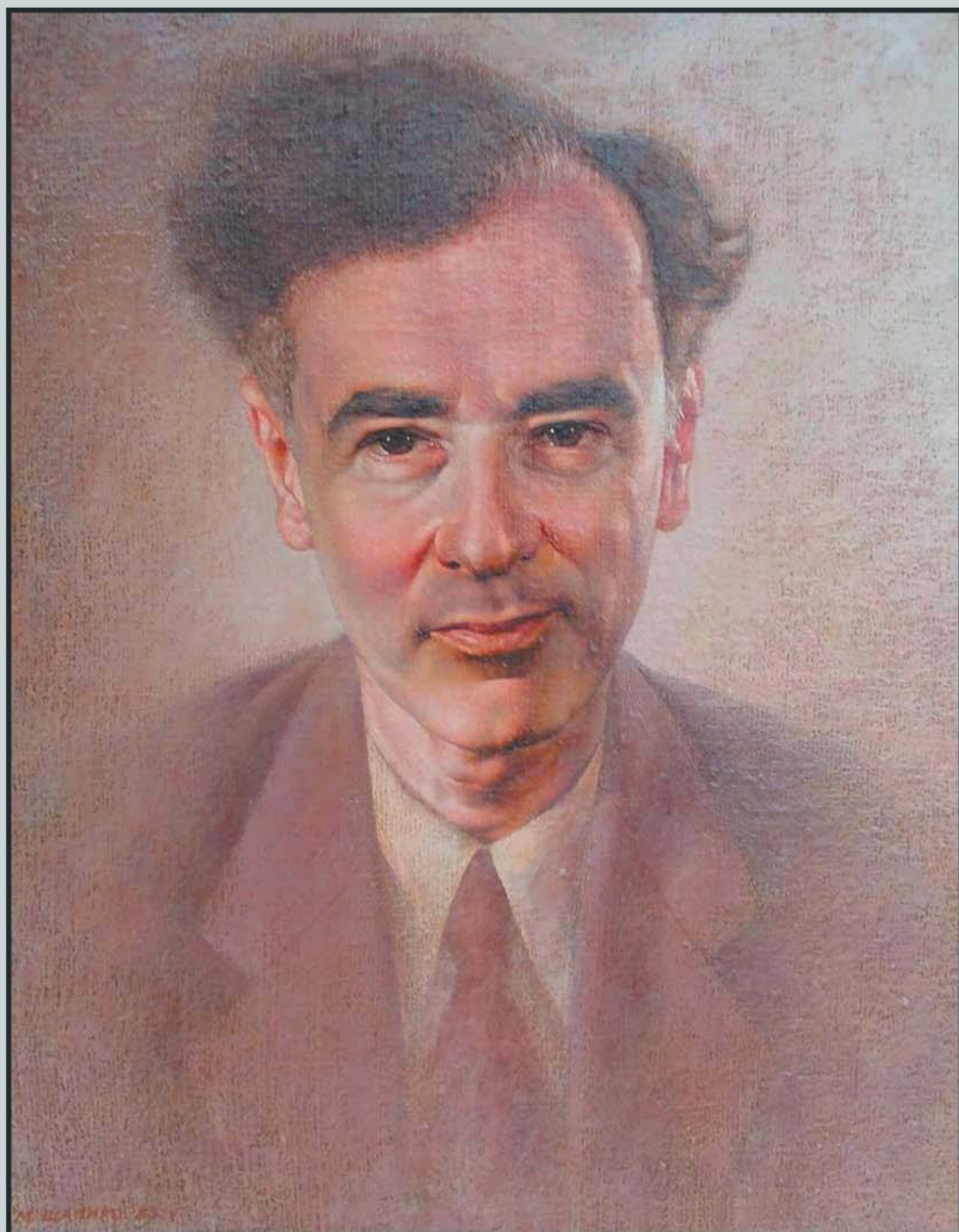


ПРИРОДА

1-08



Специальный выпуск

К 100-ЛЕТИЮ ЛЬВА ДАВИДОВИЧА ЛАНДАУ

В НОМЕРЕ:

3 ГЕНИЙ ЛАНДАУ

К 100-летию со дня рождения

Хроника: 1908–1968 (4)

Андреев А.Ф.

Учитель (9)

Герштейн С.С.

Великий универсал XX века (15)

Блох А.М.

Нобелиана Льва Ландау (34)

Рындина Э.З.

Возвращение к началу: о родителях Дау и немного о нем самом (39)

Горелик Г.Е.

Лев Ландау и Матвей Бронштейн (46)

Ранюк Ю.Н.

М.А.Корец и Л.Д.Ландау в кольце харьковских спецслужб (54)

Пуриц Е.Ф.

Тревожное лето в Теберде (60)

Тихомирова Н.А.

Ни на кого не похожий Дау (63)

68 ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ 2007 ГОДА

Никитов С.А.

По физике – А.Фер и П.Грюнберг (68)

Еремин В.В.

По химии – Г.Эртль (74)

Киселев С.Л.

По физиологии или медицине – М.Капеччи, О.Смитис, М.Эванс (78)

84

Новости науки

Диск в туманности Муравей (84). Молекулярные спиновые кубиты (84). Анизотропное разрушение поверхности Ферми (85). Текстильные изделия из нанотрубок (85). Вариации социального поведения у ящериц. Семенов Д.В. (85). Загрязнение природной среды российских арктических морей. Виноградова А.А. (86). Где хранятся огромные углеводородные запасы планеты (88). Следы древнейших людей в Армении. Колпаков Е.М., Субетто Д.А. (89).

Рецензии

90 Бялко А.А.

«Между нами жило чудо...»
(на кн.: М.Я.Бессараб. Лев Ландау)

91

Новые книги

Встречи с забытым

93

Л.Д.Ландау – М.А.Суслову

В конце номера

94 Кикоин И.К.

Десять «заповедей» Ландау

Special issue

TO THE CENTENARY OF LEV LANDAU

CONTENTS:

3 LANDAU'S GENIUS

To 100th Anniversary

Chronicle: 1908–1968 (4)

Andreev A.F.

Teacher (9)

Gershtein S.S.

The Great Universal Scientist of the 20th Century (15)

Blokh A.M.

Nobel Prize Story of Lev Landau (34)

Ryndina E.Z.

Return to the Beginning: about Dau's Parents and about Himself (39)

Gorelik G.E.

Lev Landau and Matvei Bronstein (46)

Ranuk Ju.N.

M.A.Korez and L.D.Landau watched by Kharkov Secret Services (54)

Puriz E.F.

The Disturbing Summer in Teberda (60)

Tikhomirova N.A.

Dau who was unlike anyone (63)

68 NOBEL PRIZE WINNERS OF 2007

Nikitov S.A.

In Physics:

A.Fert and P.Grunberg (68)

Eremin V.V.

In Chemistry: G.Ertl (74)

Kiselev S.L.

In Physiology or Medicine:

O.Smithies, M.Capecchi, M.Evans (78)

84

Scientific News

A Disk in Ant Nebula (84). Molecular Spin Qubits (84). Anisotropic Disintegration of Fermi Surface (85). Textile Goods from Nanotubes (85). Variations of Social Behavior of Lizards. **Semenov D.K.** (85). Pollution of Natural Environment in Russian Arctic Seas. **Vinogradova A.A.** (86). Where Enormous Planet Reserves of Hydrocarbons are Kept (88). Traces of the Most Ancient Human Beings in Armenia. **Kolpakov E.M., Subetto D.A.** (89).

Book Reviews

90 Byalko A.A.

«There Lived a Miracle Among Us...»

The Book by M.Bessarab «Lev Landau»

91

New Books

Encounters with Forgotten

93 L.D.Landau writes to M.A.Suslov

End of Issue

94 Kikoin I.K.

Ten «commandments» of Landau

ГЕНИЙ ЛАНДАУ

К 100-летию со дня рождения



Имя Льва Давидовича Ландау (1908—1968) пользуется всемирной известностью. Его вклад в развитие современной теоретической физики огромен. Он включил в себя необычайно широкий круг проблем. «Во всех его работах, — пишет академик А.А.Абрикосов, — поражает ясность и непредубежденность мысли, выдающаяся способность всегда правильно выделить из нагромождения теорий и фактов существо рассматриваемого вопроса, умение четко поставить задачу исследования, а затем, наконец, изящно разрешить поставленную проблему».

Творчество Ландау пустило глубокие корни, из которых произросли новые научные направления, возглавляемые его учениками и учениками его учеников. Причастность к школе Ландау — это высокая научная марка.

Академик Ландау был членом Лондонского Королевского общества, Датской и Нидерландской академий наук, Национальной академии наук США, Американской академии наук и искусств. В 1962 г. он был удостоен Нобелевской премии по физике за «пионерские работы в теории конденсированного состояния материи, в особенности жидкого гелия».

Личность Ландау, необычайно популярная при жизни, и по сей день притягивает к себе внимание: Лев Давидович — герой множества интригующих легенд самого разного толка.

«Природа» предлагает читателям статьи и очерки, которые говорят правду и лишь одну правду не только о значении его уникального творчества, на вольную интерпретацию которого никто не покусается, но и о неординарных чертах его характера, а также и о мало освещавшихся событиях его жизни.

Хроника: 1908—1968

1908. 22 января родился Лев Давидович Ландау. Он появился на свет в Баку в семье крупного инженера-нефтяника Давида Львовича Ландау. Мать Любовь Вениаминовна — по образованию медик.

1921. Тринадцати лет Лев окончил школу. Родители считают сына слишком юным для поступления в университет. В течение года он учится в Бакинском экономическом техникуме.

1922. Поступает в Азербайджанский университет, занимается одновременно на физико-математическом и химическом факультетах.

1924. Переходит на физическое отделение Ленинградского университета, где преподают такие выдающиеся физики, как А.Ф.Иоффе, Д.С.Рожественский, Д.А.Рожанский и др. В Ленинграде работают Я.И.Френкель, А.А.Фридман, начинается научную деятельность В.А.Фок.

1926. Первые научные публикации посвящены принципиальным вопросам квантовой механики.

1927. Оканчивает Ленинградский государственный университет и становится штатным аспирантом возглавляемого А.Ф.Иоффе Ленинградского физико-технического института (с 1926 г. — сверхштатный аспирант). Выходит работа, в которой впервые введено понятие матрицы плотности (статистический оператор). Это понятие впоследствии оказалось чрезвычайно

важно существенным в квантовой статистике и кинетике квантовых систем.

1929. Заграничная поездка по командировке Наркомпроса. Продолжалась полтора года. Посещает Германию, Швейцарию, Голландию, Англию, Бельгию и Данию. Знакомится с выдающимися европейскими теоретиками: Н.Бором, В.Паули, П.Эренфестом, В.Гейзенбергом, Ю.Виг-



Лев и Соня Ландау. Примерно 1914 г.



В школьные годы.



С отцом Давидом Львовичем, сестрой Софьей и ее мужем. Ленинград. Начало 30-х.

нером, Ф.Блохом, Р.Пайерлсом, Х.Казимиром, Э.Теллером.

В Цюрихе работает у известного физика-теоретика Паули. Результат — труды по квантовой электродинамике, выполненные совместно с Пайерлсом, тогда ассистентом Паули.

Наиболее важно пребывание в Копенгагене, где у Бора собирались физики-теоретики всей Европы. В дискуссиях на теоретическом семинаре решались основные проблемы квантовой физики.

По рекомендации Бора, который считал Ландау одним из лучших своих учеников, получает стипендию Рокфеллеровского фонда.

За время заграничной командировки Ландау построил теорию электронного диамагнетизма — явления, впоследствии названного его именем.

1931. Работает в Ленинградском физико-техническом институте.

1932–1937. Переезжает в Харьков, где становится научным руководителем теоретической группы Украинского физико-технического института (УФТИ). Начинается создание школы



С родителями Любовью Вениаминовной и Давидом Львовичем. Примерно 1935 г.

Ландау, системы экзаменов теореминимума и Курса теоретической физики. Заведует кафедрами в Харьковском механико-машиностроительном институте и в Харьковском университете.

1934. Организует в Харькове конференцию по теоретической физике, на которую приез-

жают Бор и другие западные теоретики. УФТИ выходит на передний край советской физики.

Получает степень доктора физико-математических наук без защиты диссертации.

Знакомится с будущей женой, красавицей Конкордией Терентьевной Дробанцевой. Из-



Лев и Кора.

вестна книга ее мемуаров «Академик Ландау. Как мы жили» (М., 1999).

1935. Получает звание профессора.

В харьковский период занимается различными проблемами

физики твердого тела, теорией атомных столкновений, ядерной физикой, астрофизикой, общими вопросами термодинамики, квантовой электродинамикой, кинетической теорией газов, теорией химических реакций.

Особенно следует отметить известную работу, посвященную кинетическому уравнению для случая кулоновского взаимодействия, теорию доменной структуры ферромагнетиков и ферромагнитного резонанса, теорию антиферромагнитных превращений, статистическую теорию ядер и, наконец, широко известную теорию фазовых переходов второго рода.

1937. Разгром УФТИ. Арестованы и погибают друзья и коллеги Ландау: Л.В.Шубников, Л.В.Розенкевич, В.С.Горский. В феврале Ландау переезжает в Москву и поступает на работу в созданный и руководимый П.Л.Капицей Институт физических проблем, где возглавляет отдел теоретической физики.

1938. Выходит «Статистическая физика» Л.Д.Ландау и Е.М.Лифшица. В том же 1938-м этот том Курса теоретической физики переведен и издан в Англии. В 1940-м выходит второе издание этого тома, а также тома «Механика» и «Теория поля».



Ленинградский университет. Семинар Я.И.Френкеля. Слева направо: И.И.Гуревич, Л.Д.Ландау, Л.В.Розенкевич, А.Н.Арсеньева, Я.И.Френкель, Г.А.Гамов, М.В.Мачинский, Д.Д.Иваненко, Г.А.Мандель. 1929 г.

27 апреля — арест по обвинению во «вредительстве и антисоветской деятельности». Через год — освобождение из тюрьмы по поручительству П.Л.Капицы и благодаря его личному ходатайству перед Молотовым.

1939–1940. Построение каскадной теории ливней в космических лучах; работа о промежуточном состоянии сверхпроводников. Занимается физикой элементарных частиц и ядерных взаимодействий.

1941. Создает теорию сверхтекучести гелия-2, открытой в 1938 г. Капицей. Предсказывает новое явление в гелии-2 — второй звук, который затем (в 1945 г.) обнаружен на опыте.

1941–1943. Институт физических проблем (а с ним и Ландау) находится в эвакуации в Казани.

1943–1947. Интенсивно занимается проблемами гидродинамики, в частности разрывами и турбулентностью. Преподает на кафедре физики низких температур Московского университета (с 1947 по 1950 г. — на кафедре общей физики Московского физико-технического института).

1944. Издан очередной том Курса «Механика сплошных сред».

1944–1945. Труд по физике горения и теории взрывов, а также труды о рассеянии протонов протонами и о теории ионизационных потерь в среде.

1946–1953. Работа в советском атомном проекте. В Институте физпроблем руководит группой по численным методам расчета мощности ядерных и термоядерных зарядов, за что получает Сталинскую премию I степени и звание Героя Социалистического Труда..

1946. 14 июля — рождение сына Игоря.

1946. Создает теорию колебаний электронной плазмы. В ноябре избран действительным членом Академии наук СССР. Присуждена Сталинская премия за работы по теории фа-

зовых переходов и теории сверхтекучести.

1948. Вместе с Е.М.Лифшицем продолжает работу над Курсом теоретической физики. Выходят «Квантовая механика» и переработанное издание «Теории поля».

1949. Издан курс лекций по общей физике, прочитанный Ландау в Физико-техническом институте.

Награжден орденом Ленина, присуждена Государственная премия II степени.

1949–1953. Работы по различным вопросам электродинамики, создание теории вязкости гелия-2, феноменологической теории сверхпроводимости (совместно с В.Л.Гинзбургом) и теории множественного рождения частиц при столкновениях быстрых частиц.

1951. Новое издание книги «Статистическая физика».

1951–1960. Избран членом Датской академии наук, Нидерландской академии наук, Британского физического общества, Лондонского Королевского



С сыном Игорем. 1947 г.

общества, Национальной академии наук США и Американской академии наук и искусств. Присуждены премии им.Ф.Лондона (США) и медаль им.Макса Планка (ФРГ).

1954–1955. Совместно с А.А.Абрикосовым, И.М.Халат-



На Николиной Горе у П.Л.Капицы. 1948 г.



С Нильсом Бором на «Празднике Архимеда» в МГУ. 1961 г.



Прогулка в больнице. Лето 1963 г.

никовым и И.Я.Померанчуком исследует принципиальные вопросы квантовой теории поля.

1955. Издан курс лекций по теории атомного ядра, написанный совместно с Я.А.Смородиным.

Возвращается в Московский государственный университет, где в качестве профессора кафедры теоретической физики читает различные курсы теоретической физики, руководит аспирантскими работами.

1956–1958. Создает общую теорию ферми-жидкости, к которой относятся жидкий гелий-3 и электроны в металлах.

1957. Вводит закон сохранения комбинированной четности (старый, так называемый закон сохранения четности, оказался несостоятельным для слабых взаимодействий).

Выходит очередной том Курса теоретической физики — «Электродинамика сплошных сред».

1959. На Международной конференции по физике высоких энергий в Киеве выдвинул новые принципы построения теории элементарных частиц. Опубликована статья, где наметен путь выяснения основных свойств так называемых амплитуд взаимодействий частиц.

1962. 7 января в результате автомобильной катастрофы получает тяжелые травмы и в течение нескольких месяцев находится между жизнью и смертью. Лучшие врачи мира борются за его спасение. Лев Давидович возвращается к жизни, но не к науке.

В апреле удостоен Ленинской премии за Курс теоретической физики (совместно с Е.М.Лифшицем).

В ноябре награжден Нобелевской премией по физике за «пионерские работы в области теории конденсированных сред, в особенности жидкого гелия».

1968. 1 апреля. Лев Давидович Ландау умер.

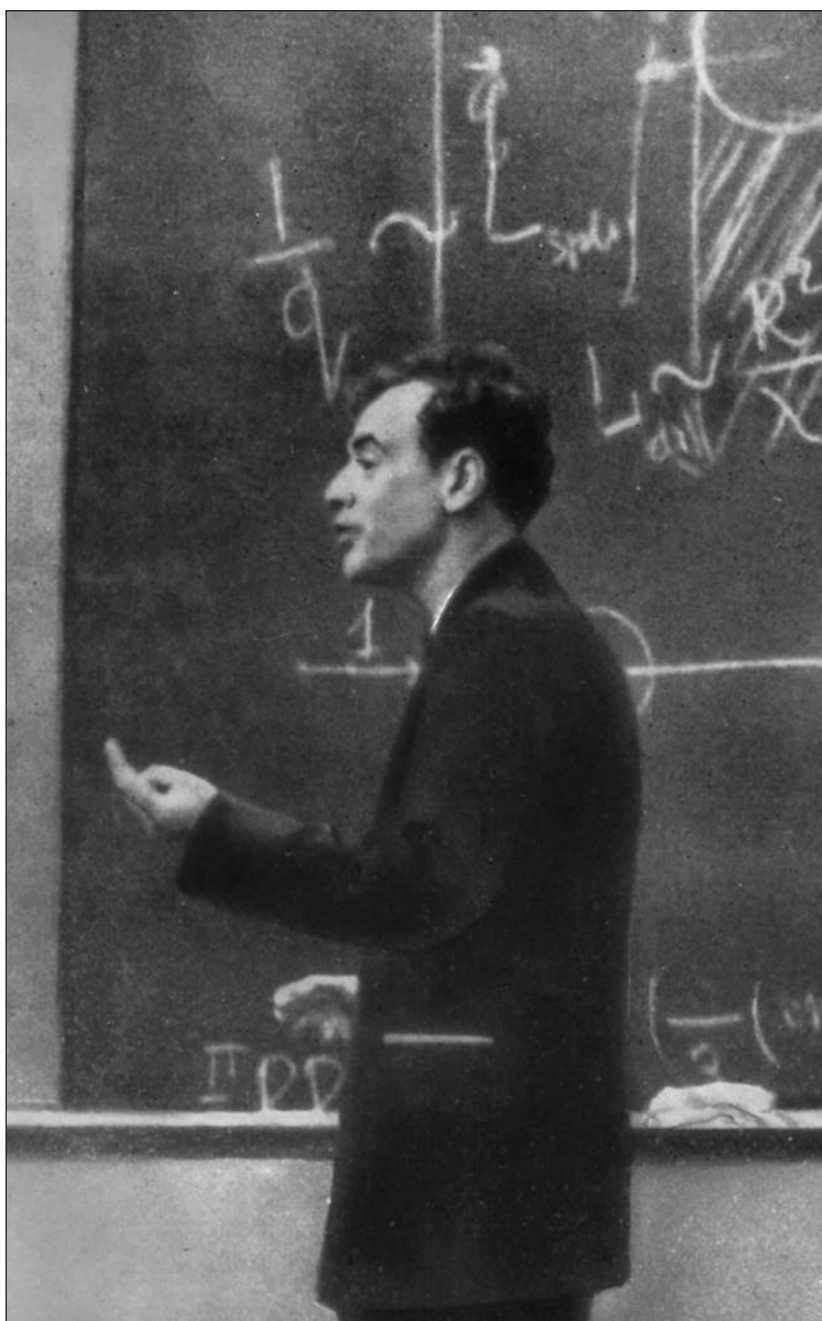
Учитель

Академик А.Ф.Андреев

*Институт физических проблем им.П.Л.Капицы РАН
Москва*

Из-за трагической случайности Льва Давидовича Ландау нет с нами уже 40 лет. За такой длительный срок образ человека, даже столь яркого, в воспоминаниях затуманивается дымкой времени, обрастает мифами, начинает превращаться в легенду. Зато тем яснее и рельефнее проступает подлинная роль, которую он сыграл в развитии науки. Пожалуй, Льва Давидовича можно назвать основателем современной теоретической физики. В знаменитых книгах Ландау и его ученика Е.М.Лифшица — в 10 томах Курса — изложена общая концепция физической теории. По единству, глубине и универсальности предложенный подход не имеет аналога, никто из остальных ученых даже не приближался к нему. С самой молодости Ландау чувствовал, что лучше других понимает суть теоретической физики как единой точки зрения на окружающий мир, как способа познания самых разных явлений природы. Это в своем роде мировоззрение, изложенное строгим языком формул. И он считал своим долгом донести эти идеи до научного сообщества.

С течением времени, сначала благодаря книжным переводам, а затем и «утечке мозгов», особенно интенсивной на рубеже 80—90-х годов, когда многие ученики Льва Давидовича уехали работать за границу, школа Ландау разбрелась по всему миру. Язык книг Ландау и Лифшица стал глобальным, теперь на дру-



гом языке теоретики не говорят. Конечно, время идет, и теория не стоит на месте, но она развивается на той методологической основе, по тому проекту, которые создал Ландау. И любой ученый, заинтересовавшийся сейчас какой-либо физической проблемой, у которого родится какая-то идея, первым делом возьмет книгу Ландау и Лифшица и посмотрит, что там написано на данную тему — это будет «нулевой итерацией» в новом исследовании.

«Профессиональная демократия»

Преподаванию Ландау придавал большое значение. Пополнение рядов его учеников, хотя и представляло собой, конечно, «штучное производство», но было основано на глубоко продуманной системе.

Чтобы попасть в школу Ландау, надо было сдать экзамены так называемого теоретического минимума. Всего экзаменов было девять, и сначала все их принимал сам Лев Давидович. Но впоследствии это стало обременительным, и он оставил за собой прием первого — математики — и последнего —

квантовой электродинамики, остальные принимали его ученики. В свое время на меня произвело сильное впечатление, сколь это было демократично. Любой студент мог сдавать теорминимум академику Ландау. Это было делом сугубо добровольным.

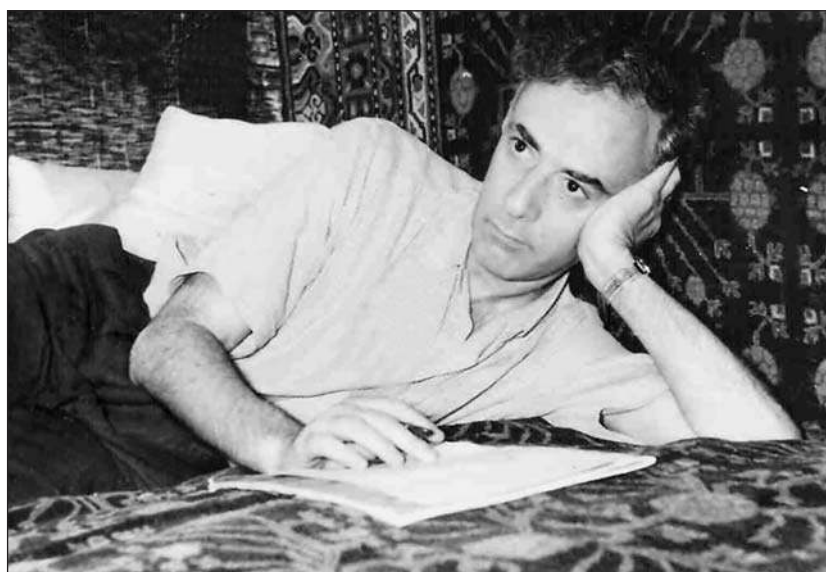
Надо было просто позвонить Льву Давидовичу по телефону, который был указан на специальном листочке со списком экзаменов: «Я студент такой-то, хочу сдавать экзамен». Он называл время и приглашал в свою квартиру, квартиру №2 дома Института физических проблем. Усаживал за стол в комнате на втором этаже, писал задачи и уходил заниматься с сыном английским. (Кстати, сам он письменный стол не любил — работал, лежа на диване.) То есть была абсолютная доступность — совершенно незнакомых людей приводил к себе домой и принимал экзамен. Считал это очень важной миссией. Сдача теорминимума не сопровождалась никакими формальностями — никаких справок не требовалось и не выдавалось.

Однако, учась на Физтехе, я не сдавал там ни одного экзамена по теоретической физике, просто приходил на экзамен

и говорил, что сдал его в теорминимуме, мне ставили «5», и я уходил. Преподаватели были учениками Ландау, проверить, сказал ли я правду, ничего не стоило. Человек, прошедший все ступени теорминимума, приобретал своеобразный знак качества, и Ландау принимал на себя обязательство перед ним — устроить его в аспирантуру или в институт, или в другое место.

И в дальнейшем царила полная свобода: тему работы человек определял себе сам, выбирал проблемы, в области которых он хочет что-то сделать. Если бы кто-то пришел к Ландау и попросил дать ему тему, тот бы его отругал! Существовала, однако, тетрадка, куда Львом Давидовичем (или с его слов) записывались те проблемы, которые, с его точки зрения, было бы очень важно решить.

Но эта самостоятельность не означала, что профессиональный рост сотрудников был «пущен на самотек». Все, кто был взят в школу после сдачи теорминимума, должны были по очереди выступать на семинаре Ландау с докладами о чужих работах. В научных журналах сам он просматривал только оглавления, отмечая статьи, которые по названию ему казались интересными. Это не значило, что тему доклада нужно было брать строго из составленного списка. Если сотрудник сам нашел что-то интересное — хорошо. Если нет — можно было взять тетрадку, посмотреть, что привлекло внимание Ландау, и доложить эту статью на семинаре, который проходил каждый четверг, в 11 часов. Задача была совсем не тривиальная: рассказывать надо было профессионально, и молодым сотрудникам приходилось серьезно готовиться, чтобы не выглядеть начинающими учениками. В противном случае Ландау просто выгонял докладчика со сцены. На этих семинарах особенно ощущалось, что Ландау был на голову выше всех, соображал мгновенно.



Любимая рабочая поза Льва Давидовича. 50-е годы.

Атмосфера «профессиональной демократии» органично уживалась с авторитетом Ландау, который был непререкаемым. Я сдал весь теорминимум будучи на четвертом курсе, в 1959 г., и когда Лев Давидович узнал, что мне предстоит учиться еще два с половиной года, он сказал: «Нет, это очень много, надо окончить раньше». Сделать это было крайне сложно, ведь к тому же мы занимались и на военной кафедре и одновременно с дипломом получали офицерские военные билеты. Сдать военную подготовку досрочно было невозможно. Но раз Ландау сказал, одно его слово, что надо, — и вот мне выдают диплом на полтора года раньше, чем моим однокурсникам. Я поступил в аспирантуру, а на военной кафедре продолжал формально оставаться студентом и получил военный билет в положенный срок. Такое всемогущество Ландау производило сильнейшее впечатление. Даже когда ему пришлось работать по Атомному проекту, заниматься «спецделом», как тогда говорили, и к нему приставили охранника, он сумел от этой опеки освободиться. Охранников в целях личной безопасности тогда приставляли к ученым, играющим важную роль в проекте, но Ландау сказал: «Нет, ни в коем случае, я жить так не могу».

В школе Ландау все варились в общем котле, общались друг с другом, и сам он был в курсе всего. Сто процентов работ, что шли в печать, пропускались через него — надо было рассказать ему и получить его одобрение, не только аспирантам, но и остальным сотрудникам. То есть реально он руководил всем. И это руководство имело единственную цель — чтобы проблема была сформулирована ясно и точно и в итоге задача была бы корректно и окончательно решена. Преследуя эту цель, Ландау был нетерпим к наукообразию, к чисто внешним эффектам, ценил только реальное содержание.

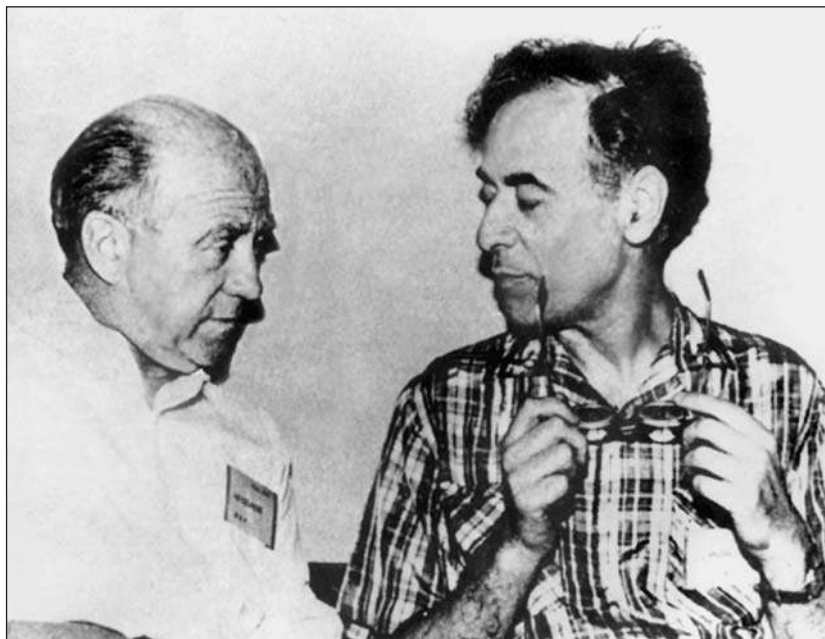


Во дворе Института физических проблем. И.М.Халатников, Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Август 1959 г.

Ландау и математика

Ландау с уважением относился к другим естественнонаучным дисциплинам — например, всю жизнь любил химию (он начинал учиться на химическом факультете и лишь затем перешел на физический). А вот о математике Лев Давидович публично высказывался довольно иронично. Он считал, что используемая физиками математика является частью теорети-

ческой физики. Если делить теоретиков на более физичных и более математичных, Ландау безусловно следует отнести к первой категории. Тем не менее у него самого есть выдающиеся достижения в математике — например, метод вычисления квазиклассических матричных элементов в квантовой механике. Неспециалисту, конечно, это название не покажется чем-то особенным. А на самом деле в методе заключена очень глу-



С. В. Гейзенбергом на конференции в Киеве. 1960 г.

бокая математическая идея (основанная, впрочем, на физической интуиции). Он открыл совершенно новые возможности: то, что раньше казалось не поддающимся вычислению, теперь получалось в две строчки.

Или еще один пример. В рамках Атомного проекта была поставлена труднейшая задача — описать взрыв ядерной бомбы с помощью уравнений газовой динамики. Эти уравнения очень сложные, нелинейные, их можно решать лишь численно. Тогда вычислительных машин еще не было, считали на арифмометрах. А при подобных расчетах приходится сталкиваться с серьезными проблемами устойчивости, когда небольшие изменения входных параметров приводят к драматическим последствиям для результатов. Это — чисто математические проблемы метода расчета, потому что счет «в лоб» обычно оказывается неустойчивым. И Ландау придумал специальные алгоритмы вычислений, благодаря которым задачи были оригинально и успешно решены. За эти работы он получил Звезду Героя Социалистического Труда.

Квантовые жидкости — квантовые кристаллы — квантовые стекла

Одно из важнейших научных достижений Ландау — теория сверхтекучести жидкого гелия, открытой П.Л.Капицей в 1938 г. Нобелевскую премию Ландау получил главным образом за эту теорию. Свойства сверхтекучего гелия, как показал Ландау, — наиболее яркое проявление новых общих закономерностей в поведении любого вещества при достаточно низких температурах. Жидкий гелий — квантовая жидкость. В основе его свойств лежат квантовые законы на макроскопическом уровне, т.е. в применении к жидкости как целому.

Логическим развитием идей Ландау о квантовых жидкостях стало представление о квантовых кристаллах.

В основе физики обычных твердых тел лежит представление о том, что единственный тип движения атомов в кристаллах при не слишком высоких температурах — это чисто колебательное движение вблизи определенных положений

равновесия — узлов кристаллической решетки. В такой картине частицы локализованы в узлах решетки и потому индивидуализированы благодаря своей принадлежности к определенным узлам. Между тем, согласно основным принципам квантовой механики, тождественные друг другу частицы, которыми являются образующие кристалл атомы, должны быть неразличимы. Поэтому в принципе в любом кристалле должны существовать квантовые процессы, восстанавливающие неразличимость тождественных частиц и таким образом разрушающие обычные представления о чисто колебательном движении (делая их лишь приближенными). Эти процессы должны приводить к делокализации частиц в кристалле путем переходов из исходных в другие узлы решетки. На колебательное движение должно накладываться квантовое поступательное движение частиц по всему кристаллу. Такие процессы, называемые туннельными, хорошо известны, когда речь идет о поведении электронов в твердых телах. Обычное деление твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики основано на описании электронов как системы тождественных, делокализованных в кристаллической решетке частиц. Если же говорить не о легких электронах, а о значительно более тяжелых атомах вещества, то в подавляющем большинстве кристаллов туннельные процессы для них маловероятны, так что точность обычной картины весьма высока и значительно превосходит точность эксперимента.

Существуют, однако, важные исключения из этого правила. Вероятность туннельных процессов возрастает с уменьшением массы атомов (при равных прочих условиях), поскольку квантовые эффекты вообще сильнее выражены для более легких частиц. Эта вероятность возрастает также при

уменьшении сил взаимодействия между образующими кристалл частицами, так как в этом случае силы, удерживающие частицы в узлах решетки, меньше и узлы легче покинуть. Поэтому в кристаллах, состоящих из наиболее легких и слабо взаимодействующих между собой частиц, туннельные процессы становятся вполне заметными.

Таковыми являются кристаллы гелия. Из сказанного выше ясно, что в квантовых кристаллах гелия теряется свойственное обычным кристаллам жесткое соответствие между узлами решетки и образующими кристалл атомами. Более того, как было показано И.М.Лифшицем и автором настоящей статьи в 1969 г., даже полное число узлов решетки квантового кристалла может не совпадать с числом атомов, а превышать его. В этом случае все узлы одинаковы, но заполнены атомами с вероятностью, меньшей единицы. Такую ситуацию удобно представить следующим образом. Пусть первоначально есть обычный кристалл, содержащий некоторое количество вакансий, т.е. незанятых узлов. В квантовом кристалле эти вакансии делокализуются. В результате возникает ситуация, когда все узлы одинаковы, но не полностью заполнены. Тогда говорят, что кристалл содержит нулевые вакансии, поскольку такие вакансии, как и нулевые колебания кристаллов, не исчезают при абсолютном нуле температуры.

Квантовые кристаллы с нулевыми вакансиями должны представлять собой удивительные объекты. В них одновременно возможны два вида движения: один, характерный для твердых тел, связан с движением узлов решетки, второй обусловлен движением нулевых вакансий и обладает свойствами движения жидкости. При низких температурах жидкостное движение так же, как в жидком гелии, должно стать сверхтекучим.

Два типа движения характеризуются при этом двумя независимыми друг от друга скоростями: скоростью движения узлов решетки и сверхтекучей скоростью вакансионной жидкости. Каждое из движений сопровождается переносом некоторой массы, причем сумма масс равна истинной массе твердого тела. Поэтому можно сказать, что сверхтекучее твердое тело, как и сверхтекучая жидкость, как бы состоит из двух компонент (сверхтекучей и нормальной).

