Ещё будучи в Харькове, Ландау использовал своих иностранных коллег в качестве посредников для запуска пробных шаров об одновременной публикации будущего *Курса теоретической физики* за границей [84]⁵³. Он понял, что в Англии публика страстно желает «предоставить России своё место в их [наших] академических научных исследованиях, а русской науке и её изучению действительно международный статус» [85]. Р.Г. Фаулер из Оксфорда сразу же одобрительно отозвался о проекте, считая, «что, скорее всего, он является первоклассной работой по теоретической физике» [86]. Однако довольно быстро обнаружилось некоторое исходное непонимание сущности проекта, когда Фаулер выступил против публикации «работ Ландау в пяти томах» и предложил вместо этого издать «одну книгу на английском, в которую вошла бы по возможности наиболее важная часть его русских работ, при условии, что составленная таким образом, эта книга будет чем-то вроде монографии» [87]⁵⁴. Так как Ландау имел в виду нечто, «имеющее более элементарный характер», чем энциклопедическая монография его собственных трудов, его друг Пайерлс убедил издателей, что «это должен быть учебник для студентов» [88]⁵⁵. Однако проект давал ещё и гарантию того, что основной вклад Ландау в физику будет увековечен в соответствующей ему педагогической форме.

4. ТОПОСЫ И ДИСЦИПЛИНАРНАЯ ТОПОГРАФИЯ

Первым томом в цикле *Курса теоретической физики* была «Механика» - традиционный раздел, с которого начинается любой физический курс. Первым шагом Ландау на пути осуществления образовательного издательского проекта стал буклет 1935 г. под общим заголовком «Проблемы в теоретической

⁵² Автор [83] М.А. Кузьмин работал в Ленинградском Политехническом институте, в котором также преподавал Френкель; основным учреждением, где работал Френкель, был Физико-технический институт, прямо через дорогу.

⁵³ К письму Дж. Краутера был приложен перевод письма от Ласло Тисса, который писал из Харькова от имени Ландау и указывал, что Рудольф Пайерлс уже сообщил об интересе ОУР к пробному изданию цикла.

⁵⁴ К тому времени, как Фаулер написал Сайсему следующее письмо, Пайерлс всё ему уже разъяснил.

⁵⁵ Краутер излагает беседу с Пайерлсом.

физике» (написанный вместе с Е.М. Лифшицем и Л.В. Розенквичем), который был полностью посвящён лагранжевой механике [89]⁵⁶. Буклет содержал не больше, чем предполагало его название, т.е. ряд базисных задач по механике с краткими решениями, которые могли бы дать представление о подходе к проблеме в будущем *Курсе теоретической физики*. Ландау поручил основную часть подготовки полного текста механики Льву Пятигорскому, единственному члену партии в его теоретической группе в Харькове. Их совместный текст был закончен в месяц ареста Ландау в 1938 г., и потому публикация была отложена до его освобождения [90].

В первых восьми параграфах «Механики» Ландау ближе всего подошёл к тому, чтобы говорить о задачах теоретической физики на методологическом языке, и нетрудно понять, почему он предпочёл убрать эти пассажи из последующих изданий⁵⁷. Позитивистский мотив этих пассажей понятен, но те места, которые можно было бы трактовать как эмпирические, частично уравниваются ссылкой на «логически замкнутую теорию», которая «никогда не теряет своего значения». Стиль - решительно не допускающий возражений, а содержание вызвало бы неодобрительное ворчание Нильса Бора, не говоря уже о философствующих физиках вроде Ганса Рейхенбаха или Филиппа Франка. Но, конечно, истинный смысл введения был отнюдь не философским (и связанным с *Erkenntnistheorie* (теорией познания)), а педагогическим (и привязанным к социологии советской физики в то время). Авторы призывали студентов с самого начала скорее ощущать границы предмета, чем фокусировать своё внимание на фундаментальных теориях как источнике дисциплинарной идентичности. Поэтому они сосредоточивались на приближённых методах как средстве, позволяющем постоянно эти границы оценивать.

В «Механике» Ландау и Пятигорского есть много признаков квази-логики-дедуктивного подхода к преподаванию физики, которые в более поздних изданиях получили прямое подтверждение. «Что касается других разделов теоретической физики, - соглашались позднее Ландау и Лифшиц, - наше изложение не оставляет места для исторического подхода» [91. Р. vii]. В механике Галилея и Ньютона вопрос обоснования не стоял остро, так как из принципа наименьшего действия и законов

⁵⁶ Больше никаких буклетов в этой серии не издавалось.

⁵⁷ На это решение Ландау также могла повлиять его последующая ссора с Пятигорским, причины которой рассмотрены в моей диссертации [8].

сохранения можно было получить все уравнения движения. Критика тех дней, предъявляемая авторам предшествующих учебников, сводилась к приписываемому им намерению трактовать обобщённую механику как «чисто формальный» нарост на неизменном фундаменте ньютоновской механики, в то время как эти методы следовало рассматривать просто как признак модернизации⁵⁸. Ландау же и Пятигорский всячески подчеркивали, что их подход как раз не сводится к формальному расчёту. Доведение расчёта до числа было делом математической физики: «После того как получены уравнения, учитывающие только существенные факторы, задача теоретической физики, собственно говоря, в основном заканчивается» [90. С. 10]. Это не было покушением на идеальную механику Декарта, но скорее вопросом соглашений и выбором когнитивной установки, поскольку Ландау всегда утверждал, что классическую механику можно трактовать как логически замкнутую систему только до тех пор, пока теоретики знают, какие именно величины они аппроксимируют. Чтобы проводить слишком точные вычисления, потребовалось бы слишком много времени и энергии [90. С. 9, 10].

Учебники типа книг Ландау и Лифшица, так же как появившаяся немного позднее очень важная книга американского физика Герберта Голдстейна «Классическая механика» [94], пытались, между прочим, покончить с традицией Cambridge Mathematical Tripos⁵⁹, внедрённой в классические учебники вроде «Аналитической динамики» Е.Т. Уиттекера [95]⁶⁰. Уиттекер настолько виртуозно владел предметом, что вряд ли мог заставить себя отказаться от какой-нибудь подходящей теоремы или метода, порой затмевающих в его сознании физическую проблему стремлением к математической завершенности⁶¹. Там, где Уиттекер выбирал вывод принципа Гамильтона из уравнений

⁵⁸ Совершенно очевидное выражение подобной критики можно найти у Р. Яковлева [92], где критиковалась «Теоретическая физика» Эйхенвальда. См. также [93].

⁵⁹ Трайпос - публичный экзамен на степень бакалавра с отличием в Кембриджском университете (*буквально*: стул на трёх ножках, некогда предназначавшийся для экзаменуемого) // Великобритания: Лингвострановедческий словарь. М.: Русский язык, 1980. С. 428. [*Прим. перев.*]

⁶⁰ Учебник Уиттекера стал доступен в русском переводе в 1937 г.

⁶¹ В работе Уиттекера более 200 страниц отведено выводу уравнений движения в лагранжевой форме из канонической гамильтоновой формулировки, тогда как скобки Пуассона вводятся лишь как один из множества методов выражения контактных преобразований и никак не отмечена их роль в получении констант движения для физических систем.

Лагранжа (исторический порядок), Ландау считал, что гораздо важнее показать, что уравнения Лагранжа вытекают из принципа Гамильтона, так как это открывает прямой путь к теории поля, жизненно важному рабочему инструменту современного теоретика⁶². И дело здесь было не только в принципе, потому что при этом Ландау делал ещё кое-что: он излагал механику в форме, наиболее подходящей для физических факультетов советских университетов (в противоположность механико-математическим) [96. С. 161].

В то же самое время такой подход едва ли походил на аксиоматику, столь милую сердцу коллег Ландау старой формации в 1920-е гг.⁶³ Ландау даже не волновало, чем отличается принцип Гамильтона от немного менее общего принципа наименьшего действия, поскольку первый интересовал его, скорее всего, как удобный способ перехода к оптике и квантовой механике⁶⁴. Ландау начинал «Механику» с принципа наименьшего действия, утверждая, что «этот принцип выражает закон движения любой механической системы». Он даже не упоминал, что к области механики относятся неголономные или диссипативные системы, за исключением тех, что изредка встречаются в гамильтоновой формулировке⁶⁵. Авторы также не спешили вводить понятие силы, но когда они сделали это, то силы у них не зависели от скорости. Как заметил Розенфельд, продолжая читать *Курс теоретической физики*, Ландау играл на этой *violin*

⁶² Растущий интерес Ландау к физике высоких энергий скорее всего побудил его в более поздних изданиях выделить сечения рассеяния частиц в отдельную главу. Сравните главу 3 «Механики» (1940) [90] и главу 4 «Механики» (1960) [91].

⁶³ См., например, победную песнь аксиоматике у В.К. Фредерикса и А.А. Фридмана [97], перепечатанную в «Эйнштейновском сборнике». Свидетельство отрицательного отношения советских философов к аксиоматическим тенденциям можно найти в рецензии И. Орлова на книгу Фредерикса и Фридмана [98]. Для сравнения с подходом Ландау к механике см. [99].

⁶⁴ В принципе Гамильтона постоянным остаётся полное время, тогда как в принципе наименьшего действия сохраняется полная энергия. Строго говоря, любую динамическую систему, имеющую интеграл энергии, можно свести к системе более низкого порядка, а для такой приведённой системы оба принципа идентичны. См. [95. P. 246-248].