Попытки обнаружить сверхтекучесть твердого гелия начиная с 1969 г. предпринимались неоднократно, но долго оставались безуспешными. В 2004 г. американцы Е.Ким и М.Чан осуществили эксперименты, результаты которых они объяснили сверхтекучестью твердого гелия. Идея экспериментов аналогична эксперименту Э.Л.Андероникашвили, проведенному им в сверхтекучем жидком гелии в 1946 г. Ким и Чан измеряли частоту крутильных колебаний образцов твердого гелия. Частота колебания определяется моментом инерции, а тот в свою очередь зависит от массы, увлекаемой вращательным движением. Поскольку сверхтекучая компонента не увлекается вращательным движением решетки, измеренная частота в сверхтекучем твердом теле должна обнаруживать дефицит момента инерции. Увлекаемая масса должна быть меньше полной массы тела на величину массы сверхтекучей компоненты. Ким и Чан действительно наблюдали уменьшение момента инерции при температурах ниже 0.2 К. Дефицит увлекаемой массы был порядка 1% полной массы.

Однако дальнейшие эксперименты показали, что наблюдаемый эффект исчезает в достаточно совершенных кристаллах гелия и, напротив, достигает весьма значительной величины порядка 20% в неупорядоченных образцах, подобных

аморфному стеклу. Но решающее противоречие с картиной сверхтекучего твердого тела возникает при попытке обнаружить сверхтекучее движение в капиллярах, заполненных твердым гелием, которое должно возникать под действием перепада давления. Сверхтекучее движение не наблюдалось, и была установлена верхняя граница возможной сверхтекучей скорости. Эта граница на семь (!) порядков ниже характерных скоростей, наблюдавшихся в опытах Кима и Чана.

Теоретическое объяснение совокупности экспериментальных данных недавно предложено автором настоящей статьи.

В 1972 г. американские теоретики П.Андерсон, П.Гальперин, С.Варма и В.Филлипс объяснили необычные низкотемпературные свойства (тепловые, электромагнитные, акустические) обычных неупорядоченных твердых тел (стекол), предположив, что в стеклах существуют так называемые двухуровневые системы. В неупорядоченной системе не все атомы занимают определенные положения равновесия. Имеется конечная вероятность того, что какой-то атом или группа атомов имеет второе близкое (как по положению в пространстве, так и по энергии) положение равновесия. Процессы квантового туннелирования между такими двумя состояниями весьма маловероятны в обычных (классических) стеклах, но для эффективности этих процессов здесь достаточно, чтобы они успели произойти за огромные (по микроскопическим масштабам) времена порядка длительности эксперимента.

Подобные двухуровневые системы должны существовать и в неупорядоченных квантовых твердых телах типа твердого гелия (квантовые стекла). Разница заключается в том, что время, необходимое здесь для осуществления туннельных переходов, вполне микроскопическое, порядка 10^{-10} — 10^{-11} с. Благодаря



Научные наследники Ландау на заседании ученого совета Института физических проблем им.П.Л.Капицы в июне 1993 г. В первом ряду слева направо: И.М.Халатников, Л.П.Питаевский, А.Ф.Андреев, К.Н.Зиновьева. Во втором ряду: М.И.Каганов, К.О.Кешишев, В.С.Эдельман, А.С.Боровик-Романов, А.Я.Паршин.

наличию двухуровневых систем квантовые стекла приобретают весьма своеобразные свойства, существенно отличающиеся от свойств как нормальных, так и сверхтекучих твердых тел.

Движение нормальных твердых тел характеризуется одной единственной скоростью, и переносимая масса равна полной массе тела. Движение сверхтекучих тел характеризуется двумя независимыми скоростями. В квантовых стеклах скорость одна, но в определенных условиях переносимая масса меньше полной массы тела. Это свойство есть как раз то, что необходимо для объяснения как дефицита момента инерции при крутильных колебаниях, так и отсутствия сверхтекучего движения в капиллярах.

Упомянутые выше определенные условия заключаются в следующем. Время «включения» скорости движения из со-

стояния покоя (в колебательных экспериментах это период колебаний) должно быть значительно больше времени установления теплового равновесия в твердом теле, но значительно меньше времени, в течение которого тело остается теплоизолированным. (Второе из характерных времен в экспериментах с твердым гелием весьма велико из-за большой величины так называемого теплового сопротивления Капицы.) Другими словами, процесс изменения скорости должен быть адиабатическим, подобным другим известным из термодинамики адиабатическим процессам сжатия газа, размагничивания парамагнитных тел и т.д.

Новым предсказанием теории является утверждение о том, что квантовое стекло должно вести себя как нормальное твердое тело в условиях равномерного вращения.

Самый, пожалуй, яркий и любимый ученик Ландау — И.Я.Померанчук — называл Льва Давидовича «учитель». Я думаю, что Исаак Яковлевич имел в виду два выдающихся достижения Ландау. Во-первых, он впервые наиболее ясно, как никто другой, показал, что, собственно, представляет собой теоретическая физика. Показал своими работами, чрезвычайно глубокими и немногословными, показал в книгах Курса Ландау—Лифшица. Во-вторых, Ландау создал уникальную систему отбора и обучения физиков-теоретиков. В результате возникла школа Ландау, продемонстрировавшая свой выдающийся потенциал в «золотой век» науки в СССР в 1950—1980-х годах и в настоящее время во многом определяющая мировой уровень теоретической физики. ■

Великий универсал XX века

Академик С.С.Герштейн

*Институт физики высоких энергий
Протвино*

Один из крупнейших физиков прошедшего XX в. Лев Давидович Ландау был в то же время величайшим универсалом, внесшим фундаментальный вклад в самые различные области: квантовую механику, физику твердого тела, теорию магнетизма, теорию фазовых переходов, ядерную физику и физику элементарных частиц, квантовую электродинамику, физику низких температур, гидродинамику, теорию атомных столкновений, теорию химических реакций и ряд других дисциплин.

Фундаментальный вклад в теоретическую физику

Способность охватить все разделы физики и глубоко проникнуть в них является характерной чертой его гениальности. Она ярко проявилась в созданном Л.Д.Ландау в сотрудничестве с Е.М.Лифшицем уникальном курсе теоретической физики, последние тома которого были завершены по плану Ландау его учениками Е.М.Лифшицем, Л.П.Питаевским и В.Б.Берестецким. Ничего подобного не существует во всей мировой литературе. Полнота изложения в сочетании с четкостью и оригинальностью, единый подход к проблемам и органическая связь различных томов сделали этот курс настольной книгой для многих поколений физиков различных стран, от студентов до профессоров. Будучи переве-

ден на многие языки, курс оказал огромное влияние на уровень теоретической физики во всем мире. Несомненно, он сохранит свое значение и для ученых будущего. Небольшие дополнения, связанные с новейшими данными, могут вноситься, как это уже делалось, при последующих изданиях.

В короткой статье невозможно упомянуть все результаты, полученные Ландау. Остановлюсь лишь на некоторых из них*.

Еще обучаясь в Ленинградском университете, Ландау и его близкие тогда друзья Георгий Гамов, Дмитрий Иваненко и Матвей Бронштейн с восторгом встретили появление статей В.Гейзенберга и Э.Шредингера, в которых содержались основы квантовой механики. И почти сразу же 18-летний Ландау вносит фундаментальный вклад в квантовую теорию — вводит понятие матрицы плотности в качестве метода для полного квантово-механического описания систем, являющихся частью более крупной системы. Это понятие стало основным в квантовой статистике.

Вопросами применения квантовой механики к реальным физическим процессам Ландау занимался в течение всей своей жизни. Так, в 1932 г. он указал, что вероятность переходов при атомных столкно-



Фото 40-х годов.

вениях определяется пересечением молекулярных термов, и вывел соответствующие выражения для вероятности переходов и преддиссоциации молекул (правило Ландау—Зинера—Штюкельберга). В 1944 г. он (совместно с Я.А.Смородинским) разработал теорию «эффективного радиуса», позволяющую описать рассеяние медленных частиц короткодействующими ядерными силами безотносительно конкретной модели последних.

Фундаментальный вклад внесли работы Ландау в физику магнитных явлений. В 1930 г. он установил, что в магнитном поле свободные электроны в металлах имеют, согласно квантовой механике, квазидискретный спектр энергий, и благодаря

* Хорошим кратким обзором может служить книга А.А.Абрикосова «Академик Ландау» (М., 1965), а также статьи Е.М.Лифшица в «Собрании трудов Л.Д.Ландау» (М., 1969) и книге «Воспоминания о Л.Д.Ландау» (М., 1988).

этому возникает диамагнитная (связанная с орбитальным движением) восприимчивость электронов в металлах*. В малых магнитных полях она составляет одну треть их парамагнитной восприимчивости, определяемой собственным магнитным моментом электрона (связанным со спином). Одновременно он указал, что в реальной кристаллической решетке это соотношение может измениться в пользу диамагнетизма электронов, а в сильных полях при низких температурах должен наблюдаться необычный эффект: осцилляция магнитной восприимчивости. Этот эффект через несколько лет был обнаружен экспериментально; он известен под именем эффекта де Гааза — ван Альфена. Уровни энергии электронов в магнитном поле получили название уровней Ландау.

Определение их при разных ориентациях магнитного поля позволяет найти поверхность Ферми (изоэнергетическую поверхность в пространстве квазимпульсов, отвечающую энергии Ферми) для электронов в металлах и полупроводниках. Общая теория для этих целей была разработана учеником Ландау И.М.Лифшицем и его школой. Таким образом, работа Ландау по электронному диамагнетизму заложила основы для всей современной деятельности по установлению электронных энергетических спектров металлов и полупроводников. Отметим также, что наличие уровней Ландау оказалось решающим для интерпретации квантового эффекта Холла (за открытие и объяснение которого в 1985 и 1998 гг. были присуждены Нобелевские премии).

В 1933 г. Ландау ввел понятие об антиферромагнетизме как особой фазе вещества. Незадолго до него французский физик Л.Неель предположил, что могут существовать вещества,

которые при низких температурах состоят из двух спонтанно намагниченных в противоположных направлениях кристаллических подрешеток. Ландау указал, что переход в это состояние при понижении температуры должен происходить не постепенно, а при вполне конкретной температуре как особый фазовый переход, при котором меняется не плотность вещества, а симметрия. Эти идеи были блестяще использованы учеником Ландау И.Е.Дзялошинским для предсказания существования новых типов магнитных структур — слабых ферромагнетиков и пьезомагнетиков — и указания симметрии кристаллов, в которых они должны наблюдаться. Совместно с Е.М.Лифшицем в 1935 г. Ландау развил теорию доменной структуры ферромагнетиков, впервые определил их форму и размеры, описал поведение восприимчивости в переменном магнитном поле и, в частности, явление ферромагнитного резонанса.

Важнейшее значение для теории различных физических явлений в веществах имеет общая теория фазовых переходов II рода, построенная Ландау в 1937 г. Ландау обобщил подход, использованный для антиферромагнетиков: любые фазовые превращения связаны с изменением симметрии вещества и поэтому фазовый переход должен происходить не постепенно, а в определенной точке, где скачком меняется симметрия вещества. Если при этом не меняется плотность и удельная энтропия вещества, фазовый переход не сопровождается выделением скрытой теплоты. В то же время скачком меняется теплоемкость и сжимаемость вещества. Такие переходы и получили название переходов II рода. К ним относятся переходы в ферромагнитную и антиферромагнитную фазу, переходы в сегнетоэлектрик, структурные переходы в кристаллах и переход металла в сверхпроводящее

состояние в отсутствие магнитного поля. Ландау показал, что все эти переходы можно описать с помощью некоторого структурного параметра, отличного от нуля в упорядоченной фазе ниже точки перехода и равного нулю выше нее.

В работе В.Л.Гинзбурга и Л.Д.Ландау «К теории сверхпроводимости», выполненной в 1950 г., в качестве такого параметра, характеризующего сверхпроводник, была выбрана функция Ψ , играющая роль некоторой «эффективной» волновой функции сверхпроводящих электронов. Построенная полуфеноменологическая теория позволила вычислить поверхностную энергию на границе нормальной и сверхпроводящей фазы и хорошо согласовалась с экспериментом. Исходя из этой теории, А.А.Абрикосов ввел понятие двух типов сверхпроводников: I рода — с положительной поверхностной энергией — и II рода — с отрицательной. Большинство сплавов оказалось сверхпроводниками II рода. Абрикосов показал, что магнитное поле проникает в сверхпроводники II рода постепенно путем особых квантовых вихрей и поэтому переход в нормальную фазу затягивается до весьма высоких значений напряженности магнитного поля. Именно такие сверхпроводники с критическими параметрами получили широкое применение в науке и технике. После создания макроскопической теории сверхпроводимости Л.П.Горьков показал, что уравнения Гинзбурга—Ландау следуют из микроскопической теории, и выяснил физический смысл использованных в них феноменологических параметров. Общая теория описания сверхпроводимости вошла в мировую науку под аббревиатурой GLAG — Гинзбург—Ландау—Абрикосов—Горьков. В 2004 г. Гинзбургу и Абрикосову была присуждена за нее Нобелевская премия.

Одной из самых замечательных работ Ландау стала создан-

* Классический газ свободных носителей заряда не должен обладать диамагнетизмом.

ная им теория сверхтекучести, объяснившая открытое П.Л.Капицей явление сверхтекучести жидкого гелия-4. По мысли Ландау, атомы жидкого гелия, тесно связанные между собой, образуют при низкой температуре особую квантовую жидкость. Возбуждения этой жидкости представляют собой звуковые волны, которым соответствуют квазичастицы — фононы. Энергия фононов ϵ представляет энергию всей жидкости, а не отдельных атомов, и должна быть пропорциональна их импульсу p : $\epsilon(p) = cp$ (где c — скорость звука). При температурах вблизи абсолютного нуля эти возбуждения не могут возникнуть, если жидкость течет со скоростью, меньшей скорости звука, и, таким образом, она не будет обладать вязкостью. Вместе с тем, как считал Ландау в 1941 г., наряду с потенциальным течением жидкого гелия возможно вихревое. Спектр вихревых возбуждений должен был быть отделен от нуля некоторой «щелью» Δ и иметь вид

$$\epsilon_r = \Delta + \frac{p^2}{2\mu},$$

где μ — эффективная масса квазичастицы, соответствующей возбуждению. По предложению И.Е.Тамма Лев Давидович назвал эту частицу ротонном. Используя спектр квазичастиц, он нашел температурную зависимость теплоемкости жидкого гелия и получил уравнения гидродинамики для него. Он показал, что в ряде задач движение гелия эквивалентно движению двух жидкостей: нормальной (вязкой) и сверхтекучей (идеальной). При этом плотность последней обращается в ноль выше точки перехода в сверхтекучее состояние и может служить параметром фазового перехода II рода. Замечательным следствием этой теории было предсказание Ландау существования особых колебаний в жидком гелии, когда нормальная и сверхтекучая жидкости колеблются в противофазе.

Он назвал это вторым звуком и предсказал его скорость. Открытие второго звука в превосходных экспериментах В.П.Пешкова было блестящим подтверждением теории. Однако Ландау насторожило небольшое различие между наблюдаемой и предсказанной им скоростью второго звука. Проведя анализ, он в 1947 г. заключил, что вместо двух ветвей спектра возбуждений — фононной и ротонной — должна существовать единая зависимость энергии возбуждения от импульса квазичастицы, которая при малых импульсах возрастает линейно с импульсом (фононы), а при некотором значении импульса (p_0) имеет минимум и может быть представлена вблизи него в виде

$$\epsilon_r = \Delta + \frac{(p - p_0)^2}{2\mu}.$$

При этом, как подчеркнул Лев Давидович, сохраняются все заключения относительно сверхтекучести и макроскопической гидродинамики гелия-2. В последующей работе (1948) Ландау в качестве дополнительного аргумента сослался на то, что Н.Н.Боголюбову в 1947 г. удалось с помощью остроумного приема получить спектр возбуждений слабовзаимодействующего бозегаза, изображаемый одной кривой с линейной зависимостью при малых импульсах. (Возможно, именно эта работа Боголюбова вместе с данными Пешкова натолкнула Ландау на мысль об единой кривой возбуждений.) Теория сверхтекучести Ландау была блестяще подтверждена в замечательных опытах В.П.Пешкова, Э.Л.Андроникашвили и др. и получила дальнейшее развитие в совместных работах Ландау с И.М.Халатниковым. Спектр возбуждений Ландау был непосредственно подтвержден путем экспериментов по рассеянию рентгеновских лучей и нейтронов (на такую возможность указал Р.Фейнман).

В 1956—1957 гг. Ландау разработал теорию ферми-жидкости

(квантовой жидкости, в которой элементарные возбуждения обладают полужелым спином и, соответственно, подчиняются статистике Ферми—Дирака), применимую к широкому кругу объектов (к электронам в металлах, жидкому гелию-3, нуклонам в ядрах). С точки зрения развитого подхода наиболее естественно строится микроскопическая теория сверхпроводимости, предсказывающая новые явления в этой области. Открылись перспективы использования для вычислений в области теории конденсированного состояния методов квантовой теории поля. Дальнейшее развитие теории ферми-жидкости Л.П.Питаевским позволило ему предсказать, что при достаточно низкой температуре гелий-3 станет сверхтекучим. Исключительно красивое нетривиальное явление — отражение электронов на границе сверхпроводника с нормальным металлом — было предсказано А.Ф.Андреевым, последним студентом, которого Ландау принял в свою группу. Это явление получило в мировой литературе название «андреевского отражения» и начинает находить все более широкое применение.

С самого начала деятельности Льва Давидовича интересовали проблемы квантовой теории поля и релятивистской квантовой механики. Вывод формул для рассеяния релятивистских электронов кулоновским полем атомных ядер с учетом запаздывания взаимодействия (так называемого меллеровского рассеяния), как отмечал сам Меллер, был подсказан ему Ландау. В работе с Е.М.Лившицем (1934) Лев Давидович рассмотрел рождение электронов и позитронов при столкновении заряженных частиц. Обобщение полученных в этой работе результатов привело после создания электрон-позитронных коллайдеров к важному направлению экспериментальных исследований — двухфотонной физике. В работе с В.Б.Берестецким (1949) Лев Давидович Ландау обратил вни-



Участники конференции по теоретической физике в Харькове. 1929 г. Во втором ряду (в белых рубашках) стоят: Л.Д.Ландау, Г.А.Гамов, М.А.Корец. В первом ряду, в центре, Д.Д.Иваненко и Я.И.Френкель. Полный аннотированный список лиц, присутствующих на фотографии, составлен В.Я.Френкелем и публиковался в «Природе» (1990. №7).

мание на важность так называемого обменного взаимодействия в системе из частиц и античастиц. Важную роль в физике элементарных частиц играет теорема Ландау (установленная также независимо Т.Ли и Ч.Янгом) о невозможности распада частицы со спином 1 на два свободных фотона (справедливая и для распада на два глюона). Эта теорема широко используется в физике элементарных частиц. Она, в сущности, позволила объяснить малую ширину частицы J/Ψ , вызывавшую вначале недоумение.

Принципиально важные для физики частиц результаты были получены Львом Давидовичем вместе с его учениками А.А.Абрикосовым, И.М.Халатниковым, И.Я.Померанчуком и др. Основной трудностью квантовой электродинамики (точно так же как квантовой теории других полей) было обращение при теоретических расчетах некоторых физических величин (например, массы) в бесконечность. Новейшее развитие квантовой электродинамики дало рецепт устранения бесконечных выражений. Но это не устраивало Ландау. Он поста-

вил задачу развить теорию, в которой на каждом этапе фигурировали бы конечные величины. Для этого надо было рассмотреть локальное взаимодействие частиц как предел «размазанного» взаимодействия, имеющего конечный, сколь угодно уменьшающийся радиус действия a . Этому значению радиуса отвечала величина «обрезания» бесконечных интегралов в пространстве импульсов: $\Lambda \approx 1/a$ и «затравочный» заряд $e_1(a)$, являющийся функцией радиуса a . В результате расчетов выяснилось, что наблюдаемый при малых часто-

тах поля «физический» заряд электрона (e) связан с затравочным $e_1(a)$ формулой

$$e^2 = \frac{e_1^2}{1 + \frac{ve_1^2 \ln \frac{\Lambda^2}{m^2}}{3\pi}}, \quad (1)$$

где v — число фермионов, которые, помимо электронов, вносят вклад в поляризацию вакуума, m — масса электрона, а заряды e и e_1 — безразмерные величины, выраженные в единицах скорости света (c) и постоянной Планка $\hbar$:

$$e^2 = \alpha = \frac{q^2}{\hbar c} \approx 1/137.$$

Выражение же «затравочного» заряда, согласно (1), имело вид

$$e_1^2 = \frac{e^2}{1 - \frac{ve^2 \ln \frac{\Lambda^2}{m^2}}{3\pi}}. \quad (2)$$

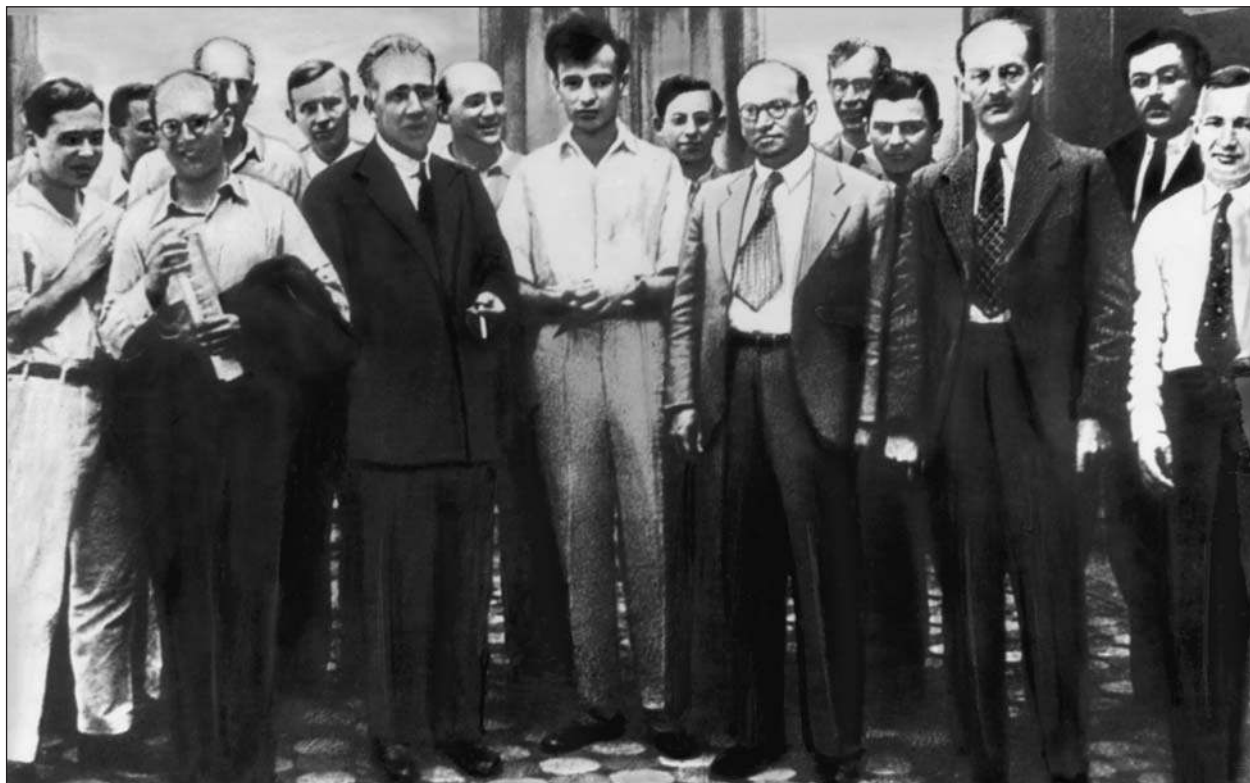
Интересно, что еще до проведения расчетов Ландау полагал, что «затравочный» заряд $e_1(a)$ будет уменьшаться и стремиться к нулю с уменьшением радиуса a , и, таким образом, получится самосогласованная теория (поскольку расчеты делались в предположении $e_1^2 < 1$). Он даже развил общую философию, отвечающую современному принципу «асимптотической свободы» в квантовой хромодинамике. Предварительные расчеты, казалось, подтверждали эту точку зрения. Но в этих расчетах была допущена досадная ошибка в знаке в формулах (1) и соответственно (2). (При неправильном знаке в (2) действительно $e_1 \rightarrow 0$ при $\Lambda \rightarrow \infty$.) Когда ошибка была замечена, Лев Давидович успел забрать статью из редакции и исправить ее. Вместе с этим из статьи исчезла философия «асимптотической свободы». А жаль. Зная ее, новосибирский теоретик из Института ядерной физики СО РАН Ю.Б.Хрипович, обнаружив в частном примере, что цветовой заряд в квантовой хромодинамике уменьшается с уменьшением

расстояния, возможно, мог бы построить общую теорию (за которую американцы Д.Гросс, Д.Политцер и Ф.Вильчек уже в XXI в. получили Нобелевскую премию). Однако в квантовой электродинамике эффективный электрический заряд растет с уменьшением расстояния. Опыты на коллайдерах показали, что эффективный заряд на расстояниях $\sim 2 \cdot 10^{-16}$ см вырос до величины $\sim 1/128$ (по сравнению с $1/137$ на больших расстояниях). Рост эффективного заряда $e_1(a)$ привел Ландау и Померанчука к заключению фундаментальной важности: если второй член в знаменателе формулы (1) становится существенно больше единицы, то заряд e независим от e_1 равен

$$e^2 \approx \frac{1}{\frac{v}{3\pi} \ln \frac{\Lambda^2}{m^2}} \quad (3)$$

и обращается в нуль при $\Lambda \rightarrow \infty$ или $a \sim 1/\Lambda \rightarrow 0$. Хотя строгого доказательства такого заключения нет (теория была построена для $e_1 < 1$), Померанчук нашел веские аргументы в пользу того, что выражение (3) сохранится и для значения $e_1 \geq 1$. Этот вывод (если он правилен) означает, что существующая теория внутренне противоречива, так как она приводит к нулевому значению наблюдаемого заряда электрона. Однако есть и другое решение проблемы «нуль-заряда», заключающееся в том, что величина a (или размеры заряда) имеют не нулевое, а конечное значение. Как заметил Ландау, «кризис» теории наступает как раз при тех значениях Λ , при которых становится сильным гравитационное взаимодействие, т.е. на расстояниях порядка 10^{-33} см (или энергиях порядка 10^{19} ГэВ). Другими словами, надежда остается на объединенную теорию, включающую гравитацию и приводящую к элементарной длине порядка 10^{-33} см. Эта гипотеза предвосхитила широко распространенную в настоящее время точку зрения.

Важнейшее значение для современной физики имеет понятие комбинированной СР-четности, введенной Львом Давидовичем в 1956 г. Когда в 1956 г. в связи с так называемой проблемой $\Theta \rightarrow \tau$ возникли идеи о возможном несохранении пространственной четности и, следовательно, нарушении зеркальной симметрии в процессах слабого взаимодействия, Ландау отнесся к ним вначале весьма критически. «Я не могу понять, каким образом при изотропии пространства правое и левое могут различаться», — говорил он. В силу того, что в локальной теории должна соблюдаться симметрия относительно одновременного проведения трех преобразований: пространственного отражения (Р), обращения времени (Т) и зарядового сопряжения (перехода от частиц к античастицам (С)) — так называемая СРТ-теорема, нарушение пространственной симметрии (Р) неизбежно должно было приводить к нарушению каких-либо других симметрий. Сотрудники Померанчука Б.Л.Иоффе и А.П.Рудик полагали вначале, что нарушенной должна была быть Т-симметрия, поскольку сохранение С-симметрии, согласно идее М.Гелл-Манна и А.Пайса, объясняло наличие долгоживущего и короткоживущего нейтральных каонов. Однако Л.Б.Окунь заметил, что последнее можно объяснить и сохранением Т-симметрии относительно обращения времени. В результате дискуссий, которые Ландау вел с учениками Померанчука, он пришел к выводу, что при полной изотропии пространства нарушение зеркальной симметрии в процессах с какими-либо частицами должно быть связано с различием взаимодействия частиц и античастиц: процессы с античастицами должны выглядеть как зеркальное изображение аналогичных процессов с частицами. Он сравнивал эту ситуацию с тем, что при полной изотропии пространства могут существовать



Конференция по теоретической физике в Харькове. В центре: Н.Бор, Л.Ландау, Я.Френкель. Май 1934 г.

асимметричные «правые» и «левые» модификации кристаллов, являющиеся зеркальными изображениями друг друга. Он ввел на основании этого понятие комбинированной СР-симметрии и сохраняющейся СР-четности. Последующие эксперименты, казалось, блестяще подтверждали сохранение СР-четности до тех пор, пока в 1964 г. не было открыто «миллислабое» нарушение СР-четности (на уровне 10^{-3} от слабого взаимодействия) в распадах долгоживущих нейтральных каонов. Изучение нарушения СР-четности стало предметом многих теоретических и экспериментальных исследований. В настоящее время нарушение СР-четности хорошо описывается на кварковом уровне и обнаружено также в процессах с b -кварками. По гипотезе А.Д.Сахарова, нарушения СР-симметрии и закона сохранения барионного числа могут привести при эволюции ранней Вселенной к ее барион-

ной асимметрии (т.е. наблюдаемого отсутствия в ней антивещества).

Одновременно с концепцией СР-четности Ландау выдвинул гипотезу о спиральном (двухкомпонентном) нейтрино, у которого спин направлен по (или против) импульса. (Независимо это было сделано в работах А.Салама, Т.Ли и Ч.Янга.) Такое нейтрино отвечало максимально возможному нарушению пространственной и зарядовой четности по отдельности и сохранению СР-четности. Левому нейтрино соответствовало правое антинейтрино, а левого антинейтрино вообще не должно быть. Исходя из этой гипотезы, Лев Давидович предсказал, что электроны в процессе β -распада должны быть практически полностью поляризованы против своего импульса (в случае если нейтрино левое), а две нейтральные легкие частицы, испускаемые в процессе μ -распада ($\mu^- \rightarrow e^- + \nu \bar{\nu}$), должны быть раз-

ными нейтрино. (Сейчас мы знаем, что одно из них — мюонное нейтрино, $\nu = \nu_\mu$, а второе — электронное антинейтрино, $\bar{\nu}' = \bar{\nu}_e$.) Концепция спирального нейтрино казалась Ландау привлекательной еще и потому, что спиральное нейтрино должно было быть безмассовым. Это вроде бы согласовывалось с тем, что эксперименты по мере увеличения точности давали все более низкий верхний предел на массу нейтрино. Идея спирального нейтрино подсказала Фейнману и Гелл-Манну гипотезу о том, что, быть может, и все другие частицы (с ненулевой массой) участвуют в слабом взаимодействии, как и нейтрино, своими левыми спиральными компонентами. (К тому времени было уже установлено, что нейтрино обладают левой спиральностью.) Эта гипотеза привела Фейнмана и Гелл-Манна, а также Р.Маршака и Е.С.Г.Сударшана к открытию фундаментального ($V-A$) закона слабого взаимо-

действия, указавшего на аналогию слабых и электромагнитных взаимодействий и стимулировавшего открытие единой природы слабых и электромагнитных взаимодействий.

Ландау всегда быстро реагировал на обнаружение новых неизвестных явлений и их теоретическую интерпретацию. Еще в 1937 г. он совместно с Ю.Б.Румером, отправляясь от физической идеи о каскадном происхождении электромагнитных ливней, наблюдаемых в космических лучах, которую высказали Х.Баба с В.Гайтлером и Дж.Карлсон с Р.Оппенгеймером, создал изящную теорию этого сложного явления. Используя известные из квантовой электродинамики эффективные сечения тормозного излучения жестких гамма-квантов электронами и позитронами и эффективное сечение рождения электрон-позитронных пар гамма-квантами, Ландау и Румер получили уравнения, определяющие развитие ливней. Решая эти уравнения, они нашли число частиц в ливне и их распределение по энергии в зависимости от глубины проникновения ливня в атмосферу. В последующих работах (1940—1941) Лев Давидович определил ширину ливня и угловое распределение частиц в ливне. Он также указал, что ливни, наблюдаемые под землей, могут вызываться более тяжелыми проникающими частицами («жесткой» компонентой космических лучей, которую, как стало известно, составляют мюоны). Методы и результаты этих работ заложили базу всех последующих экспериментальных и теоретических исследований. В настоящее время они имеют важное значение для исследований по физике высоких энергий в двух направлениях. С одной стороны, теория электромагнитных ливней очень важна для определения энергии и типа первичной частицы в космических лучах, особенно при предельных энергиях порядка 10^{19} — 10^{20} эВ. С другой стороны,

на этой теории базируется работа электромагнитных калориметров, ставших одним из основных устройств на современных ускорителях-коллайдерах высокой энергии. Для современных экспериментальных исследований при высоких энергиях весьма существенны определение Ландау числа заряженных частиц в максимуме ливня, а также замечательная по изяществу его работа о флуктуации ионизационных потерь быстрыми частицами (1944). К электронно-ливневым процессам Лев Давидович вернулся в 1953 г. в совместных работах с Померанчуком. В этих работах было указано, что длина формирования тормозного излучения γ -квантов быстрым электроном растет пропорционально квадрату энергии электрона: $l \sim \lambda \gamma^2$ (где λ — длина волны испускаемого γ -кванта, а $\gamma = E/mc^2$ — лоренц-фактор быстрого электрона). Поэтому в веществе она может стать больше эффективной длины многократного рассеяния электрона, а это приведет к уменьшению вероятности испускания длинноволнового излучения (эффект Ландау—Померанчука).

Ряд работ Льва Давидовича был посвящен астрофизике. В 1932 г. он независимо от С.Чандрасекара установил верхний предел на массу белых карликов — звезд, состоящих из вырожденного релятивистского ферми-газа электронов. Он заметил, что при массах, больших этого предела ($\sim 1.5 M_{\odot}$) должно было бы происходить катастрофическое сжатие звезды (явление, которое впоследствии послужило основой для идеи существования черных дыр). Для того, чтобы избежать таких «абсурдных» (по его словам) тенденций, он даже готов был допустить, что в релятивистской области нарушаются законы квантовой механики. В 1937 г. Ландау указал, что при большом сжатии звезды в ходе ее эволюции становится энергетически выгодным процесс захвата элек-

тронов протонами и образование нейтронной звезды. Он даже полагал, что этот процесс может быть источником звездной энергии. Эта работа получила широкую известность как предсказание неизбежности образования нейтронных звезд при эволюции звезд достаточно большой массы (идея о возможности существования которых была высказана астрофизиками В.Бааде и Ф.Цвики почти сразу же после открытия нейтрона).

Важный раздел в творчестве Ландау составляют его работы по гидродинамике и физической кинетике. К последней, помимо работ, связанных с процессами в жидком гелии, относятся работы по кинетическим уравнениям для частиц с кулоновским взаимодействием (1936) и широко известная классическая работа по колебаниям электронной плазмы (1946). В этой работе Лев Давидович, используя уравнение, введенное А.А.Власовым, показал, что свободные колебания в плазме затухают даже в случае, когда можно пренебречь столкновениями частиц. (Сам Власов изучал другую задачу — стационарные колебания плазмы.) Ландау установил декремент затухания плазмы в зависимости от волнового вектора, а также изучил вопрос о проникновении в плазму внешнего периодического поля. Термин «затухание Ландау» прочно вошел в мировую литературу.

В классической гидродинамике Лев Давидович нашел редко встречающийся случай точного решения уравнений Навье—Стокса, а именно задачу о затопленной струе. Рассматривая процесс возникновения турбулентности, Ландау предложил новый подход к этой проблеме. Целый цикл его работ был посвящен исследованиям ударных волн. В частности, он обнаружил, что при сверхзвуковом движении на большом расстоянии от источника в среде возникают две ударные волны. Ряд задач об ударных волнах,

которые Лев Давидович решил в рамках атомного проекта (в том числе с С. Дьяковым), по-видимому, до сих пор остаются не рассекреченными.

В работах с К.П.Станюковичем (1945) Ландау изучил вопрос о детонации конденсированных взрывчатых веществ и вычислил скорость истечения их продуктов. Особую важность этот вопрос приобрел в 1949 г. в связи с готовящимися испытаниями первой советской атомной бомбы. Скорость продуктов детонации обычных взрывчатых веществ имела решающее значение для того, чтобы обжатие ими плутониевого заряда привело к превышению его критической массы. Как стало известно сейчас, измерение скорости продуктов детонации проводилось в начале 1949 г. в Арзамасе-16 двумя разными лабораториями. При этом в одной из лабораторий из-за методической ошибки была получена скорость, существенно меньшая, чем требовалось для обжатия плутониевого заряда. Можно представить, какую тревогу это вызвало у участников атомного проекта. Однако после того, как в ошибке разобрались, оказалось, что измеренная скорость продуктов детонации достаточна и очень близка к предсказанной Ландау и Станюковичем.

Зная Льва Давидовича как крупнейшего теоретика-универсала, одинаково хорошо владеющего ядерной физикой, газодинамикой, физической кинетикой, И.В.Курчатов настоял на том, чтобы он с самого начала был привлечен к атомному проекту. О значении работ Ландау в этом проекте можно отчасти судить хотя бы по словам одного из выдающихся его участников академика Л.П.Феокистова: «...первые формулы для мощности взрыва были выведены в группе Ландау. Они так и назывались — формулы Ландау — и были совсем неплохо сделаны, особенно по тому времени. Используя их, мы пред-

сказывали все результаты. На первых порах ошибки составляли не более двадцати процентов. Никаких счетных машин: это потом девочки приехали, на «мерседесах»* считали, а мы — на логарифмических линейках. Никакой электроники, никаких уравнений в частных производных. Формула выводилась из общих ядерно-гидродинамических соображений, включала в себя некие параметры, которые надо было подгонять. Так что помощь группы Ландау была очень ощутимой» [1]. Надо сказать, что «ядерное горение в условиях быстро меняющейся геометрии» — так, по словам участника проекта академика В.Н.Михайлова, назывался отчет группы Ландау — представляло исключительно сложную задачу, поскольку при этом, помимо ядерной реакции, требовался учет очень многих факторов: перенос вещества, нейтронов, радиации и пр. Я думаю, что решение таких задач и получение «рабочих» формул было под силу только Ландау и было вместе с тем интересно ему.

Другое дело, когда в начале 50-х годов ему пришлось работать в целях самосохранения по чужим заданиям, связанным с конкретными конструкциями. Но и в этом случае, испытывая по разным причинам отвращение к этой работе, он выполнял ее на свойственном ему высоком уровне, развив эффективные методы численных расчетов.

В короткой заметке трудно остановиться на многих других важных работах Льва Давидовича: по кристаллографии, горению, физической химии, статистической теории ядра, множественному рождению частиц при высоких энергиях и пр. Однако уже изложенного достаточно, чтобы понять, что в лице Ландау мы имеем гениального физика, одного из величайших в истории науки универсалов.

* Так называли электрические арифмометры.

«Пламенный коммунист»

Ландау никогда не был членом партии. «Пламенным коммунистом» назвал его отец американской водородной бомбы Э.Теллер, познакомившийся со Львом Давидовичем во время их совместного пребывания в Копенгагене у Нильса Бора. Объясняя свое намерение работать над водородной бомбой, Теллер в качестве одной из причин сослался на «психологический шок, когда Сталин посадил в тюрьму моего хорошего друга, выдающегося физика Льва Ландау. Он был пламенным коммунистом, и я его знал по Лейпцигу и Копенгагену. Я пришел к заключению, что сталинский коммунизм был ничем не лучше нацистской диктатуры Гитлера» [2. Т.1. С.547].

Теллер имел все основания считать Ландау «пламенным коммунистом». В частных разговорах, выступлении в студенческом обществе, газетных интервью он с восхищением говорил о революционных преобразованиях в Советской России. Он рассказывал о том, что в Советской России средства производства принадлежат государству и самим рабочим и поэтому в СССР нет эксплуатации большинства меньшинством, а каждый человек работает во имя благосостояния всей страны; о том, что огромное внимание уделяется науке и образованию: расширяется система университетов и научных институтов, значительные суммы выделяются на стипендии студентам (см. статьи Х.Казимира и Дж.Р.Пеллама [3]). Он искренне верил, что революция уничтожит все буржуазные предрассудки, к которым он относился с большим презрением, а также незаслуженные привилегии. Он наивно считал, что перед людьми открыто светлое будущее и поэтому каждый человек просто обязан организовать свою жизнь так, чтобы быть счастливым. А счастье, утверждал он, заключается в творческой работе

и свободной любви, когда оба партнера равноправны и живут без всяких буржуазных пережитков, мещанства, ревности и расстаются, если любовь прошла. Семью, правда, как он считал, нужно сохранять для воспитания детей. Подобные взгляды в 20-е годы активно распространялись некоторыми революционерами-интеллигентами типа известной А. Коллонтай.

Энтузиазм строителя нового общества сохранился у Ландау и после возвращения на Родину, хотя окружающая действительность могла вызывать сомнения. Ведь он переехал в Харьков в 1932 г. и жил там во время страшного голода на Украине. Но именно в это время он поставил задачу сделать советскую теоретическую физику лучшей в мире. Именно для этой цели он задумал и начал писать свой замечательный «Курс», собирать талантливую молодежь и создавать свою знаменитую школу. Тогда же он хотел написать учебник физики для школьников. Это неосуществленное желание он сохранял до конца своей жизни.

Репрессии 37-го он связывал исключительно с диктатурой Сталина и его клики. «Великое дело Октябрьской революции подло предано. Страна затоплена потоками крови и грязи», — так начинается листовка, составленная, как говорится в следственном деле Ландау, при его участии [4]. И далее: «Сталин сравнился с Гитлером и Муссолини. Разрушая ради сохранения своей власти страну, Сталин превращает ее в легкую добычу озверелого немецкого фашизма». Последние слова звучат пророчески. За истребление сталинской системой высших командных кадров Красной Армии, руководителей промышленности и талантливых конструкторов страна заплатила трагедией начального периода Великой Отечественной войны и миллионами человеческих жизней. Листовка призывала рабочий класс и всех трудящихся



И.Е.Тамм, П.Л.Капица, Н.Н.Боголюбов, Л.Д.Ландау, П.А.М.Дирак и В.А.Фок. 1957 г.



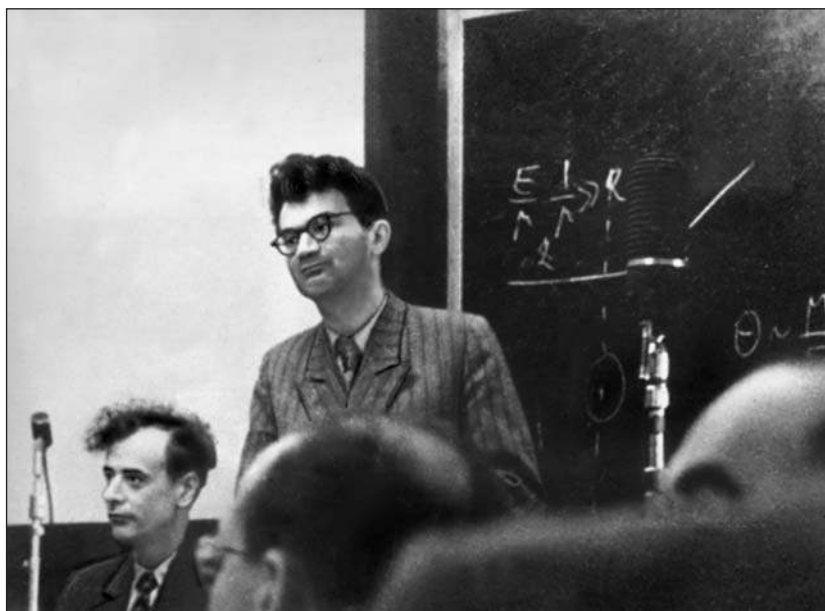
С Я.Б.Зельдовичем и Я.А.Смординским.

к решительной борьбе за социализм против сталинского и гитлеровского фашизма.

Листовка, безусловно, отражает убеждения Ландау. Однако некоторые люди, знавшие его, сомневаются в том, что он действительно участвовал в ее составлении. Их аргументы сводятся к тому, что Лев Давидович, достигший больших успехов в науке и считая ее своим при-

званием, не мог не сознавать смертельной опасности участия в борьбе против сталинского режима. На мой взгляд, это неверно.

Я думаю, что следственное дело в основном правильно отражает историю появления листовки. К Ландау пришел его давний товарищ и бывший ассистент М.А.Корец с текстом, который Ландау поправил, но отка-



Семинар. Выступает И.Я.Померанчук. 1950-е годы.

зался иметь дело с его дальнейшей судьбой. Хотя текст листовки, предъявленной Ландау на допросе, написан рукой Кореца, но четкость и краткость формулировок в нем свойственна стилю Льва Давидовича и убедительно свидетельствует в пользу его соавторства. Другое дело, имел ли Корец моральное право втягивать Ландау в эту бесперспективную и смертельно опасную авантюру. Сознал ли он, что ставит под угрозу жизнь гения? Не было ли все это провокацией, в которую попал сам Корец? (Арест Ландау и Кореца произошел через пять дней после написания листовки.)

Пребывание в тюрьме, длившееся ровно год, заставило Льва Давидовича стать более осторожным, но ни в коей мере не изменило его социалистических взглядов и преданности стране. Он активно участвовал в военных разработках во время Великой Отечественной войны (за что получил в 1943 г. свой первый орден). С первой половины 1943 г. (т.е. практически с самого начала атомного проекта) он стал выполнять отдельные работы, связанные с этим проектом [2. Т.1. С.31], а в 1944 г. И.В.Курча-

тов в письме к Л.П.Берии указывает на необходимость полного привлечения Ландау к проекту [2. Т.1. С.44]. В докладной записке А.П.Александрова указывается, что Ландау в марте 1947-го закончил теорию «котлов» и совместно с Лабораторией-2 и Институтом химической физики ведет работу по развитию реакций в критической массе. Отмечено также, что он руководит теоретическим семинаром в Лаборатории-2 [2. Т.2. С.90]. Некоторые историки науки постперестроечного времени полагают, что Ландау вынужден был участвовать в атомном проекте исключительно в целях самосохранения. Это, возможно, справедливо для последних лет перед смертью Сталина, когда нагнеталась напряженность внутри и вне страны, а Лев Давидович должен был работать по чужим заданиям. Но это неверно для первых послевоенных лет. Об этом свидетельствуют выступления самого Ландау, которого никакими силами нельзя было заставить говорить не то, что он думает. В выступлении, подготовленном для центрального радиовещания в июне 1946 г., Лев Давидович, не склонный обычно к риторике, пишет:

«Русские ученые внесли свой вклад в решение проблемы атома. Роль советской науки в этих исследованиях непрерывно возрастает. В плане новой пятилетки и восстановления и развития хозяйства намечены экспериментальные и теоретические работы, которые должны привести к практическому использованию атомной энергии на благо нашей Родины и в интересах всего человечества» [5].

После смерти Сталина Ландау надеялся, что в стране будут восстановлены социалистические принципы, в которые он верил. «Мы еще увидим небо в алмазах», — цитировал он Чехова. «Дау, где алмазы?» — поддразнивала его спустя несколько лет сестра Софья Давидовна, прекрасная, умнейшая женщина, истинно ленинградская интеллигентка, окончившая Технологический институт и внесшая свой вклад в производство титана в нашей стране. Ландау поддерживал хрущевскую критику Сталина. Он говорил: «Не надо ругать Хрущева за то, что он не сделал этого раньше, при жизни Сталина, надо хвалить его за то, что он решился сделать это сейчас». На одном из приемов в Кремле А.П.Александров подвел Льва Давидовича к Хрущеву, и они, как рассказывал Дау, наговорили друг другу комплиментов.

Один известный физик, близкий к кругу Ландау, несколько лет назад сказал, что Ландау был «трусом». Я не мог поверить газетному интервью, посчитав это высказывание за ошибку журналиста. Однако вскоре я услышал ту же оценку, высказанную тем же человеком в телевизионной передаче. Это буквально привело меня в шок. Действительно, Ландау с горечью называл себя трусом. Но знаящие его понимали, какую высокую планку он при этом имеет в виду.

Разве в харьковский период Дау не вступился за осужденного Кореца (и добился его освобождения)? Разве не осмелился

прогнать от себя человека, выступившего в суде над Корецом с заявлением о том, что Ландау и Л.В.Шубников составляют в Харьковском физико-техническом институте контрреволюционную группу [6]? (Это заявление в дальнейшем привело к аресту Л.В.Шубникова и Л.В.Розенкевича, а по показаниям, выбитым из них, и к аресту самого Ландау [4].) Много ли найдется примеров просто безрассудной смелости, чтобы участвовать в написании антисталинской листовки в годы массового террора? Конечно, выйдя на свободу, Ландау стал осторожнее. Помимо всего, он знал, что вышел по поручительству П.Л.Капицы и не должен был его подвести.

Тем не менее Лев Давидович делал то, чего старались избегать его более осмотрительные коллеги. Он сам ходил на почту и отправлял деньги ссыльному Румеру, проявлял заботу о вдове Шубникова О.Н.Трапезниковой, регулярно ездил на дачу к опальному Капице. В самый разгар разного рода идеологических кампаний он подписал письма против невежественной критики теории относительности и в защиту коллеги, обвиненного в космополитизме (того самого, который потом назвал его трусоватым). Были и другие поступки, о которых Дау не рассказывал.

«В характере Дау наряду с определенными элементами физической боязливости (он, как, впрочем, и я, боялся собак) была редкая моральная твердость, — вспоминает давний друг Ландау и его сестры академик М.А.Стирикович. — И раньше, и особенно позднее (в трудные времена), если он считал себя правым, его невозможно было убедить идти на компромисс, даже если это было необходимо, чтобы избежать серьезной реальной опасности» [3].

Это качество Дау проявилось и во время его пребывания в тюрьме. Согласно записке следователя, подготовленной, судя



В центре — Ландау с супругой, слева — Нильс Бор, справа — Маргарет Бор. 1961 г.

по всему, для высокого начальства [7], Ландау на допросах 7 часов стоял, 6 дней сидел в кабинете без разговоров (и, по видимому, без сна. — С.Г.), следователь Литкенс «убеждал» его по 12 часов, следователи «замахивались, но не били», угрожали переводом в Лефортово (где, как знали в камере, пытаются), показывали признательные показания его расстрелянных к тому времени харьковских друзей. А он объявлял голодовку и, вопреки утверждению следователя, что «назвал Капицу и Семенова как участников организации, руководивших моей а/с работой», не подписал протокола допроса, прежде чем не внес «уточнения», согласно которым он «лишь рассчитывал на Капицу и Семенова как на антисоветский актив, но не решался на полную откровенность, не будучи с ними достаточно близок, а кроме того, отношения зависимости моей от Капицы не позволяли рисковать». При первой же возможности, на допросе, проводившемся заместителем Берии Кобуловым, «от всех своих показаний как от вымышленных отказался, заявив, однако, что во время следствия мер физического воздействия к нему не применяли» [4]. Невольно

вспоминаются слова любимого Львом Давидовичем поэта Гумилева из поэмы «Гондла»: «Да, к его костяному составу подмешала природа и сталь», относящиеся к физически слабому, но сильному духом человеку.

В философских дискуссиях Ландау старался не участвовать и никогда не доходил до обвинений творцов квантовой механики в том, например, что они признают «свободу воли электрона» [8].

Осенью 1953 г., когда еще были живы сталинские порядки, Ландау сильно напугал некоторых близких к нему коллег. После успешного испытания водородной бомбы его представили к званию Героя Социалистического Труда, и по решению правительства ему была назначена охрана. Против этого Дау взбунтовался. Он рассказывал, что написал письмо в правительство, где говорилось: «Моя работа нервная и не выносит постоянного присутствия. В противном случае будут охранять труп, в научном отношении». Окружающие испугались кары, которая могла последовать из-за отказа от охраны. Е.М.Лифшиц даже специально ездил в Ленинград и уговаривал сестру Ландау повлиять на Дау, чтобы он смирил-

ся. Но та решительно отказалась. В связи с письмом Льва Давидовича его принял министр среднего машиностроения и заместитель председателя Совмина В.А.Малышев. В узком кругу Дау рассказывал, как проходил разговор. Малышев сказал, что иметь охрану почетно, члены ЦК ее имеют. «Ну, это их личное дело», — ответил Дау. «Но в стране сейчас вспышка бандитизма, вы представляете большую ценность, вас надо охранять». «Предпочитаю, чтобы меня зарезали в темном переулке», — сказал Дау. «Но, может быть, вы опасаетесь, что охрана помешает вам ухаживать за женщиной? Не бойтесь, наоборот...». «Ну, это уже моя личная жизнь, и вас она не должна касаться», — ответил Дау. Слушая этот рассказ, молодой математик из Тепло-технической лаборатории (ТТЛ, ныне ИТЭФ) А.Кронрод воскликнул: «Ну за этот разговор, Дау, вам следовало бы дать не Героя Соцтруда, а Героя Советского Союза».

Протестовал Ландау и против того, что его не выпускали на международные научные конференции. По этому поводу он также писал куда-то «наверх». Его принял Н.А.Мухитдинов (был тогда такой секретарь ЦК КПСС) и обещал уладить вопрос. По-видимому, с этим и был связан запрос отдела науки ЦК в КГБ и получение ныне известной справки [9]. Из показаний агентов — секретных сотрудников в окружении Ландау — и данных прослушки, приведенных в справке КГБ, видно, что, сохраняя некоторые иллюзии, он в конце концов приходит к такому заключению: «Я отвергаю, что наша система является социалистической, потому что средства производства принадлежат никак не народу, а бюрократам».

Он предсказывает неизбежность краха советской системы. И обсуждает пути, какими это может произойти: «Если наша система мирным способом не может рухнуть, то третья миро-

вая война неизбежна... Так что вопрос о мирной ликвидации нашей системы есть вопрос судьбы человечества, по существу». Такие предсказания давал «пламенный коммунист» в 1957 г., за тридцать с лишним лет до того, как рухнул Советский Союз.

Ландау, каким я его знал

Во время моей учебы в МГУ академическая наука была изгнана с физического факультета. Моим дипломным руководителем был профессор Анатолий Александрович Власов — блестящий лектор и замечательный физик с трагической (по моему мнению) научной судьбой. Власов и познакомил меня с Ландау. Это было в 1951 г. на выпускном вечере нашего курса. Я по некоторой причине демонстративно не пошел на торжественное вручение дипломов, которое происходило в так называемой Большой коммунистической аудитории старого здания МГУ на Моховой. Прогуливаясь по балюстраде около этой аудитории, я встретил Власова, который также не пошел на торжественный акт. Мы стояли с ним и моим однокурсником Колей Четвериковым, когда Власов воскликнул: «Вот по лестнице поднимается сам Лев Давидович! Пойдемте, я вас представлю». Оказалось, что группа студентов, выполнявшая дипломные работы в Институте физпроблем, пригласила Ландау на наш выпускной вечер, и он пришел. Власов подвел нас с Колей к нему и представил: «Наши теоретики».

По распределению меня направляли преподавателем гидролизного техникума в г.Канск, Красноярского края. Но там от меня отказались. Власов принял много попыток устроить меня куда-нибудь на научную работу, но все было безрезультатно из-за моей анкеты (5-й пункт плюс репрессированные родители). В конце кон-

цов я получил направление в сельскую школу Калужской области, в 105 км от Москвы. Близость к Москве оставляла мне надежду на продолжение научной работы с Власовым. Но он решительно заявил: «Я считаю, что вам лучше попытаться начать работу с Ландау». Впоследствии я был очень благодарен Власову за этот совет, который, как я сейчас понимаю, был дан им из-за хорошего отношения ко мне.

Осенью 1951 г., когда я начал работать в сельской школе, меня навестил мой близкий друг по университету Сергей Репин. Он был женихом Натальи Шальниковой, жившей в соседней с Ландау квартире. «Тебе стоит сдать экзамены Ландау, — сказал он, — вот номер его телефона. Позвони ему». С большой нерешительностью, подготовившись к первому экзамену (который, как я думал, будет «Механика»), я позвонил Ландау, представился и сказал, что хотел бы сдавать ему теорминимум. Он согласился и назначил время, спросив, подходит ли оно мне.

В назначенный час, отпросившись в школе, я позвонил в дверь Ландау. Мне открыла очень красивая женщина, как я понял, жена Ландау. Она приветливо встретила меня, сказав, что Лев Давидович скоро придет, и проводила на 2-й этаж в небольшую комнату, которую я навсегда запомнил. Продав минут пятнадцать, я, к своему ужасу, заметил, что на блестящий паркетный пол натекла лужица от моих ботинок. В то время, когда я пытался ее вытереть своими бумажками, раздались голоса внизу. «Дауленька, что же ты опаздываешь? Мальчик тебя уже давно ждет», — услышал я женский голос и какие-то объяснения, которые давал мужской голос. Поднявшись наверх, Лев Давидович извинился за опоздание и сказал, что первым экзаменом должна быть математика. К ней я специально не готовился, но так как на физфаке она была (в отличие от физики) по-



Теоретический отдел ИФП АН СССР в 1956 г. Стоят: С.С.Герштейн, Л.П.Питаевский, Л.А.Вайнштейн, Р.Г.Архипов, И.Е.Дзялошинский. Сидят: Л.А.Прозорова (единственный физик-экспериментатор на этой фотографии), А.А.Абрикосов, И.М.Халатников, Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц.

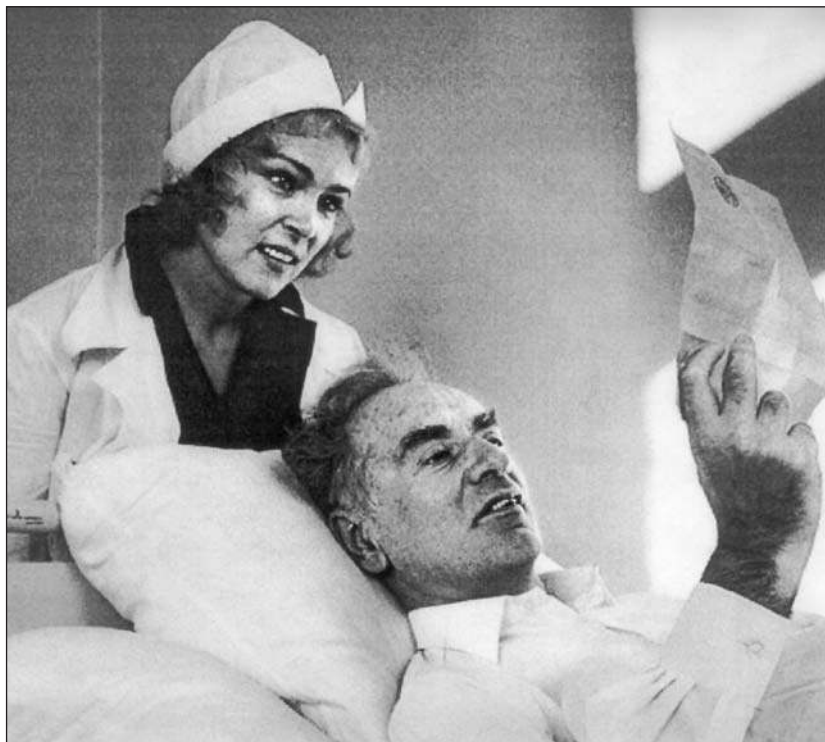
ставлена очень хорошо, я сказал, что могу сдавать сразу математику.

В какой-то степени было даже хорошо, что я не готовился к математике, так как предложенный Ландау интеграл я взял легко, не используя подстановок Эйлера (за использование их в простых примерах, как я узнал, Лев Давидович прогонял с экзамена). После того, как я решил все задачи, он сказал: «Хорошо, готовьте теперь механику». «А я как раз и приехал ее сдавать», — сказал я. Ландау стал предлагать мне задачи по механике. Надо сказать, что сдавать экзамены Ландау было легко. Ободряло его приветливое отношение и, я сказал бы, сочувствие к экзаменуемому. Дав очередную задачу, он обычно уходил из комнаты и, изредка заходя и заглядывая в исписан-

ные экзаменуемым листки, говорил: «Так, так, вы все верно делаете. Кончайте скорее». Или: «Вы что-то не то делаете, надо делать все по науке». Я был последним, у кого он принимал все девять экзаменов. У сдававшего после меня теорминимум Л.П.Питаевского — только два: первый — по математике, и второй — по квантовой механике. Остальные Питаевский сдавал Е.М.Лифшицу. Лев Петрович говорил, что Лифшиц интересовался обычно только окончательным ответом, проверяя его правильность.

Сдав успешно «механику», я сказал Льву Давидовичу (не без робости), что заметил довольно много опечаток в его книге. Он нисколько не обиделся, наоборот, поблагодарил меня и отметил в своей тетрадке те из найденных мной опечаток, которые

не были замечены ранее. Только после всего этого он стал спрашивать меня, у кого я до этого учился в МГУ. Я ждал этого вопроса и был готов защищать Власова в случае, если Ландау о нем плохо отзовется. К моему удивлению и радости он сказал: «Ну что же, Власов, пожалуй, единственный на физфаке, с кем можно иметь дело. Правда, — добавил он, — последняя идея Власова о кристалле из одной частицы имеет, по-моему, чисто клинический интерес». На это было трудно возразить. В начале 1953 г. я сдал все экзамены теорминимума, и Лев Давидович рекомендовал меня Якову Борисовичу Зельдовичу, сказав мне тогда фразу, которую потом многие приводили: «Я не знаю никого, кроме Зельдовича, у кого было бы так много новых идей, разве что у Ферми».



Здоровье Ландау после катастрофы улучшается.

В августе 1954 г. я, наконец, отработав положенный срок, смог уйти из школы и приехал в Москву, чтобы устраиваться в какое-нибудь научное учреждение или вуз. Но сталинские порядки во многом еще сохранялись. Меня нигде не брали, несмотря на блестящую характеристику, подписанную Ландау и Зельдовичем. Прожив несколько месяцев без работы, я начал впадать в отчаяние. Спаса от этого меня забота со стороны Льва Давидовича и Якова Борисовича и поддержка друзей-однокурсников: семьи В.В.Судакова и семьи А.А.Логанова.

Я стал уже подумывать об отъезде из Москвы. Но в начале 1955 г. Ландау сказал мне: «Потерпите еще. Идут разговоры о возвращении П.Л.Капицы. Я смогу взять тогда вас в аспирантуру». Действительно, весной 1955 г. Петр Леонидович вновь стал директором Института физпроблем, и я после показательного экзамена, устроенного мне Капицей, был принят

в аспирантуру. Моим руководителем Ландау назначил А.А.Абрикосова, с которым мы подружились. Меня, правда, не очень привлекала предложенная задача: определение формы и размеров сверхпроводящих областей в промежуточном состоянии в проводнике с током. Меня привлекала физика частиц. Открытие несохранения четности и мюонного катализа дало мне возможность обратиться к этим проблемам. Поскольку сам Ландау занялся проблемами слабого взаимодействия, он стал моим непосредственным руководителем и поручал мне выяснять определенные вопросы. Он, например, сразу же попросил проверить, какова будет степень поляризации электронов в β -распаде.

Тогда считалось, что β -взаимодействие представляет собой симметричную относительно перестановки частиц комбинацию скалярного, псевдоскалярного и тензорного вариантов, а спиральность нейтрино была

неизвестна. Для определенности Ландау считал ее правой. Я получил подтверждение тому, что электроны в β -распаде будут поляризованы по направлению своего импульса (в случае правого нейтрино) с величиной $+v/c$ (отношение скорости электрона к скорости света). Интригующим обстоятельством для меня показалось то, что электрон и протон участвовали в β -взаимодействии только своими левыми компонентами, а нейтрино и нейтрон — правыми. Ландау это тоже показалось любопытным. Но дальше мы не пошли. Лев Давидович поручил мне консультировать по теории экспериментаторов из теперешнего Курчатовского центра, готовившихся измерить поляризацию электронов, и я имел удовольствие обсуждать вопросы с одним из лучших наших экспериментаторов — П.Е.Спиваком.

Мне запомнился следующий эпизод из того времени. Выдвинув гипотезу продольного нейтрино, Ландау сразу же хотел указать ее следствия. Он спросил меня, считал ли я когда-нибудь распад мюона. «Как вы интегрировали по фазовому пространству? В эллиптических координатах?». «Да, в эллиптических», — ответил я. Лев Давидович ничего не сказал. Он, по-видимому, не знал об инвариантной технике расчета, но чувствовал, что старая техника громоздка и не очень красива. Поэтому в своей статье он привел только результат, не приводя самих расчетов. Мне кажется, что и во многих других случаях общий подход к решению различных задач, которым так славился Ландау, возникал у него в результате длительного и кропотливого труда, о чем он умалчивал.

О семинарах Ландау говорится во многих воспоминаниях. Я расскажу только о двух запомнившихся мне. Мой друг математик как-то упомянул, что И.М.Гельфанд решил заняться квантовой теорией поля, поскольку, на его взгляд, все труд-



Ландау 60 лет. Чаепитие в кругу семьи. Справа от Льва Давидовича — Кора и их сын Игорь; слева — жена Игоря Светлана. 1968 г.

ности в ней возникают из-за того, что физики плохо знают математику. Через некоторое время мой друг сказал: «Гельфанд все сделал». «Что он сделал?», — спросил я. «Все», — ответил математик. Этот слух широко распространился, и Израиль Моисеевич был приглашен сделать доклад на семинаре Ландау.

Гельфанд допустил неданную выходку — опоздал на 20 минут. У доски уже выступал другой докладчик. Но Лев Давидович попросил его уступить место Гельфанду. Вопреки обычаям, Ландау не разрешил Абрикосову и Халатникову выступать с возражениями по ходу доклада, а устроил буквально разгром после его окончания. Рассказывали, будто после семинара Израиль Моисеевич сказал, что физики-теоретики далеко не так просты, как он думал, и что теорфизика очень близка к математике, поэтому

он займется чем-то другим, скажем, биологией.

Впоследствии, когда Лев Давидович лежал после аварии в Институте нейрохирургии, выяснилось, что там работает Гельфанд. «Чем он тут занимается?» — спросил кто-то из физиков главного врача Егорова. «Вы лучше сами у него спросите», — ответил тот.

Другим, поистине историческим, был семинар, на котором Н.Н.Боголюбов рассказывал о своем объяснении сверхпроводимости. Первый час прошел довольно напряженно. Ландау никак не мог понять физический смысл математических преобразований, которые сделал Николай Николаевич. Однако в перерыве, когда Боголюбов и Ландау, прогуливаясь по коридору, продолжили разговор, Николай Николаевич рассказал Льву Давидовичу об эффекте Купера (спаривания двух электро-

нов вблизи поверхности Ферми), и Ландау сразу все понял. Второй час семинара прошел, как говорится, на ура. Ландау рассыпался в совершенно необычных для него похвалах сделанной работе. В свою очередь, Николай Николаевич похвалил соотношение, которое Лев Давидович написал на доске, и советовал его обязательно опубликовать. Договорились о совместном семинаре.

Я был рад возникшему сотрудничеству, так как не понимал (и до сих пор не понимаю), почему Ландау настороженно относился к Боголюбову. Возможно, это было связано с тем, что Николай Николаевич поддерживал отношения с людьми, которых Лев Давидович не уважал и не любил: «Зачем он оставил на своей кафедре Д.Д.Иваненко и А.А.Соколова?». Но, может быть, это было связано с тем, что Отдел науки ЦК по-

кровительствовавший школе Боголюбова, а Ландау и его школу обвинял во многих грехах. Напряженность в отношениях вносили и некоторые участники обеих школ, старавшиеся быть большими роялистами, чем сам король. Поскольку среди учеников Боголюбова были мои друзья, рассказывавшие о нем, я пытался убедить Дау, что Боголюбов по своей природе не может в принципе замысливать ничего плохого ни против него лично, ни против кого-либо другого. Но появилась большая статья академика И.М. Виноградова в «Правде». В ней говорилось, что математик Н.Н. Боголюбов решил проблемы, которые не могли решить физики-теоретики, объясняя сверхтекучесть и сверхпроводимость (причем имя Ландау в связи со сверхтекучестью даже не упоминалось). Совместная работа двух школ не сложилась.

Работа семинара после того, как никто из учеников Ландау не обратил внимания на статью Л.Купера, была перестроена. «Я признаю, что я паразит, что не читаю, а только слушаю, что вы мне рассказываете. Но я вижу, что паразитировал на истощенных организмах. Вы сами ничего не читаете», — говорил Лев Давидович. Теперь каждому участнику отводилась своя специальность, по которой он и должен был рассказывать. Это было значительно легче, чем обозревать два выпуска *Phys. Rev.*, который тогда содержал все разделы физики. Более того, Ландау решил сам внимательно подходить к работам, которые раньше отвергал. Был всплеск интереса к нелинейной теории Гейзенберга. У Ландау была по этому поводу даже переписка с В.Паули и В.Гейзенбергом. (А.Б.Мигдал воспользовался этим для своего очередного розыгрыша. Он сочинил письмо к Ландау от Паули, содержание которого никак не могли понять на семинаре.) Однако, разобравшись, Лев Давидович увидел

бесперспективность этой теории Гейзенберга.

У Ландау было совершенно бескомпромиссное отношение к работам и суждениям, которые казались ему неправильными. И он открыто и довольно резко высказывал его, невзирая на лица. Так, нобелевский лауреат В.Раман был взбешен замечаниями Ландау, которые тот делал на его докладе, происходившем на семинаре Капицы, и буквально вытолкнул Ландау с семинара.

Я знал только один случай, когда Лев Давидович устранился от критики неправильной работы. Это случилось, когда на семинаре Капицы должен был выступить Н.А.Козырев со своей дикой гипотезой об энергии и времени. Ландау знал, что Козырев, начинавший свою деятельность как талантливый астрофизик, просидел затем много лет в лагере, и жалел его, но слышать чушь он не мог. Поэтому, вопреки своему обычаю, он просто не пошел на семинар. Я слышал, что он в свое время не пошел на доклад своего близкого друга Ю.Б.Румера, устроенный физиками для того, чтобы ходатайствовать о разрешении на его проживание и работу в Москве. Румер был лишен этого права после многолетнего тюремного заключения, проведенного в «шарашке» вместе с А.Н.Туполевым и С.П.Королевым, а затем в ссылке. Поддержка Ландау могла быть существенной. Но Ландау не верил в идею, развиваемую Румером, а говорить неправду он органически не мог.

Были у Льва Давидовича и ошибочные оценки. Он раскритиковал на докладе Боголюбова его работу о слабонеидеальном бозе-газе, т.е. работу, которую впоследствии считал выдающимся достижением. На моей памяти он раскритиковал доклад замечательного физика Ф.Л.Шапино (дополнившего, исходя из своих опытных данных, теорию эффективного радиуса), но затем, убедившись в правильности результата, извинился пе-

ред ним и вставил этот результат в свой курс «Квантовая механика».

Критичный склад ума мешал иногда Ландау воспринять новые идеи до тех пор, пока он полностью не поймет их физическую основу. Так было, например, с ядерными оболочками и новейшим развитием квантовой электродинамики. Помню такой эпизод. Летом 1961 г. я пришел к Якову Борисовичу Зельдовичу, чтобы обсудить проблему второго (мюонного) нейтрино. В пользу этой гипотезы накапливались новые данные. «Давайте пойдем к Дау», — сказал Зельдович после нашего обсуждения. Мы застали его в саду Физпроблем. Он сказал, что наслаждается теплым днем. Беседовать по науке ему, по-видимому, в тот момент не очень хотелось. «Сосчитать аккуратно процессы, которые говорят в пользу двух разных нейтрино, нельзя. Да и зачем умножать число элементарных частиц, их и так предостаточно», — сказал Дау, отметая все наши возражения. «Жаль, что вы не высказывали эти соображения в 1947 г. Это сильно помогло бы братьям Алихановым», — пошутил Яков Борисович. (Братья Алихановы «открыли», благодаря ошибкам в методике эксперимента, большое число нестабильных частиц — «варитронов», за что получили в 1947 г. Сталинскую премию.) Дау ничего не ответил на эту шутку. «А почему Дау поверил Алихановым?» — спросил я у Якова Борисовича, когда мы остались одни. «Дау недоверчиво относился к мезонной теории ядерных сил», — объяснил он, — почти ничего в ней аккуратно сосчитать нельзя, а тут еще Иваненко ее всячески рекламирует. А раз оказалось, что существует много мезонов — варитронов, то, значит, — решил Дау, — они не имеют отношения к ядерным силам».

Из всех современных великих физиков Лев Давидович больше всего напоминал мне Ричарда Фейнмана. Впоследст-

вии я смог в этом убедиться. В 1972 г. на проходившей в Венгрии конференции по слабым взаимодействиям В.Телегди познакомил меня с Фейнманом, который выступил там со знаменитым докладом «Кварки в качестве партонов». После одного из докладов, на котором я сделал замечание о возможности существования третьего лептона (помимо электрона и мюона) и его свойствах, Фейнман подошел ко мне и сказал, что он верит в существование третьего лептона. Он спросил меня также, чем я сейчас занимаюсь. Я рассказал ему о проблеме сверхкритических ядер, которой мы занимались с Зельдовичем несколько лет назад и которую окончательно решили Яков Борисович и В.С.Попов из ИТЭФ. Фейнман заинтересовался этим, и мы проговорили с ним в холле ресторана после обеда до самого ужина. Он даже записал проблему $Z > 137$ на специальной карточке, которую вынул из своего портмоне. В ходе обсуждения он очень напомнил мне Дау. Я сказал ему об этом. «О, это для меня большой комплимент», — ответил он.

Фейнман очень ценил Ландау. Помню во времена моей аспирантуры разговоры о письме, которое Фейнман ему написал. В этом письме он признался, что, начав заниматься сверхтекучестью, не верил в некоторые результаты Ландау, но чем больше вникал в эту проблему, тем больше убеждался в правоте его интуиции. В связи с этим Фейнман спрашивал Ландау, что он думает по поводу ситуации в квантовой теории поля. Дау в своем ответе писал о нулях-заряде. Фейнман напомнил мне Ландау и по стилю своего поведения. Мне кажется, что у него, как и у Льва Давидовича, эпатаж был средством преодолеть природную застенчивость.