⁶⁵ Уже довольно далеко от начала в учебнике Ландау (в § 34 в главе о малых колебаниях) немного говорится о диссипативной функции и соприкосновении твёрдых тел (§ 49). Во втором издании глава о малых колебаниях сжата ещё больше, чтобы освободить место для новой отдельной главы, посвящённой столкновению частиц, а диссипативная функция вообще больше не упоминается.

d'Ingres⁶⁶ ещё в бытность свою в Копенгагене, «веря в то, что всю физику можно вывести из одного замечательного "принципа наименьшего действия"» [78. Р. 567]. Даже Голдстейн не отводил такой роли этому принципу, тогда как в самых современных учебниках механики вообще использовались более традиционные исторические представления⁶⁷.

Фок был очень недоволен тем, что в «Механике» математические понятия используются «небрежно», опасаясь, что это исказит физические рассуждения [104]. В то же время одним из немногих коллег Ландау, выступавших в те годы против «формальной природы» его методов, был Френкель⁶⁸. Ландау же всегда подчеркивал свою убеждённость в том, что выбрал самый эффективный путь преподавания. А то, что они с Лифшицем привлекли принцип наименьшего действия, является наиболее ярким примером их стратегии построения *Курса* как целого. Они добивались того, чтобы сместить процесс восприятия у читателя в такую тематическую плоскость, которая предшествовала бы любым общим предположениям о том, что такое учебник по классической механике, электродинамике или квантовой механике, взятый отдельно, и должна была бы «естественным образом» сформировать соответствующую область рассмотрения. Таким способом проблемы, эмпирически явно не связанные друг с другом, можно было бы легко ставить в соответствие объектам исследования с помощью принципа наименьшего действия как топоса. В отсутствие какого бы то ни было систематического изложения массы эмпирических фактов, которое могло бы связать два явления, ассоциация между ними через *топос* намного быстрее делает в глазах учащегося техническое приложение «отвечающим случаю». Ландау и Лифшиц показали, что дидактическая стратегия социалистического реализма - разрушение жанровых ожиданий и связь их через топосы - не ограничивалась литературой и искусством и использовалась не только для распространения «ортодоксальных идей».

Передача полномочий топосам нужна, чтобы поколебать твёрдую уверенность специалистов в том, что для каждой области явлений есть свои собственные наиболее подходящие

⁶⁶ Violon d'Ingres (фр.) - «скрипка Энгра», французская идиома, означающая любимую игрушку, не имеющую отношения к основной профессии. Иногда переводится как «хобби». [*Прим. перев.*]

⁶⁷ В целях модернизации преподавания Зоммерфельд [100], а также Дж.К. Слэтер и Н. Франк [101] начали свои учебники с уравнений Лагранжа. К. Шеферу [102], наоборот, потребовалось более 200 страниц, чтобы добраться до Лагранжа, а У. Макмиллану [103] - почти 350.

⁶⁸ Замечание Френкеля приводится в статье Вл.П. Визгина [105].

методы (одни больше основаны на опыте, другие - меньше). Но при таком подходе трудно выявить смысл связи между любыми двумя областями, так как присущие этим областям методы невозможно выстроить в строгую иерархию общепринятых процедурных правил, а топосы делают это по-другому. Зрелый же теоретик, глядя на всё это многообразие, придёт к заключению, что если рассматриваемая система консервативна, то из формулировки принципа наименьшего действия логически следует единство рассматриваемых явлений. Может быть, это и так, но с практической точки зрения имеет мало отношения к тому, как студент научается применять этот принцип к конкретным задачам, а цель Ландау состояла как раз в том, чтобы в рамках всего *Курса* научить студентов решать задачи наиболее эффективным образом. Для него вся суть широкого теоретического обучения заключалась в создании возможности использовать «далекие аналогии...» для решения конкретных возникающих задач [106. С. 137].

В 1930-е гг. наиболее продвинутым предметом была, по всей видимости, теоретическая гидродинамика, которая мало перекликалась с неотложными проблемами тогдашней теоретической физики, ибо надёжную основу её составляли нелинейные дифференциальные уравнения и эмпирические методы. Чтобы пересмотреть или смазать границы, с томом по механике жидкостей Ландау и Лифшиц поступили точно так же, как с «Механикой» [107]. Они предприняли первую попытку, известную в литературе, чтобы ещё раз указать на методологическое единство, которое физика может предложить для решения некоторых специальных вопросов гидродинамики, и, пользуясь, случаем, добавили ключевые достижения русских учёных в этой области (Н.Е. Жуковского и А.Н. Колмогорова), которые в западных канонических учебниках [108, 109] не фигурировали вовсе. Советские современники Ландау хорошо понимали, что он специально занимался изменением концептуальных и институциональных границ теоретической физики как дисциплины, и не могли серьёзно пенять ему, если эта наипервейшая задача иногда вела к чрезмерно сжатому объяснению ключевых понятий, злоупотреблению фразами типа «это очевидно» или неровности изложения [110, 111]. Никому, естественно, не приходило в голову, что основные уравнения гидродинамики можно каким-то образом применить в атомной теории, но была надежда, что строгое следование установленным принципам не позволит феноменологии одного исследователя стать камнем преткновения для другого.

5. ПАРАМЕТР ПОРЯДКА (И «ЯЗЫКОВАЯ КУЛЬТУРА»)

Ландау больше всего известен своим вкладом в теорию конденсированного состояния, так что не должно стать сюрпризом, что самым влиятельным томом в *Курсе* оказалась «Статистическая физика» (теперь в двух томах). Она была закончена первой и представлена в Государственное издательство технико-теоретической литературы сразу же, как только Ландау прибыл к П.Л. Капице в Институт физических проблем в феврале 1937 г. [112]. Дэвид Шёнберг, друг и бывший коллега Капицы по Лаборатории Монда в Кембридже, сразу взялся переводить рукопись на английский язык. Поскольку корректура из Clarendon Press в Оксфорде начала поступать несколько месяцев спустя, ему представился случай втянуть Ландау в пространные дебаты по структуре текста. «В "Статистической физике" есть много утверждений, которые считаются самоочевидными, но я не мог понять их должным образом», - вспоминал позднее Шёнберг, и его просьба, чтобы Ландау сделал пояснения, помогла «улучшить перевод» [113, 114]. Эти усовершенствования в первом из томов *Курса теоретической физики* ещё до публикации были также первыми шагами в его усвоении более широкой аудиторией. Тонкие различия между оригинальным текстом и переводом легко указывают, что этот процесс немедленно начал сглаживать историческую специфичность «Статистической физики», которая была написана в характерной манере, хорошо согласованной со своим окружением. Мало чем отличаясь от партийных боссов в других областях советской культуры, авторы беззастенчиво принимали вид знатоков по разнообразным вопросам, так что редко можно было уловить разницу между их личными пристрастиями и суждениями, принятыми в физическом сообществе. Стилистике их рассуждений были совсем не свойственны ни нейтральность, ни склонность к методологическому агностицизму, ни присущее оптимистам-эмпирикам убеждение, что завтрашние результаты прояснят сегодняшние вопросы и сомнения.

Для единого представления термодинамики и классической статистической механики Ландау и Лифшиц в качестве отправной точки избрали работу Джозая Уилларда Гиббса. В очень кратком предисловии английского читателя сразу предупреждали, что «не было никакой попытки сделать изложение математически строгим, так как, во всяком случае для теоретической физики, это чистая иллюзия. Вместо этого мы постарались сделать ясными фундаментальные физические предположения, на кото-

рых базируются результаты» [114]. И без дальнейших предисловий на первых же страницах учебника авторы начинали объяснять, что такое вероятность, статистическое распределение, фазовое пространство и энтропия. Российское же предисловие было более резким по тону. Появилась удобная возможность не упоминать вначале тех физиков, которые считали, что статистика математически недостаточно строга. Ландау и Лифшиц не видели никакого смысла в требовании абсолютной точности от статистической физики, которая в работе Гиббса была представлена как «логически стройная и гармоничная система». Они пеняли авторам стандартных учебников за то, что те излагали метод Гиббса как достойное завершение неоценимых, по общему признанию, усилий Клаузиуса, Максвелла и Больцмана, а не педагогически - в качестве исходного положения курса⁶⁹. Для этих двух советских теоретиков такая внутренняя стройность означала, что любые дополнительные соображения можно отбросить без сожаления.

К первому изданию имеется дополнительное предисловие, которое многие несоветские читатели наверняка пропустили бы. В нём Ландау и Лифшиц сообщали своим читателям, что теория жидкостей не будет представлена, потому что здесь всё зависит от молекулярных взаимодействий, которые можно определить только для некоторых частных случаев, на основании которых нельзя делать качественные выводы, применимые ко всем жидкостям. Методы же, годящиеся лишь для отдельных случаев, были бесполезны для дисциплинарной топографии *Курса*. Ландау и Лифшиц также отмечали, что при изучении соотношения между твёрдыми телами и жидкостями они, к сожалению, столкнулись со странными утверждениями со стороны известных персон (имея в виду Френкеля), что между жидкостями и кристаллами нет принципиальных различий. А у Ландау только из соображений симметрии получался скачкообразный фазовый переход, и по этому вопросу он не принимал никаких возражений [112. С. 5-6]. Во всех изданиях «Статистической физики», в отличие от других томов *Курса*, гораздо труднее было понять, где кончается обучение и начинается исследование. Ландау принципиально не упоминал Френкеля, поскольку считал, что ко времени публикации учебника научный спор между ними был полностью разрешён в его пользу. Френкель изложил свои сооб-

⁶⁹ Позднее широко известные учебники, в которых теория Гиббса использовалась в качестве исходного положения, отдавали должное Ландау и Лифшицу (см., например, [115, P. vi]).

ражения о непрерывности между твёрдым и жидким состояниями на страницах журнала «Nature» осенью 1935 г. [116]. На следующий год, когда Ландау опубликовал предварительную заметку о своей общей теории фазовых переходов, то объяснил, почему не принял теорию Френкеля [117]. Эта дискуссия в достаточно острых выражениях продолжилась на советских общественных форумах, включая ряд обменов «любезностями» в научно-популярном журнале, и постепенно сошла на нет [118-122].

Позднее в своих собственных учебниках «Кинетическая теория жидкостей» [123] и «Статистическая физика» [124] Френкель вернул Ландау его уколы. Проницательный английский рецензент был озадачен стилем полемики советских авторов, замечая, что Френкель, «кажется, думает, что нескольких слов достаточно, чтобы уничтожить конкурирующую теорию» [125]⁷⁰. В *Курсе* Ландау и Лифшиц уже более тщательно завуалировали это профессиональное расхождение, поскольку в 1930-е гг. были свидетелями того, как болезненно и многословно реагирует Френкель на идеологические нападки. Старший теоретик имел привычку сочинять быстро, писать десять слов вместо пяти, что давало диаматчикам пищу для критики и служило поучительным примером его куда более лаконичным младшим коллегам. Ландау и Лифшиц понимали, что, в сущности, каждый учебник по естественным наукам подвергается проверке на «языковую культуру» [126]. Использование замысловатого «жаргонного языка» в университетских учебниках служило основанием для едкой критики, и физика не была исключением [127]⁷¹. Когда студенты Ландау в 1930-е гг. чувствовали, что он говорит не на том «языке», которым обычно пользуются в университете, это также свидетельствовало о его непрекращающихся усилиях создать исключительно авторитетный учебник по теоретической физике [128. С. 218].

Как с удивлением отметил один рецензент (если и не полностью одобряющий, то находящийся под впечатлением того, что Ландау и Лифшиц «придерживаются избранного ими подхода с редким упорством»), кроме краткой ссылки на размер Вселенной единственное экспериментальное численное значение, упомянутое в «Статистической физике», - это постоянная

⁷⁰ В большинстве случаев предосудительные места у Френкеля можно отнести к разногласиям с Ландау.

⁷¹ Обратите внимание на с. 57, где коллективное введение к «Курсу физики» под редакцией Н.Д. Папалекси подвергается критике за скверную манеру письма.

Больцмана [129]⁷². И в самом деле, большая часть второй половины книги по-прежнему излагалась в рамках термодинамического подхода, тогда как многие проблемы (химические потенциалы, фазовое равновесие, поверхностные явления) настоятельно требовали статистического обоснования. Статистическое рассмотрение было введено только во втором издании (1958), хотя фазовые переходы при этом были принципиально исключены. Изложение текста оставалось строго дедуктивным по форме, даже когда акцент делался на термодинамике. Первый её читатель пришёл к выводу, что книга «вполне заслуживает внимания, несмотря на то, что и по смыслу и по форме она даёт систематическое представление о предмете с несколько необычной точки зрения» [131]⁷³. Таким образом, была запущена действительно новая педагогическая программа.

Не могло быть большего контраста между двумя одинаково знаменитыми современными учебниками, чем между «Статистической механикой» Р.Г. Фаулера [132] и «Основами статистической механики» Р. Толмена [133]. Первый был известен своим энциклопедическим охватом и специфическим выбором метода. Фаулер, признавая преимущество метода Гиббса «в логической строгости», явно избегал всяческих разговоров о «фундаментальности теории». Толмен же приводил массу строгих доказательств, обойдённых молчанием советскими теоретиками. Тот же самый лаконичный стиль изложения свойствен и второму, послевоенному изданию «Статистической физики», когда Ландау и Лифшиц, согласившись, наконец, что в единую трактовку полезно включить квантовую статистику [134]. Результат не похож на аксиоматику, но скорее создаёт впечатление, как выразился Джордж Уленбек, что «никакие постулаты не запрещены» [135]. Ландау и Лифшиц вполне успешно привлекали и теорию относительности, и вторичное квантование, и теорию групп и вообще любой теоретический метод, который мог бы им пригодиться для решения задач статистической физики.

Наиболее важным из них безусловно был параметр порядка, метод вычисления, придуманный Ландау, который фактически стёр границу между микро- и макроскопикой и открывал воз-

⁷² Содержание учебника было гораздо уже, чем обещало его название: в него вообще не были включены такие кооперативные явления, как плазма, дипольные комплексы или гравитационные системы. Та же самая «довольно странная особенность», связанная с отсутствием экспериментальных данных, характеризует и сильно переработанное второе издание 1958 г.

⁷³ Фаулер комментировал краткий перевод первых шести глав.

возможность единого описания явлений разного масштаба. Хотя и более ограниченный по области применения, чем принцип наименьшего действия, он стал другим центральным топосом, характеризующим единство *Курса*, - тем, что определило предмет занятий для громадного числа молодых советских теоретиков. Однако в отличие от Фаулера Ландау и Лифшиц утверждали, что все эти разнородные процедуры на самом деле «углубляли теорию» в лучшем смысле этого слова. Результат действительно был на редкость привлекательным. Как писал один рецензент, «математические и физические заключения свободны от излишне высокой строгости, - факт, который делает книгу очень приятной для чтения» [136]. По его мнению, Ландау и Лифшиц сыграли знаковую роль, модернизировав печально известные своей сложностью сочинения Гиббса⁷⁴.

6. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА БЕЗ ОСНОВ

Во многих отношениях квантовая механика была самым современным предметом, включенным в *Курс теоретической физики*, так что отказ от историко-индуктивного подхода мало чем отличал «Квантовую механику» Ландау и Лифшица от учебников их коллег. Что касается практики, то даже те физики из континентальной Европы, которые безоговорочно поддерживали вероятностную физику и считали проблему измерения в квантовой теории центральной, в большинстве случаев игнорировали гносеологические проблемы Бора, занимаясь разработкой методов и для экспериментальных, и для теоретических исследований, свидетельством чему может служить важное приложение по волновой механике к «Строению атома и спектральным линиям» Арнольда Зоммерфельда [138. S.V]. Таким образом, у Ландау и Лифшица было достаточно много коллег в Европе и Америке, которые также стремились строить свои учебники, исходя из первых принципов или, по крайней мере, ясно сформулировать то главное утверждение, которое позволило бы рассматривать их работу как действительно современную [139]. При этом у советских авторов были свои причины, чтобы свести к минимуму исторические атрибуты теории и в то

⁷⁴ Это не помешало несколько позднее советским критикам обвинить Ландау и Лифшица в том, что они недооценили настоящего материалиста Больцмана и предпочли ему Гиббса. Я.П. Терлецкий к тому же считал, что они слишком небрежно отнеслись к трактовке Второго начала термодинамики, допуская устаревшие представления о тепловой смерти Вселенной [137].

же время обратить особое внимание на параллели с классической физикой, возникающие в другом месте *Курса*.

Подготовленная ещё до войны, «Квантовая механика» Ландау и Лифшица вышла только в 1948 г. В ней нет даже слабого намёка на принцип дополнительности, а нежелание при обсуждении принципа неопределённости придавать какое-нибудь значение роли наблюдателя полностью совпадает с мнением Френкеля. Предисловие к русскому изданию (благополучно исчезнувшее из английского издания 1958 г.) ясно даёт понять их отношение к квантовой механике скорее как к методу обучения, чем как к арене для обсуждения математического аппарата и проблем физического обоснования:

«Нельзя не отметить, что во многих курсах квантовой механики изложение существенно усложнилось по сравнению с оригинальными работами. Хотя такое усложнение обычно аргументируется общностью и строгостью, но при внимательном рассмотрении легко заметить, что и та, и другая в действительности часто иллюзорны до такой степени, что заметная часть "строгих" теорем является ошибочной. Поскольку такое усложнение изложения представляется нам совершенно неоправданным, мы, наоборот, стремились к возможной простоте и во многом вернулись к оригинальным работам» [140. С. 9-10].

Однако обращение к оригинальным работам не означало, что они принимают историко-индуктивный подход. Если не считать беглого упоминания проблемы измерения в первой главе, методы и проблемы приготовления состояния не играли в учебнике никакой роли. Ключевые эксперименты типа опытов Дэвиссона и Джермера или Штерна и Герлаха не упоминались вообще. При этом Ландау и Лифшиц даже не стали обсуждать круг используемых математических методов, а просто с самого начала ввели операторы для физических величин. В соответствии со своим желанием готовить теоретиков они делали ставку и на теорию групп, но рассуждать старались как можно более физично, формулируя задачи в кристаллографических терминах.