Я порадовался, узнав, что В.Л.Гинзбург также находил их сходство. Однако я совершенно не согласен с мнением Виталия Лазаревича, что Ландау не питал

ни к кому теплых дружеских чувств. «Почему-то думаю, хотя в этом и не уверен, что Ландау вообще подобных чувств обычно не питал», — вспоминает Гинзбург [3]. Возможно, что Виталий Лазаревич ничего такого и не наблюдал. А вот его коллега и друг Е.Л.Фейнберг был тронут проявлением этих чувств со стороны Ландау к Румеру [3] и приводит слова Капицы: «Тем, кто знал Ландау близко, было известно, что за этой резкостью в суждениях, по существу, скрывался очень добрый и отзывчивый человек». А мог ли черствый человек, не питающий ни к кому теплых чувств, найти такие пронзительные слова для начала своей статьи: «С глубокой грустью я посылаю эту статью, написанную в честь шестидесятилетия Вольфганга Паули, в сборник, посвященный его памяти. Воспоминания о нем будут свято храниться теми, кому выпало счастье знать его лично». Многие не могли не заметить, с какой теплотой относился Ландау, например, к И.Я.Померанчуку, Н.Бору, которого он почитал как своего учителя, к другу молодости Р.Пайерлсу.

Сочувствие и поддержку Дау я ощущал в самые трудные моменты своей жизни: и когда работал в сельской школе, не имея возможности заниматься наукой, и когда не мог устроиться на работу, вернувшись в Москву, и позже, осенью 1961 г., когда от меня ушла жена, оставив мне по моей просьбе нашего трехлетнего сына. Дау, который всегда интересовался семейной жизнью своих друзей и учеников, был огорчен этим. Он спрашивал, как я справляюсь с ребенком. Я объяснил, что у сына есть няня, а возникшую ситуацию мы, согласно его же теории, решаем как интеллигентные люди. Но его это, по-видимому, не успокоило, и он начал проявлять ко мне особое внимание.

Обычно я старался приезжать в среду на семинар Капицы, чтобы на следующее утро

присутствовать на теорсеминаре. Дау стал приглашать меня после семинара Капицы к себе поужинать. До этого я сравнительно редко бывал у него дома. Мы говорили о науке и о жизни. Помню, что Кора беспокоилась из-за того, что Капица хотел написать письмо Хрущеву в связи с тем, что Ландау не выпускают на международные конференции. «Он такое может написать», — говорила она. — Он же написал письмо Сталину с жалобой на Берия!». Дау спорил с ней и всячески хвалил Петра Леонидовича. В среду, 3 января 1962 г., Ю.Д.Прокошкин и я были приглашены сделать доклад на семинаре Капицы о направлении исследований, которое потом назвали «мезонная химия». Мы выступали вторыми. На первом часу выступал знаменитый Лайнус Полинг, дважды лауреат Нобелевской премии: по химии и за мир.

После семинара Капица, как обычно, пригласил докладчиков и ближайших сотрудников в свой кабинет на чай. Он занимал гостя разговорами о политике: о де Голле, о научных советниках Черчилля, о шведском короле и пр. В какой-то момент Дау встал из-за стола, подошел к двери и поманил меня пальцем. Мы вышли в приемную. «Ну, как у вас дела?» — спросил Дау. «Все в порядке», — ответил я, — приезжайте в Дубну. Сейчас там готовят несколько интересных экспериментов. Многим будет очень интересно поговорить с вами». «Ну, я тяжел на подъем и ленюсь», — сказал Дау. И мы вернулись в кабинет Петра Леонидовича.

Однако через день мне позвонила в Дубну моя сокурсница, жена моего друга, одного из самых талантливых молодых учеников Ландау — Владимира Васильевича Судакова: «Дау был в ТТЛ и заходил к нам, — сказала она. — Он говорил, что ты звал его в Дубну, и он решил поехать вместе с нами». Вначале они предполагали ехать на электричке, но потом Дау смутило,



Президент Академии наук М.В.Келдыш поздравляет Ландау с присуждением ему Нобелевской премии.

что я живу довольно далеко от станции, и они решили ехать на машине (не зная, что я собирался встретить их на станции на институтской машине). Я ждал их в воскресенье, 7 января, и даже, пользуясь советами моей соседки по коттеджу С.М.Шапиро, приготовил обед.

Около часа дня я начал беспокоиться. На улице было ветрено, мела поземка и был гололед. Я пошел в соседний коттедж к А.А.Логунову, у которого стоял прямой телефон в Москву, и позвонил домой Дау. Там было занято. Тогда я позвонил Абрикосову. Он ничего не знал. Мое волнение усиливалось, и я стал непрерывно набирать номер Дау. В какой-то момент он освободился, и Кора сказала: «Дау в больнице, при смерти. Я не

могу говорить. Жду звонка» и повесила трубку. Я тотчас же сообщил это Абрикосову, понимая, что он предпримет все возможное, чтобы помочь Дау. Связавшись с Абрикосовым еще раз и узнав, что произошла автомобильная авария и Дау лежит в 50-й больнице, я помчался в Москву.

В больнице было уже несколько приглашенных высококвалифицированных врачей, которых нашел в воскресенье лечащий врач Дау (кажется, Кармазин). К счастью, Судаков знал номер его телефона и сообщил ему о катастрофе. Они оказали Дау срочную помощь. В приемной больницы я узнал о страшных травмах, полученных Дау. На следующее утро больницу заполнила необычно

притихшая толпа физиков, узнавших о катастрофе. Приехали кремлевские врачи, которые первым делом начали писать протокол о несовместимости полученных травм с жизнью. О болезни Ландау и усилиях, предпринятых для его спасения, много написано. Я не буду касаться этого. Я помню единение физиков, вовлекшее многих людей, не знавших Дау. Это был момент истины, обнаруживший внутреннюю сущность различных людей.

Я хочу написать только о том, что увидел после того, как Ландау выписали из академической больницы. Летом его увезли на дачу в Можинку. Не зная о его состоянии, я поехал туда. За Дау ухаживала сестра Кора. Она рассказала, что Дау, осознав свое положение, приходит в отчаяние от того, что не сможет работать как раньше. Он не спит и говорит, что стал таким ничтожеством, что даже не может покончить с собой. Я невольно вспомнил строки одного из любимых Дау стихотворений Н.Гумилева: «И ни блеск ружья, и ни плеск волны эту цепь порвать ныне не вольны».

В дальнейшем жизнь Дау проходила в основном между домом и академической больницей. Люди, приходившие к нему, пытались рассказывать новости физики, не понимая, что он не может сосредоточиться, как раньше, и это доставляет ему мучение. Зато старые вещи он прекрасно помнил. Говорят, что у него пропала оперативная память. Но это не совсем верно. Оперативная память у него не пропала, как и не пропал юмор, несмотря на боли.

Как-то, вернувшись из путешествия по горам, я пришел навестить Дау в академическую больницу, не сбрав бороды, которую отпустил в горах. А Дау не любил людей с бородой: «Зачем свою глупость носить на лице». Увидев меня, он спросил: «Неужели, Сема, вы записались в кастраты?». «Что вы имеете в виду, Дау?». — «А то, что вы стали по-

следователем Фиделя Кастро», — сказал он. Когда на следующий день, побрившись, я шел к нему, у калитки в больничный сад я столкнулся с Е.М.Лифшицем и В.Вайскопфом, которого Евгений Михайлович привел проводить Дау. Оказывается, Дау сказал им: «Вчера ко мне приходил Семен с отвратительной бородой. Я велел ему немедленно ее сбрить». Мы вместе порадовались тому, что у Дау есть и оперативная память.

Шло время, и многие из тех, кто самоотверженно спасал Льва Давидовича, стали забывать о нем. Как-то раз, навестив его в больнице, я застал его гуляющим по больничному двору вместе с Ираклием Андрониковым, который также был на лечении в больнице и с которым Ландау был дружен. Сзади за ними шла медсестра Таня. Она рассказала мне, что к Дау теперь почти никто не ходит и это его очень огорчает. Один Алеша (Абрикосов) регулярно появляется. Я пытался развлечь Дау разными смешными историями. Затем я допустил оплошность, рассказав, что теоретики Физпроблем хотят организовать специальный теоретический институт в Черногловке. «Зачем? — сказал Дау. — Теоретики должны работать рядом с экспериментаторами». (Впоследствии я прочитал, что сам Ландау и Георгий Гамов пытались организовать институт теоретической физики. По-видимому, Дау не хотел выделения теоретиков из Института физпроблем, испытывая благодарность к Капице.)

Из больницы я сразу же пошел в Институт физпроблем и упрекнул друзей в том, что они не посещают больного. Типичный ответ: «Для меня невыносимо видеть учителя в таком состоянии». Я не мог понять этого: «А если бы, допустим, твой отец был в таком состоянии, ты тоже не мог бы его видеть?». Халатников упрекнул меня за то, что я рассказал Дау про Черногловку: «Мы старались ему про это не говорить». Кстати, организованный учениками Ландау Институт теоретической физики стал одним из лучших мировых центров и заслуженно носит имя Ландау. По этому поводу я имел возможность как-то пошутить. Дело в том, что когда Халатников и Абрикосов «пробивали» через Дау одну из своих статей, он несколько раз заворачивал ее и, зайдя в нашу аспирантскую комнату, повторял: «После моей смерти Абрикос и Халат создадут всемирный центр патологии». Поэтому, когда Исаак Маркович сказал мне, что организаторам удалось назвать Институт именем Ландау, я ответил: «Дау много раз предсказывал, что вы с Алешей организуете такой центр, но чего он не додумал (хотя бы и мог), так это то, что назовут этот центр его именем!».

Приближалось шестидесятилетие Ландау. Озабоченный этим, я позвонил А.Б.Мигдалу, прекрасно прошедшему празднование 50-летнего юбилея. «Не надо ничего устраивать, — сказал он, — Дау сейчас в плохом состоянии».

22 января 1968 г. Карен Аветович Тер-Мартirosян, Владимир Наумович Грибов и я встретились в Институте физпроблем и после некоторых колебаний решили зайти к Ландау домой, чтобы поздравить его с 60-летием. Он был один с Корой. Мне показалось, что он обрадовался нашему приходу. Мы долго сидели с ним и Корой за столом, пили чай с домашними пирожными и говорили на какие-то общие темы. Дау выглядел спокойным и грустным, изредка улыбался. Одна из последних его семейных фотографий, приведенных здесь, хорошо передает его облик. Заходил поздравить Дау А.К.Кикоин — его друг еще со времен работы в Харькове, брат И.К.Кикоина. Зашел величественный в своей генеральской шинели знаменитый медик и замечательный человек А.А.Вишневский, оказавший большую помощь в лечении Ландау. А мы все сидели и никак не могли уйти. Распрошались только часов в шесть, когда пришел Петр Леонидович Капица с женой Анной Алексеевной. Так встретил Лев Давидович свое шестидесятилетие.

Когда из Индии вернулся Халатников — директор Института Ландау, — то устроил в марте в ИФП празднование юбилея Ландау. Было много народа, присутствовали нобелевские лауреаты, в конференц-зале (а потом в кабинете Капицы) пел Александр Галич. Дау сидел с отрешенным видом, слабо улыбаясь поздравлявшим его.

Менее чем через месяц его не стало. ■

Литература

1. Феоктистов Л.П. Оружие, которое себя исчерпало. М., 1999.
2. История советского атомного проекта (ИСАП). М., 1997.
3. Воспоминания о Л.Д.Ландау. М., 1988.
4. Известия ЦК КПСС. 1991. №3.
5. Атомный проект СССР. Т.II. С.529. М.; Саров, 2000.
6. Ранюк Ю.Н. Л.Д.Ландау и Л.М.Пятигорский // ВИЕТ. 1999. №4.
7. Горелик Г.Е. «Моя антисоветская деятельность» // Природа. 1991. №11.
8. Сонин А.С. Физический идеализм: История одной идеологической кампании. М., 1994.
9. Исторический архив. 1993. №3. С.151—161.

Нобелиана Льва Ландау

А.М.Блох,
доктор геолого-минералогических наук
Москва

Впервые Ландау был представлен на нобелевскую награду в 1956 г. Номинировался он вместе с П.Л.Капицей за эпохальное открытие и научную интерпретацию эффекта сверхтекучести гелия. Номинация была подписана четырьмя копенгагенскими физиками во главе с Нильсом Бором. Четыре года спустя, в 1960-м, из Копенгагена вновь поступает в Нобелевский комитет представление на обоих претендентов. И снова под номинацией — подпись Бора...

7 января 1962 г. по дороге из Москвы в Дубну произошла многократно описанная автомобильная катастрофа. Легковая машина, в которой сидел Ландау, столкнулась на заснеженном шоссе с встречным грузовиком. Как с горечью отметил 16 лет спустя на вечере памяти в Политехническом музее академик В.Л.Гинзбург, близкий соратник и друг Ландау, «его физическая хрупкость, которая в обычных условиях не имела особого значения, сыграла трагическую роль в той катастрофе... При столкновении автомашин яйца в кошелке, лежавшей в машине, где ехал Ландау, остались совершенно целыми, а он оказался буквально разбит» [1].

В спасении его жизни, помимо врачей, приняли участие многие десятки авторитетных представителей ученого мира из разных государств. На московские авиарейсы в разных западных аэропортах передавались через экипажи упаковки с дефицитными лекарствами,

которых не оказывалось в Советском Союзе. В Москве же эти рейсы уже поджидали, а прибывшие препараты немедленно доставлялись в больницу...

Не теряли времени и номинаторы, памятуя, что до прекращения приема в Стокгольме представлений на нобелевские награды 1962 г. остается лишь три с лишком недели.

Материалы нобелевских комитетов за 1962 г. еще засекречены и будут открыты для исследователей только 2 января 2013 г., по истечении 50-летнего срока закрытого хранения. Но в том, что в январе 1962 г. в Стокгольм пошли предложения присудить очередную награду попавшему в беду Дау, сомневаться не приходится.

В создавшихся экстраординарных обстоятельствах Нильс Бор на этот раз номинировал только одного Льва Давидовича, оставив за скобками кандидатуру Капицы. Эту тайну разгласил два десятилетия спустя биограф Бора Ульрих Рёзеберг в своей капитальной монографии «Нильс Бор. Жизнь и деятельность физика-атомщика», вышедшей в свет в 1985 г.

Как рассказывал автору В.Л.Гинзбург (также удостоившийся в 2003 г. нобелевской награды), представление Ландау на премию 1962 г. ушло после катастрофы также и из Института физических проблем.

Представление Бора в 1962 г., 26-е по счету начиная с далекого 1920-го, оказалось для него последним. 18 ноября он скончался — в возрасте 77 лет. Но об успехе своей инициативы еще ус-

пел услышать. И не только услышать, но и направить в Москву свои поздравления...

Формула присуждения Королевской академией наук награды нашему соотечественнику дословно звучала так: «за фундаментальные теории конденсированной материи, в особенности жидкого гелия». Чтобы позволить себе переступить традиционно задававшийся нобелевскими учреждениями-наделителями порог для выбора, голосовавшим академиком пришлось проявить как немалую волю, так и благонамеренное сострадание и понимание того, что жизненный путь Ландау в науке окончательно завершён.

Дело в том, что сугубо теоретические достижения — сами по себе, а не вкупе с конкретными экспериментальными успехами, достойными нобелевской награды, Королевская академия наук пропускает через себя, как правило, с большим скрипом и многочисленными проволочками.

Например, создание капитальной микроскопической теории сверхпроводимости Дж.Бардиным, Л.Купером и Дж.Шриффером, обнародованной в 1957 г., удостоилось Нобелевской премии лишь 15 лет спустя, в 1972-м. Еще более показательно выглядели обстоятельства с открытием Максом Планком в 1900 г. кванта действия, вскоре воспринятого мировым научным сообществом в качестве одной из фундаментальных физических постоянных. Первые представления в Нобелевский комитет поступили в 1907 г., а премия была присуждена только в 1919-м.

В нобелевских учреждениях с первых дней их существования установилась особая процедура оповещения вновь избранных лауреатов об их награждении. Узнают они об этом событии самыми первыми — или непосредственно по телефону из Стокгольма, или же через официальных представителей Швеции, аккредитованных в странах их проживания. И только после этого информация становится достоянием средств массовой информации.

Лев Давидович узнал о награде также сразу после ее присуждения — 2 ноября. Сообщил ему об этом решении Королевской академии наук посол Швеции в СССР Рольф Сульман, посетивший его в больнице.

Премия — премией, но поездка лауреата, прикованного к постели, в Стокгольм на церемонию вручения была заведомо исключена. Потому между Нобелевским фондом и Москвой развернулась деятельная переписка. В итоге в Иностранном отделе Президиума АН СССР был подготовлен и согласован со всеми надлежащими бюрократическими инстанциями, включая Отдел науки ЦК КПСС, «Примерный текст речи посла в Швеции на банкете в честь присуждения нобелевских премий за 1962 год». Ныне этот примечательный документ эпохи, со всеми сопроводительными визами, хранится в Архиве РАН и заслуживает воспроизведения:

«Ваше Величество! Г-н Председатель! Уважаемые дамы и господа!

Мне делает большую честь по просьбе академика Льва Давидовича Ландау, который, к сожалению, из-за болезни не смог присутствовать в этот торжественный час здесь, среди вас, высказать Нобелевскому комитету глубокую благодарность за столь высокое признание его трудов, выразившееся в присуждении ему Нобелевской премии по физике за 1962 год. Академик Ландау просил меня также отме-

тить, что он рассматривает присуждение ему Нобелевской премии в качестве признания не только его личных заслуг, но и заслуг других советских ученых, работавших вместе с ним, и достижений советской науки в целом. Он полагает, что присуждение ему премии будет способствовать дальнейшему развитию тесного делового сотрудничества между советскими учеными и их коллегами в Швеции, а также в других странах Земного шара. Благодарю за внимание».

Этот бьющий в нос шедевр канцелярского мышления, к тому же не очень грамотно исполненный, поступил в Стокгольм и почти полностью был произнесен послом Н.Д.Белохвостиковым с подиума грандиозного Голубого зала городской ратуши вечером 10 декабря 1962 г. Правда, с некоторыми дополнениями и правками.

Посол посчитал уместным упомянуть и отечественных предшественников Ландау на тот момент — И.П.Павлова, И.И.Мечникова, Н.Н.Семенова, П.А.Черенкова, И.Е.Тамма и И.М.Франка. Исправил он в полученной из Москвы бумаге и малопростительный ляп, который не грех было бы заметить и московским проверяльщикам, визы коих запечатлены на документе. Глубокую благодарность Нобелевскому комитету посол правильно переадресовал Королевской академии наук. Ибо нобелевские комитеты, по Уставу Нобелевского фонда, вправе лишь рекомендовать кандидатуры претендентов на награду, а присуждают ее учреждения-наделители. В данном случае, по разделу физики, — Королевская академия наук...

Сама же церемония вручения премии — диплома и золотой медали — состоялась утром 10 декабря в Москве, в конференц-зале Центральной клинической больницы АН СССР. В архиве РАН, вместе с выше приведенным проектом выступления по-

сла, хранится еще один достойный внимания машинописный документ, под названием «Порядок вручения Нобелевской премии по физике за 1962 г. академику Л.Д.Ландау».

В документе констатируется, что церемония вручения состоится 10 декабря, в 11 ч 30 мин. Продолжительность ее не может превышать 15–20 минут. Представлять шведского короля при церемонии будет посол в Москве Рольф Сульман. Далее следовало перечисление ограниченного числа лиц, которые могут быть допущены на церемонию.

С советской стороны это — президент АН СССР М.В.Келдыш, и.о. главного ученого секретаря Президиума АН СССР М.И.Агошков, академик-секретарь Отделения физико-математических наук Л.А.Арцимович, нобелевские лауреаты Н.Н.Семенов, И.Е.Тамм, И.М.Франк, П.А.Черенков, а также академик П.Л.Капица, и.о. начальника Иностранного отдела Президиума АН СССР П.С.Ораевский, автор упомянутого выше проекта выступления в Стокгольме советского посла, а также супруга нобелевского лауреата К.Т.Дробанцева-Ландау и два-три корреспондента центральных газет.

От шведской стороны приглашались в зал, помимо самого посла, три-четыре представителя посольской службы и два-три корреспондента шведской прессы.

В тексте упоминаемого документа особо отмечено, что после выступления посла и вручения лауреату диплома и медали «ответной речи не будет».

Правда, затем в упоминаемый машинописный текст пришлось от руки вносить поправки. Были вычеркнуты из списка присутствующих фамилии И.М.Франка и П.А.Черенкова, а вместо них тем же пером внесена фамилия Г.Г.Чахмахчева, управделами Президиума АН. Пребывание на церемонии чиновника от науки показалось устроителям более по-



Медиамагнат Р.Максвелл в больнице у Ландау.

лезным и желательным, чем присутствие коллег, к тому же хорошо знакомых с виновником торжества.

И еще одна нестыковка случилась в заранее подготовленном регламенте. Правда, в данном случае инициатива принадлежала уже самому Льву Давидовичу. В противовес опасениям врачей, он все же почел для себя нужным лично высказать признательность членам Королевской академии наук за столь высокую оценку его научных достижений. Что и привел в исполнение на хорошем английском языке...

Вечером того же 10 декабря, синхронно с проходившими в Стокгольме нобелевскими церемониями, в посольстве Швеции состоялся торжественный прием. Отсутствующего лауреата там представляла супруга Ландау. Среди гостей, помимо присутствовавших на церемонии в больнице, здесь находились и утренние отставники Франк и Черенков. Прочувственную речь произнес посол Сульман. Ответствовал ему с советской стороны заместитель председателя Совета министров СССР К.Н.Руднев.

В Стокгольме же в те же минуты началась церемония вручения в Концерт-холле нобелевских наград остальным лауреатам премий 1962 г. Первым, как и положено по Уставу, представил собравшимся в зале вынужденно отсутствовавшего лауреата премии по разделу физики Ивар Валлер — член Королевской академии наук.

На обеих московских церемониях, в больнице и в шведском посольстве, присутствовал академик П.Л.Капица, директор Института физических проблем, сотрудником которого был Ландау. Лев Давидович многим был обязан ему и никогда о том не забывал [2].

Теперь обратимся к фигуре Льва Давидовича в качестве номинатора Нобелевского комитета по физике. Описание это заведомо будет неполным, так как, повторяю, документация комитета для немалого отрезка времени, с 1957 по 1961 г. включительно, до сих пор находится в архивах на закрытом хранении.

При просмотре ныне рассекреченных документов впервые удалось обнаружить фамилию Ландау среди номинаторов

только в материалах 1956 г. Как и надо было ожидать, его номинантом оказался Петр Леонидович. Не следует сомневаться, что и в последующие несколько лет, до постигшего его несчастья, Лев Давидович тоже не упускал возможности номинировать все того же Капицу. Но на этот период могли прийти и иные его представления. Об одной из коллизий такого рода, пришедшейся на 1957 г., рассказал автору в 1999 г. академик В.Л.Гинзбург.

«В середине 50-х годов, — говорил Виталий Лазаревич, — наши верхи решили вступить в нобелевский клуб, т.е. включиться в выдвижение кандидатур на получение очередных нобелевских премий. Академик И.В.Курчатов, будучи членом Президиума АН СССР, в 1956 г. поручил мне и Е.К.Завойскому подготовить требуемые материалы для номинирования наших физиков на Нобелевскую премию по физике 1957 г. за эффект Вавилова—Черенкова. Выбор его вполне объясним. Я — ученик Игоря Евгеньевича Тамма, заместитель его по руководству теоретическим отделом Физического института АН, член группы Тамма, задействованной на работах по водородной бомбе; Завойский — прекрасный экспериментатор. Поскольку речь шла о представлении за открытие физического эффекта и его теоретическое объяснение, подготовка грамотного обоснования, естественно, требовала участия как экспериментатора, так и теоретика.

В дальнейшем до нас дошли слухи, что некоторые из властей предрежащих порешили выдвигать на премию только... одного П.А.Черенкова за открытие упоминавшегося физического эффекта... Тут инициативу проявили Е.Л.Фейнберг и я; Фейнберг тоже был учеником Тамма. Мы оба решили, что допустить такую несправедливость нельзя, и подготовили проект письма в Нобелевский комитет. Встал вопрос о подпи-

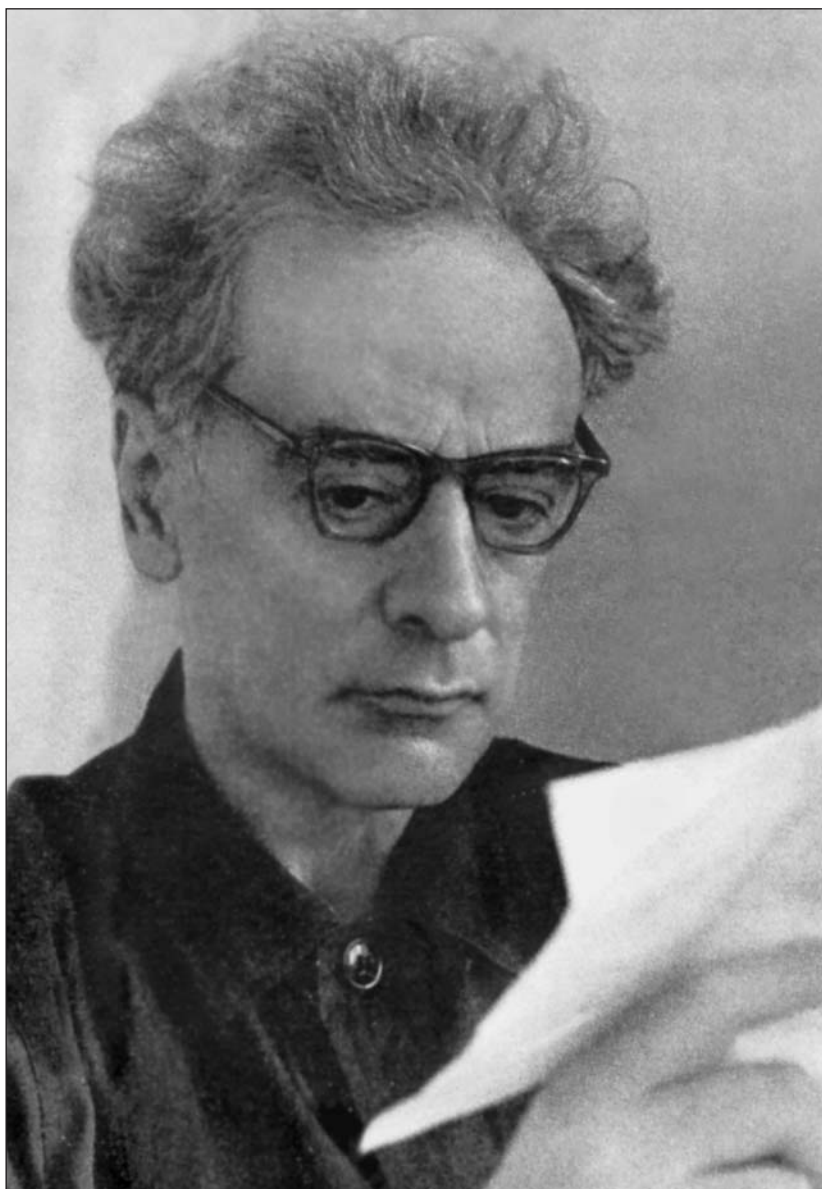
сях под ним, поскольку мы приглашений на номинирование из Стокгольма не получали. Я был тогда только членом-корреспондентом, а Фейнберг — доктором физико-математических наук. Работу по сбору подписей мы поделили. Я пошел к Ландау... Прочтя, что я принес, Ландау сказал, что подпись свою даст, но при условии, если мы изменим результирующую часть. То есть если вместо констатации, что нужно присудить, будет написано, что коль присуждать за это Нобелевскую премию, то всем троим, а не одному.

Мы подредактировали текст, и Ландау его подписал. Фейнберг еще получил подписи у академиков Н.Н.Андреева и А.И.Алиханова, и бумага пошла в Стокгольм» [3].

Что ж, осталось дожидаться 50-летия Нобелевской премии 1958 г., когда ее присудили троим советским ученым, и узнать, приходили ли в Нобелевский комитет номинации на всех троих претендентов от зарубежных коллег. До 1956 г. включительно иностранные номинаторы несколько раз предлагали присудить награду за открытие черенковского свечения, но только одному первооткрывателю, не упоминая притом фамилии тех, кто создал теорию этого феномена.

В воспоминаниях о великом ученом 20-го столетия нередко говорится о нетерпимости его отношения к коллегам с другим восприятием тех или иных физических законов и вообще о его сложных отношениях со многими из партнеров по науке. Наверное, доля истины здесь есть. Но позволю себе не поверить, что такой ригоризм представлял собою составную часть его внутреннего мира.

Сошлюсь при этом на собственные воспоминания о встречах с ним весной 1944 г. — на положении девятиклассника школы в Староконюшенном переулке близ Арбата (ранее,



Л.Д.Ландау читает поздравления с присуждением Нобелевской премии.

до революции, славившейся на всю Первопрестольную Медведниковской гимназии).

Упоминаю об историческом прошлом школы не без подтекста. В те годы в ней еще сохранялся медведниковский аромат в лице нескольких учителей, пришедших в нее еще в «мирное время», как тогда упоминали московские старожилы, подразумевая период до 1-й мировой войны. Одной из таковых была наша «физичка» Александра Ивановна Краснощекова, кото-

рая, помимо классных занятий, руководила еще школьным физическим кружком.

Где-то в конце февраля она предложила мне выступить на кружке с сообщением о сверхтекучести гелия и в качестве материала для подготовки дала вырезку из газеты «Правда» со статьей об этом недавнем открытии. Авторами ее были П.Л.Капица и Л.Д.Ландау. В школьной аудитории собрались ученики старших классов, и после того, как я рассказал что смог, засы-



Вручение Нобелевской премии в больнице. Слева — посол Швеции в СССР Рольф Сульман.

пали меня вопросами, на которых я тут же «поплыл».

Расстроенный, на следующий день пришел к Александре Ивановне и попытался что-то выяснить у нее. Она же предложила обратиться с возникшими вопросами непосредственно к авторам правдинской статьи. Такой совет я вначале воспринял с ошеломлением. Но подумавши, решил рискнуть. О Капице речь в моих мыслях не шла — его имя было знаменито уже в те времена. Кто же такой Ландау, никто из моего окружения и слыхом не слыхивал. На нем и остановился...

Нашел в справочнике номер его телефона и позвонил. Ответ был скорым — «приходи». Через несколько дней собралась компания из трех или четырех соклассников и на метро, а от Киевского вокзала

на троллейбусе поехали в «Капичник».

Лев Давидович, одетый по-домашнему, встретил нас в своей необычно большой для нас двухэтажной квартире, усадил в кабинет за круглый стол искомандовал: «Спрашивайте». Сидели у него часа два, и все это время он доходчивым языком растолковывал нам премудрости феномена сверхтекучести, ничуть не раздражаясь от недопонимания. Под конец мы настолько обнаглели, что пригласили его побывать в нашей школе и сделать там доклад. Ландау приглашение принял безоговорочно, а мне предложил за день до назначенной даты его визита еще раз приехать сюда с порожним дьюаром и отвезти в школу жидкий воздух, производившийся в институте для экспериментальных целей. «Продемонстри-

рую вам один фокус», — прощаясь с каждым за руку, почти по-мальчишески обронил он...

Аудиторию школьники заполнили под завязку. После краткого вступительного слова вопросы посыпались как из решета, на каждый из которых он отвечал уважительно и на предельно доступном для собравшихся языке. Под конец Ландау приступил к показу того самого фокуса, о котором упомянул при первом знакомстве. Заметив попутно, что показ этот не очень комфортен для демонстратора, но «я все-таки вам его покажу». И, набрав из дьюара в рот его содержимое, с температурой под 79 К, он испустил густую струю молочно-белого цвета, под восторженные крики мальчишеской аудитории (замечу попутно, что с сентября 1943 г. московские школы были разделены, как до революции, на мужские и женские, просуществовав в такой форме до сентября 1954-го).

А потом было фотографирование, бурное общение недавних слушателей, обступивших и долго не отпускавших от себя гостя, и обещание его приехать еще раз.

Слово свое Ландау сдержал. В конце мая того же года, когда в школах начались переводные экзамены, проходившие в те времена начиная с четвертого класса, он снова побывал в школе и часа полтора просидел у экзаменационного стола рядом с Александрой Ивановной Краснощековой. Сидел, правда, молча и вопросов экзаменующимся не задавал...

Конечно, общение с школьниками — это не контакты с коллегами по науке. Но позволю себе понадеяться, что приведенный выше эпизод все же сможет добавить человеческого тепла в светлый образ великого ученого. ■

Литература

1. Röseberg U. Niels Bohr. Leben und Werk eines Atomphysikers. Berlin, 1985. S.326—327.
2. Петр Леонидович Капица. Воспоминания. Письма. Документы. М., 1994. С.323.
3. Блох А.М. Советский Союз в интервью нобелевских премий. М., 2005. С.524—525.

Возвращение к началу: о родителях Дау и немного о нем самом

Э.З.Рындина,
кандидат физико-математических наук
Санкт-Петербург

Путешествие с неожиданным финалом

По рассказам мамы, сестры Льва Давидовича Ландау, я знаю, как встретились дед Давид Львович Ландау с бабушкой Любовью Вениаминовной Гаркави. Дед был инженером-нефтяником, жил и работал в Баку и был достаточно богат. Его годы близились к сорока, он был заядлым холостяком и не собирался жениться. Его родители очень огорчались из-за этого, тем более, что он был старшим сыном. Они делали всяческие попытки женить его, но безуспешно. Не без тайных намерений они попросили Давида сопровождать кузину Аню в Швейцарию, и он согласился. Аня ехала за границу вместе со своей подругой Любой.

Эта встреча оказалась роковой для Давида. Он влюбился как мальчик, но не в Аню, а в Любу. И это было на всю жизнь. До самой ее смерти в мае 1941 г. он относился к ней с необычайной нежностью и любовью.

Бабушка Люба в молодости была очень красива: с косой вокруг головы, очень гладкой и чистой кожей, никогда не знавшей никакой косметики, умными, очень черными глазами, такими черными, что даже не было видно зрачков. Дау унаследовал ее глаза, и я часто просила его: «Посмотри на меня, я хочу вспомнить бабушку».



Отрывки из воспоминаний

© Рындина Э.З., 2008

Давид и Любовь Ландау. Баку. Примерно 1904 г.

Это и последующие фото из архива Э.З.Рындиной



Баку. Дом на углу Торговой и Красноводской (ныне Самеда Вургуня и Низами), в котором родился Л.Д.Ландау.

Он начинал паяться на меня и строить рожи, не давая мне разглядеть в нем бабушкины черты. Во время встречи с дедом бабушке было 29 лет, о замужестве она не думала — это ее не интересовало. Чтобы больше времени проводить рядом с Любой, дед предложил Ане и Любе перейти в первый класс, которым он ехал. Они же путешествовали в третьем классе, так как Люба была бедной, смолodu зарабатывала себе на жизнь, и лишних денег у нее не было. После категорического отказа Любы деду пришлось самому перейти в третий класс.

Дед был внешнею и характером полной противоположностью бабушке. Он был высокий, светлоглазый, с мужественным лицом. Очень высокий лоб от него унаследовали и сын, и дочь. Во всем его облике чувствовалась значительность. Он был спокойным и сдержанным человеком, я никогда не слышала, чтобы он повысил голос. Они с бабушкой были как «лед и пламень»: бабушка — сгусток энергии, вспыльчивая и легко возбудимая.

Очень сильное чувство со стороны деда, видимо, затронуло бабушку, и она согласилась выйти за него замуж.

Бабушка учится, трудится и воспитывает

Необычайная энергия бабушки помогла ей стать на ноги, получить образование и, что называется, сделать саму себя. Она родилась в маленьком местечке под Могилевом в 1876 г., в бедной многодетной еврейской семье, ездила в школу за 12 верст и окончила в Могилеве женскую гимназию в 19 лет. Чтобы содержать себя, репетировала гимназисток, а в 21 год стала преподавать в частной школе в Бобруйске, не переставая давать частные уроки, чтобы поддержать себя и скопить денег для поездки в Цюрих в 1897 г. Туда она отправилась, чтобы учиться на Естественном факультете. Через год вернулась в Россию и решила продолжить образование в Петербурге. Пришлось идти на поклон к генерал-губернатору Петербурга, чтобы получить вид

на жительство. Обладая недюжинным даром убеждения, она добилась разрешения, без которого евреям нельзя было поселиться в столице. Бабушка поступила в Еленинский повивальный институт, закончила его и некоторое время небезуспешно принимала роды. Однако на этом она не остановилась и в 1899 г. поступила в Женский медицинский институт (теперь 1-й медицинский) в Петербурге. Училась и одновременно зарабатывала средства к существованию, работая сверхштатным сотрудником на кафедре физиологии в том же институте.

В 1905 г. вышла замуж за Давида Львовича Ландау и переехала с ним в Баку. 8 августа 1906 г. у них родилась дочь Соня и 22 января 1908 г. — сын Лева. Бабушка уделяла много внимания воспитанию детей. Соня и Лева учили языки, французский и немецкий, и овладели ими в совершенстве, брали уроки гимнастики, учились игре на фортепьяно, хотя у обоих не было музыкального слуха, и оба не любили музыку. Лева уже тогда настаивал на определенности: если форте, то играл так громко, что стены тряслись, а если пиано — то так тихо, что не слышно было вовсе.