Возьмите экземпляр первого английского издания «Квантовой механики» (1958), и вы увидите, что в ней много таких исторических сведений, которые можно было бы ожидать найти в учебнике для учащихся средней школы. Во многих случаях эти скромные исторические реплики были добавлены переводчиками, и бессмысленно искать их в оригинальном русском издании. Ландау и Лифшиц сознательно избегали философски и политически «опасных зон», связанных с квантовой теорией. Их введение начиналось с принципа неопределённости, но в конце

1940-х гг. память о нацистской агрессии была ещё столь свежа, что авторы сочли возможным говорить о предмете, не упоминая имени самого известного физика Германии даже в названии известного принципа - принципа Гейзенберга. (Термин «принцип неопределённости» широко используется в тексте позже, например, § 14.) При кратком обсуждении проблемы измерения они не удосужились даже упомянуть имя Бора⁷⁵. По словам редактора *Курса*, более детальные комментарии отложили до следующего издания, зная, что они могут спровоцировать философскую критику⁷⁶.

Что, по-видимому, наиболее удивительно в *Курсе теоретической физики* вообще и в «Квантовой механике» в частности, так это постоянное балансирование между стремлением к полноте и прагматизмом, широтой возможностей и конкретностью решения. Всё это соответствует «откровенно прагматическому характеру» теоретического минимума Ландау [141. С. 51-52]. Чтобы достичь этого тонкого баланса, Ландау и Лифшиц затратили много сил на идеализацию, совсем не претендуя на то, чтобы указывать молодым экспериментаторам, когда и как переходить к следующей стадии разработки в их лабораторных исследованиях. Их квазизамкнутая система преднамеренно избегала парадоксов (логических или эмпирических) несмотря на далекую от интуиции природу квантовой механики. Один из учеников Ландау утверждал, и вполне обоснованно, что в *Курсе* «вы не найдёте никаких тупиковых проблем» [142. С. 91]. Можно сказать, никак не определённая, но строго соблюдаемая внутренняя согласованность была наиглавнейшим принципом в царстве теоретического минимума, который бросается в глаза даже неспециалистам. Как выразился один из старых советских авторов, «среди теоретиков довольно распространён

⁷⁵ § 1.1 в русском издании озаглавлен как «Введение», а в английском - как «Принцип неопределённости». В русском издании имена Гейзенберга и Шрёдингера впервые появляются в сноске на с. 46. В отличие от английского в первой части русского издания имени Бора нет вообще. Отметим также, что перекрёстных ссылок на другие тома *Курса* в английском издании меньше, так как переводы появлялись не в том порядке, что оригиналы, да и до окончания всего *Курса* было ещё далеко. В русском издании не было никаких указателей даже по сравнению со скупым указателем в английском. Фриц Лондон также не упомянут в русском издании (§ 86), но что уж совсем непонятно: результаты Гайтлера и Фрица Лондона приписываются его брату Хайнцу (§ 78).

⁷⁶ Личное сообщение Л.П. Питаевского 1 августа 2002 г. Когда я сам читал второе издание, мне трудно было понять, какие дополнительные противоречия, отличные от тех, что потенциально уже содержались в первом издании, могли возникнуть благодаря поправкам во втором.

взгляд, что при изложении квантовой механики целесообразно вообще отказаться от исторической последовательности и строить это изложение чисто логически, более или менее догматическим путём» [143. С. 9]⁷⁷. За это Ландау и Лифшиц не извинялись. Их методы свидетельствовали о сильном желании предложить физикам новый порядок общения, когда в противовес нагромождению экспериментальных фактов теории могли бы говорить на одном общем языке. Это не было ни возвращением к «чистой теории», ни «авангардизмом» (чтобы выдержать литературную параллель, воспользуемся современным ругательным термином). Ландау и его ученики вели разумные рабочие диалоги с разными экспериментаторами и в соответствии с этим тщательно отбирали задачи для исследования по их значимости. Но, пересматривая принципы преподавания, они, подобно некоторым соцреалистам, отвергали «голый» натурализм/эмпиризм как образец провинциализма, который нужно всё время поправлять. Сам же *Курс* подвергался непрерывному энергичному пересмотру, постоянно контролируемому его авторским коллективом, что являлось, можно сказать, образцом практики коллективного редактирования, которая в литературе соцреализма расхваливалась публично (но часто поносила за глаза)⁷⁸.

7. «ТЕОРФИЗИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЖИЗНИ»

Когда после II Мировой войны начала выходить «Советская книга», она сразу стала самым престижным книжным обозрением в Советском Союзе, и даже Ландау опубликовал в ней

⁷⁷ Первое издание учебника Э.В. Шпольского вышло в том же году, что и «Квантовая механика» Ландау и Лифшица, и завуалированная критика явно адресована им, хотя он готов был признать разницу в уровне подготовки слушателей для каждого из учебников.

⁷⁸ Западные читатели обычно расценивают примесь идеологии как свидетельство элементарного «провинциализма» социалистического реализма, однако многие советские авторы в своем желании выйти за пределы «местных» проблем ("local" discourses) оставались непоколебимыми модернистами (что в западной рубрикации называется «универсализацией»). В качестве слабой аналогии можно привести совет Максима Горького Фёдору Гладкову, автору постоянно переделывавшегося романа «Цемент», который, по мнению Горького, сильно страдает от стилистических погрешностей, включающих разные украшения, местный жаргон и «вульгаризмы»: «Ваш язык [первого - 1924-го года издания] трудно понять гражданину Пскова, Вятки и жителям верхней и средней Волги. Здесь, подобно многим другим современным авторам, Вы искусственно уменьшаете возможности влияния вашей книги, вашего произведения». Цитируется по статье Т. Лаузена «Социалистический реализм в поиске берегов: Некоторые исторические заметки об "исторически открытой эстетической системе правдивого изображения жизни"» [23, с. 16].

единственную в своей жизни рецензию на новую книгу. Следуя принятым нормам, он не упоминал в печати о своих педагогических намерениях. Но в нескольких кратких параграфах признавался, что твёрдо верит в «систематизацию», и хвалил учебники, написанные «очень ясно и без всяких лишних усложнений, которые, к сожалению, часто встречаются в книгах по вопросам теоретической физики» [144]. Однако трудно было избежать именно советских «лишних усложнений», когда в советской иерархии знания явно доминировала физика. В «Советской книге» это означало, что обзоры книг по физическим вопросам всегда следовали за общим обзором, но перед другими, которые шли в строгом порядке - книги по политической экономии располагались после остальных книг по естественным наукам и технике. Так, в начале 1950 г. Ландау (уже академик) и Лифшиц обнаружили критическую рецензию на второе издание своей «Теории поля», написанную сотрудниками Фока [145] и следующую сразу за обзором (с налётом подобострастия) книги о науке сталинской эпохи, которую Академия наук подготовила в качестве официального подарка советскому лидеру к его семидесятилетию [146]⁷⁹.

Это случайное соседство преувеличенных дифирамбов Сталину и рецензии на «Теорию поля» (всего 350 лаконичных страниц, включающих и общую теорию относительности) отражает очень напряжённые отношения Ландау с советской действительностью. Бывшие «слесари, плотники и столяры», руководящие наукой в сталинском Кремле [148. С. 126], не доверяли ему как жертве репрессии. Тем не менее, вынужденный политический цинизм зрелых лет не должен был затмить юношеские порывы, которые оправдывали столь амбициозный образовательный проект. В те времена, когда Ландау был вовлечён в цепь событий, которые позднее косвенно привели к его аресту, он без всякой опаски говорил, что «истинное идейное содержание современной физики является достоянием незначительной группы профессионалов» [149]. Следует отметить, что Ландау испытывал отвращение к научной карьере, построенной на классовой принадлежности, с чем столкнулся ещё в Великобритании, высмеивал сторонников арийской физики в Германии и осуждал попытки большевизации науки ортодоксальными философами, но не расценивал всё это как угрозу её интернациональной целостности. До тридцати лет не было момента,

⁷⁹ Академическим подарком была книга «Иосифу Виссарионовичу Сталину Академия наук СССР» [147].

когда бы он сомневался в том, что идеология уже на его стороне. В те дни он был уверен, что Советский Союз готов стать самым действенным заступником современной науки на мировой арене. Если международная аудитория *Курса* и была поражена его необычным авторским голосом, то вовсе не потому, что Ландау хотел явить миру новый советский научный стиль (в противовес «западному»). Для него такое различие было бы неправильным. Его настоящие амбиции были направлены на то, чтобы доказать, что советская физика может выйти на мировую арену как наиболее современная по сравнению с множеством конкурентов, претендующих на этот титул.

В начале 1930-х близкий коллега Ландау, М.П. Бронштейн, был твёрдо уверен в том, что революция в квантовой теории ещё не закончилась и что релятивистские силы, и даже тяготение скоро тоже войдут в этот круг. И это тоже в какой-то степени привлекало советских учёных [150]. Хотя Ландау и разделял высокие ожидания своего друга относительно построения единой полной фундаментальной теории, но скоро пришёл к выводу, что в преддверии появления такой теории теоретики как сообщество должны яснее представлять себе реальное положение вещей и думать о решении конкретных исследовательских задач, поскольку экспериментаторам не могло даже прийти в голову, будто надвигается конец современной физики. *Курс* помогал достичь этой цели. Первое поколение советских теоретиков часто выказывало пренебрежение к неопределённости истории, потому что для них «история» была прежде всего периодизацией в изучении предмета, молчаливо связываемой с экспериментальными традициями и проводимой в жизнь марксистскими философами. В своих учебниках Ландау и Лифшиц отказывались от понятий, возникших в результате концептуального развития предмета, в пользу новых образовательных структур. Для них учебники могли служить, например, делу становления новых теоретических традиций, которые не зависели бы от марксистского представления о физике как о наборе экспериментальных методов и связанных с ними подвигов, определяемых в значительной степени историческими обстоятельствами и героическими личностями, служащими интересам класса. Такое приращенное эмпирическое отношение не годилось для воспитания настоящей теоретической культуры.

Было бы ошибкой думать, что советская система только ставила препятствия на пути реализации этого колоссального проекта. Присуждение Ленинской премии в 1962 г. относилось ко многим материальным поощрениям за научную работу,

международное признание которой было выгодно, правда, косвенно, и Советскому Союзу. Существовали также и социальные стимулы. Создание учебников было тесно связано с формированием различных советских научных исследовательских школ, и невероятно космополитический *Курс* прекрасно служил и этой узкой цели. Чтобы проиллюстрировать положение, господствовавшее в последние годы сталинизма, приведём высказывание одного известного университетского преподавателя: «Учебник не может быть построен путём компиляции чужих мыслей, чужих достижений и научных результатов, он должен являться итогом большой научной и методической работы, которая проведена той или иной научной школой» [151]. Другими словами, учебники не просто систематизировали, в кунновском смысле, процесс восприятия устоявшейся науки - они также отмечали точки и возможности дальнейшего развития предмета, а изложение его по-новому укрепляло это предположение [152. С. 77]. Более того, в период, когда использование традиционного исторического изложения рисковало поддержать «буржуазных» или «реакционных» создателей основ физики, «школа» как согласованная социальная единица стала наиболее приемлемым внутренним средством, чтобы узаконить положение советских теоретиков подобно тому, как это уже существовало на Западе. *Курс* служил надёжной гарантией, что Ландау будет включён в элитную группу физиков, подобно Дж.Дж. Томсону, Арнольду Зоммерфельду или Энрико Ферми⁸⁰.

Если говорить на языке социологии, то его студенты, конечно, рассматривали *Курс* как самый важный индикатор школы [154, большинство воспоминаний из [3*]]. Но те же самые студенты, вообще говоря, были также восприимчивы и к другим широко распространённым программам обучения, что несколько смазывало уникальность школы Ландау [155]. Однако из-за того, что *Курс* формировался медленно и его дисциплинарные стандарты не были приведены в систему, сам Ландау не выказывал никакого желания проводить различие между точно сформулированным и молчаливо подразумеваемым и год за годом проводил экзамены по теоретическому минимуму, беря задачи прямо из учебников. Его совсем не волновало, что студенты, ещё только собирающиеся сдавать экзамены, будут выяснять у тех, кто их уже сдал, какие же вопросы он задаёт. Круг этих вопросов

⁸⁰ Ю.А. Храмов [153] считает создателями научных школ А.Ф. Иоффе, Д.А. Рождественского, Л.И. Мандельштама, С.И. Вавилова, Л.Д. Ландау, И.Е. Тамма и И.В. Курчатова. Среди этих учёных теоретиками были только Тамм и Ландау (и отчасти Мандельштам).

был ограничен, и ближайшие коллеги возражали против такой практики, но Ландау уверял их, что если студенты всё прочитали, разобрались в решениях всех задач и поняли их, то этого достаточно. Студентам давали только бумагу и карандаш, и они знали, что Ландау будет заглядывать к ним через плечо каждые двадцать минут или следить, *как* они решают задачи⁸¹ [156. С. 36; 157]. *Курс* создавал школу, отбирая практиков, которые овладели превосходным комплексом навыков, а не просто ознакомились со священным корпусом знания.

Однако сдать теоретический минимум означало больше, чем продемонстрировать умелое владение техническими приемами. Способных учеников приобщали, кроме того, к своеобразной нравственной системе учителя. Претендент должен был оставить свои записные книжки и учебники из *Курса* у входа в квартиру Ландау и подняться наверх в маленькую комнату, имея только карандаш и бумагу. Сдав несколько экзаменов теорминимума, студент становился как бы своим, и, доверяясь ему, Ландау часто заводил разговор на более широкие темы, которые не укладывались в рамки советских политических и моральных норм 1950-х гг., но занимали умы молодежи в студенческие годы Ландау. В частности, Ландау нравилось внушать юным теоретикам, как следует вести себя и даже когда жениться (лет в 30) [106. С. 137-138]. По существу, *Курс* служил профессиональной квинт-эссенцией широкой системы корпоративных ценностей, которые Ландау любил называть «теорфизическим подходом к жизни» [156. С. 33]⁸².

Оглядываясь назад на этот долгий проект, один из первых учеников Ландау, между прочим, отметил, что «*Курс* в полном смысле слова произвёл революцию в преподавании теоретической физики» [141. С. 53]. Большая часть этого очерка была посвящена контексту произведения, намерению авторов и стратегиям интерпретации текста, составившим социальную матрицу, в которой Ландау и его соавторы «систематизировали» чрезвычайно полезный набор понятий и методов для объяснения физического мира. Но, естественно, результат обучения этому превосходному комплексу методов и рассуждений - «инструментальному снаряжению»⁸³ - зависит от того, что в дальнейшем студенты *делают* со своими приобретенными навыками и как они подходят к решению текущих исследовательских задач.

⁸¹ Интервью с В.Л. Покровским от 19 января 2002 г.

⁸² Вообще, многие воспоминания в [3]* являются эхом этой фразы и свидетельствуют о прочных «нравственных» позициях Ландау.

⁸³ О понятии toolkit - «наборе инструментов» в науке - см. [158].

Неважно, называли *Курс* революционным или нет, он действительно содействовал формированию умения, позволявшего ученикам Ландау видоизменять учебные задачи таким образом, чтобы использовать их для решения своих собственных. Вообще не принято цитировать учебники наравне с оригинальными статьями, но ученики Ландау, прошедшие теоретический минимум, в своих ранних публикациях часто упоминали имеющие отношение к делу тома *Курса*⁸⁴.

Эта практика была не просто данью уважения и очень редко прямой отсылкой (например, «пользуясь уравнением 15.3 5-го тома...»). Одним из приёмов *Курса*, разрушающих жанр учебника, было включение в него решений задач и не просто решений, а таких, которые были хорошо известны всем студентам своей намеренно хитроумной сжатостью. Овладение этой системой методов решения было непосредственно связано с выбором задач для самостоятельного исследования⁸⁵. Например, Р.Г. Архипов после сдачи теорминимума занимался задачами, весьма далекими от тех, что входили в сферу интересов Ландау. В одной из своих первых статей (по неустойчивости течения сверхтекучих плёнок) он цитирует и «Статистическую физику», и «Механику сплошных сред», и в последнем случае явно отсылает читателя к задачам 2 из § 60 и 3 из § 61, каждую из которых формулирует по-новому (а не просто воспроизводит) в соответствии со стоящими перед ним проблемами [166]. И таких примеров можно привести очень много. Последний официальный аспирант Ландау⁸⁶ оттачивал свой профессионализм, отыскивая ошибки в задачах, рассматриваемых в *Курсе*, и исправляя их для более поздних изданий. Тем самым он заслужил право на соавторство тома по релятивистской квантовой механике, который Ландау очень

⁸⁴ В результате весьма беглого обзора советского «Журнала экспериментальной и теоретической физики» за 1945-1960 гг. мы получили следующий краткий список статей. Безусловно, список этот можно значительно удлинить, но он ограничивается только первыми научными статьями, написанными без соавторства с Ландау или Лифшицем. Поскольку том по релятивистской квантовой теории не был издан при жизни Ландау, его ученики, занимающиеся в основном физикой элементарных частиц, здесь не представлены. Так, А.А. Абрикосов [159] ссылается на «Квантовую механику»; Р.Г. Архипов и И.М. Халатников [160] - на «Механику сплошных сред»; И.Е. Дзялошинский [161] - на «Статистическую физику», а в [162] - на «Статистическую физику» и «Квантовую механику»; Л.П. Горьков [163] - на «Механику сплошных сред» и Л.П. Питаевский [164] - на «Электродинамику сплошных сред» и «Теорию поля».

⁸⁵ Эндрю Уорвик в [165] показывает, что схожая динамика наблюдается в подготовке к Кембриджским экзаменам на степень бакалавра с отличием - трайпос (см. сноску⁷⁹).

⁸⁶ Речь идёт о Л.П. Питаевском. [Прим. перев.]

долго откладывал [167]⁸⁷. После смерти Лифшица в 1985 г. он унаследовал обязанности главного редактора *Курса*.

Учебники Ландау объединены мыслью о возможности рассмотрения внешнего мира с единой точки зрения. Я не имею в виду онтологическое стремление дать единое объяснение, которое, по всей видимости, является мотивационной установкой для каждого физика. Скорее это разумный подход, когда теоретическая надстройка представляет собой познавательную структуру, специально созданную для описания явлений природы. Постоянно занимаясь подобного рода исследованиями, Ландау считал, что основная трудность заключается именно в этом. Рассматривая единство *Курса* на уровне топоса, а не жанра, можно было бы сказать, что Ландау преподавал своего рода авантюрную физику, с блеском совершая случайные прыжки из одной области в другую, но без всякой опоры на какой-нибудь единый план, ведущий постепенно от атомного уровня к макроскопическому⁸⁸. Эта программа обучения не была предназначена для того, чтобы проложить путь к объединению, о котором мечтали Эйнштейн или Дирак, для первого поколения теоретиков, выросших уже после революции в квантовой механике и не разделявших оптимизм старших. Для современников Ландау *Курс* сам по себе был знаковым явлением. В 1959 г. Джордж Уленбек отметил, что *Курс* Ландау и Лифшица — это «единственная попытка физиков современного поколения продолжить великую традицию»⁸⁹ [169. Р. 372]. Такое суждение остаётся верным и сорок лет спустя, что ничуть не умаляет стремление физического сообщества к амбициозным проектам подобного масштаба.