Так как Лева с раннего детства проявлял недюжинные математические способности, бабушке пришлось освободить его от занятий музыкой. Соня же училась музыке 10 лет и, говорят, недурно играла, но после окончания занятий резко бросила музыку и ни разу больше не подошла к пианино. Отец не разговаривал с ней с из-за этого целый год. В общем, упрямая была семейка, и дети непростые. Мама рассказывала, что когда маленькому Леве поставили градусник, он вопил и отчаянно протестовал, и даже когда градусник был вынут, он продолжал вопить: «Хочу, чтобы градусник не стоял». «Но он уже не стоит». «А я хочу, чтоб он раньше не стоял». Даже будучи маленьким ребенком, он не терпел

никакого насилия над своей личностью.

Но и после рождения детей, будучи достаточно обеспеченной, бабушка продолжала активно работать. Три года она занималась акушерством и гинекологией в больнице в Балханах (на нефтяных промыслах под Баку, где работал дед). С 1911 г. школьно-санитарный врач в Женской гимназии в Балханах, затем во время Первой мировой войны — ординатор в военном лазарете в Баку и, начиная с 1916 г., преподаватель в Еврейской гимназии в Баку. Здесь мне хотелось бы процитировать отрывок из статьи И.Бен-Ионата и С.Авитсура, которые были соучениками маленького Левы в этой гимназии, куда он поступил в возрасте 8 лет. (Их статья «Вместе с юным Львом Ландау» была опубликована в «Материалах конференции, посвященной 80-летию Ландау»*, которая происходила в Тель Авиве в июне 1988 г.) По словам авторов, «в сентябре 1916 г. в Баку открылась еврейская гимназия. В ней предполагалось обучение еврейских детей на русском языке плюс иврит и изучение Библии». Вот что они пишут о Леве: «Он был тихим застенчивым мальчиком, хотя в его отношении к соученикам, и даже к учителям, было что-то снисходительное. В классе его прозвали маленьким принцем Левой. Его успехи в естественных науках значительно превосходили знания его соучеников, но что касается иврита и идиш, то его знания были на вполне среднем уровне». Далее говорится о бабушке: «Любовь Вениаминовна преподавала естествознание в старших классах, а если кто-то из учителей отсутствовал, она за-

* Книга с этими материалами под названием «Fronties of physics» любезно прислана моему мужу физику-теоретику Ростиславу Михайловичу Рындину и мне одним из издателей книги израильским физиком Ювалом Нееманом с надписью «Элле и Славе Рындиным в знак дружбы с наилучшими пожеланиями. Для вашего семейного архива. Двойра и Ювал Нееман».

меняла их, рассказывая о выдающихся личностях в истории человечества или читая литературные произведения. Кроме того, она выполняла административную работу, сидя в приемной. На стене, прямо над нею, висел портрет Николая Второго. По ее прическе [у бабушки была длинная коса, уложенная вокруг головы. — Э.Р.], которую она часто меняла, ученики узнавали об ее настроении. Если прическа не была высокой и доходила «до медалей» (имеются в виду медали на груди императора), то настроение у нее было хорошее, но если прическа была высокой и пышной и доходила до кончика бороды императора, то подходить к ней и вовсе не рекомендовалось».

Бабушка была настоящим трудоголиком, преподавала физиологию, анатомию, фармакологию на Курсах сестер и красных фельдшеров при Всеобщей и военной школе азербайджанской армии, в средне-медицинской школе Баку и Высшем институте народного образования, Азербайджанском государственном университете, на Рабфаке и в Сельхозинституте. И этот список далеко не полон. В сборнике «Материалы межвузовской научной конференции» (Кировбад, 1963) написано: «Кафедра физиологии человека медицинского факультета Бакинского университета начала работать в весеннем семестре 1920 г. Первые лекции читались доктором-женщиной Л.В.Гаркави-Ландау, бывшей ранее помощником прозектора Санкт-Петербургского женского медицинского института, матерью известного советского физика-теоретика Л.Д.Ландау».

В то же время бабушка успевает заниматься научной и исследовательской работой. У меня сохранились отпечатки ее работы «Die phasenwirkung des Digitalis auf das isolierte Herz», опубликованной в «Archiv fur experimentelle Pathologie und Pharmakologie» (Bd.108. Heft 3/4. Leipzig, 1925) с надписью: «До-



Лев и Соня. Баку. Примерно 1912 г.

рогой Сонечке посвящает свой труд мама», и отпечаток работы «Об иммунитете жабы к ее собственному яду» (совместно с Бабаяном, Баку, 1930). Уцелело и «Краткое руководство по экспериментальной фармакологии» 1927 г., которое и сейчас читается с большим интересом, поскольку объяснение действия лекарств дано живо и доступно. В предисловии профессор Ростовцев пишет: «Приветствую появление в свет настоящего руководства, в основу которого положена физиологическая систематизация материала, и которое при своей сжатости дает ясное, легкое и последовательное изложение предмета с оригинальной трактовкой некоторых вопросов».

В начале 30-х годов родители Дау переезжают в Ленинград. Они поселяются в маленькой комнатке в квартире сестры деда Марии Львовны, на улице Рубинштейна, у Пяти углов. Бабушка продолжает работать и берет на себя в значительной степени мое воспитание. Она читает лекции в Женском медицинском институте, где когда-то училась сама. Студенты ее очень



Любовь Вениаминовна
Гаркави-Ландау до замужества.

любили, и я помню, как в конце семестра они заваливали нас охапками цветов и с восторгом смотрели на бабушку. Она и летом не расставалась с научной деятельностью: на даче, к ужасу соседей, ловила лягушек и использовала их для опытов. Лекции она читала до самого конца. Удар настиг ее на лекции, она забыла существенные, и не могла продолжать, ее привезли домой, это был инсульт, и через несколько дней, перед самой войной, ее не стало. Дау приезжал на похороны. После похорон он пошел в кино, что очень шокировало маму. «Наверно он совсем не был привязан к матери», — огорчилась она. Много лет спустя я говорила об этом с близким другом Дау Еленой Феликсовной Пуриц. Она сказала мне: «Что вы, это совсем не так, он сам в этот день признался мне, что никогда в жизни ему еще не было так грустно».

Жаль, что бабушка не дожила до 1946 г., когда Дау стал академиком. Выборы в Академию наук СССР в 1941 г. не проводились из-за войны, а в ноябре 1946 г. он был избран сразу дей-

ствительным членом АН. Бабушка обожала сына, понимала его гениальность и считала, что если он получит признание, то ему простятся его чудачества и экстравагантность.

Бабушка была, без сомнения, удивительным человеком: в самых трудных обстоятельствах она не теряла мужества, не смирялась перед бедой — она предпочитала действовать.

Во время Гражданской войны, когда город Баку переходил из рук в руки, при очередном захвате его красными, пропали платиновые чаши из нефтяной компании, где дед был одним из ведущих инженеров. Дед был арестован и бабушка не находила себе места, беспокоясь о нем. Кто-то из друзей узнал, что Киров, находившийся в Баку, должен уехать таким-то поездом в Питер. Будучи человеком необычайной энергии и решительности, бабушка бросилась на вокзал, сумела пробиться к Кирову и рассказать о своей беде. Киров внимательно выслушал ее и тут же с вокзала позвонил по телефону. «Не беспокойтесь, чаши найдены», — успокоил он ее. «А мой муж?!» — в гневе воскликнула бабушка. «Он будет освобожден», — сказал Киров, и дед действительно вскоре вернулся домой.

Это был не последний раз, когда дед попал в беду. Однажды его украли бандиты и потребовали большой выкуп, бабушка не опустила руки, тут же начала собирать деньги по друзьям и знакомым, и ей удалось выкупить деда.

Даже после ареста Дау в 1938 г., когда что-либо сделать было немислимо, бабушка, выяснив, что по советским законам она имеет право послать арестованному 50 рублей, тут же начала рассылать деньги в различные тюрьмы. И самое интересное, что из всех тюрем, кроме Бутырской и Харьковской, деньги вернулись. Так, по крайней мере, она могла предполагать, где находится ее сын, которого она безумно лю-

била. Он действительно находился в Бутырской тюрьме. Почему-то мне запомнился смешной эпизод из этого времени: у бабушки на почте не приняли телеграмму (оказался смятым бланк). Уж не знаю, почему нельзя было получить другой бланк, но мы с бабушкой отправились домой, благо почта была рядом. Бабушка прогладила эту телеграмму утюгом, что произвело на меня большое впечатление, затем мы с ней снова пошли на почту и на этот раз успешно отправили послание.

Мать Дау Любовь Вениаминовна была человеком неординарным. Волевая, целеустремленная, решительная и энергичная, она трудилась всю свою жизнь не покладая рук. Ее отличала колоссальная самодисциплина. Вставала она очень рано и всегда обливалась холодной водой, даже на даче, где для этого условий просто не было. Она вставала в таз и опрокидывала на себя другой таз с холодной водой, а я подглядывала за ней в щелку, мысленно ежась от холода. Она приучала к холодным обливаниям своих детей Соню и Леву, но они ненавидели эту процедуру, и в первый же день, когда упорхнули из дому, перестали обливаться и всегда с ужасом вспоминали о холодной воде. У Дау даже мысль о холодных обливаниях ассоциировалась с властью характера матери.

Бабушка умела все: от чтения лекций, препарирования лягушек для исследовательской работы до перешивания платьев для меня и занятий со мной математикой и русским языком. Она обладала удивительными педагогическими талантами. Я росла упрямой и непослушной. На даче, где я жила с бабушкой и дедом, ей подолгу приходилось звать меня домой, а я не шла, порою пряталась по какому-то сараю, и бабушка решила серьезно поговорить со мной. Мне было в то время лет пять. Не помню, какие аргументы приводила бабушка, но она

сумела убедить меня вести себя хорошо. И чтобы я не забыла об этой договоренности, она предложила мне самой придумать какое-нибудь ключевое слово, которое бы своевременно напоминало о нашей беседе. Я предложила фразу: «Где веревочка?», ведь мои подруги не должны были знать, о чем речь. И когда меня было не дозваться с улицы домой, бабушка произносила громко и раздельно: «Где веревочка?», и я послушно бросала подруг и плелась домой. Бабушка всегда была занята, я не помню ее сидящей, сложа руки.

Можно сказать, что ум, незаурядность и работоспособность Дау безусловно унаследовал от матери.

Отдельно о деде

Давид Львович Ландау (отец Льва Давидовича и мой дед) был старшим сыном в семье. Он занимал крупные посты в The Black Sea and Caspian Sea Stock Company. Эта компания была одной из крупнейших по добычанию, очистке и транспортировке нефти внутри России и за границу. Дед был достаточно богатым человеком и занимал после женитьбы просторную квартиру из шести комнат. Квартира была в центре города, на углу Торговой и Красноводской улиц (теперь улицы Самеда Вургуня и Низами), на третьем этаже, с балконом, выходящим на обе улицы. Квартира была уютной, и туда часто навещались соученики Сони и Левы. Теперь на этом доме висит памятная доска, свидетельствующая о том, что здесь родился академик Ландау. Мама рассказывала, что дед спал так крепко, что разбудить его было очень трудно, но телефонный звонок он слышал через шесть комнат и вскакивал мгновенно.

Часто семья жила в Балханах, под Баку, где непосредственно находились нефтяные промыслы. Дед много занимался и ис-

следовательской работой. У меня сохранились оттиски его публикаций.

Дед был с детства очень одаренным математиком и окончил школу на год раньше срока, однако вместо золотой медали получил серебряную, это стало наказанием за подсказку товарищу на экзамене. Он много занимался с маленьким сыном, особенно математикой (как и со мной впоследствии). Это дало Лева возможность очень рано проявить недюжинные математические способности.

Когда в Баку деда украли бандиты, они заставили его написать письмо домой. Он написал его так, чтобы бабушка сразу поняла, что оно написано под давлением. Обращение «Моя дорогая женушка» и подпись он употребил такие, каких никогда не использовал, обращаясь к жене. Бабушка, как я уже говорила, собрала деньги и выкупила мужа. Бандиты везли деда туда и обратно на машине с завязанными глазами, но он считал повороты и запомнил дорогу. И когда следующим украденным стал сын известного пианиста, дед помог спасти его и поймать бандитов, точно указав дорогу.

В 1929 г. он был в очередной раз арестован, но об этом подробнее в следующей главе.

В советское время семью «уплотнили», в квартире Ландау поселились чужие люди, дети уехали учиться в Ленинград: Соня — в Ленинградский технологический институт, Лева — в Университет, и в начале 30-х дед с бабушкой тоже переехали в Ленинград и поселились у Пяти Углов, у сестры деда Марии Львовны. Деду было уже за 60, но он продолжал работать дома: вел инженерные расчеты в нефтяной области и посылал их в канцелярию Молотова, оттуда приходили увесистые конверты с ответами, и расчеты продолжались.

Летом на даче дед очень любил раскладывать карточные пасьянсы, особенно такие, над которыми приходится много ду-

мать. Он добился того, что один из самых сложных получался у него почти всегда. Бабушка часто пыталась ему посоветовать, куда положить карту, но дед сердился и предпочитал думать сам.

Когда началась война, перед мамой встал дилемма: уехать на Урал, где ее группа проектировала титановый завод, и вывезти меня из Ленинграда, но при этом бросить папу и деда, который только что осиротел, потеряв бабушку, или остаться с ними и отправить меня одну в эвакуацию. Фактически именно дед уговорил маму, что она должна ехать, чтобы в первую очередь спасти ребенка. Потом папа привез деда к нам, в Челябинск, и мы были вместе до самой его смерти.

Дед посвящал мне много времени и внимания. Он учил меня математике. До сих пор мне никто не может объяснить правила, которые он придумал для проверки правильности перемножения чисел. Он со всеми подробностями помнил Библию и рассказывал ее кусочками мне и моему приятелю по средам и пятницам. Остальные дни недели были жестко подчинены его расчетам в области нефтяной промышленности, которые он не прекращал и во время войны.

Дед убежденно верил, что если в каком-нибудь государстве начинают преследовать евреев, то это государство непременно должно погибнуть. Может быть, это была одна из причин, по которой он твердо верил в победу над фашистами.

Дед любил Лермонтова и часто читал мне наизусть «Выхожу один я на дорогу» и «Когда волнуется желтеющая нива». Выше всех произведений он ценил шекспировского «Короля Лира».

Дед очень любил музыку, в отличие от своих столь немusзыкальных деток. Он рассказывал мне, как однажды ему крупно повезло. Будучи студентом, он мечтал попасть в Ла Скала и купил самый дешевый билет. Билет был так дешев потому, что



С Софьей и ее мужем. Ленинград. 1930 г.

сцену заслоняла огромная люстра, и увидеть что-нибудь было просто невозможно. Однако в этот день люстру по каким-то причинам сняли, и дед был в полном восторге оттого, что мог не только слушать оперу, но и видеть сцену. К сожалению, какую именно оперу он смотрел, я не запомнила.

Дед был человеком спокойным и сдержанным, но очень упрямым и обидчивым. Как-то после ссоры с ним мама сказала: «Ну все, иду извиняться». «Мама, почему? Ведь он же неправ», — спросила я. «Зато он старше и он — мой папа!». Такой урок уважения к старшим и способности к компромиссу я получила в детстве.

Дау присылал деду (не без маминой подсказки) ежемесячно денежные переводы из Казани с короткими записочками, чему дед очень радовался.

Я была девятилетней девочкой в 1943 г., когда у него случился инсульт, и его забрали в больницу, где я видела его в последний раз, с трудом упробив доктора пустить меня к нему. Я принесла ему пшеничную кашу с повидлом, что было редким лакомством во время войны, по-

кормила его с ложки, он смотрел на меня все понимающими глазами и, видимо, прощался со мной.

Дау и арест отца

Как уже упоминалось, в 1991 г. в журнале «Известия ЦК КПСС» (№3) под заголовком «Лев Ландау: год в тюрьме» были опубликованы материалы уголовного дела по обвинению Ландау в антисоветской деятельности. В этой публикации содержатся «Протокол допроса Ландау Льва Давидовича», «Личные показания Ландау Л.Д.», «Справка» и другие документы, касающиеся ареста академика Ландау в 1938 г.

Из «Протокола допроса» следует, что на «сближение с антисоветской группой физиков» Ландау толкало «недовольство и озлобленность, вызванная арестом его отца Д.Л.Ландау». В этом же «Протоколе допроса» со слов обвиняемого записаны сведения об его отце Давиде Львовиче Ландау: «До революции отец служил инженером в одной из нефтяных компаний в Баку. В 1930 г., когда я нахо-

дился за границей, отец был арестован и вскоре осужден за вредительство в нефтяной промышленности к десяти годам концлагеря». Эти сведения об аресте отца используются дальше в деле как непреложный и не требующий доказательств факт.

Так, на с.153 в «Справке» говорится: «ЛАНДАУ признался в том, что будучи озлобленным арестом своего отца — Давыда Львовича ЛАНДАУ — инженера, осужденного в 1930 г. за вредительство в нефтяной промышленности на десять лет заключения в лагерях (впоследствии был освобожден), в отместку за отца примкнул к антисоветской группе, существовавшей в Харьковском физико-техническом институте». Правда, в «Справке», в отличие от «Протокола допроса», выясняется, хотя и в скобках, что отец был **освобожден** (выделено Э.Р.). Как же так? Ведь за вредительство, да еще в нефтяной промышленности, и расстрелять могли бы.

Об аресте отца повторяется и в «Постановлении об освобождении» на с.155, а также в очень краткой «записке внутреннего содержания», не вошедшей в публикацию «Известий ЦК КПСС»: «Отец-инженер... обвинялся по вред. процессу 30—31 гг., осужден, был освобожден»*.

Следует, однако, особо отметить, что в «Личных показаниях Ландау Л.Д.», написанных собственноручно, нет ни единого слова об аресте Давида Львовича.

Факт контрреволюционной деятельности отца стал неотъемлемой частью биографии академика Ландау, «пятно» сохранилось до конца его жизни и сыграло немалую роль в настороженно недоверчивом отношении к нему со стороны властей и КГБ.

Теперь документально подтверждено, что за Л.Д.Ландау велась непрерывная слежка как с помощью завербованных

* Опубликовано Г.Е.Гуреликом («Природа». 1991. №11).

агентов из людей, с которыми он общался, так и посредством подслушивающей аппаратуры. 20 декабря 1957 г. (со времени ареста и освобождения Ландау прошло почти двадцать лет) заведующему Отделом науки ЦК члену-корреспонденту АН СССР В.А.Кириллину по его запросу под грифом «Совершенно секретно» была направлена из КГБ СССР «Справка по материалам слежки за академиком Ландау»*.

В самом начале, в исходных данных, наряду с датой рождения и местом работы, сообщается: «Ландау родился в семье инженера. Отец его в 1930 г. арестовывался за вредительство, о чем Ландау скрывает». (За грамотность работников КГБ автор не отвечает.)

Так что же скрывал Ландау?

Этот вопрос меня озадачил, потому что я никогда не слышала об аресте моего деда за контрреволюционную деятельность. Я решила провести небольшое расследование и отнесла запрос в ленинградское управление КГБ. Примерно через месяц пришел ответ.

«Уважаемая Элла Зигелевна! Проверкой, проведенной по архивным материалам УКГБ по Ленинграду и Ленинградской области и информационного центра ГУВД Ленгорисполкомов, данных об аресте Вашего деда ЛАНДАУ Давида Львовича не обнаружено. Начальник подразделения АН.Пшеничный».

Так как я точно не знала, в каком году Давид Львович и Любовь Вениаминовна переехали из Баку в Ленинград (возможно, в 1930—1931 гг. они еще были в Баку), то я обратилась в КГБ города Баку с тем же запросом. Через некоторое время из Министерства национальной без-

опасности Азербайджанской республики пришел ответ:

«Уважаемая Элла Зигелевна! Ваш дед — Ландау Давид Львович, 1866 г. рождения, проживавший в гор. Баку по адресу: улица Красноармейская, дом 17, и работавший инженером-технологом «Азнефти», был задержан в марте 1929 г. Экономическим отделом АзГПУ по обвинению в незаконном содержании золотых монет дореволюционной чеканки. Деньги были обнаружены при обыске в тайнике квартиры Вашего деда. Давид Львович себя виновным в нарушении валютных операций не признал, а найденное золото объяснил как свое сбережение с дореволюционного времени. Также сообщаем, что Коллегия АзГПУ от 5.09.29 г. решила выдать Ландау взамен обнаруженных золотых монет совзнаки по номинальному курсу того дня, а Вашего деда освободить.

Других данных о судьбе Ландау Д.Л. в архивном деле не имеется. Начальник отдела Ш.К.Сулейманов».

Так вот «о чем скрывает Л.Д.Ландау», вот оно «контрреволюционное» дело! Куда же делся приговор к десяти годам концлагеря? Ясно, что хранение собственных денег, хотя и «в золотых монетах дореволюционной чеканки», на такой приговор не тянет, и понятно, почему он был «впоследствии освобожден». (Это была часть общегосударственной кампании по изъятию золота и драгоценностей.) Все это означает, что никакого ареста за вредительство НЕ БЫЛО.

Но кое-что Ландау все-таки пытался скрыть. Что же? Когда при аресте он заполнял анкету, в пункте 14 «Состав семьи (близкие родственники, их имена, фамилии, адреса и род занятий)» он написал: «Мать — Любовь Вениаминовна Ландау,



С сестрой Соней и племянницей Эллой. На берегу Балтийского моря.

отец — Давид Львович Ландау, адрес — Ленинград, Рубинштейна 19, кв. 41, сестра — Софья Давидовна, Ленинград, Загородный 21, кв. 48, учащаяся». А правильный адрес его родителей — Рубинштейна 39, кв.41. Может быть, он забыл? Навряд ли. Ведь он уже много лет жил в Харькове и Москве и писал им, а значит, помнил адрес (запоминал он сразу и навсегда). Дальше, «сестра — учащаяся», а Софья Давидовна (моя мать) уже много лет работала после окончания Технологического института. Так зачем? С учащейся какой спрос, ведь даже не самостоятельный человек. И адрес родителей чуть-чуть перепутал, значит, может быть, не сразу доберутся...

Я вижу в этих небольших «описках» попытку отвести беду от самых близких. Честь ему и хвала за то, что в таких нечеловеческих условиях подумал об этом. ■

* Опубликовано под заголовком «По данным агентуры и оперативной техники...» («Исторический архив». 1993. №3. С.151—161).

Лев Ландау и Матвей Бронштейн

Г.Е.Горелик
Бостон (США)

Джаз-банд глазами Жени Каннегисер и леди Пайерлс

«Дау совсем кислый и, кажется, очень скучает. ...Он ужасно избаловался за это время обществом хороших физиков, и теперь ему, конечно, здесь не с кем говорить. Правда, они теперь с Аббатом в ужасной дружбе и, по-моему, никогда не поссорятся. Это значит, что Аббат гораздо умней, чем я думала, и гораздо мягче. Теперь, когда Дау скинул эту напускную браваду, с которой он приехал, сразу стало видно, как он вырос за это время и как помягчел», — написала 14 мая 1931 г. Женья Каннегисер в письме своему мужу Руди — Рудольфу — Пайерлсу [1]. Поженились они за два месяца до того. И, как ни странно, произошло это без участия Ландау.

Странно — потому что Дау дружил с Женей с 1926 г., когда они и еще несколько друзей в Ленинградском университете составляли знаменитый Джаз-банд. А с Пайерлсом Ландау познакомился и подружился в 1929 г. в Цюрихе, в начале долгой командировки-стажировки по европейским центрам физики. Вернулся на родину он в марте 1931 г., уже после бракосочетания его друзей.

У Жени Каннегисер были особые права высказаться о дружбе Дау и Аббата — Ландау и Бронштейна, поскольку именно

благодаря ей они познакомились весной 1927 г. Вот как она вспоминала об этом много лет спустя в письме (автору статьи) из Оксфорда:

«Стояли лужи, чирикали воробы, дул теплый ветер, и я, выходя из лаборатории на Васильевском острове, повернулась к маленькому ростом юноше, в больших очках, с очень темными, очень аккуратно постриженными волосами, в теплой куртке, распахнутой, так как был очень неожиданно теплый день, и сказала:

«Свежим ветром снова сердце пьяно...».

После чего он немедленно продекламировал:

...Тайный голос шепчет:

«Все покинь!»

Перед дверью над кустом
бурьяна

Небосклон безоблачен и синь,
В каждой луже запах океана,
В каждом камне веянье
пустынь...

и все вступление к этой поэме Гумилева. Я радостно взвизгнула, и мы тут же, по дороге в Университет, стали читать друг другу наши любимые стихи. И, к моему восхищению, Матвей Петрович прочитал мне почти всю «Синюю звезду» Гумилева, о которой я только слышала, но никогда ее не читала.

Придя в Университет, я бросилась к Димусу и Джони — в восторге, что нашла такого замечательного человека. Все стихи знает наизусть и даже «Синюю звезду»! Вот как Мат-

вей Петрович вошел в круг Джаз-банда.

Джо, Димус и Дау были гораздо дальше остальных как по способностям, так и по знанию физики, и разъясняли нам все новые увлекательные открытия квантовой механики. Аббат (Матвей Петрович) довольно быстро догнал Дау и Джо, он был очень хороший математик.

Матвей Петрович познакомил нас с Амбарцумяном и Козыревым, которые были на астрономическом факультете, и когда Димус уехал в Харьков, а Дау и Джо были за границей, мы (моя сестра и я) очень дружили с этой тройкой и часто ходили вместе в театры и концерты...

Я помню Матвея Петровича, смотрящего через очки, которые у него почти всегда сползали на кончик носа. Он был исключительно «цивилизован». Не только он все читал, почти обо всем думал, но для очень молодого еще человека он был необыкновенно деликатен по отношению к чувствам и ощущениям других людей, очень благожелателен, но вместе с тем непоколебим, когда дело шло о «безобразном поведении» его друзей.

Я не помню, кто его назвал Аббатом, но это имя к нему очень шло. Благожелательный скептицизм, чувство юмора и почти универсальное понимание» [2].

Напомню непосвященным, что Джо (он же Джонни, Георгий Гамов, George Gamow, 1904—

1968) и Димус (он же Дмитрий Иваненко, 1904—1994) были самыми первыми друзьями Ландау. А Бронштейну прозвище придумали его друзья-астрономы (с помощью Анатоля Франса, чей персонаж аббат Куаньяр отличался невероятной образованностью при остром уме и добродушной иронии)*.

Джо, Димус и Дау именовались также тремя мушкетерами, а самое раннее вещественное доказательство их тройственной дружбы и одновременно веселого духа Джаз-банда — это научная статья, на первый взгляд, вполне серьезная. Эта единственная совместная статья трех мушкетеров была опубликована в «Журнале Русского Физико-Химического Общества» и называется учено, а одна из идей этой статьи даже спустя 70 лет всерьез обсуждается серьезными людьми [3, 4]. В чем же тогда несерьезность? Прежде всего непонятно, зачем понадобились утроенные усилия для статьи, которая не оставила никакого следа в дальнейших работах всех троих мушкетеров. И почему, наоборот, ее главная идея, дожившая до нашего времени, оставила заметный след в работах четвертого-лишнего — Аббата? Эта идея об особой роли трех универсальных постоянных — скорости света c , гравитационной постоянной G и постоянной Планка h , или cGh -точка зрения на теоретическую физику, как минимум вводит емкие обозначения, заменяя эпитеты *релятивистский*, *гравитационный* и *квантовый* соответственно буквами c , G и h .

Мушкетеров вряд ли заботило, что они оставляют историкам трудную задачу — понять происхождение странной статьи. Но историку грех жаловаться — только трудную задачу интересно решать. И вот найденное решение.

Статья родилась не из ученических дискуссий у доски, а за обе-

дом в студенческой столовке. Кто-то вспомнил, что у одной из джаз-девушек грядет день рождения. И кто-то предложил в качестве подарка посвятить ей научную статью. Идею дружно одобрили, увидев еще и возможность повеселиться за счет «зубров» — так они именовали физиков, отставших от скорого поезда науки по возрасту или недостаточной скорости мысли. А то, что зубры называли физической, Дау обзывал «филологией», «патологией» или просто ахинеей. Такого рода филология находила порой себе место в «Журнале Русского Физико-Химического Общества», уже от аббревиатуры которого — ЖРФХО — веяло чем-то дореволюционным и в редколлегии которого терпели даже зубра, опровергавшего теорию относительности.

Подарочную статью мушкетеры смастерили, можно сказать, из окружающего их воздуха, в котором витали и трепались разные идеи — из физического трепя, сопровождавшего их обеды и все прочие времяпровождения. Треп хороших физиков соединяет сырые идеи с идеями здравыми и остроумными, хотя и не настолько определенными, чтобы их предлагать мировой научной публике. Но для поздравления с днем рождения годился и замшелый ЖРФХО. Ну а точное авторство идей, из которых сложилась статья, для такого дела мало существенно. Почему Аббат не записан среди авторов? Быть может, в тот день его отвлекли какие-то другие дела, скажем астрономические. А скорее, он уклонился от участия в самой затее — при полномочном чувстве юмора он был человеком более серьезным, чем его друзья-мушкетеры.

Редакция ЖРФХО благосклонно отнеслась к вкладу трех мушкетеров в мировую науку, но поздравительное посвящение изъяли. Осталась только дата в конце статьи, совпадающая с днем рождения прекрасной джаз-дамы.

1928 год, когда статья вышла в свет, оказался последним годом Джаз-банда. Во-первых, Дау, с его сверхправдивостью, не простил того, что он назвал коварством Димуса (и что более взрослый человек мог бы называть неполной искренностью). А во-вторых, летом 1928 г. Гамов отправился на стажировку в Европу. Осенью 1929 г. туда же и затем же отправился и Ландау.

Поэтому, когда полтора года спустя Ландау вернулся (согласно Жене Пайерлс, — *«избалованный обществом хороших физиков и выросший»*), впору было старым друзьям знакомиться заново.

«Новый кризис теории квант», или проблема $c\hbar$ -теории

В мире науки, однако, Ландау и Бронштейн по существу не расставались. По забавному совпадению, они, разделенные пол-Европой, в одно и то же время, весной 1930 г., решали одну и ту же задачу о квантовом поведении свободных электронов в магнитном поле. Своим решением — «диамагнетизмом Ландау» — молодой теоретик сделал себе имя в мировой физике, но сам он в отчете о командировке назвал ее лишь одной из частных задач, которыми занимался за границей. А центральной, по его мнению, была «узловая проблема современной теоретики (слово «теоретическая физика» неудачно, так как сюда относятся и всякие другие «теоретические» науки, например теоретическая химия, астрономия) — проблема объединения в одно целое двух наиболее общих современных теорий: принципа относительности и теории квант» [5]. Речь идет о $c\hbar$ -проблеме, или о поисках $c\hbar$ -теории.

Оставим пока в скобках смелость (если не наглость) 23-летнего теоретика, которому стало так тесно в теоретической физике, что он придумал себе науку

* Подробнее о М.П.Бронштейне см.: Горелик Г.Е., Френкель В.Я. Матвей Петрович Бронштейн. 1906—1938. М., 1990.



Дома у сестер Каннегисер, 1931 г. Слева направо: Л.Ландау, Н.Каннегисер, В.Амбарцумян, (?), Е. Каннегисер, М.Бронштейн. Похоже, что Дау начал корчить рожа, чтобы нарушить буржуазность обстановки, но фотоаппарат его опередил.

более просторную. Лучше посмотрим внимательнее на центральный узел новой науки, поскольку именно вокруг этого гордиева узла драматически разворачивалась научная дружба Дау и Аббата, которая привела к одному из главных достижений Бронштейна.

Прежде всего последуем за Ландау в Копенгаген, где весной 1930 г. у Нильса Бора собрался совет знатоков квантовой теории. Их собрал «Новый кризис теории квант», как назвал свою (научно-популярную) статью Бронштейн:

«Совет заседал в шутливо-торжественной обстановке, и в руках у Паули был рог, в который он трубил каждый раз, когда хотел отметить в разбиравшихся теоретических построениях непонятное место или новую трудность. К сожалению, ему приходилось трубить в свой рог слишком часто. Положение

было признано безнадежным, что и было отмечено в шуточной резолюции, в которой все присутствующие зарекались впредь заниматься квантовой теорией (Паули якобы решил впредь заниматься математикой, Гейзенберг — музыкой, и только осторожный Бор заявил, что еще подумает)» [6].

Физики шутят даже в шуточных ситуациях. А тогдашняя ситуация была просто отчаянной, если сам Бор незадолго до того предположил, что в новой физике — физике ядра — придется пожертвовать законом сохранения энергии, тем самым великим законом, который не давал построить вечный двигатель и за незнание которого в школе ставили двойки. У Бора для его гипотезы были основания — и экспериментальные и теоретические. Физика до того еще никогда не имела дела с такими объектами, как атом-

ное ядро, в котором составлявшие его частицы были так плотно прижаты друг другу, что этого... просто не могло быть, по тогдашним теоретическим представлениям. Похожим образом частицы сжаты и в центрах звезд, и поэтому, надеялся Бор, его гипотеза могла бы объяснить заодно и неистощимое свечение звезд по всему небу. Так что, заподозрив вечный микродвигатель в ядре (он же вечный мегафонатор в звезде), Нильс Бор лишь проявил научную смелость. Вопрос был в том, оправдается ли эта смелость в полноценной теории или основания рассеются и возникнет какая-то другая полноценная теория ядерных процессов.

В такой ситуации совершенно не осторожный Ландау не стал ждать, пока старшие товарищи выяснят, что делать. Тем более, что он придумал, с чего надо начать, и увлек за собой

Пайерлса. Горячие дискуссии шли иногда в присутствии Паули, но тот слушал с прохладцей. Как-то раз распаленный Дау спросил Паули, неужели он считает все, им сказанное, чушью?! Тот ответил остужающе: «О нет, что вы! Далеко от этого! То, что вы сказали, настолько сумбурно, что нельзя даже сказать, чушь это или нет!»

Это, однако, не остановило неукротимого Льва. Завершив выкладки, он отправился в Копенгаген к Бору. Ландау считал, что развивает идею Бора, написав в статье: «Следуя красивой идее проф. Нильса Бора, можно думать, что излучение звезд обусловлено просто нарушением закона сохранения энергии, который, как впервые указал Бор, не справедлив в релятивистской квантовой теории...». Тем не менее Бор, вместо благодарности сво-

им последователям, принял их результат в штыки. Жаркое обсуждение запечатлело воспоминание тогдашнего ассистента Бора — Леона Розенфельда:

«Я прибыл в Институт в последний день февраля 1931 г., и первым, кого я увидел, был Гамов. Я спросил, что новенького, — он в ответ протянул рисунок: Ландау, привязанный к стулу и с кляпом во рту, а перед ним Бор с поднятым пальцем, говорящий: “Ландау, ну, пожалуйста! Дайте же мне хоть слово сказать!” Оказалось, что Ландау и Пайерлс приехали за несколькими днями до того и привезли с собой какую-то статью — показать Бору. “Но, — добавил Гамов весело, — похоже, он не согласен с их доводами — и такие вот дебаты идут все время”. Пайерлс уехал за день до того, “в состоянии полного изнеможения”, как

сказал Гамов. Ландау оставался еще несколько недель, и у меня была возможность убедиться, что Гамов преувеличивал не больше, чем допустимо» [7].

Само по себе несогласие Бора не остановило молодого Льва (хотя он и записал себя в ученики датского теоретика). Он остался при своем мнении, статью отправил в печать и вернулся в Ленинград в приподнятом настроении. Это чувствуется по тону его отчета о командировке. В центре отчета — «узловая проблема современной теоретики», которая «привела к грандиозным затруднениям» и к его с Пайерлсом статье:

«В последнее время Peierls'у и мне удалось... на основании анализа возможных экспериментов показать, что основные физические принципы [квантовой] механики... не выполнены —



Разыгрывается шарада. Сидят: Л.Вохминцева, И.Е.Тамм, М.А.Леонтович, Д.И.Блохинцев, М.П.Бронштейн. Стоят: Г.А.Гамов, (?), (?), Е.Н. и Н.Н.Каннегисер, (?), Л.Д.Ландау. 1931 г.

при наличии предельной скорости распространения. Этим заранее обрекаются на неудачу все попытки непосредственного обобщения [квантово] механических методов на случай релятивистской теории квант, попытки, за последнее время ставшие весьма частыми в мировой литературе. С другой стороны, установленные нами неравенства, представляющие собой дальнейшее обобщение знаменитого принципа неопределенности Heisenberg'a, дают возможность понять основные положения и характер еще неизвестной нам полной теории вопроса. В частности, такой подход дает возможность объяснить существование при β -распаде радиоактивных ядер непрерывного распределения скоростей вылетающих электронов, — явления, которое, ввиду своего резкого противоречия закону сохранения энергии (N.Bohr), совершенно не могло быть истолковано с точки зрения современных теорий» [8].

С таким пониманием ситуации был тогда согласен и Бронштейн, писавший:

«Анализ принципа неопределенности в квантовой механике, произведенный Л.Ландау и Р.Пайерлсом (Z. Physik. 69, 56, 1931), показывает, что в релятивистской теории квантов должны потерять смысл такие понятия, как импульс электрона, его координаты, энергия... иными словами, ни при каких условиях не может быть точно измерена, например, координата или же импульс электрона и т.д., а это означает, что сами понятия этих наблюдаемых величин теряют свой точный смысл. Как в шутку выразился Паули: «Die Observable ist eine Grosse, die man nicht messen kann» [Наблюдаемая — это такая величина, которую невозможно измерить. — Г.Г.]; принцип неопределенности обычной квантовой механики чересчур определен для релятивистской теории квантов. С точки зрения этих идей становится совершенно очевидной

принципиальная обреченность на неудачу всяких попыток реформировать квантовую механику, не порывая с ее основными принципами» [9].

Всерьез воспринимая попытку Бора и Ландау порвать с принципом сохранения энергии в микрофизике и астрофизике, Бронштейн попытался расширить эту подрывную гипотезу, распространив ее на космологию. Для этого он предположил, что космологический член в уравнениях гравитации зависит от времени. Так возникла первая физическая «константа», зависящая от времени и увязанная с расширением Вселенной.

Однако именно при обсуждении этой идеи Ландау обнаружил, что скрестить эйнштейновскую теорию гравитации с гипотезой Бора невозможно. В добавлении к статье Бронштейна «О расширяющейся вселенной» (датированном 13.1.1933), читаем:

«Ландау привлек мое внимание к тому факту, что выполнение гравитационных уравнений эйнштейновской теории для пустого пространства, окружающего материальное тело, несовместимо с несохранением массы этого тела. Это обстоятельство строго проверяется в случае решения Шварцшильда (сферическая симметрия); физически это связано с тем фактом, что эйнштейновские гравитационные уравнения допускают только поперечные гравитационные волны, но не продольные...» [10].

Гамов сообщил Бору неприятную для его гипотезы новость. Но у того было чем утешиться — к тому моменту устные доводы, по которым Бор в 1931 г. не принял вывода Ландау—Пайерлса, воплотились в статью [11]. Хотя статья Бора—Розенфельда устаревает своим объемом (более 60 страниц) и сложностью рассуждений, Бор был доволен и даже постарался смягчить свою новость, отвечая Гамову: «Надеюсь, некоторым утешени-

ем для Ландау и Пайерлса будет то, что глупости, которые они совершили в этом отношении, не хуже тех, в которых повинны все мы, включая Гейзенберга и Паули, по этому противоречивому вопросу» [11].

Ландау, однако, в утешении не нуждался, поскольку все равно остался при своем мнении. Его расхождение с Бором, проявившееся в 1931 г. (и оставшееся навсегда), касалось понятия «возможного эксперимента» и — вопреки своему экспериментально-физическому звучанию — имело философско-методологическую природу. Ландау рассматривал мысленные эксперименты, связанные с существенно квантовыми — «точечными», бесструктурными, элементарными — частицами. А Бор в понимании квантовой физики исходил из того, что макроскопический экспериментатор может иметь дело лишь с макроскопическими (классическими) приборами, измерять среднее поле в некоторой конечной области (размер которой можно и устремлять к нулю), и что мысленному экспериментатору разрешено все, не запрещенное теорией. Иными словами, Ландау рассматривал схему эксперимента, которую считал реализуемой, и не принимал во внимание, например, что могут быть открыты какие-то новые частицы, с иным соотношением заряда и массы (что в 1931 г. выглядело, действительно, невероятно). А Бор относился к мысленному эксперименту как к инструменту внутри-теоретического анализа, ограниченному лишь исходными постулатами самой теории.

От узловой $с\hbar$ -проблемы к проблеме $с\hbar$ -теории

После работы Бора—Розенфельда к «узловой проблеме» прямо подключился Бронштейн. Он высоко ставил Ландау, но в данном случае принял не его

сторону. И он не просто принял результат Бора—Розенфельда, а, можно сказать, понял его лучше самих авторов. Весной 1934 г. он опубликовал заметку, в которой упростил логику рассуждений Бора—Розенфельда, изложив ее на трех страницах вместо шестидесяти и, главное, прояснив их физическую природу [12]. Попросту говоря, у мысленного экспериментатора, действующего в квантовой теории электромагнетизма, есть две «ручки» управления экспериментом: одна ручка меняет заряд пробного тела, другая — массу. И поскольку в ch -теории (электромагнетизма) нет ограничений на соотношение массы и заряда, у экспериментатора много измерительной свободы.

Вполне вероятно, что именно эту ch -ситуацию обсуждали в Харькове в мае 1934 г. Ландау, Бор, Розенфельд и Бронштейн, собравшиеся за круглым столиком и попавшие в объектив газетного фотографа, — все четверо принимали прямое участие в обсуждении теории, которой фактически еще не было, но уже названной — «Релятивистская теория квант». Переводя историю физики на юридический язык, можно сказать, что Ландау—Пайерлс в 1931 г. приговорили эту теорию к смерти — «Казнить! Нельзя помиловать». Бор—Розенфельд в 1933-м ее оправдал. Бронштейн в 1934-м внятно объяснил, почему «Казнить нельзя, помиловать», но уточнил, что это касается только квантовой теории электромагнитного поля.

В самой заметке Бронштейна 1934 г. о гравитации нет ни слова, но в его работах она присутствовала «физически» с 1929 г. (а методологически — с незримого его соавторства в cgh -статье трех мушкетеров 1928 г.), и это, вероятно, помогло ему увидеть «принципиальное различие между квантовой электродинамикой и квантовой теорией гравитационного поля», как он написал в следующем 1935 г. в работе по квантовой



Последнее фото Матвея Бронштейна и фотография Льва Ландау, которая могла стать последней.



гравитации, ставшей предметом его докторской диссертации. Названия двух его статей, вышедших в 1936 г., «Квантовая теория слабых гравитационных полей» и «Квантование гравитационных волн» [13, 14] соответствуют основной по объему задаче квантования слабой гравитации. В этом приближении общая структура решения задачи следовала уже известному случаю электромагнетизма, хотя доведение до физически содержательных результатов потребовало трудных и объемных выкладок.

В каждой из этих статей есть часть, выходящая за пределы слабого поля, за пределы линейного приближения. По объему это примерно 1/10, но по значению — гораздо больше. То было первым осознанием глубины cgh -проблемы.

Попросту говоря, Бронштейн обнаружил, что в отличие от ch -теории (электромагнетизма), cgh -теорию (гравитации) уже не спасают ни исходное рассуждение Бора—Розенфельда, ни усовершенствованный им вариант. В гравитации нет двух независимых ручек для массы и заряда, а только одна,

поскольку гравитационный заряд и инертная масса — это по существу одно и то же, как первым показал еще Галилей.

Анализируя измеримость гравитационного поля, Бронштейн обнаружил, что в области, где существенны и квантовые, и нелинейно-гравитационные эффекты, возникает неустраняемое противоречие, и пришел к сильному выводу:

«Устранение связанных с этим [с неизмеримостью] логических противоречий требует радикальной перестройки теории и, в частности, отказа от римановой геометрии, оперирующей, как мы здесь видим, принципиально *не* наблюдаемыми величинами — а может быть, и отказа от обычных представлений о пространстве и времени и замены их какими-то гораздо более глубокими и лишенными наглядности понятиями. Wer's nicht glaubt, bezahlt einen Taler» [14].

Такое предсказание требовало немалой силы духа не только потому, что оно прямо противоречило мнению высоких квантовых авторитетов Паули и Гейзенберга, которые (в 1929 г.) уверенно заявили: «квантование

гравитационного поля... проводится без каких либо новых трудностей с помощью формализма, вполне аналогичного» электродинамике [15].

Существенно было и то, что к 1935 г. испарился революционный настрой фундаментальной физики начала 30-х годов. Открытие нейтрона, позитрона и утверждение нейтрино вместе с теорией Ферми — все это обезвредило основные парадоксы ядерной физики. Настало время решения отдельных задач и новых экспериментов, а предсказания неизбежного слома ушли в прошлое.

Такая перемена научно-общественного мнения и могла побудить Бронштейна завершить свой драматический прогноз немецкой фразой, означающей «Кто этому не верит, с того талер» (концовка одной из сказок Братьев Гримм). Тем самым он и подчеркнул пафос фундаментального вывода и одновременно смягчил его иронией.

Это была трудная проблема. Настолько трудная, что до сих пор она остается «узловой» и остается вопрос, как надо изменить фразу: «КАЗНИТЬ НЕЛЬЗЯ ПОМИЛОВАТЬ», чтобы применить ее к теории квантовой гравитации.

«Митя и Лева» — глазами Лидии Чуковской

Вскоре после защиты *cGh*-диссертации М.П.Бронштейну исполнилось 29 лет. На его письменном столе, рядом с высоконаучными статьями, понятными считанным коллегам, в работе были детские книги — при редакторском соучастии его жены, Лидии Корнеевны Чуковской. «Солнечное вещество» и «Лучи Икс» вышли в Детиздате в 1936-м и 37-м, книжка «Изобретатели радио» успела выйти лишь в журнальном варианте, и начата была книга о Галилее. В те же полтора года Бронштейн успел завершить несколько научных работ, в том числе работу о

(не)возможности спонтанного распада фотона как обоснование реальности расширения Вселенной — то было первое в истории реальное соединение *ch*-физики и *cG*-космологии. Кроме того, Бронштейн преподавал в Ленинградском университете и участвовал в разнообразной жизни физики. Особенно близкие отношения связывали его с Ландау.

Документальное свидетельство тому — конспект рукописи, которую получил от М.П.Бронштейна Я.А.Сморodinский, тогда студент Ленинградского университета. Этот конспект — несколько школьных тетрадок, на обложках которых написано «М.П.Бронштейн и Л.Ландау. Статистическая физика. Конспект по рукописи», обложки несут примет времени: столетие со дня смерти Пушкина в феврале 1937 г. отмечено стихотворением Лермонтова «Смерть поэта».

Первая версия соответствующей части Курса теоретической физики Ландау и Лифшица, под названием «Статистика», была опубликована в 1935 г. в Харькове «на правах рукописи». Обе книги брали за основу подход Гиббса, но, судя по конспекту, различались предполагаемым уровнем читателя.

Эта рукопись Бронштейна не успела превратиться в книгу, как и другие его рукописи. Многие его замыслы не успели превратиться в рукописи...

Ближе всего, в домашней обстановке, дружбу Ландау и Бронштейна наблюдала Лидия Чуковская. Переселившись в 1932 г. в Харьков (а в начале 1937 г. в Москву), Ландау нередко приезжал в Ленинград и бывал у них каждый день:

«Расхаживая из угла в угол по Митиной комнате и неохотно отрываясь для обеда и ужина, [они] обсуждали физические проблемы. Я заходила, садилась на край тахты; из вежливости они на секунду умолкали; Лева произносил что-нибудь насмешливо-доброе... Но я видела, что им совершенно не до меня, ухо-

дила — и из Митиной комнаты снова доносились два перебивающих друг друга мальчишеских голоса и слова непонятного мне языка».

Это была дружба на равных — при всех различиях внутренних миров и стилей поведения. Быть может, слово «дружба» в данном случае слишком шаблонное — слишком самостоятельны были оба. Проще сказать об их различиях в объеме культурной жизни. Для Бронштейна гуманитарная культура во всей полноте была столь же важна, как и точное естествознание. Для Ландау это были несопоставимые сферы. Особенно ясно это видела Лидия Чуковская, для которой точное естествознание было лишь делом жизни любимого человека, а главным в ее жизни было точное слово — слово, точно выражающее чувство и мысль:

«Не знаю, как на семинарах или в дружеском общении с собратьями по науке, но с простыми смертными Ландау никакой формы собеседования, кроме спора, не признавал. Однако меня в спор притягивать ему не удавалось: со мной он считал нужным говорить о литературе, а о литературе — наверное, для эпатажа! — произносил такие благоглупости, что спорить было неинтересно. Увидя на столе томик Ахматовой: «Неужели вы в состоянии читать эту скучищу? То ли дело — Вера Инбер», — говорил Ландау. В ответ я повторяла одно, им же пущенное в ход словечко: «Ерундовина». Тогда он хватал с полки какую-нибудь историко-литературную книгу — ну, скажем, Жирмунского, Щеголева, Модзалевского или Тынянова. «А, кислещецкие профессора!» — говорил он с издевкой. (Все гуманитарии были, на его взгляд, «профессора кислых щей», то есть «кислещецкие».) «Ерундовина», — повторяла я. И в любимые Левого разговоры об «эротехнике» тоже не удавалось ему меня втянуть. «Кушайте, Лева», — говорила я в ответ на какое-ни-

будь сообщение о свойствах “особ первого класса” и кляла ему на тарелку кусочек торта. “Лидя! — сейчас же вскрикивал Лев Давидович. — Вы единственный человек на земле, называющий меня Лево́й. Почему? Разве вы не знаете, что я — Дау?”

— “Дау” — это так вас физики называют. А я кислещецкий редактор, всего лишь. Не хочу притворяться, будто я тоже принадлежу к славной плеяде ваших учеников или сподвижников.

Митя, придерживаясь строгого нейтралитета, вслушивался в нашу пикировку. Забавно! Его занимало: удастся ли в конце концов Ландау втянуть меня в спор или нет» [16].

В августе 1937 г., когда Ландау возвращался из отпуска в Москву, на перроне в Харькове его поджидали физики из УФТИ:

«Они стали рассказывать. Фамилии исчезнувших людей, друзей и сотрудников назывались одна за другой. <...> В конце перечисления было названо еще и имя ленинградского физика Матвея Петровича Бронштейна. <...> Дау был потрясен. <...> Дау очень любил и ценил его и гово-

рил, что “Аббат” — единственный человек, который повлиял на него “при выработке стиля”».

В апреле 1938 г. «исчез» и Ландау, но всего на год. Выйдя из тюрьмы в конце апреля 1939-го, он через несколько недель приехал в Ленинград и пришел к Чуковской. Она записала тогда в дневнике:

«Он снял с моей души камень. А я и не знала, что камень был такой тяжелый. Мне казалось, я об этом и не думаю... Перед уходом спросил:

— Вам меня не больно видеть?

— Нет. Нет. Честное слово, нет.

— А если вам будут нужны деньги — вы мне напишете?

— Напишу. Честное слово».

Тридцать лет спустя она пояснила, что подумала, узнав об аресте Ландау:

«Кроме острой боли за него, я испытала дополнительную боль: а вдруг они по общему делу, — Митя и Лева — вдруг у Мити вынудили дать какие-нибудь показания против Лева? Камень этот был снят с моей души Левиным появлением и Левиным

рассказом: его “дело” не было связано с Митиным».

А вопрос Ландау означал, не больно ли ей видеть его, когда ее Митя не вернулся.

О том, что Митя никогда не вернется, она узнала достоверно лишь в декабре 1939 г.

Двадцать лет имя М.П.Бронштейна публично не произносилось. Как только началась реабилитация памяти страны, Ландау всем, чем мог, помогал Лидии Корнеевне: написал письмо в прокуратуру в поддержку просьбы о реабилитации Бронштейна, выступил свидетелем в суде, подтверждая факт их бракосочетания (чтобы переиздавать книги Бронштейна), написал предисловие к переизданию «Солнечного вещества».

Суммарное краткое определение содержит запись в дневнике Л.К.Чуковской 1962 г.:

«3 дня назад в тяжелом состоянии отправлен в больницу Дау. Катастрофа с машиной. Дау, Митин брат, мой брат... Дау, всегда приходивший мне на помощь. Дау — независимый, пылкий, умный, гениальный, вздорный, добрый».

Литература

1. Выписки из старых писем, сделанные Е.Н.Каннегисер и присланные автору статьи. Личный архив Г.Е.Горелика.
2. Личный архив Г.Е.Горелика.
3. Гамов Г., Иваненко Д., Ландау Л. Мировые постоянные и предельный переход // ЖРФХО. Ч. физ. 1928. Т.60. №1. С.13.
4. Окунь Л.Б. Фундаментальные константы физики // УФН. 1991. №9. С.177—194.
5. Френкель В.Я., Джозефсон П. Советские физики — стипендиаты Рокфеллеровского фонда // УФН. 1990. №11. С.130—131.
6. Бронштейн М.П. Новый кризис теории квант // Научное слово. 1931. №1.
7. Rosenfeld L. On quantum electrodynamics // Niels Bohr and the development of physics / Ed. W.Pauli. L., 1955. P.70.
8. Landau L., Peierls R. // Z. Physik. 1931. V.69. S.56.
9. Bronstein M.P. On the expanding universe // Physikalische Zeitschrift der sowjetunion. 1933. V.3. P.82.
10. Bohr N., Rosenfeld L. Zuer Frage der Messbarkeit der elektromagnetischen Feldgroessen // Kgl. Danske Vedensk. Selkabs., Math.-Fys. Medd. 1933. Bd.12/ №8. S.3—65.
11. Bohr N. Collected Works. V.9. Nuclear Physics. 1929—1952. Amsterdam, 1986. P.571.
12. Бронштейн М.П. К вопросу о релятивистском обобщении принципа неопределенности // ДАН СССР. 1934. №1. С.388—390.
13. Bronstein M.P. Quantentheorie Schwacher Gravitationsfelder [Квантовая теория слабых гравитационных полей] // PZS. 1936. Bd.9. / Рус. пер. в кн.: Эйнштейновский сборник. 1980—1981. М., 1985. С.267—282.
14. Бронштейн М.П. Квантование гравитационных волн // ЖЭТФ. 1936. Т.6. С.195—236.
15. Гейзенберг В., Паули В. К квантовой динамике волновых полей (1929) // Паули В. Труды по квантовой теории. М., 1977. С.32.
16. Чуковская Л. Прочерк // Сочинения: В 2 т. Т.1. М., 2001. С.75.

М.А.Корец и Л.Д.Ландау в кольце харьковских спецслужб

Ю.Н.Ранюк,

доктор физико-математических наук

Харьковский физико-технический институт

Известно, что арест Л.Д.Ландау, произведенный в Москве в 1938 г., и тюремное заключение, продолжавшееся в течение года, были связаны с так называемой «антисоветской» листовкой, написанной им вместе со своим близким другом, тоже физиком, М.А.Корecem, который получил по этому «делу» полный срок и вернулся только через 18 лет.

Листовка призывала к свержению Сталина, ставя знак равенства между сталинизмом и фашизмом, но при этом вовсе не была антисоветской. И Ландау, и Корец в ту пору исповедовали веру в социализм. Похоже, тогда они еще были убеждены, что в идеале советская власть — наиболее совершенный тип правления, и считали, что существуют способы снять расхождения идеала с практикой, — позиция, ставшая спустя годы государственной.

В пору пропаганды «социализма с человеческим лицом» «дело» Ландау было извлечено из Архива КГБ и почти полностью опубликовано в «Известиях ЦК КПСС» (1991. №3). Вслед за этим в «Природе» (1991. №11) появилась статья Г.Е.Горелика, также изучившего это «дело», если можно так сказать, в подлиннике и представившего его разносторонний анализ.

Горелик не в последнюю очередь обращает внимание на то, что следствие по делу Ландау велось с несколько неожиданным уклоном. Несмотря на вопиющую крамолу, содержащуюся в листовке (одна подпись чего стоит: «Московский комитет антифашистской рабочей партии»), следователи пытались сфабриковать версию антиправительственного заговора на других фактах. Их интересовали не московские события, а то, что происходило в Украинском физико-техническом институте (УФТИ), в Харькове, где Ландау и Корец работали до 1937 г. и откуда, попросту говоря, бежали. Воспроизводимая здесь статья Ю.Н.Ранюка уже печаталась в нашем журнале (1995. №12), но оказалась очень уместной в номере, посвященном 100-летию Ландау, и мы решились на повторную публикацию. Статья ведет нас к порогу харьковской драмы, к моменту, когда появились первые признаки пожара, в котором сгорел выдающийся физик-экспериментатор Л.В.Шубников, а вместе с ним его коллеги В.С.Горский и Л.В.Розенкевич, тяжело пострадали И.В.Обреимов, А.Вайсберг, Ф.Хоутерманс* и другие сотрудники УФТИ. Сигналом к началу этой акции государственного террора послужил первый, харьковский арест Кореца, за которым, в конце 1936 г., последовало увольнение Ландау из университета. В знак протеста университет покинул и Шубников, направив 27 декабря ректору письмо, в котором назвал Ландау самым крупным физиком-теоретиком страны, ученым с мировым именем, и заявил, что в условиях такой необоснованной травли оставаться работать не считает возможным. «Прошу о немедленном увольнении», — писал Шубников, который сам стоял на краю пропасти.

В дополнение к тому, что будет сказано, нельзя не отметить, что последние двадцать с лишним лет жизни Моисея Абрамовича Кореца были тесно связаны с «Природой». С 1958 г. и до начала 80-х он работал редактором в отделе физики журнала. Старожилы вспоминают его как энциклопедически образованного, в высшей степени доброжелательного и безусловно порядочного человека, помнят и его необыкновенные чувства уважения и привязанности к Ландау.

* Фридрих Хоутерманс (1903—1966), немецкий физик, эмигрировавший в СССР после прихода к власти нацистов, был в 1937 г. арестован в Харькове и приговорен к тюремному заключению. Во время войны вновь оказался в Германии. Его необычная судьба выглядела почти детективной. Но тайны развеялись, когда вышла книга выдающегося историка науки В.Я.Френкеля (к сожалению, уже после его смерти) «Профессор Фридрих Хоутерманс: работы, жизнь, судьба» (СПб., 1997).

Теперь уже почти забыта полная драматизма история Украинского физико-технического института 1935—1936 гг. Арест в 1935 г. молодого сотрудника института Моисея Абрамовича Кореца стал кульминационным моментом конфронтации, которая жестоко разделила институт на две враждебные группировки. В борьбе за освобождение Кореца приняли участие такие видные ученые, как Л.Д.Ландау, Л.В.Шубников, И.В.Обреимов и другие. «Дело Кореца» содержало в себе зародыш репрессий 1937—1938 гг., когда почти все более или менее видные ученые УФТИ были арестованы.

В основу статьи положены документы, которые сохранились в архивах Харьковского областного управления КГБ и Харьковского обкома КПСС*. Кроме того, в ней использованы воспоминания бывшего сотрудника УФТИ и активного участника описываемых событий Александра Семеновича Вайсберга**. (К сожалению, архивы УФТИ довоенного периода не сохранились.)

УФТИ накануне разгрома

Итак, в апреле 1934 г. директор УФТИ Александр Ильич Лейпунский выезжает по командировке Наркомтяжпрома на стажировку в Германию и Англию. На его место назначается никому не известный и непонятно откуда взявшийся Семен Абрамович Давидович. (Произошло это 1 декабря 1934 г., в день убийства С.М.Кирова.) Вскоре, в марте 1935 г., институту был

поручен ряд технических заказов, имеющих военное значение: разработка мощных генераторов коротких волн, авиационного двигателя с жидководородным топливом и др.

Как только стало известно, что институт будет заниматься оборонной тематикой, Харьковское управление НКВД и Обком партии немедленно занялись разработкой мероприятий, обеспечивающих режим секретности. УФТИ становится прообразом будущих почтовых ящиков.

Научные сотрудники, а особенно научные руководители, встретили новые порядки в штыки. Ольга Николаевна Трапезникова (жена Льва Васильевича Шубникова) вспоминает, что она прикрепляла свой пропуск к ошейнику собаки, которая ходила вместе с ней на работу. (Об этом она пишет во вступлении к книге: *Шубников Л.В.* Избранные труды, воспоминания. Киев, 1990. С.288.) Ландау и Хоутерманс цепляли пропуска к спине, а то и ниже, выражая тем самым свой протест. Кроме усиления охраны и учреждения секретного отдела, был составлен список подлежащих увольнению лиц, не пользующихся политическим доверием. В список, естественно, попали, кроме прочих, иностранные специалисты, в том числе и Вайсберг.

Видные ученые института, которые определяли научную политику, с самого начала в военной тематике не участвовали. Возможно, они отказались сами. А может быть, их отстранил директор.

Военная тематика стала приоритетной (в частности, занятым в ней сотрудникам платили зарплату выше, чем другим). Институт раскололся на два лагеря, каждый из которых имел своих покровителей. С одной стороны оказалось научное руководство, поддерживаемое Наркомтяжпромом в лице Пятакова и Бухарина, а также некоторыми членами ЦК ВКП(б). По другую сторону баррикад находились ди-

ректор института, партийная и профсоюзная организации, а также Харьковское управление НКВД и Обком партии.

Вот что пишет свидетель и участник тех событий А.С.Вайсберг в своей книге «Большая чистка»:

«Дела в институте шли все хуже и хуже. Наконец, ведущие сотрудники института приняли решение прекратить дальнейший развал работы. Они собрались вместе и написали заявление в ЦК партии с просьбой отозвать Давидовича и вновь доверить руководство институтом Лейпунскому...

Колебалась не только партийная организация УФТИ, колебался также харьковский НКВД, стоящий на стороне Давидовича, и очень осторожно брался за дело. Давидович требовал, чтобы кого-нибудь арестовали. Но тогда еще не решались трогать Ландау, всемирно известного ученого, или арестовать меня, иностранца. (Двумя годами позже с особым удовольствием стали арестовывать именно иностранцев.) Они выискивали в нашей группе самого незащищенного человека. Им оказался молодой аспирант по фамилии Корец, работавший у Ландау. Корец боготворил Ландау и с большим азартом участвовал в борьбе с Давидовичем. Он якобы утаил свое социальное происхождение. Корец при поступлении в институт передал комсомольской организации свою полную автобиографию, а вторую, краткую, — в институт. В полной автобиографии он упомянул, что во время гражданской войны его мать, борясь с нуждой, недолго занималась торговлей. В действительности же она продавала на рынке картошку и яблоки, которые приносила на себе из деревни в Свердловск. На эти доходы одинокая женщина растила двоих детей. В краткой биографии, написанной для института, Корец опустил эту деталь. В конце концов институт был административ-

* Дело № 7771 по обвинению Кореца Моисея Абрамовича по ст.97 УК УССР (архивный №09391). Архив Харьковского областного управления КГБ. Протоколы заседаний Харьковского обкома КП(б)У. Харьковский областной партархив. Ф.2. Оп.1. Д.325. Л.52.

** Weissberg A. The Accused. Politcrimes and Offence in Russia. N.Y., 1951; Wielka czystka // Czytelnik. Warszawa. 1990. С.210—218.



У входа в лабораторный корпус УФИ. Первый ряд: Л.В.Шубников, А.И.Лейпунский, Л.Д.Ландау, П.Л.Капица. Второй ряд: Б.Н.Финкельштейн, О.Н.Трапезникова, К.Д.Синельников, Ю.Н.Рябинин. 1934 г.



В тот же день в криогенной лаборатории. Слева от П.Л.Капицы и Л.В.Шубникова — Л.Ф.Верещагин и Ю.Н.Рябинин.

ной, а не политической организацией. Давидович пытался через Кореца добраться до нашей группы.

Он передал дело в партком, и Корец был исключен из комсомола как «классово чуждый

элемент», скрывший свое буржуазное происхождение. Это не удовлетворило Давидовича. Ему хотелось нас запугать. Позже, через несколько недель, Корец был арестован. Это действительно парализовало инициати-

ву нашей группы. Ландау был единственным, кто не сломался. Мои друзья полагали, что теперь и я находился в очень опасном положении».

Научные руководители УФИ в своих письмах требовали срочного возвращения находившегося на стажировке в Англии Лейпунского. Он был в курсе происходящего (его об этом постоянно информировали письмами А.С.Вайсберг и Л.Д.Ландау), и осенью 1935 г. приехал в Харьков. 29 ноября он вновь назначается директором УФИ вместо Давидовича. Соответствующий приказ по институту был издан 1 декабря. По времени это совпало с арестом Кореца.

«Произведенными действиями установлено...»

В Архиве Харьковского областного управления КГБ хранится «Постановление по делу 7771», где оперуполномоченный сообщает о необходимости

привлечь Кореца М.А. в качестве обвиняемого, поскольку «произведенными действиями установлено, что Корец М.А. является участником контрреволюционной подпольной группы, проводит разложенческую работу среди сотрудников УФТИ и занимается контрреволюционной агитацией».

При обыске 27 ноября 1935 г. были изъяты паспорт, письма, профбилет, записные книжки. На протоколе обыска есть подпись венгерского физика-теоретика Л.Тиссы, работавшего в то время в УФТИ.

В «Анжете арестованного» приведены следующие сведения:

1. Корец
 2. Моисей Абрамович
 3. 12 ноября 1908 г.
 4. г. Севастополь, Ялтинская улица
 5. Харьков, Чайковского 16, кв. 21
 6. научный работник, физик
 7. УФТИ, университет
 8. Паспорт выдан в Свердловске, прописан в Харькове 5.04.35 г.
 9. Отец кустарь, до революции имел мастерскую по ремонту часов, имел одного ученика
 10. а) жил при родных
б) учился
 11. Высшее, физик
 12. Состоял в ВЛКСМ с 1926 по ноябрь 1935 г., исключен за отрыв от комсомола и сокрытие соцпроисхождения
 13. Еврей, гражданин СССР
 14. Жена Эпштейн Элеонора Лазаревна, две маленькие дочери, отец — Абрам Моисеевич, мастер «Коопчас», мать Корец Слава Филипповна, проживает в г.Воронеж.
- Арестован 28.11.35, 2-е отделение спецкорпус ХОУ НКВД».

«Через несколько дней после ареста на открытом общепринститутском собрании началась проработка Кореца, — свидетельствует А.С.Вайсберг. — Один за дру-

гим поднимались сотрудники института и с глубоким негодованием говорили о тайном враге, шпионе, который прокрался в институт. Я долго колебался, идти или не идти на собрание. Комаров, который как старый коммунист хорошо знал настроения в партии и внутренне был на нашей стороне, уговорил меня пойти. Он сказал: «Алекс, если ты сегодня не пойдешь, то, возможно, тебя арестуют или, в лучшем случае, вышлют из страны. Этот конфликт будет решаться не в Харькове, последнее слово скажет ЦК в Москве. Нет никакого смысла демонстративно не идти на собрание. ГПУ воспримет это как провокацию. Давидович только этого и ждет. Не доставляй ему удовольствия».

Я подчинился и пошел на собрание, при голосовании поднял руку за резолюцию, осуждающую Кореца. И теперь, когда я пишу эти строки, меня жжет чувство стыда. За все время моего членства в партии и пребывания в Советском Союзе я не совершил более злого поступка и осознаю это».

Этот поступок, кстати говоря, не избавил Вайсберга от ареста, а Комарова — от расстрела.

А вот «Характеристика», данная руководством Института:

«...В УФТИ Корец прибыл из Уральского физико-технического института 13.03.35 г. и поступил на работу инженером теоретической группы, на этой должности он работал до 14.11.35 г., т.е. до увольнения из института за сокрытие соцпроисхождения. Как специалист-физик Корец для УФТИ ценности не представлял... Был активным участником группы, борьба которой против дирекции и оборонных работников ударяла по выполнению оборонной тематики УФТИ. Корец, прикрываясь комсомольским билетом, активнейшим образом сколачивал эту группу, создавая впечатление согласованности действий этой группы с комсомольской и партийной организациями. Он выдвигал положение, что научный уро-

вень УФТИ снижается, так как много ведется работ технического характера (в то время были получены распоряжения об увеличении работ оборонного порядка), требовал снижения заработной платы сотрудникам, выполнявшим оборонные задания, отстаивая уравниловку в зарплате, высмеивал работников, выполнявших оборонные задания и т.д. Вообще работа Кореца была направлена на срыв тем. фин. плана и, в частности, заданий оборонного значения.

Директор УФТИ
Секретарь ПК
Председатель МК»

Показания

Из протокола допроса М.А.Кореца от 9 декабря 1935 г.:

«Вопрос. Следствием установлено, что вы, будучи на работе в УФТИ, проводили работу, направленную к срыву заданий, имеющих оборонное значение, детализируйте следствию эти данные.

Ответ. Никакой работы по срыву оборонных заданий в УФТИ я не проводил. По вопросу же реорганизации нашего института, т.е. разделения его на три института, я вел разговоры со своими научными работниками, считая, что это является положительной стороной моего предложения, этот разговор я вел с научным работником Ландау и др.».

22 декабря 1935 г.:

«Вопрос. Вам предъявляется обвинение в том, что, будучи работником УФТИ, злоупотребляли своим служебным положением, проводили работу против выполнения институтом заданий оборонного значения, заявляя, что спецоборонная работа снижает теоретический его уровень, требуя снижения заработной платы работникам, занятым на спецоборонной работе, группируя на этой почве вокруг себя других лиц, а также иностранных специалистов, т.е. в совершении вами преступлений, предусмотренных ст.97 УК УССР, признаете ли вы себя [в] этом виновным?



Л.Д.Ландау в харьковский период (предположительно).

Ответ. Виновным себя в предъявленном мне обвинении, т.е. в совершении мною преступлений, предусмотренных ст.97 УК УССР, я не признаю, что же касается моих разговоров против выполнения оборонной работы, то я такие разговоры вел, только не против ее выполнения, а против той организации руководства выполнением оборонной работы, которую организовало руководство института, в частности, директор института Давидович и, по моему мнению, такая организация снижала как теоретический уровень института, так и качество выполнения самой оборонной работы...».

Из протокола допроса свидетеля Пятигорского от 5 декабря 1935 г.:

«**Вопрос.** Что вам известно о контрреволюционной деятельности Кореца и его связях?»

Ответ. Мне известно, что в нашем институте существовала антисоветская группировка, в состав которой входили Корец, Ландау, Шубников, иностранные подданные, прибывшие из Германии, Вайсберг и Рузманны, прибывшие тоже из Германии.

Все вышеупомянутые лица были тесно связаны между собой и проводили в институте работу по срыву выполнения специальных заданий оборонного значения, причем все это они маскировали внешне под видом личных недовольств руководством института и дирекцией.

Вопрос. Какие факты вам известны?

Ответ. Факты срыва таких заданий мне лично неизвестны, но факты агитации за саботаж выполнения оборонных мероприятий мне известны от отдельных лиц группировки. К примеру:

В конце с.г. меня встретил по дороге Вайсберг и предложил зайти с ним в кафе поговорить, «я вас угощу», я, не отказавшись, зашел.

Вайсберг сразу начал мне высказывать недовольство своим служебным положением, говоря, что в нашем институте сейчас очень тяжелое положение и он идет к развалу, потому что руководство института, а особенно партийцы не подходят к этой работе, и они тянут институт вниз, а не вверх, и что работы оборонного значения были бывшим зам. директора Гем в Москве выпрошены, а поэтому единственный выход из создавшегося положения — это иметь в институте партийцев рабочих, которые не мешали бы в работе.

В таком же духе со мной вели целенаправленные разговоры и Ландау, говоря, что научные работники-партийцы, которые стоят во главе института, хотят развалить работу института, а для этого они набрали заданий оборонного значения, что снижает общий уровень института...

С Корец в последнее время был в наилучших отношениях». Из протокола допроса свидетеля Давидовича:

«Бывший сотрудник института Корец... начал группировать вокруг себя отдельных специалистов, особенно иностранно-подданных, как Вайсберг и др., выдвигая под видом улучшения работы института идею о его разделении на три самостоятельные единицы, что выполнение спецзаданий институтом тянет его с научной стороны вниз, нам надо больше заниматься теоретическими работами, под таким видом Корец вел все время среди научных работников разложенческую работу, все свое внимание сосредоточив на дискредитации руководства института...»

Свидетель Кравченко показывал:

«...Борясь против оборонной тематики, группа научных работников вместе с Корецом часто собиралась на квартирах и обсуждала какие-то положения программы борьбы против дирекции... За три-четыре месяца эта группа непрерывно держала институт в лихорадке, что очень сильно отразилось на сроках выполнения правительственных заданий, и только благодаря большевистской бдительности дирекции и спецработников они не были сорваны».

В итоге Корец был обвинен в том, что «проводил дезорганизаторскую работу среди сотрудников института по срыву выполнения заданий оборонного значения». Суд, состоявшийся 26 февраля 1936 г., приговорил его к «лишению свободы в общих местах заключения сроком на один год».

Письмо Ландау в защиту Кореца

Тем временем друзья Кореца предпринимали все возможное, чтобы выволить его из беды. Одно из документальных доказательств сохранилось. Это письмо Ландау, адресованное наркому внутренних дел Украины Балицкому (получившему прозвище Гильотина Украины). Вот оно:

«31.12.35 г.

Уважаемый товарищ
Балицкий!