Отказ от эмпирических осколков истории ради создания наиболее эффективных методов для практической теории «здесь и теперь» всё же вызывал возражения. Не последним среди них было мнение настоящего марксиста и бывшего сотрудника Бора Леона Розенфельда, который считал, что при первом знакомстве с физикой более эффективно диалектическое обучение, опирающееся на индуктивный подход, но при повторном обращении к

⁸⁷ Один из соавторов этого тома, В.Б. Берестецкий, вместе с учеником Ландау А.И. Ахиезером создал учебник по квантовой электродинамике, который вышел в 1953 г. и в то время служил временным пособием для экзамена по теоретическому минимуму.

⁸⁸ Моё обращение к авантюрному жанру порождено дискуссией Шарон Треуик в [168. Р. 103-104].

⁸⁹ Говоря о «великой традиции», автор имеет в виду создателей знаменитых учебных курсов по физике - У. Томсона и П. Тэта, А. Зоммерфельда, М. Абрагама и А. Фёппла.

ней для анализа «более тонких вопросов» предлагал пользоваться дедуктивным методом Ландау и Лифшица.

«При повторном путешествии подготовленный студент не мог бы найти лучшего гида, чем наши авторы. Но для своего первого знакомства с истинным духом теоретической физики ему всё же следует полагаться на старых мастеров, Абрагама и Зоммерфельда, которые (совсем непреднамеренно) демонстрируют такое тонкое понимание диалектики, которого удивительно недостает даже в лучших произведениях наших российских друзей» [78. Р. 568].

Каким-то образом Розенфельд не уловил основного смысла *Курса*, так как для Ландау и Лифшица одним из преимуществ дедуктивного способа рассуждений была сама возможность игнорировать «старых мастеров». Говорят, будучи ещё молодым человеком, Ландау заявил: «Из толстых книг нельзя узнать ничего нового. Толстые книги - это кладбища, где погребены идеи прошлого» [170]. Курс теоретической физики свидетельствует о том, что Ландау всегда считал, что учебники должны быть в высшей степени функциональными. Через поколение после того, как *Курс* был задуман, он должен был превратиться в несколько тысяч страниц творческой продукции, которая стала бы мощным свидетельством ненеприятных усилий Ландау по созданию новой и жизнеспособной питательной среды для советской теоретической физики, усилиях, которые поражают нас, как ничто другое. Запуск проекта был продиктован единственным желанием - расчистить основания в профессиональных границах, однако это же самое нужно было для того, чтобы избежать двусмысленностей и ошибок в истории - «самой серьёзной науке», как считали тогда многие советские люди⁹⁰.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург В.Л. Фундаментальный труд // Известия, 28 января 1962. С. 4.
2. *Dorozynski A.* The Man They Wouldn't Let Die. N.Y.: Macmillan, 1965.
3. Каганов М.И. Энциклопедия теоретической физики // УФН, 1985. Т. 145. С. 349. [Перепечатано в сборнике «Воспоминания о

⁹⁰ Так охарактеризовал историю молодой экспериментатор и член партии Б.М. Вул в ответ на замечание близкого друга Ландау, М.П. Бронштейна, о двусмысленной роли исторических аргументов в поисках самых фундаментальных законов физики.

- Л.Д.Ландау». Ред. И.М. Халатников. М.: Наука, 1988⁹¹. С. 316-322.]
4. *Johns A.* Science and the book in modern cultural historiography // Stud. Hist. Phil. Sci. 1998. V. 29. P. 167-194.
 5. *Френкель В.Я.* Лев Викторович Розенкевич // Чтения памяти А.Ф. Иоффе 1990. 1993. С. 80-99.
 6. Отчёт о деятельности Академии наук СССР за 1927 год. 1928.
 7. *Горелик Г.Е., Савина Г.А.* Г.А. Гамов... заместитель директора ФИАН // Природа, 1993. № 8. С. 82-91.
 8. *Hall K.* George Gamov's modest proposal: Theoretical physics and cultural revolution in Leningrad // Purely practical revolutionaries: A history of Stalinist theoretical physics, 1928-1941. Ph.D. diss. Harvard University, 1999. Ch. 2. 818 p.
 9. Неопубликованное примечание к хорошо известной Мартовской сессии Академии наук 1936 г. // Архив Российской академии наук (далее АРАН), Санкт-Петербургское отд. Фонд 2, опись 1, д. 8, л. 116.
 10. *Сталин И.В.* Речь на приеме работников высшей школы (17 мая 1938) // Правда. 19 мая 1938; перепечатано в: *Сталин И.В.* Речь тов. Сталина на приёме в Кремле работников высшей школы 17 мая 1938. М.: Молодая гвардия, 1938. 8 с.
 11. *Бессараб М.* Ландау: Страницы жизни, 2-е изд. Москва: Московский рабочий, 1978. 232 с.
 12. *Книга - оружие пролетариата* // Правда, 21 мая 1929.
 13. *Andrews J.T.* Sciences for the masses: The Bolshevik state, public science, and the popular imagination in Soviet Russia, 1917-1934. College Station, Texas: Texas A&M University Press, 2003. 234 p.
 14. *Тамм И.Е.* Введение // Наука XX века, т. 1 «Физика» / Под ред. И.Е. Тамма и др. М.: Госиздат, 1928.
 15. *Егоршин В.* Современное учение о строении материи. М.; Л.: Московский рабочий, 1928.
 16. *Суворов Н.* К вопросу об учебниках по физике // Книга и пролетарская революция. 1933. № 3. С. 76-78.
 17. *Львов В.Е.* На фронте физики // Новый мир. 1936. № 5. С. 139-153.
 18. *Жданов А.А.* Советская литература - самая идейная литература в мире // Известия, 20 августа 1934.
 19. *Joravsky D.* Russian Psychology: A Critical History. London: Blackwell, 1989. 583 p.
 20. *Бабель И.Э.* Речь на Первом всесоюзном съезде советских писателей. 1934, Стенографический отчёт. М.: Гос. изд. «Худ. лит.», 1934. Перепеч.: М.: Советский писатель, 1990. С. 278-280.
 21. *Bown M.C.* Socialist Realist Painting. New Haven: Yale University Press, 1998. 506 p.
 22. *Clark K.* The Soviet Novel: History as Ritual. Chicago: University of Chicago Press, 1981. 293 p.

⁹¹ Далее «Воспоминания...» обозначены [3]*.

23. Socialist Realism without Shores / Eds. T. Lahusen and E. Dobrenko. Durham: Duke University Press, 1997, 369 p.
24. *Morson G.S.* Socialist realism and literary theory // *J. Aesthetics and Art Criticism*. 1979. Vol. 38, N 2. P. 121-133.
25. *Carleton G.* Genre in Socialist Realism // *Slavic Review*. 1994. Vol. 53. P. 992-1009.
26. *Brandenberger D.* National Bolshevism: Stalinist mass culture and the formation of modern Russian national identity, 1931-1956. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2002. 378 p.
27. *Горелик Г.Е.* «Моя антисоветская деятельность...». Один год из жизни Л.Д. Ландау // *Природа*. 1991. № 11. С. 93-104.
28. *Gorelik G.E.* The Top-Secret Life of Lev Landau // *Scientific American*. 1997. August. P. 72-77.
29. *Молотов В.М.* О высшей школе // *Известия*, 20 мая 1938.
30. *Сергеев С.М.* Московский университет - взгляд сквозь годы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. С. 53-54.
31. *Соболев С.Л., Коштова Х., Кузнецов Б.Г.* За передовую науку сталинской эпохи! // *Правда*, 22 мая 1938.
32. Наука и практика // *Известия*, 11 мая 1938.
33. Выпуск учебников - дело государственной важности // *Правда*, 22 мая 1938.
34. *Кафтанов С.* Высшая школа и подготовка советских специалистов // *Большевик*. 1938. № 16. С. 14, 19-20.
35. *Григорьев А.А.* О стабильных учебниках по географии для средней школы // *Вестник АН*. 1938. № 7-8. С. 61.
36. *Люстерник А.А.* Работа сотрудников Математического института Академии наук СССР над учебниками // *Вестник АН*. 1938. № 7-8. С. 67.
37. *Известия Академии наук*. 1938. № 3. С. 259 (сноска 14).
38. *Дубицкий Н.М.* За советский учебник по теоретической физике // *Советская наука*. 1939. № 5. С. 131-149.
39. *Тимирязев А.К.* Введение в теоретическую физику. М.; Л.: ГТТИ, 1933.
40. Наркомпрос РСФСР. Непрерывная производственная практика в индустриально-технических вузах: Методические материалы. М.: Госиздат, 1930.
41. *Яшин А.* Лабораторный метод // *Красное студенчество*. 1931. № 23. С. 12.
42. *Бригадир Вайц.* Лабораторно-бригадный метод в Ленинграде // *Красное студенчество*. 1931. № 26-27. С. 18-21.
43. *Konesny P.* Builders and deserters: Students, state, and community in Leningrad, 1917-1941. Montreal: McGill University Press, 1999. 358 p.
44. *Тимирязев А.К.* Волна идеализма в современной физике на Западе и у нас // *Под знаменем марксизма*. 1933. № 5. С. 94-133.
45. *Фок В.А.* За подлинно научную советскую книгу // *Социалистическая революция и наука*. 1934. № 3. С. 94-123.

46. *Тамм И.Е.* О работах Н.П. Кастерина по электродинамике и смежным вопросам // Известия Академии наук. 1937. № 3. С. 437-448.
47. *Назаров А.И.* Книга в советском обществе. М.: Наука, 1964. 261 с.
48. *Сбитников С. Т., Удинцев Б.Д.* Пятилетний перспективный план печати СССР // На книжном фронте. 1929. № 39-41.
49. Заседание редакционно-издательского совета АН СССР, 27 марта 1935 // АРАН, ф. 454, опись 2, д. 5, л. 11.
50. «Об издании физико-математической литературы» (обращение Л. Грачёва к Секретарю ЦК партии А.А. Жданову, недатированное, получено 11 августа 1947) // ГАРФ, ф. 4851, оп. 1, д. 332, л. 131-136.
51. «Протоколы заседания президиума и пленума физической группы, 23 мая 1936» // АРАН, ф. 437, оп. 1, д. 30, л. 9.
52. *Пинкевич А.* Заметки о высшей школе // Известия, 21 июля 1934.
53. Материалы сессии физической группы Академии наук СССР по вопросам преподавания физики во вузах // Известия Академии наук, 1937, № 1.С. 29.
54. За хороший советский учебник // Техническая книга, 1940. № 6. С. 3-6.
55. *Frenkel J.* to A. Lande, 28 Jan. 1929, folder 20, Nachlass Alfred Lande, Staatbibliothek Preussischer Kulturbesitz zu Berlin.
56. *Сахаров А.Д.* Воспоминания. М.: Наука, 1989. С. 13-14.
57. *Тамм И.Е.* Основы теории электричества. Т. 1. М.; Л.: Госиздат, 1929.
58. *Лурье А.И.* Воспоминания // Я.И. Френкель: Воспоминания, письма, документы, сборник под ред. В.Я. Френкеля. 2-е изд. Л.: Наука, 1986.С.57-58.
59. *Френкель В.Я.* Яков Ильич Френкель. М.; Л.: Наука, 1966. 474 с.
60. *Frenkel J.* Lehrbuch der Elektrodynamik, I: Allgemeine Mechanik der Elektrizität. Berlin: Springer, 1926.
61. *Тимирязев А.К. и Смирнов Е.С.* Диалектика в науке. М.: Изд-во Гос. Тимирязевского НИИ, 1929. 32 с.
62. *D'Albe E.E.F.* Review of the first volume of «Lehrbuch der Elektrodynamik» // Nature. 11 June 1927. Vol. 119. P. 851.
63. *Jordan P.* Review of «LE» // Die Naturwissenschaften. 1927. Bd. 15. S. 292-293.
64. *Backhaus H.* Review of «LE» / Zschr. techn. Phys. 1929. Bd. 10. S. 108.
65. *Darrigol O.* The electrodynamic origins of relativity theory // HSPS. 1996. Vol. 26. P. 241-312.
66. *Боргман И.И.* Основания учения об электрических и магнитных явлениях. 3-е изд. Ч. 1-2. СПб.: К. Риккер, 1914-1916. I. XIV+748 с.; П. X+496 с.
67. *Эйхенвальд А.А.* Электричество, ч. I. 3-е изд. Киев: Исполбюро КПИ, 1926. IV+236С.
68. *Eikhenvald A.* Vorlesungen über Elektrizität. Berlin: Springer, 1928.
69. *Pestre D.* Physique et physiciens en France 1918-1940. Montreaux: Éditions des archives contemporaines, 1984.

70. *Schweber S.S.* QED and the Men Who Made It. Princeton: Princeton University Press, 1994. 732 p.
71. *Френкель Я.И.* Замечания к квантово-полевой теории материи // УФН. 1950. Т. 42. С. 69-75.
72. *Френкель Я.И.* Корпускулярный аспект материи // УФН. 1951. Т. 44. С. 110-116.
73. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теория поля. М.; Л.: ГТТЛ, 1941. 284 с.
74. *Лифшиц Е.М. В.А.* Фоку от 12 мая 1939 г. АРАН СПб., ф. 1034, оп. 1, д. 516, л. 12.
75. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теория поля. 2-е перераб. изд. М.; Л.: ГТТЛ, 1948. 364 с.
76. *Landau L. and Lifshitz E.* Classical Theory of Fields. Cambridge. Mass.: Addison-Wesley, 1951. 354 p.
77. *Leighton R.B.* Principles of Modern Physics. N.Y.: McGraw-Hill, 1959.
78. *Rosenfeld L.* Review of Classical Theory of Fields // Proc. Phys. Soc. London, 1952. Vol. 65A. P. 567-568.
79. *Sommerfeld A.* Elektrodynamik. Leipzig: Geest und Portig, 1949.
80. *Stratton J.A.* Electromagnetic Theory. N.Y.: McGraw-Hill, 1941.
81. *Kaiser D.* Making Theory: Producing Physics and Physicists in Postwar America. Ph.D. dissertation, ch. 11. Harvard University, 2000.
82. *Kaiser D.* A ψ is just a ψ ?: Pedagogy, practice, and the reconstruction of general relativity, 1942-1975 // Stud. Hist. Phil. Mod. Phys. 1998. Vol. 29B. P. 321-338.
83. *Кузьмин М.А.* Особые позиции раболепствующим профессорам // Вестник высшей школы. 1948. № 2. С. 4-5.
84. *Crowther J.G.* to K. Sisam, 6 October 1935, LB 7866, OUP Archives.
85. *Sisam K.* to Soviet Commercial Attaché in London, 20 April 1944, LB 9158, OUP Archives.
86. *Fowler R.H.* to K. Sisam, 10 October 1935, LB 7866, OUP Archives.
87. *Fowler R.H.* to K. Sisam, 9 October 1935, LB 7866, OUP Archives.
88. *Crowther J.D.* to K. Sisam, 13 May 1936, LB 7866, OUP Archives.
89. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Розенкевич Л.В.* Задачи по теоретической физике, часть 1: Механика. Харьков: ГНТИ Украины, 1935.
90. *Ландау Л.Д., Пятигорский Л.* Механика. М.; Л.: ГТТЛ, 1940. 200 с.
91. *Landau L. and Lifshitz E.* Introduction // Mechanics. Oxford: Pergamon, 1960. 165 p. (P. vii).
92. *Яковлев Р.* Нужен новый советский учебник механики // Книга и пролетарская революция. 1932. № 6-7. С. 82-88.
93. *Яковлев Р.* Советский учебник механики ещё не создан // Книга и пролетарская революция, 1932. № 10-12. С. 70-80.
94. *Goldstein H.* Classical Mechanics. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1950. 399 p. Рус. пер.: *Голдстейн Г.* Классическая механика. М.: Гостехиздат, 1957. 408 с.
95. *Whittaker E. T.* A Treatise on the Analytical Dynamics of Particles and Rigid Bodies, 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1937. Русск. пер.: *Уиттекер Э.Е.* Аналитическая динамика. М.; Л.: ОНТИ Гл. ред. ТТЛ, 1937. 500 с.