Обращаюсь к Вам с просьбой вмешаться в разбор дела сотрудника Украинского физико-технического института инженера Кореца, арестованного 28 ноября с.г. Тов. Корец был в течение последнего года моим ближайшим сотрудником. Я хорошо знал его в личной жизни как человека, бесконечно преданного советской власти. Вместе с ним мы поставили себе задачу сделать все, что в наших силах для того, чтобы сделать науку в нашей стране первой в мире. Я совершенно не могу себе представить, чтобы этот человек мог сделать что-либо враждебное политике партии. Мне не удалось узнать что-нибудь определенное о причинах его ареста. Я не могу не связать его с деятельностью бывшего директора Давидовича. Внутри института Давидовичем была создана атмосфера грязных интриг и грубой травли. Большинство основных сотрудников института считают, что Давидович разваливает институт, и возбуждали перед центральными органами просьбу о его снятии. В ответ на это Давидович пытался всюду и везде представить дело так, что сотрудники института борются не с ним, а с порученными институту спецработами. В частности, такие обвинения Давидович распространял по отношению ко мне и поэтому я с полной ответственностью могу утверждать, что они представляют собой грубую ложь, не имеющую никакого обоснования в реальной действительности. В настоящее время эти возмутительные обвинения отпали со снятием Давидовича и назначением ЦК ВКП(б) на его место Лейпунского. Я не сомневаюсь в том, что Давидович и его помощники могли систематически вводить в заблуждение органы НКВД, не считая удобным слишком грубо клеветать на меня, старались представить

в виде главы заговора моего ближайшего сотрудника и помощника. Вся деятельность товарища Кореца в УФТИ происходила на моих глазах, и я готов в любое время дать исчерпывающие показания по его поводу. Я очень просил бы Вас, если Вы найдете это возможным, предоставить мне случай в личной беседе с Вами переговорить о деле Кореца.

Научный руководитель
теоретического отдела УФТИ

ЛДЛандау

Харьков, Чайковского 16»

13 мая 1936 г. спецкомиссия Харьковского областного суда заново рассматривала «дело Кореца» и нашла следующее:

«1). Что директор института Давидович впервые высказался в июне месяце 1935 года за разделение института на две части, из которых одна часть института занималась бы вопросами военной тематики.

2). Что Давидович сам внес разложение в среду научных работников своим неумелым руководством, грубо обращался с научными сотрудниками.

3). Что подсудимый Корец никогда не проводил работы к срыву оборонных заданий, что могут подтвердить бывший секретарь парткомитета Музыканский Семен Петрович и научный работник института Лифшиц Евгений Михайлович...»

Дело было послано на исследование, и лейтенант госбезопасности Фрей (один из антигеров повести И.Багряного «Сад Гефсиманский») на сей раз будто бы «нашел, что проведенными дополнительными следственными мероприятиями по делу Кореца материалов в достаточной мере по привлечению его в качестве обвиняемого не добыто». Дело было прекращено.

Научные руководители УФТИ могли праздновать победу. При поддержке Наркомтяжпрома и ЦК им удалось практически по всем пунктам добиться своего: Давидович на посту директора был заменен Лейпунским, Корец освобожден из тюрьмы



М.А.Корец в 1935 г.

и восстановлен на работе в институте. Противная сторона — Харьковские НКВД и Обком партии — вынуждены были временно капитулировать и оставить УФТИ в покое.

Краткое послесловие

Но... из Харькова в Воронежское НКВД отправилось сов. секретное сообщение:

«...В настоящее время мы приступили к ликвидации всей контрреволюционной вредительской группы в УФТИ и материалами следствия, полученными нами, установлено, что Корец является одним из активных участников указанной контрреволюционной группы и ближайшим другом руководителя этой группы троцкиста профессора Ландау.

Корец нами намечен к аресту. Просим срочно установить Кореца М.А., взять его до ареста в активное агентурное обслуживание и информировать нас о всех добытых там материалах».

Отсюда становится понятным дальнейший ход событий — «агентурное обслуживание» Ландау и Кореца в Москве и их арест. ■

Тревожное лето в Теберде

Е.Ф.Пуриц

В тысяча девятьсот тридцать седьмом, или — как стали называть его впоследствии — в «тысяча девятьсот проклятом году», я и Катя Малкина, моя близкая приятельница и приятельница Юры Румера, поехали летом в Теберду. Дау и Румер тем летом жили там же.

В Теберде существовал в то время санаторий КСУ (Комиссия содействия ученым), именовавшийся Дау «Ксучьим домом», или «Ксучником». В этом санатории и жили тогда Дау и Румер, дружески расположенные друг к другу.

Дружба их была, правда, несколько своеобразной, что объяснялось характером и поведением Дау. Дау, если вникнуть поглубже, — человек стеснительный, деликатный, беззащитный и беспомощный — проявлял себя внешне чрезвычайно резко и задиристо.

Он придумывал различные «дразнилки» для людей, с которыми общался, и, как это бывает у школьников, дразнилки эти повторялись очень часто и произносились особым «дразнильным» тоном. Румера Дау дразнил за то, что, по его мнению, Юра (или Рум, как звал его Дау) недостаточно и не всегда занимался наукой. Дразнение же было основано на всяческих перепевах названия статьи Энгельса «Роль труда в процессе очеловечивания обезьяны».

Елена Феликсовна Пуриц (1910—1997) родилась и умерла в Санкт-Петербурге. Занималась немецкой литературой. Преподаватель, переводчик Гейне. См. ее очерк: О Дау // Вестник. 2004. №5 (США).

Отсюда выводилось, что не занимающиеся трудом люди вновь превращаются в обезьян, и бедного Рума Дау непрестанно спрашивал, какова жизнь на деревьях, не начал ли отращивать хвост и т.п. Румер, который был старше Дау, не обижался ни на какие новые варианты дразнилок, а относился к Дау не только нежно, но и с восторженным поклонением. Он хорошо понимал, что уже сделал, и что еще может сделать в науке его двадцатидевятилетний задиристый забияка-приятель.

Предметом насмешек над Румом было умение этого милого и обаятельного человека легко вступать с людьми в дружеские отношения. Это свойство своего приятеля Дау объяснял принципом «всякая веревочка пригодится в хозяйстве». Румер вместе со всеми нами смеялся над этими наблюдениями и анализом его характера и не обижался.

Но так было не со всеми людьми, с которыми общался Дау. Его резкий тон, его «дразнилки» и насмешки, его парадоксальные неожиданные и нетривиальные суждения, его умение высказывать людям в глаза весьма неприятные истины, его неприятие на веру никаких установленных авторитетов отвращали от него людей, а иногда и делали их его врагами.

Расскажу сначала об одном смешном случае, когда Дау получил явный и неожиданный отпор. В санатории жили некие альпинисты, муж и жена, с ними был их четырехлетний сын. Ро-

дители за несколько лет взращивания сына соскучились, видимо, по горным прогулкам и пытались, как только представлялась возможность, хоть на несколько часов подкинуть ребенка знакомым. Подкидывали его и нам.

Ребенок был мил, очень кроток и хорош собой, особенно были заметны его ярко-желтые волосы. И вот взрослый Дау стал дразнить мальчика, называя его «цыпленком». Мальчику это не нравилось, он обижался, дулся, но Дау не отставал и при встречах неизменно повторял его прозвище.

Но однажды, по-видимому, тщательно подготовившись и подумав, мальчик в ответ на очередного «цыпленка» громко и четко сказал: «А ты сам — петух».

Это было очень смешно: и вправду длинноногий и худой Дау с руками, которые он часто прижимал к бокам и сгибал в локтях и запястьях, с высоким взбитым над лбом чубом был несколько похож на изрядно похудевшего задиристого петуха. Все расхохотались, больше всех смеялся и восторгался Дау.

В санатории жил тогда Николай Николаевич Асеев. Не помню, знал ли и любил ли Дау стихи Асеева, вообще стихи он любил чрезвычайно, но подбор любимых, известных наизусть и произносимых особым голосом стихов был очень индивидуален. К самым любимым относились баллады, например, «Замок Смальгольм» Вальтера Скотта, «Коринфская невеста» Гете; я ясно помню до сих пор, как Дау произносит глухим и устрашаю-

щим голосом строфу из «Коринфской невесты»:

«Mutter, Mutter spricht sie hohle
worte
Ihr misgoennt mir diese shoene
Nacht» и т.д.

Но о знакомстве с Асеевым и об одном разговоре с ним я хочу рассказать, чтобы показать, как Дау мог говорить неприятные истины людям, которые ему нравились и которым он явно симпатизировал. Дау спросил Асеева, как тот узнаёт об отношении читателей к его стихам. Асеев ответил, что книги его стихотворений быстро расходятся, что купить их трудно. Бывают у него творческие вечера, где читатели говорят о нем и его стихах. Дау ответил, очень быстро и резко, что не представляет себе, как умный человек может не понимать, что исчезновение тиражей книг ничего не означает при огромном количестве библиотек, закупающих в обязательном порядке книги признанного поэта, а выступления на читательских вечерах заранее подготовлены и апробированы. Асеев заметно огорчился. Дау был несколько смущен, но считал, по-видимому, невозможным скрывать свое отношение даже к таким, не очень для него важным вещам. Но были и случаи более сложные, судить о которых и понять которые я, конечно, не могу, могу только высказать некоторые предположения.

В санатории жил в то время Abram Федорович Иоффе. Дау часто говорил, каким замечательным учителем был Abram Федорович, и о том, как он благодарен ему как человеку, у которого он многому научился.

Умение быть благодарным, чувствовать и проявлять благодарность Дау ценил очень высоко и считал важнейшим качеством, присущим только хорошим людям.

Между тем отношения между бывшим учителем и «победителем-учеником» были либо весь-



Ландау любил отдыхать в горах. Встреча в Сванетии: Е.М.Лифшиц, Л.Д.Ландау, И.Е.Тамм. 1950-е годы.

ма холодными, либо их вовсе не было. По-видимому, Дау считал, что то, что Abram Федорович сейчас делает в науке, не только не приносит ей пользу, но даже вредит ей. Дау же относился к науке так, что тут невозможны были ни поблажки высоким авторитетам, ни пиетет, ни равнодушие, ни компромиссы. В нем была очень сильна страсть к науке, желание трудиться для нее всегда и как можно больше. И это приносило счастье, если не все счастье, то большую его часть.

«Ты же не знаешь, как устроен мир», — много раз говорил мне Дау. Узнавать и знать, как «устроен мир», было для него первейшим и важнейшим делом.

Из гуманитарных наук Дау признавал, по-моему, только историю и проявлял при этом всяческую эрудицию. Я помню, как он перечислял годы восшествия на престол и годы смерти римских пап. Хронологические таблицы тут гораздо длиннее, чем хронология царствований: кардиналы обычно избираются на папский престол уже старцами, и смена происходит часто. Можно было сколько угодно проверять правильность дат, ошибок

никогда не бывало. Память у Дау была феноменальной.

Такие гуманитарные науки, как, например, литературоведение, искусствоведение и пр., не признавались им вовсе и именовались «кислощенскими», а люди, занимающиеся ими, — «кислощенцами» (от выражения «профессор кислых щей»).

Но кроме термина «кислощенец», существовал еще целый ряд наименований для неугодных людей. Например, «постник» — человек, любящий скуку (более смягченный вариант — «постникоид»), «гнус» и т.д. Были и определения не понравившихся теорий, идей или суждений — «агрессивная ахинея», «тривьяльность» (именно так произносил он слово тривияльность) и «жалкий балаган» для не понравившегося фильма, пьесы и т.д.

Это лето — лето 1937 г. — могло бы вспоминаться как время, проведенное с приятностью и удовольствием. Ведь мы общались с интересными людьми, нам было мало лет, мы участвовали в прогулках и экскурсиях по очень красивым местам. Дау еще часто играл в теннис (играл очень плохо, но считал, что че-

ловец не в праве отказываться от тенниса и лыж), мы вчетвером подружились, и это тоже было важно и хорошо.

Несмотря на все это, в воспоминаниях о том лете преобладает что-то мрачное и тягостное. Тридцать седьмой год уже проявил себя достаточно: многие исчезли таинственным образом («нигилировались», «заэкранировались», — говорил Дау). Было ясно, что этот проклятый год только набирает силу и еще покажет себя. Много было страхов и ужасных домыслов, но действительность потом превзошла их во много раз.

Нельзя сказать, что мы думали только об этом, но чувство близкой и почти неминуемой гибели часто возникало в нас так же, как и в большинстве людей того времени.

Мы пытались доискаться слепо, по какой закономерности, по какому принципу исчезает тот или иной человек. Почему, например, физиков берут больше, чем математиков или биологов (как известно, очередь биологов пришла значительно позднее).

И Дау, который так легко и быстро и нетривиально создавал различные теории для фактов обыденной жизни — существовала, как известно, теория брака, любовных отношений, классификация для женской красоты и т.п. — с раздражением и удивлением повторял: «Я не понимаю, не понимаю», при этом было очевидно, что это словосочетание ему не приходилось раньше часто произносить.

Перед отъездом домой мы отправились на «кучью» базу на Домбае. Там уже был настоящий горный пейзаж, видны снеговые вершины. Одну ночь мы решили провести вне дома, в ожидании рассвета. И видя перед собой эту великую красоту, ощущая покой и холод, мы всю ночь думали о смерти, и когда молчали — тоже думали о ней.

В Теберде, готовясь к отъезду, мы наслушались разных страшных рассказов. Между

прочим, много говорилось о том, что теперь людей часто арестовывают не обычным способом — ночью, с понатыми и «бледным от страха оправдом», а прибегают к неожиданным и изощренным приемам. Берут иногда в доме отдыха или в санатории, часто в момент отъезда оттуда, иногда в пути, например, в поезде и т.п.

День отъезда приближался и мы, разумеется, тоже размышляли о возможности применения к нам этих новых оригинальных приемов.

Путешествие из Теберды в Москву было довольно неудобным: нужно было ночью на автобусе ехать на станцию и там садиться в общий вагон, который затем где-то прицепляли к московскому поезду.

В день отъезда мы пошли на прощальный концерт в санаторий, но ушли, не дождавшись конца, чтобы немного поспать перед автобусом.

Когда мы вышли из санатория, к его подъезду подкатила блестящая черная машина, а из нее появились четверо в шапках с голубым верхом и направились прямо к нам.

Дау как-то нервно захихикал, остальные боялись молча. Один из энкаведешников спросил, не знаем ли мы, как попасть на концерт. Не помню, что мы ответили, но помню, что Дау продолжал еще некоторое время смеяться. Потом мы молча разошлись. Дау и Рум пошли в санаторий, мы — в комнату, которую снимали.

В вагоне поезда было много народу, но у нас было четыре места вместе, и мы несколько приободрились. Под утро в вагон неожиданно вошел проводник, направился прямо к Дау и спросил: «Как Ваша фамилия?». «В чем дело?» — спросил Дау. Я очень хорошо помню, что три лица, обращенные к проводнику, были совершенно белого цвета, так же выглядела, несомненно, и я, мы смертельно испугались. «Моя фамилия Ландау», — сказал бедный Дау. «А, ну,

не то, не то, тут телеграмма», — пробормотал проводник и ушел.

Через несколько часов мы подъехали к Харькову. На перроне Дау ждали физики, работавшие с ним вместе в Институте до его переезда в Москву. Они стали рассказывать. Фамилии исчезнувших людей, друзей и сотрудников назывались одна за другой. Я помню, что отметила для себя необыкновенный пиетет, с которым эти молодые люди разговаривали с Дау. Они как отчитывались перед одним из важнейших людей, занимавшихся физикой, в том, что делали и делают в этой науке.

Было ясно, что если бы Дау не уехал в свое время из Харькова в Москву, его бы тоже не было среди живых. В конце перечисления было названо еще и имя ленинградского физика Матвея Петровича Бронштейна. По слухам, он был взят в Киеве, где гостил летом у родителей.

Мы испытали ужас и горе. Дау был потрясен всем, что пришлось услышать, но я думаю, что особенно поразила его вероятность гибели Матвея Петровича, прозвищами которого были Эмп и Аббат. Дау очень любил и ценил его и говорил, что Аббат — единственный человек, который повлиял на него «при выработке стиля».

Справиться с мыслью о насильственной гибели этого блестяще одаренного, умного, необыкновенно образованного и необыкновенно доброго человека было очень трудно.

По приезде в Москву мы узнали, что жена Румера недавно получила веселое и милое письмо от Эмпа из Киева. Мы подумали, что, может быть, сведения, полученные в Харькове о Матвее Петровиче, неверны, и Дау попросил меня позвонить ему из Ленинграда, если окажется, что с Аббатом все пока благополучно, и не звонить, если харьковский слух верен.

Звонить, увы, не пришлось.

А через восемь месяцев, в апреле 1938 г., в одну и ту же ночь были арестованы Дау и Румер. ■

Ни на кого не похожий Дау

Н.А.Тихомирова,
кандидат физико-математических наук
Арлингтон (США)

Папин и мамин друг

Лев Давидович Ландау, Дау... Я знала его столько лет, сколько помню себя. Наши семьи — Шальниковы и Ландау — жили в одном доме, и первые мои четкие воспоминания о нем — зрительные. 41-й год. Тревога! Родители одевают нас с сестрой ночью, сонных. Мы бежим в бомбоубежище, находящееся в подвале Института физпроблем, в котельной. Я вижу рядом с нами Дау и Кору. Они тоже бегут. Кора тащит огромную сумку, Дау волочит чемодан, из которого на ходу вываливаются разноцветные наряды его жены. Мне кажется, я слышу дружный смех моих родителей при виде этого зрелища.

Мы в эвакуации в Казани. Живем в общежитии, голодаем. Дау с отцом отправились за «добычей» — остатками картофеля и моркови, которые было разрешено собирать на колхозных полях после уборки урожая. Они вернулись под вечер с тощими мешками за спиной, грязные, но довольные. Мы с сестрой получили по морковке, сидим рядом с ними на поленище дров в общем коридоре и дружно хрустим. Разве такое забудешь? Для меня Дау был тогда просто «папин и мамин друг».

Я росла на его глазах. Дау отнесился ко мне покровительственно и с доверием. Я для него была авторитетом по части игры в теннис, поскольку у меня был тренер и я участвовала в официальных соревнованиях.

Сам Дау тоже играл в теннис, но очень некрасиво, руки-ноги в разные стороны, ракетку держал как-то необычно, выворачивая руку. Но все равно был очень привлекателен, ни на кого не похож.

Правда, иногда мне хотелось прошмыгнуть в дом так, чтобы не встретиться с Дау, — когда по его смеющимся глазам я понимала, что сейчас он непременно остановит меня и начнет мучить своими бесстыдными вопросами. «А у тебя уже есть мальчик? Ты с ним целовалась? Ну и как? Понравилось?» Чем больше я смущалась, тем «бесстыднее» становились его вопросы. Для меня, 13–15-летней девочки, его вопросы были ужасны. По-видимому, Дау считал, что так он помогает мне стать свободным человеком, «обезвреживает» мое пуританское семейное воспитание. А может быть, он получал удовольствие от моего смущения. Хорошо еще, что «такие» вопросы он никогда не задавал мне в присутствии других...

Жаркое лето 50-го года. После окончания школы мне предстоят экзамены в Университет, и все лето я занимаюсь физикой и математикой, родители уехали в отпуск. Единственное развлечение — вечерние «посиделки» на парапете перед домом, где собираются все его жители. Но я жду только прихода Дау. С его появлением все разговоры, о чем бы ни шла речь, приобретали особую значимость, все становилось интересным.

А вот эпизод, когда я уже студентка. Я «дружу» с Дау. У нас с ним есть свои секреты. Иногда

тайно от родителей и Кору я одалживаю у него деньги, которые возвращаю в обещанное время, впрочем, чтобы вскоре попросить снова. Он интересуется моими делами в учебе, спорте и личной жизни. Я горжусь этим. Все, кого я побаиваюсь, с таким почтением говорят о Дау. Поэтому, когда он спросил меня, умею ли я печатать на машинке и попросил помочь ему напечатать одно письмо, я сразу согласилась, хотя мне категорически запрещалось брать без спроса обожаемую отцом портативную пишущую машинку, привезенную из Америки моим дедом — отцом матери. «Вложи только один лист бумаги, копия не нужна». Под диктовку я вообще никогда не печатала и очень волновалась, что Дау увидит, как плохо я это делаю. Помню содержание письма, но не помню, кому оно было адресовано. Дау диктовал без написанного текста, отчетливо повторяя каждое слово. Он жаловался на то, что ему определена постоянная охрана и что это лишает его возможности нормально работать, разрушая присущий ему стиль творческой работы. Хорошо запомнила удивившее меня слово «творческой». «Напечатай внизу мое имя». Я наивно спросила: «Дау?». Он строго посмотрел на меня: «Мне сейчас не до шуток». Я вынула листок и протянула ему. Он прочел и сказал строго: «Прошу тебя никому не говорить об этом письме, никому».

Конечно, если бы он попросил напечатать письмо институтскую машинистку, содержа-



Наташа Шальникова играет с Дау в пинг-понг.

ние его могло стать предметом всеобщего обсуждения. Но почему Дау не попросил об этом Евгения Михайловича Лифшица или моего отца? Быть может потому, что они были бы против такого письма из боязни, что это может навлечь на Дау неприятности. Тайну я свято хранила до смерти Дау. Потом рассказала отцу, который мрачно поинтересовался, сколько еще раз я без спроса пользовалась его пишущей машинкой...

Проходя студенческую практику в Институте физических проблем, я постоянно наблюдала, как Дау иногда даже по несколько раз в день заходил в комнату, где работал отец. Он садился напротив него на стул, отец тут же давал ему в руку что-то, что нельзя было сломать. Иногда это была простая линейка, иногда чистый платок или тряпка. Такая у них была почти традиционная игра. Они весело обсуждали институтские новости. Отец при этом продолжал что-то мастерить в своей установке. Дау меня расспрашивал, что я делаю и для чего. И с интересом слушал мои объяснения.

Мою маму Дау побаивался. Она на него часто сердилась

и за многое выговаривала. «Перестаньте говорить пошлости», «оставьте эти темы». В основном это касалось разговоров о любви, сплетен о супружеской неверности соседей. Мама была очень строга в таких разговорах и старалась их прекратить. Дау же это только раззадоривало. Кончалось тем, что мама уходила.

Кроме того, Дау никак не мог примириться с тем, что мама выигрывала у него в знании наизусть стихотворений по-немецки. Мама окончила «Annenschule» в Санкт-Петербурге и была прекрасной образованной. Они с Дау соревновались иногда в присутствии соседей, а иногда — только между собой, и мама всегда побеждала, к большому огорчению Дау, который повторял: «Выиграю в следующий раз!».

Помню и ссору между ними. После семинара в институте к нам пришел Яков Ильич Френкель, который пожаловался на боль в сердце — ему что-то очень резкое сказал Ландау по поводу его доклада. Френкели были любимыми друзьями моих родителей. Якова Ильича напоили чаем, уложили на диван. Ма-

ма пошла за Дау, требовала от него, чтобы он пришел и извинился перед «старым человеком». Дау только отшучивался, как всегда... Мама после этого долго с Дау не разговаривала. Но разве можно было долго сердиться на всеобщего любимца... Про Дау мама повторяла: «Я вся какая-то не такая, я вся из блесков и минут...» и все в конце концов прощала.

Летом 53-го в горах Памира при восхождении, попав в лавину, пропал мой жених Сережа Репин. Его пытались найти почти два месяца. Я была безутешна и горько плакала. Помню, как Дау поднялся однажды ко мне в комнату, взял за руку и безмолвно держал ее несколько минут...

На Рижском взморье

В течение нескольких лет в летние месяцы мы жили на даче на Рижском взморье. Дау приходил к нам пешком из Дома творчества писателей, где отдыхал один. Был всегда в прекрасном настроении, дурачился и шутил с нами и нашими приятелями. Разрешал фотографироваться в своем пиджаке, украшенном звездой Героя Социалистического Труда, что в те годы было большой экзотикой. Но всегда отказывался пойти вместе на пляж поплавать и позагорать. Плавать, наверное, не умел. Играл со мной в модный тогда пинг-понг, расспрашивал о сердечных делах. И как-то незаметно исчезал к ужину... Каким Дау был тогда, летом 55-го? Об этом написал мой друг писатель и переводчик Давид Израилевич Глезер (его записи хранятся у меня):

«Настоящими людьми директор Дома творчества считал лишь тех, у которых была какая-то власть. Особенно, — когда решал, куда кого поселить. Академика Ландау с путевкой обменного фонда он упек в общую комнату, где обычно ютились чада безвла-

стных литераторов. Академик ничуть не обиделся и принял это как должное. Но кто-то все же надоумил директора: Ландау, мол, ученый с мировым именем. И для него сразу нашлась, не лауреатская, но отдельная комната. В столовой за столами корифеев литературы для него места не хватило. И его посадили со мной и милой литературной дамой.

Когда он явился на завтрак, я уже сидел за столом.

Из-под пышной, чуть тронутой сединой шевелюры ласково смотрели карие глаза мудрого ребенка. На сутулой, долговой, с неприкаянными руками фигуре небрежно висела чесучовая пара. К ней академик носил ярко-клетчатую рубашку и пестрый, стянутый в крупный узел, полосатый галстук. Все это довершали броские желтые сандалии на босу ногу.

Он церемонно расшаркался. Я встал — и мы, пожав друг другу руки, познакомились. И вскоре уже беседовали, как старые знакомые. Тем более, что директор рижской частной гимназии, которую я кончал, — инженер-технолог Яков Львович Ландау — оказался родным братом отца академика.

Ландау подкупал простотой, искренностью и оригинальными суждениями. Хорошо знал мировую литературу. За столом, бывало, по памяти декламировал в подлиннике стихи Беранже и Бернса. А порой ошеломлял совершенно неожиданными высказываниями:

«Толстого (имелся в виду Лев Николаевич) невозможно читать. У него все так тяжело, громоздко. Вот Лацис — это писатель!»...

Спорить с ним было бесполезно.

Его осаждали дамы, млевшие и таявшие в лучах светила науки. Однажды они пристали:

— Скажите, Лев Давидович, кто из дам, по-вашему, тут самая интересная?

— Машенька! — не думая ответил Парис-академик.

Машенька была официанткой — смазливой, аппетитной девчушкой лет семнадцати. Приговор академика дамы сочли милой шуткой.

В тот же вечер Ландау снова удивил. Окруженный почетельницами, он отправился в соседний санаторий... на танцы! Там была и Машенька. И весь вечер он танцевал только с ней.

Я сидел за столом и работал. Неожиданно постучал в дверь и вошел Ландау. Я предложил ему сесть в кресло, но он почему-то предпочел плюхнуться на кровать.

— А вы все работаете? И не надоест вам? — удивился он.

— Уверен, что вы работаете гораздо больше меня, — сказал я.

— Я никогда не работаю, — возразил он. — Ну, какая это работа — лежу на диване с клочком бумаги в руке и решаю мною же придуманные задачки.

Я поинтересовался, как он проверяет результат. Академик воззрился на меня, как на глупое дитя. Зачем проверять, если задача решилась.

И тут же он заговорил совсем о другом. В тринадцать лет он, «перепрыгнув» через несколько классов, закончил среднюю школу. В университет его не приняли. Слишком молод был. И родители отдали его в... торговый техникум. Но его заботило тогда не это. Его детской мечтой было... оказаться незаконнорожденным. И он тисцетно приставал к матери: не плод ли греха он? Однако больше всего ему мешали в юности жить робость и застенчивость. По сей день он с ужасом вспоминал об этом. Если бы ему в тридцать восьмом предложили освободить его, но с условием, чтобы он снова стал таким, как тогда, то предпочел бы тюрьму.

— А за что вас посадили?

— Ни за что. Как почти всех, — ответил он. — Ну, если грехом не считать то, что в молодости я был рокфеллеровским стипендиатом. Тогда со всего мира собирали в Берли-

не подающих надежды физиков. И еще я был одержим идеей: Россия должна стать самой образованной страной. На мою беду, наша пропаганда в то время утверждала, что мы уже давно впереди всех. <...>

Как-то вечером меня на пляже вежливо, но сухо остановил незнакомый человек. Манера говорить и казенный костюм выдавали «искусствоведа в штатском». В подтверждение моей догадки он достал из нагрудного кармана и предъявил удостоверение майора госбезопасности. И учтиво предложил пройти в дюны.

— Нам известно, — начал он, — что вы сидите за одним столом с академиком Ландау. Это очень важный и нужный государству человек. Наша обязанность охранять его. И поэтому мы должны все знать о нем: с кем он общается, как проводит время, что говорит.

Пришлось прикинуться простым:

— Вы ведь знаете, — он академик, лауреат, Герой Труда. Расспрашивать его о чем-нибудь я не решаюсь. И разговоров так, спроста, мы с ним не ведем. «Искусствоведа» понял, что ему со мной каши не сварить. Посетовал, что не могу или не хочу помочь ему, и ретировался, изрядно испортив мне настроение. (Хорошо, что уже шел 1955 г.).

В последний раз я встретил Ландау возле столовой, накануне его отъезда.

— Покидаете нас? — спросил я.

— Уезжаю: ту-ту-ту-у-у... — прогудел академик и, вскинув руку над головой, изобразил вьющийся спиралью дым. И лицо его осветила детская улыбка».

Последние годы Ландау

В 1961 г. в Москву приехал Нильс Бор! Я стою с ребенком в коляске на крыльце нашей квартиры. Ко мне подошел Дау: «Наташа, ты долго еще будешь



Нильс Бор и Лев Ландау. Во дворе Института физических проблем. Май 1961 г.

гулять? У меня к тебе просьба. Я буду беседовать с Бором в саду. Посмотри, пожалуйста, не будет ли кто-либо за нами наблюдать». Я прогуливалась возле дома около часа, пока Дау и Бор о чем-то говорили, склонившись друг к другу головами. Ничего необычного не заметила, хотела об этом доложить Дау, а он не спросил...

Дау напоминал мне чеховского «гадкого мальчишку», как бы назло совершающего какие-то поступки, которые ему вовсе и не были нужны. Я не относилась серьезно ко многим его высказываниям. Например, как-то ранним утром возвращаюсь домой после бессонной ночи, проведенной в бесконечной очереди у касс кинотеатра «Ударник», уставшая, но счаст-

ливая, с билетами на неделю итальянских фильмов. Дау — на крыльце своей квартиры. Спрашивает, откуда. Объясняю. «Как нормальный человек может хотеть смотреть такую гадость? Неореализм? Проблемы общества? Да кино должно радовать глаз, способствовать улучшению настроения! Вот как фильмы с Марикой Рокк...». И пошли рассуждения, которые и теперь кажутся мне пошлостью. Но ведь это Дау — он специально говорит так только для того, чтобы меня подразнить. И я весело смеюсь над его нотациями.

Иногда я обижалась на Дау, и обида долго не проходила. 1961-й год. Я работаю в Институте кристаллографии АН СССР. Поздно вечером, возбужденная удачей от трудного экспери-

мента, почти бегу домой. Дома у меня маленький ребенок, оставленный на очередную няню. Несмотря на поздний час, звоню в квартиру №2. Мне открывает Дау. — «Дау, мы обнаружили...», — задыхаясь от волнения, начинаю рассказывать. Наконец-то он оценит и похвалит меня! Ведь я не раз видела, как с таким же энтузиазмом он о чем-то рассказывал своим коллегам, прохаживаясь по двору института!

«Ну и что?», — произнес он. И спокойно объяснил мне... просто и доходчиво, что ничего особенного в наших результатах нет. Я пыталась сопротивляться, но безуспешно. «Ты только из лаборатории? Ну, и нормально ли это для молодой женщины? И твой муж не против этого? А твой коллега ничего? У тебя с ним роман?...». И я поплелась домой, раненная в самое сердце. Почему, почему он не относится ко мне, как к равному, не верит в мои возможности, в мой искренний интерес к тому, чем я занимаюсь? Ведь так трудно было получить эти новые экспериментальные результаты. Такой ушат холодной воды от Дау. Видя, как я расстроена, он лишь заразительно смеялся. Я же пошла домой, где меня ждал выговор от отца и мужа за позднее возвращение с работы и недовольная нянька. Мне кажется, что Дау скептически относился к способности женщин заниматься физикой. Но, может быть, я этим себя утешаю. Мнение Дау я скрыла от коллег. Боялась, что не будут работать с прежним энтузиазмом. А Дау в последующие дни как ни в чем не бывало спрашивал: «Как ты?». Даже и не понимал, почему я угрюмо молчу и больше о своей работе с ним не говорю.

Воспоминания Керы — Конкордии Терентьевны Дробанцевой — я прочла где-то в 70-х годах. Кора сама дала мне рукопись — два переплетенных тома, где, кроме текста на пишущей машинке, были подшиты письма, телеграммы и другие доку-

менты. Я была так потрясена прочитанным, что многое запомнила. Но то, что меня особенно тогда поразило, полностью исчезло из изданной позднее книги «Как мы жили» (М., 1999). Сама ли она внесла эти изменения или это сделал умелый редактор, не знаю.

В нашем безалаберном доме Кора служила примером идеальной хозяйки. Квартира у нее всегда сияла чистотой, паркет блестел, стол был красиво накрыт, а обед подан вовремя. Она прекрасно готовила, кормила, убирала, стирала. Я видела ее чаще с тряпкой в руках, чем в нарядном платье, куда-то собирающуюся. После рождения сына она очень много времени уделяла уходу за ним. Дау мог ни о чем не заботиться и тратить все свое время на любимое дело — физику — и на развлечения.

Супруги очень по-разному относились к понятию брака. Дау не уставал повторять, что хорошую вещь «браком» не назовешь. Хорошим же и даже прекрасным он считал полную свободу в любви. Кора же, напротив, принадлежала к среде, в которой было не принято жить с человеком, не будучи его официальной женой. В довоенные годы в интеллигентной среде совместная жизнь без официальной регистрации была практически нормой. Мои родители «расписались» лишь когда началась война, так что мы с сестрой «незаконнорожденные».

Однако официальное бракосочетание не принесло Коре душевного покоя. Она часто приходила к родителям жаловаться на обиды и находила понимание и сочувствие у мамы, которая всегда становилась на сторону «униженных» жен, и очень не одобряла поведение мужей, разрушающих свои семьи и меняющих старых жен на новых. Следует заметить также, что все участники «трагедии» встречались каждый день на территории института. Личная жизнь была на виду и скрыть что-либо было почти невозможно.

Когда в январе 1962 г. произошла эта ужасная автокатастрофа, в которую попал Дау, Кора впала в панику — она как бы уже похоронила своего мужа, в то время как все остальные прилагали титанические усилия к его спасению. Сохранились записи моей мамы, в которых приводится меню, составленное по рекомендации врачей, на каждый день для Дау. В течение всего периода, пока Дау был без сознания, мои родители и сестра готовили протертую пищу для зонда, с помощью которого врачи в больнице кормили Дау. Кто-то привозил свежие продукты с рынка, кто-то отвозил готовую пищу в больницу, и часто не один раз в день... Кору долго не было рядом. Она вновь появилась только тогда, когда стало ясно, что Дау будет жить. Отношение к Коре у родителей изменилось.

Остался ли Дау тем же человеком, каким был до аварии? Печально, но он совсем не был похожим на себя. Изменились его голос, его лицо, его внимательный лукавый взгляд, изменилось буквально все. Он казался искусственно созданным. Я называла его про себя «Голова профессора Доуэля». Сколько бы раз в день я ни встречала его, сидящего на лавочке у крыльца или с трудом передвигающего ноги в тяжелых инвалидных ботинках под руку с медсестрой Таней Блинецкой, он повторял всегда одно и то же: «Нога болит. Очень болит нога». И смотрел на меня с такой тоской и надеждой, что сердце мое разрывалось от жалости.

В катастрофе погиб Дау — гениальный физик и нетривиальная личность, а выжил обыкновенный советский человек, полностью зависящий от внешних обстоятельств: врачей, сиделок и жены.

Несмотря на желание Кору доказать окружающим, что Дау остался прежним, нельзя было не видеть физических его страданий и потери интереса к научной деятельности. Его при-

Поступило от К.Т.Дробанцевой в янв. (передано лично Е.М.Лифшицу)	600 р.
Поступило от К.Т. Дробанцевой в январе (передано Е.М. Лифшицу через О.Г. Шальникова)	340 р.
Поступило от К.Т. Дробанцевой Л.Д. (передано через А.И. Вильникова)	170 р.
Поступило от К.Т. Дробанцевой З.И. (передано через А.И. Вильникова)	120 р.
Всего в кассу поступило от К.Т.Дробанцевой	1230 р.
Кроме того К.Т.Дробанцева передала О.Г.Шальниковой на питание Л.Д. Ландау в течение января и февраля с расчетом до 26 марта с.г.вкл.	415 р.
Таким образом расходы К.Т.Дробанцевой на лечение Л.Д. Ландау составляют по состоянию на 19 марта 1962 г.	1645 р.
Поступления в кассу	
От К.Т. Дробанцевой (см. расшифровку выше)	1230 рублей
Внесено теоретикими	1770 рублей
Внесены Когановым деньги, которые он был лично должен Л.Д. Ландау	170 рублей
	3170 рублей
Остаток в кассе по состоянию на 19 марта 1962 г.	384 р. 75 коп.

Листок, обнаруженный в Архиве Дома-музея П.Л.Капицы.



В конце 50-х.

сутствие на семинарах и ученых советах вызывало чувство неловкости. Сам Дау сопротивлялся таким походам, но Кора настаивала... Смотреть на страдания Дау было мучительно...