96. *Кикоин А.К.* Как я преподавал в Харьковском университете // [3]*. С. 160-164.
97. *Фредерикс В.К., Фридман А.А.* Введение к книге «Основы теории относительности». Л.: Академия, 1924. 166 с.; перепечатано: Эйнштейновский сборник 1984-1985. М.: Наука, 1988. С. 77-105.
98. *Орлов И.* Рецензия на [123] // Под знаменем марксизма. 1925. № 7. С. 232-234.
99. *Hamel G.* Die Axiome der Mechanik // Handbuch der Physik. ed. R. Grammel, Bd. 5. Berlin: Springer, 1927. S. 1-42.
100. *Sommerfeld A.* Mechanik, 4th ed. Wiesbaden: W. Klemm, 1948. Рус. пер.: *Зоммерфельд А.* Механика. Перев. И.Е. Тамма под ред. Д.В. Сивухина. М.: Гос. изд. ин. лит-ры, 1947. 392 с.
101. *Slater J.C. and Frank N.H.* Mechanics. N.Y.: McGraw-Hill, 1947.
102. *Schaefer C.* Mechanik // Einführung in die theoretische Physik, 3th ed. Bd. 1. Berlin, Leipzig: Walter de Gruyter, 1929.
103. *MacMillan W.* Statics and Dynamics of a Particle // Theoretical Mechanics. Vol. 1. N.Y.: McGraw-Hill, 1927.
104. *Фок В.А.* Рецензия на «Механику» Ландау и Пятагорского // УФН. 1946. Т. 28, вып. 2-3. С. 377-383.
105. *Визгин Вл.П.* Мартовская (1936 г.) сессия АН СССР: Советская физика в фокусе, II (архивное приближение) // ВИЕТ. 1991. № 3. С. 36-55.
106. *Каган Ю.М.* «Давайте возьмем интеграл...» // [3]*. С. 135-139.
107. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Механика сплошных сред. М.; Л.: ГТТЛ, 1944. 624с.; англ. перев.: Fluid Mechanics: Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1959. 536 p.; Theory of Elasticity. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1959. 134 p.
108. *Prandtl L.* Essentials of Fluid Dynamics, N.Y.: Hafner, 1952.
109. *Lamb H.* Hydrodynamics, 6th ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1932.
110. *Гинзбург В.Л.* Рецензия на «Механику сплошных сред» // УФН. 1946. Т. 28. С. 384-386.
111. *Lighthill M.J.* Review of Landau and Lifshitz's «Fluid Dynamics» // Proc. Phys. Soc. London. 1960. Vol. 76. P. 586-587.
112. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Статистическая физика. М.; Л.: ГТТЛ, 1938.
113. *Shoenberg D.* Recollections of Landau // Landau: The Physicist and the Man, ed. I.M. Khalatnikov. Oxford: Pergamon, 1989. P. 224-226.
114. *Landau L., Lifshitz E.* Statistical Physics, trans. D. Shoenberg. Oxford: Clarendon, 1938.
115. *Kittel C.* Elementary Statistical Physics. N.Y.: Wiley & Sons, 1958. P. vi. Рус. пер.: *Куммель Ч.* Элементарная статистическая физика, под ред. С.В. Вонсовского. М.: Изд. ин. лит-ры, 1960. 278 с.
116. *Frenkel Ja.* Continuity of the solid and the liquid states // Nature. 1935. V. 136. P. 167.
117. *Landau L.* The Theory of Phase Transitions // Nature. 1936. V. 138. P. 840.

118. Френкель Я.И. О соотношении между твёрдым и жидким состоянием // СОРЕНА. 1935. № 9. С. 14-24.
119. Френкель Я.И. Тепловое движение в твёрдых и жидких телах и теория плавления // Изв. АН СССР. 1936. № 1-2. С. 371-393.
120. Ландау Л.Д. Прения по докладу Френкеля // Изв. АН СССР. 1936. № 1-2. С. 398-399.
121. Ландау Л.Д. О статье Я.И.Френкеля «О соотношении между твёрдым и жидким состоянием» // СОРЕНА. 1936. № 8. С. 80-81.
122. Френкель Я.И. О критике Л.Д. Ландау моей теории непрерывности между твёрдым и жидким состоянием // СОРЕНА. 1936. № 8. С. 82-84.
123. Frenkel Ja. Kinetic Theory of Fluids. Oxford: Oxford University Press, 1946.
124. Френкель Я.И. Статистическая физика. М.; Л.: ГТТИ, 1933; 2-е изд. 1947.
125. Temperley H.N.V. Review of Frenkel's «Kinetic Theory of Fluids» // Nature. 1947. V. 159. P. 317.
126. Немилев А. Каков должен быть советский естественнонаучный учебник для высшей школы // Книга и пролетарская революция. 1935. № 10. С. 81-91. (С. 85).
127. Былинский К.И. Заметки о языке учебников высшей школы // Вестник высшей школы. 1950. № 1. С. 54-60.
128. Смородинский Я.А. По законам памяти // [3]*. С. 215-222.
129. R.W.G. review of Landau and Lifshitz's «Statistical Physics» // Nature. 1938. V. 142. P. 655-656.
130. G.S.R. review of Landau and Lifshitz's «Statistical Physics» // Proc. Phys. Soc. London. 1960. V. 75. P. 327.
131. Fowler R.H. to K. Sisam, 24 April 1937, LB 7866, OUP archives.
132. Fowler R.H. Statistical Mechanics, 2d ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1936.
133. Tolman R.C. The Principles of Statistical Mechanics. Oxford: Oxford University Press, 1938.
134. Landau L. and Lifshitz E. Statistical Physics, 2d ed., trans. E. Peierls and R. Peierls. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1958. 484 p.
135. Uhlenbeck G.E. Review of 2d ed. of Statistical Physics // American J. Phys. 1959. V. 27, N 5. P. 372.
136. W.H. review of Landau and Lifshitz's Statistical Physics // Science Progress. 1939. V. 34. P. 160.
137. Терлецкий Я.П. Об одной из книг академика Л.Д.Ландау и его учеников // Вопросы философии. 1951. № 5. С. 190-194.
138. Sommerfeld A. Atombau und Spectrallinien, Wellenmechanischer Ergänzungsband. Braunschweig: F. Vieweg, 1929.
139. Jammer M. The Philosophy of Quantum Mechanics. N.Y.: Wiley & Sons, 1974. 536 p. (P. 59).
140. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика, часть 1. М.; Л.: ГТТЛ, 1948. 567 с.; перевод на англ.: Quantum mechanics: Non-relativistic theory. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1958. 515 p.

141. *Ахиезер А.И.* Учитель и друг // [3]*. С. 45-68.
142. *Ливанова А.* Ландау, 2-е изд. М.: Знание, 1983.
143. *Шпольский Е.В.* Атомная физика, 3-е изд., т. 1. М.; Л.: ГТТЛ, 1950. 524с.
144. *Ландау Л.Д.* Рецензия на книгу С.З. Беленького «Лавинные процессы в космических лучах» // Советская книга. 1948. №11. С. 24-25.
145. *Веселов М.Г., Павинский П.П.* Рецензия на 2-е издание «Теории поля» Ландау и Лифшица // Советская книга. 1950. № 2. С. 19-22.
146. Книга о науке сталинской эпохи // Советская книга. 1950. № 2. С. 3-18.
147. Иосифу Виссарионовичу Сталину Академия наук СССР. М.: Изд. Академии наук, 1949.
148. *Кривоносов Ю.И.* Ландау и Сахаров в «разработках» КГБ // ВИЕТ. 1993. № 3. С. 123-132.
149. *Ландау Л.Д.* Буржуазия и современная физика // Известия, 23 ноября 1935.
150. *Горелик Г.Е., Френкель В.Я.* Матвей Петрович Бронштейн. М.: Наука, 1990. 270 с.
151. *Артоболевский И.И.* Учебник и научные школы // Вестник высшей школы. 1950. № 6. С. 22-24.
152. *Ярошевский М.Г.* Логика развития науки и научная школа // Школы в науке, ред. С.Р. Микулинский и др. М.: Наука, 1977. С. 7-97.
153. *Храмов Ю.А.* Научные школы в физике. Киев: Наукова думка, 1987. 400 с.
154. *Каганов М.И.* Школа Ландау. Что я о ней думаю... // Природа. 1995. № 3. С. 76-90.
155. *Olesko K.M.* Tacit knowledge and school formation // Research Schools: Historical Reappraisals / Osiris, 2nd ser. 1993. Vol. 8. P. 16-29.
156. *Абрикосов А.А.* О Л.Д. Ландау // [3]*. С. 32-39.
157. *Иоффе Б.Л.* Без ретуши. Портреты физиков на фоне эпохи. М.: Фазис, 2004. 161 с.
158. *Krieger M.H.* Doing Physics: How physicists take hold of the world. Bloomington: Indiana University Press, 1992.
159. *Абрикосов А.А.* Об ориентации электронного импульса галидного атома в молекулах типа SiCN и SiCH_3 // ЖЭТФ. 1949. Т. 19. С. 853-854.
160. *Архипов Р.Г., Халатников И.М.* Распространение звука через границу между двумя сверхтекучими фазами // ЖЭТФ. 1957. Т. 33. С. 758-764.
161. *Дзялошинский И.Е.* Об устойчивости фазовых границ между нормальным и сверхпроводящим состояниями // ЖЭТФ. 1956. Т. 30. С. 1154-1155.
162. *Дзялошинский И.Е.* Термодинамическая теория «слабого» ферромагнетизма в антиферромагнитных веществах // ЖЭТФ. 1957. Т. 32. С. 1547-1562.

163. Горьков Л.П. Стационарная конвекция в плоском слое жидкости вблизи критического режима теплопередачи // ЖЭТФ. 1957. Т. 33. С.402-407.
164. Питаевский Л.П. К вопросу об аномальном скин-эффекте в инфракрасной области // ЖЭТФ. 1958. Т. 34. С. 942-946.
165. Warwick A. Masters of Theory: Cambridge and the Rise of Mathematical Physics, chapter 1. Chicago: University of Chicago Press, 2003. 572 с.
166. Архипов Р.Г. Неустойчивость течения сверхтекучей пленки // ЖЭТФ. 1957. Т. 33. С. 116-123.
167. Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Релятивистская квантовая теория. Т. 4, ч. 1. М.: Физматгиз, 1968. 480 с.; т. 4, ч. 2. (Лифшиц и Питаевский). М.: Физматгиз, 1971. 288 с. Англ. пер.: Berestetskii V.B., Lifshitz E.M., Pitaevskii L.P. Relativistic Quantum Theory. Oxford: Pergamon, 1971.
168. Traweek S. Beamtimes and Lifetimes: The World of High Energy Physicists. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1988. 187 p.
169. Uhlenbeck G.E. Review of the 2nd ed. of Landau and Lifshitz's «Statistical Physics» // American J. Phys. 1959. V. 27. P. 372.
170. АРАН, ф. 596, оп. 4, л. 4, л. 20.