Прошло время. Теперь он вспоминается таким, как на снимке, сделанном в 50-е годы. ■

ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ 2007 ГОДА

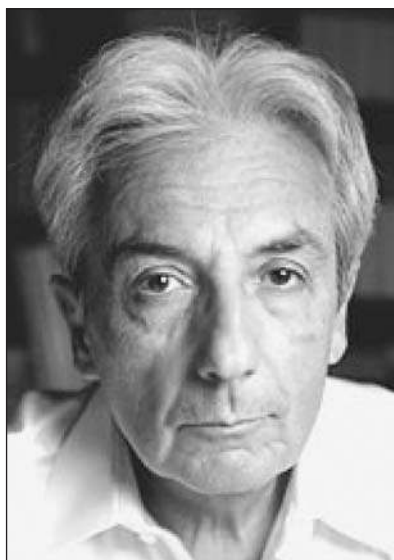
По физике — А.Фер и П.Грюнберг

Нобелевская премия по физике в 2007 году присуждена Альберу Феру и Петеру Грюнбергу за «открытие гигантского магнитосопротивления».

Можно смело сказать, что эра нанотехнологий не только наступила, но и дает уже получающие признание практические результаты. Ведь по сути дела открытие эффекта гигантского магнитосопротивления стало возможным при исследовании искусственно созданных структур с размерами всего в несколько атомных слоев.

Известный французский физик Альбер Фер (Albert Fert) родился в 1938 г. на юге Франции в Каркассоне. Закончив в 1962 г. одно из престижнейших высших учебных заведений Франции Эколь Нормаль Супериор в Париже, он защитил докторскую диссертацию в Университете Пари-Зюд в Орсе, в лаборатории физики твердого тела в 1970 г. С 1964 г. по настоящее время Фер работает в этом университете, ныне в качестве научного директора физической лаборатории Национального центра научных исследований. Исследованиями по транспортным свойствам магнитных материалов он начал заниматься в конце 60-х годов, что привело его в 1988 г. к открытию эффекта гигантского магнитосопротивления.

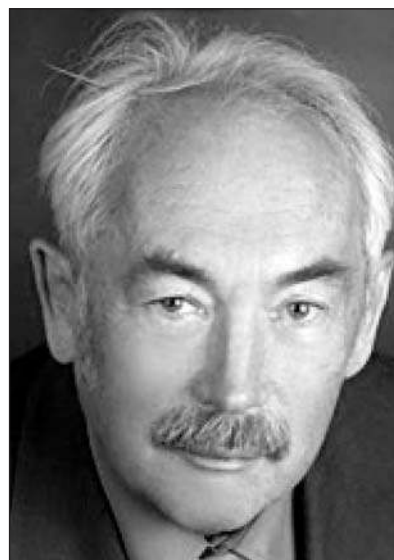
Петер Грюнберг (Peter Grünberg), замечательный немецкий ученый, родился в 1939 г. в Пльзене, теперь это Чешская республика. После Второй мировой войны его семья переехала в Западную Германию, где он



Альбер Фер

обучался физике в Университете им.Гёте во Франкфурте-на-Майне. Диплом физика и докторскую степень он получил в 1966 г. и в 1969 г. соответственно в Высшей технической школе Дармштадта. С 1972 г. Грюнберг работает в Институте физики твердого тела исследовательского центра в г.Юлих. Он вышел на пенсию в 2004 г., но продолжает заниматься научной работой.

Результаты, полученные лауреатами независимо и одновременно, конечно, основывались на бурно развивающейся физике конденсированного состояния, и в частности физике магнитоупорядоченных сред. Гигантское магнитосопротивление (ГМС) — физический эффект, который принадлежит к целому классу



Петер Грюнберг

«гигантских» эффектов, открытых в физике за последние 50 лет. Среди них, во-первых, гигантский магнестрикционный эффект, открытый в 1965 г., во-вторых, гигантские эффекты магнитоимпеданса, Холла, магнитокалорического и др. Уже в нашем веке открыты гигантские эффекты Поккельса, диэлектрический Гуса-Хенхена и т.д. Однако Нобелевской премией сейчас отмечен только ГМС. В чем же замечательность этого эффекта, и почему Нобелевский комитет единогласно присудил премию Феру и Грюнбергу? Постараемся ответить на этот вопрос. Но для этого нам необходимо сделать небольшой экскурс в историю физики.

В 1857 г. лорд У.Кельвин в ходе экспериментов с никелем и железом обнаружил зависи-

мость электросопротивления металла от величины внешнего магнитного поля. Этот эффект был назван эффектом магнитосопротивления, или гальваномагнитным эффектом. В немагнитных металлах, однако, величина этого эффекта очень мала, так как магнитное поле влияет на движение носителей тока незначительно, и только при очень низких температурах величина сопротивления изменяется существенно. В ферромагнитных металлах величина магнитосопротивления или относительно изменения сопротивления достигает величины порядка 1–2% при достаточно больших магнитных полях (до 2 Тл). Кроме этого, важным свойством эффекта в ферромагнитных металлах является его анизотропия: его величина сильно зависит от взаимной ориентации электрического тока и магнитного поля. В продольной геометрии, когда ток $\mathbf{I}$ параллелен магнитному полю $\mathbf{H}$, сопротивление R увеличивается при приложении поля, а в поперечной, когда $\mathbf{I}$ перпендикулярен $\mathbf{H}$, — сопротивление уменьшается. Это свойство обусловлено спин-орбитальным взаимодействием электронов.

Электрический ток в металлах связан с перемещением электронов проводимости под воздействием электрического поля. Их движение всегда (если только вещество не сверхпроводник) встречает сопротивление. Основная причина — это рассеяние электронов на колебаниях кристаллической решетки, или электрон-фононное взаимодействие. Кроме этого, заметный вклад в электросопротивление дает рассеяние электронов на дефектах и примесях (электрон-примесное взаимодействие) и друг на друге (электрон-электронное взаимодействие). В магнитных металлах, кроме указанных механизмов, на электросопротивлении сказывается рассеяние электронов магнитной структурой.

В металлических магнетиках природа магнетизма тесно свя-

зана с поведением s -, d -, и f -электронов. Ni, Fe и Co относятся к $3d$ -переходным металлам, в свою очередь Gd, Tb, Dy — редкоземельные $4f$ -металлы. В переходных металлах $3d$ - и $4s$ -энергетические уровни формируют энергетические зоны. Эти зоны в значительной степени гибридизованы, и в реальных металлах нет четкого разграничения между ними. За проводимость в основном ответственны $3d$ -электроны, хотя они и менее подвижны, чем $4s$ -электроны; основной вклад вносят электроны, находящиеся на уровне Ферми E_F или вблизи него. На рис. 1, а, б схематически изображены энергетические состояния переходных металлов. По оси абсцисс отложена электронная плотность состояний, которая представляет собой число электронов в системе, чья энергия лежит внутри некоторого интервала ΔE . На рис. 1, а зонная структура соответствует парамагнитному металлу, например Cu (переходный металл) или Ag (благородный металл), в котором число электронов со спинами вверх $N_\uparrow$ и вниз $N_\downarrow$ равно, вследствие чего намагниченность такого металла равна 0. На рис. 1, б приведена зонная структура для ферромаг-

нетика согласно модели Стонера—Вольфарта. В этом случае $N_\uparrow > N_\downarrow$, и спиновая поляризация ферромагнетика больше 0, что отражает появление стрелки внизу рисунка, направленной вверх на рис. 1, б. Наличие спиновой поляризации обуславливает обменное расщепление энергетических зон, заполненных электронами со спинами вверх и вниз. Это приводит к тому, что плотность состояний на уровне Ферми может существенно различаться для двух спиновых зон.

Примечательно, что один из нынешних лауреатов — Фер — с конца 60-х годов прошлого века много и усиленно занимался изучением транспортных свойств ферромагнитных металлов, в частности в диссертации — никеля и железа.

В результате выполненных работ было точно установлено, что в ферромагнитных металлах, таких как Fe, Co, Ni, электрический ток связан с электронами, имеющими спины с направлением вверх и вниз, которые испытывают существенно различное противодействие своему движению, поскольку плотность состояний электронов с разной ориентацией спинов на уровне Ферми различна. Все это предо-

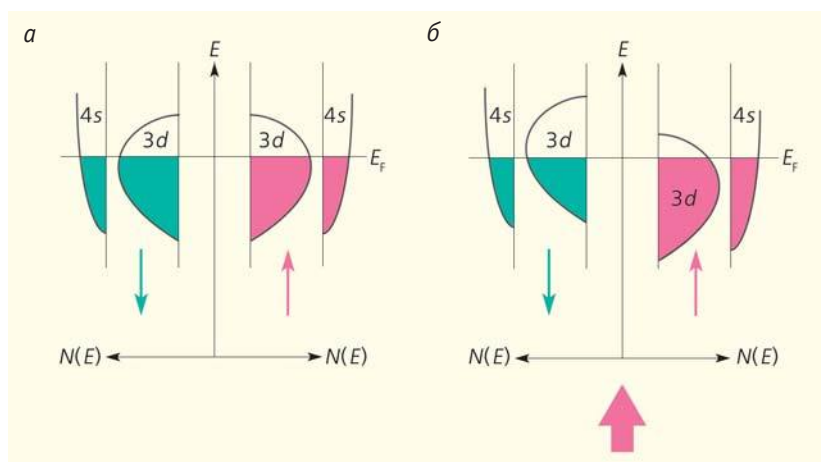


Рис. 1. Схемы энергетической зонной структуры: d -переходного металла (а) и ферромагнитного состояния со спиновой поляризацией (намагниченностью), направленной вверх (показана толстой цветной стрелкой, б). Плотность состояний изображена отдельно для электронов со спинами, направленными вверх и вниз (показаны тонкими цветными стрелками). E_F — уровень Ферми, отделяющий при нулевой температуре свободные состояния от заполненных.

пределило проведение исследований в 80-х годах, которые и послужили основой для присуждения Нобелевской премии.

Развитие технологической базы физических экспериментов в последние несколько десятилетий стало основой для многих физических открытий. Дело в том, что развитие нанотехнологий предполагает исследование процессов на атомарном уровне. Для этого необходимо, во-первых, уметь создавать структуры с размерами в несколько атомных слоев, во-вторых, иметь наноинструментарий для исследования свойств таких структур, в-третьих, вооружиться новым подходом к описанию физических процессов в них. Развитие технологий молекулярно-лучевой эпитаксии, магнетронного распыления, лазерного напыления, химического осаждения позволило создавать искусственные структуры, выращиваемые послойными атомными слоями. Сначала такие технологии применялись для изготовления полупроводниковых гетероструктур, а затем — для роста металлических и, наконец, магнитных наноструктур. В это же время появились сканирующие туннельные и атомно-силовые микроскопы для исследования поверхностных и объемных свойств выращиваемых структур. Для исследования магнетизма новых структур помимо магнитно-силовой микроскопии и сквид-магнитометрии были разработаны методики, основанные на электро-магнито-оптических эффектах вращения плоскости поляризации света, отражаемого или проходящего сквозь магнитные структуры (керровская и фарадеевская спектроскопии), и на эффекте мандельштам—бриллюэновского рассеяния света на спиновых волнах.

С середины 80-х годов в физике твердого тела прочно обособилось слово «сверхрешетка». Аналогично другим «сверх» — сверхпроводимости, сверхтеку-

чести и т.д., данное слово обозначало нечто новое, необычное, по сравнению с обычной кристаллической решеткой. А именно, так стали называть искусственно изготавливаемые периодические структуры, которые имеют период, отличающийся от периода кристаллической решетки. Чтобы такая «сверхрешетка», создаваемая, например, из различных веществ, была «идеальной», параметры веществ надо было подбирать наиболее подходящими друг другу. В случае интересующих нас магнитных сверхрешеток самыми близкими веществами оказываются железо и хром, имеющие одинаковую объемно-центрированную кубическую решетку с практически равными размерами. Кроме этого, для выращивания металлических структур обычно выбирают в качестве подложки кремний, диоксид кремния, кварц или оксид алюминия. Хотя постоянные кристаллических решеток металлов и не совпадают с таковыми у веществ, формирующих подложки, они с большой степенью точности кратны друг другу. Выращивая эпитаксиальные слои железа на таких подложках, можно получить практически идеальную структуру без больших напряжений на границах раздела сред. В зависимости от толщины слоев, составляющих период сверхрешетки (слой ферромагнетика/слой немагнитного металла, например, Fe/Cr), взаимная ориентация отдельных слоев ферромагнетика, разделяемых немагнитным металлом, может быть параллельной или антипараллельной или, как еще говорят, ферро- или антиферромагнитной. В середине 80-х годов появились статьи, где приводились результаты исследования магнитных сверхрешеток, в которых магнитные слои разделены немагнитными слоями. В одной из работ слои 4f-гадолиния разделялись иттрием, в другой работе, выполненной П.Грюнбергом с коллегами, была рассмотрена трехслойная структура

Fe/Cr/Fe. В этих исследованиях была обнаружена антиферромагнитная связь между отдельными ферромагнитными слоями. Объяснялось это тем, что магнитный слой индуцирует в немагнитном металле спиновую поляризацию, осциллирующую с расстоянием (так называемые фриделевские осцилляции), а второй магнитный слой находился на таком расстоянии от первого слоя, где предпочтительней была антиферромагнитная связь. Таким образом, было сделано заключение, что важную роль в межслойном обменном взаимодействии магнитных слоев играют электроны немагнитной прослойки. В дальнейшем это межслойное взаимодействие подробно исследовалось в зависимости от состава магнитных и немагнитных слоев, а также от толщины слоев сверхрешеток. Итак, к концу 80-х годов было накоплено довольно много данных для того, чтобы открытие эффекта ГМС состоялось, при этом немало результатов было получено лауреатами и возглавляемыми ими группами. Необходимо также отметить, что в нескольких работах, появившихся до работ Фера и Грюнберга, сообщалось о существенном увеличении величины магнитосопротивления, однако ни в одной из работ не было сказано, что связано это с принципиально новым эффектом.

Опубликованные же в 1988 г. статьи так и назывались: «Гигантское магнитосопротивление (001)Fe/(001)Cr магнитных сверхрешеток» [2]; «Усиленное магнитосопротивление в слоистых магнитных структурах с антиферромагнитным межслойным взаимодействием» [3]. На рис 2,а,б приведены результаты Фера с коллегами и Грюнберга с коллегами соответственно. В первом случае магнитосопротивление представлено отношением сопротивления в присутствии магнитного поля к сопротивлению в отсутствие поля, во втором — отношением разницы в сопротивлении при на-

личии поля и без него к сопротивлению без поля. В многослойных структурах при больших положительных и отрицательных магнитных полях намагниченности всех слоев железа параллельны магнитному полю (ферромагнитная намагниченность), при малых полях намагниченность каждого второго слоя антипараллельна направлению магнитного поля (антиферромагнитная намагниченность). Аналогично в трехслойных структурах при больших полях направления намагниченности слоев Fe параллельны магнитному полю, в области вблизи нулевых магнитных полей намагниченности слоев антипараллельны. В работе Фера электросопротивление уменьшилось на 50%, в работе Грюнберга максимум на 10%, связано это было с разными экспериментальными условиями (различные температуры и количество слоев в исследуемых структурах). Толщина магнитных слоев была 3 нм, а немагнитной прослойки 12 нм. На рис.3,а,б схематически изображены зонные диаграммы структуры трехслойной структуры (Fe/Cr/Fe) в отсутствие магнитного поля и в магнитном поле при наличии электрического тока, протекающего через такой «сэндвич». На рис.3,а магнитные слои связаны антиферромагнитно, на рис.3,б — ферромагнитно. Эффект ГМС может быть объяснен следующим образом. Предположим, что магнитные слои параллельны. Ток, текущий через магнитный слой, состоит из двух групп электронов: со спинами, направленными «вверх» и «вниз», соответственно сопротивление для этих двух групп различно. При попадании электрона в немагнитный металл сопротивление увеличивается из-за дополнительного рассеяния. Поскольку плотность состояний электронов с разными спинами на уровне Ферми не одинакова, величины сопротивления не только внутри ферромагнитного слоя, но и на границе раздела

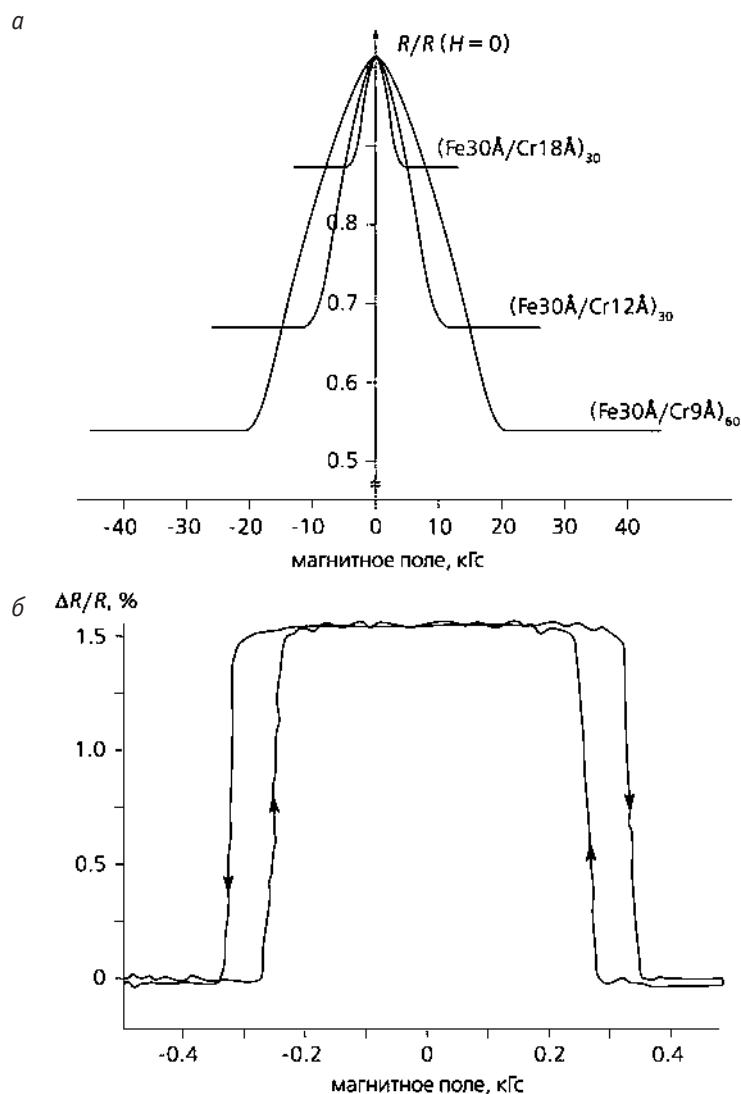


Рис.2. Магнитосопротивление как функция магнитного поля: измеренное группой А.Фера для многослойной структуры Fe/Cr при гелиевой температуре 4.2 К (число слоев указано в подстрочниках, а) и измеренное группой П.Грюнберга для трехслойной структуры Fe/Cr/Fe при комнатной температуре (б).

ферромагнетик/немагнитный металл, будут различаться для двух групп электронов. Внутри немагнитного металла электроны с различными спинами испытывают одинаковое сопротивление. Затем электроны попадают во второй магнитный слой, при этом дополнительное спин-зависимое сопротивление возникает на границе раздела немагнитный металл/магнетик. Далее электроны движутся че-

рез второй слой магнетика, имеющий различное сопротивление для двух групп электронов. Если же магнитные слои антипараллельны (в отсутствие внешнего магнитного поля), то сопротивление для двух групп электронов будет аналогично предыдущему случаю до того, как электроны попадут во второй магнитный слой. Когда электроны со спинами «вверх» попадают во второй магнитный

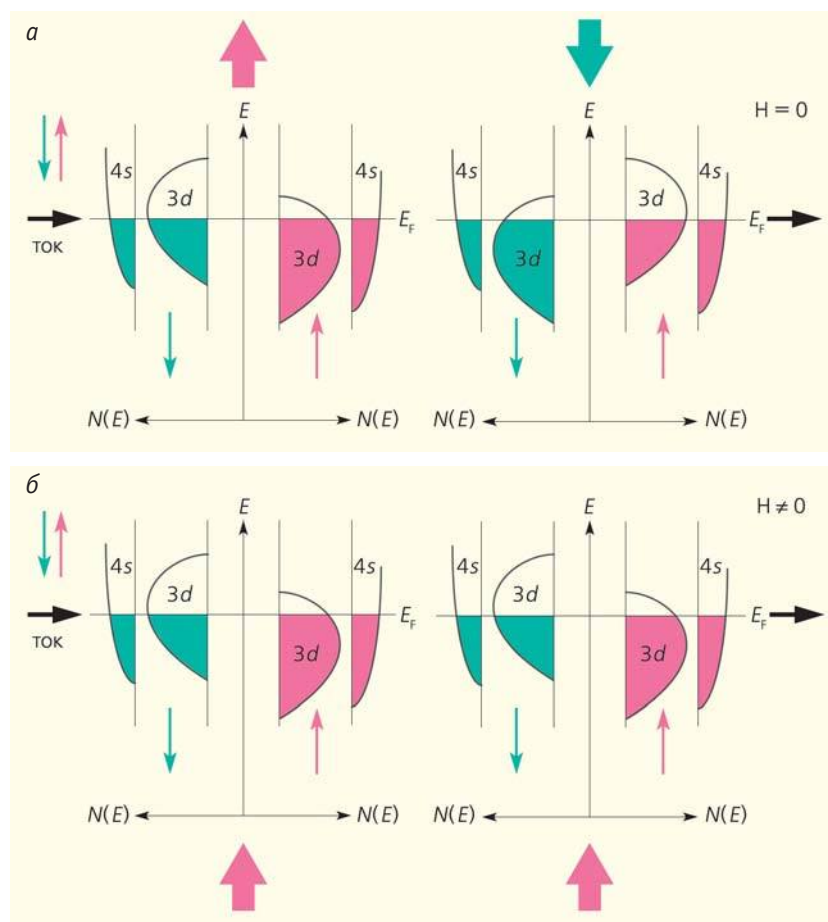


Рис.3. Схематическое изображение трехслойной магнитной структуры с двумя ферромагнитными слоями, разделенными немагнитным металлом. В отсутствие магнитного поля, электрический ток течет слева направо (а). То же самое, но в присутствии внешнего магнитного поля, при этом оба слоя имеют намагниченность, параллельную магнитному полю (б).

слой, сопротивление для них возрастает, так как намагниченность слоя направлена противоположно направлению спинов. Важным параметром, играющим ключевую роль в эффекте ГМС, оказывается длина свободного пробега электронов. Эти длины в $3d$ -переходных магнитных металлах существенно различаются для двух групп электронов (см. рис.3), что приводит к зависимости эффективности рассеяния электронов от направления спинов. Длины свободного пробега для двух групп электронов в сверхрешетках различаются в 5–10 раз.

После работ Фера и Грюнберга многие научные группы

начали изучать эффект ГМС в различных структурах и сверхрешетках. В частности, исследовались комбинации различных магнитных веществ, например Fe и Co, пермаллоя ($\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$) и кобальта, никеля и железа и т.д. Эффект ГМС в таких структурах проявляется аналогично рассмотренному, меняется, однако, его величина или величина полей насыщения, при которых он возникает. Следующими весьма перспективными объектами, обладающими ГМС, стали спиновые вентили [3]. Они представляют собой структуры, состоящие из двух магнитных слоев, разделенных немагнитным слоем, но намагниченность одного

из магнитных слоев жестко связана с намагниченностью буферного антиферромагнетика, нанесенного на подложку. Последний сохраняет фиксированную намагниченность, не меняющуюся под воздействием внешнего магнитного поля (рис.4). Зато направление намагниченности второго, изолированного, слоя может свободно изменяться под воздействием внешнего поля. Поэтому переход от антиферромагнитной конфигурации такого «сэндвича» к ферромагнитной сопровождается сильным уменьшением электросопротивления и возникновением эффекта ГМС. Такие вентили оказались чрезвычайно важными структурами с точки зрения практического применения ГМС.

Дальнейшие исследования в этом направлении привели к обнаружению так называемого эффекта колоссального магнитосопротивления в магнитных полупроводниках. В манганитах лантана, европия теллура и европия селена относительное изменение магнитосопротивления составляло от 10^5 до $10^{11}\%$ при достаточно низких температурах. Столь большое изменение магнитосопротивления объясняется в основном

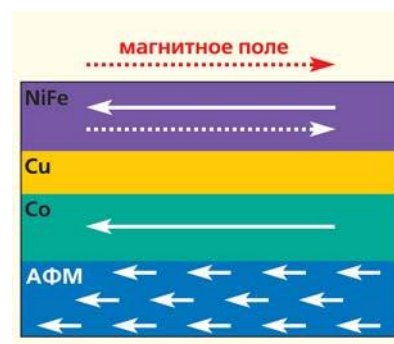


Рис.4. Спиновый вентиль, состоящий из двух ферромагнитных слоев и антиферромагнитного буфера. Белые стрелки показывают направление намагниченности. В магнитном поле намагниченность верхнего слоя меняет свое направление на противоположное (пунктир).

корреляциями электронных состояний проводящих ферромагнитных областей. Предполагается, что при увеличении магнитного поля изменяется количество и размеры ферромагнитных областей, окруженных антиферромагнитными областями. При этом электроны получают возможность перемещаться по всему кристаллу, что приводит к «колоссальному» уменьшению сопротивления. Еще одно чрезвычайно важное открытие — возможность туннелирования электронов с определенным спином из одного магнитного слоя в другой через немагнитную прослойку толщиной в несколько атомных слоев. Таким образом можно возбудить ток через немагнитный контакт. Это является также следствием эффекта ГМС. Такие туннельные переходы (еще их называют переходы или структуры с туннельным магнитосопротивлением) находят широкие практические применения, в частности, в качестве считывающих головок в жестких дисках, а также при создании новой оперативной памяти, основанной на эффекте магнитосопротивления (MRAM). Глубокие исследования магнитосопротивления привели фактически к новому направлению в электронике твердого тела — магнитоэлектронике. Развитие же магнитоэлектроники привело к рождению еще более «молодой» науки — спинтроники. В частности, к замечательным явлениям спинтроники относят явление спиновой инжекции из металлического ферромагнетика в полупроводник или из магнитного полупроводника в немагнитный. Предсказанное, а затем и обнаруженное, явление магнитного переключения, индуцированного спин-поляризованным током, обещает много интересных применений.

Однако вернемся к эффекту ГМС и новым нобелевским лауреатам. Грюнберг, видимо, сразу оценил возможные приложения сделанного им открытия, поскольку он сразу подал патент

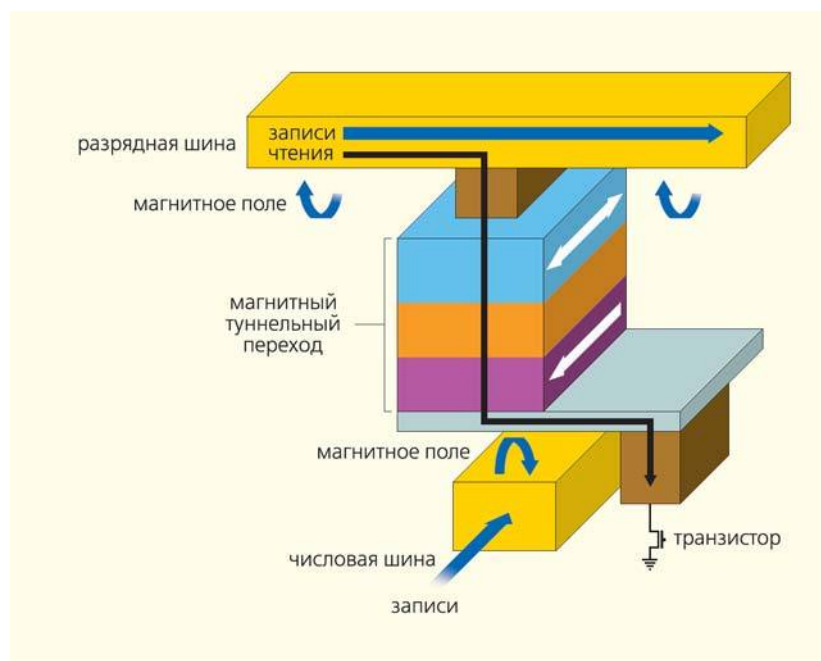


Рис.5. Магнитная считывающая головка.

на изобретение датчика магнитного поля на основе тонких ферромагнитных структур. То, что данный эффект может реально найти применение, вызвало интерес у американских физиков, работающих в исследовательском центре IBM в Сан-Хосе, Калифорния. Они воспроизвели результаты Фера и Грюнберга, используя для роста структур дешевый и быстрый метод магнетронного распыления. Оказалось, что даже такой «грубый» по сравнению с эпитаксией и вакуумным напылением метод дает воспроизводимые результаты. Можно было создавать различные структуры и тем самым найти наиболее подходящие для создания датчиков поля, которые предсказал Грюнберг. С. Паркин со своей группой в IBM создал и исследовал более 30 тыс. различных сверхрешеток, при этом обнаружил общность эффекта ГМС, эффект осцилляций межслойной обменной связи и т.д. Все это позволило ему вместе с Фером и Грюнбергом в 1997 г. получить Хьюлет-Паккардовскую премию Европейского физического об-

щества. На основе этих исследований была создана спиновая вентильная структура, которая и стала датчиком магнитного поля, применяемого в считывающих головках во всех современных компьютерах. Когда такой датчик (головка, рис.5) подносится к жесткому диску, слабое магнитное поле, генерируемое битом жесткого диска, меняет ориентацию магнитно свободного слоя вентиль, тем самым вызывая резкое изменение в электросопротивлении благодаря эффекту ГМС. Уже сейчас такие датчики позволяют считывать информацию при плотности записи 16 Гбит/дюйм². Справедливости ради необходимо отметить, что аналогичные исследования в области ГМС и связанных с этим явлений проводились и проводятся и в России. В научных школах Екатеринбург (школа С.В.Вонсовского, Институт физики металлов УрО РАН), Москвы (школы Н.С.Акулова, К.П.Белова, МГУ им.М.В.Ломоносова, А.С.Боровика-Романова, ИФП им.П.Л.Капицы РАН); в ИРЭ РАН исследования в области магнитоэлектро-

ники и спинтроники позволили получить целый ряд приоритетных результатов. И эти исследования продолжают [4, 5].

Что же касается самого эффекта гигантского магнитосопротивления и новых Нобелевских лауреатов, то можно с уверенностью сказать, что данное открытие действительно до-

стойно Нобелевской премии. За прошедшие годы после открытия этого эффекта многие физики во всех без исключения странах сконцентрировали свои усилия в столь примечательных областях, как физика магнитных явлений, магнитоэлектроника и спинтроника. С развитием нанотехнологий мы вправе ожи-

дать новых замечательных результатов, в том числе и в группах, руководимых Нобелевскими лауреатами Альбером Фером и Петером Грюнбергом. ■

© Член-корреспондент РАН

Никитов С.А.

Институт радиотехники
и электроники РАН

Москва

Литература

1. Baibich M.N., Broto J.M., Fert A. et al. // Physical Review Letters. 1988. V.61. №21. P.2472—2475.
2. Binasch G., Grünberg P., Saurenbach F., Zinn W. // Physical Review. 1989. V.B39. P.4282.
3. Гуляев Ю.В., Зильберман П.Е., Эпштейн Э.М. Как ток спины переносит. Спинтроника многослойных ферромагнетиков // Природа. 2007. №5. С.20—27.
4. Ведяев А.В., Грановский А.Б. Гигантское магнитосопротивление // Природа. 1995. №8. С.72—79.
5. Никитин С.А. Гигантское магнитосопротивление. Соросовский образовательный журнал. 2004. Т.8. №2. С.92—98.

По химии — Г.Эртль

Нобелевская премия по химии за 2007 г. присуждена Г.Эртлю «за исследования химических процессов на твердых поверхностях».

Герхард Эртль (Gerhard Ertl) родился 10 октября 1936 г. в Штутгарте (Германия). Учился в университетах Штутгарта, Парижа, Мюнхена, в 1961 г. получил диплом физика, в 1965-м стал доктором естественных наук. Был директором институтов физической химии сначала (1968—1973) Технического университета в Ганновере, а затем (1973—1986) Университета им.Людвига Максимилиана в Мюнхене и одновременно — приглашенным профессором в Калифорнийском технологическом институте и двух университетах США. С 1986 по 2004 г. руководил факультетом физической химии в Институте им.Фрица Габера общества Макса Планка (Берлин), после чего остался там же в качестве заслуженного профессора в отставке. Премии и награды Эртль полу-

чал почти ежегодно начиная со второй половины 1970-х годов. Он почетный член научных обществ и академий разных стран.

Химические реакции бывают двух типов: гомогенные, протекающие в однородной системе, и гетерогенные, идущие на поверхности раздела между веществами. К гетерогенным относятся очень многие промышленные реакции, в которых газообразные вещества реагируют между собой в присутствии твердых катализаторов, например синтез SO_3 или NH_3 . Окисление выхлопных газов в автомобильных конвертерах также идет с участием твердых катализаторов. Интересно, что именно благодаря гетерогенным процессам в космическом пространстве образуются органические молекулы — это происходит на поверхности частиц космической пыли.

Гетерогенные реакции можно назвать двумерными, так как поверхность имеет всего два



Г.Эртль

пространственных измерения. Казалось бы, это упрощает их изучение, однако на самом деле такие реакции могут быть очень сложными — ведь поверхность, в отличие от раствора, не всегда однородна и способ ее приго-

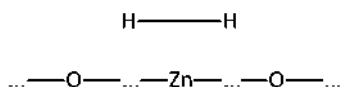
товления может оказывать существенное влияние на ход реакции.

В отличие от гомогенных реакций, гетерогенные никогда не бывают элементарными, они обязательно включают несколько стадий. Общий ход процесса выглядит следующим образом: газы подходят к поверхности; адсорбируются на ней; связи между атомами в молекулах ослабляются или разрываются (поэтому реагенты легче взаимодействуют на поверхности, чем в объеме); затем продукты реакции удаляются с поверхности катализатора (происходит десорбция), и она освобождается для приема новых молекул реагентов; продукты уходят в объемную фазу.

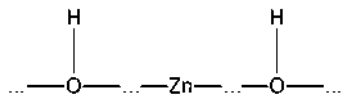
За несколько стадий осуществляется, например, гидрирование этилена



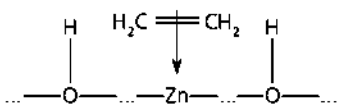
в присутствии катализатора, оксида цинка. Молекула водорода подлетает к поверхности оксида



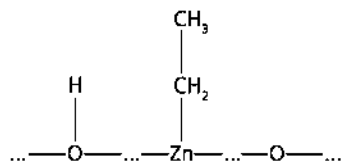
и образует с ней химические связи, при этом связь между атомами водорода сначала ослабляется, а затем разрывается



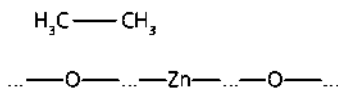
К поверхности, покрытой атомами водорода, подходит молекула этилена



и, встроившись между этими атомами, сначала присоединяет один из двух соседних,

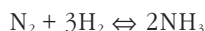


а затем и другой. Образовавшаяся молекула C_2H_6 исчезает с поверхности, улетев в газовую фазу, и катализатор возвращается в исходное состояние:



Чтобы реакция протекала успешно, поверхность должна обладать определенными структурными и энергетическими свойствами. Расстояние между атомами на ней должно соответствовать размерам реагирующих молекул, сами атомы — быть способными сначала образовывать химические связи с реагентами, а потом разорвать связи с продуктами. Принцип структурного и энергетического соответствия — основной в подборе катализаторов для промышленных реакций.

Охарактеризовать механизм гетерогенной реакции, значит, выявить все ее элементарные стадии, определить их скорость и энергию активации. Это позволяет найти способы управления скоростью процесса и полнотой его протекания. Такую глобальную задачу решил Эртль для многих гетерогенных реакций. В их числе синтез аммиака из простых веществ — одно из самых многотоннажных производств в химической промышленности:

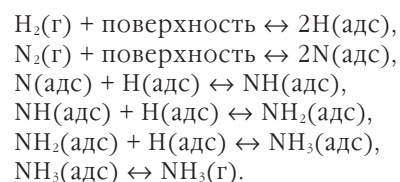


Технологические основы этого процесса были разработаны в первой четверти XX в. во многом под давлением военной промышленности: из аммиака получают азотную кислоту, которая используется для производства взрывчатых веществ. В настоящее время эта реакция лежит в основе производства азотных удобрений.

Реакцию проводят при высоких (в сотни атмосфер) давлениях и используют катализатор — металлическое железо с добавками гидроксида калия. До Эртля было известно, что реакция начинается с адсорбции

азота и водорода поверхностью катализатора, причем, как выяснилось в кинетических исследованиях, скорость всего процесса лимитируется адсорбцией азота. Однако детальный механизм с помощью одних кинетических методов установить не удавалось: оставалось неизвестным, успевает ли азот диссоциировать на атомы или нет. Требовалась дополнительная структурная информация.

Эртль начал исследования этой реакции в середине 1970-х годов с модельной системы — чистого железа в высоком вакууме, т.е. при очень низких давлениях азота и водорода. В таких условиях можно детально изучать состав и структуру поверхности физическими методами, например дифракцией электронов низкой энергии или фотоэлектронной спектроскопией. Используя последний метод, Эртль доказал, что на поверхности чистого железа при низких давлениях образуется атомарный азот N, а позже подтвердил, что по такому же пути реакция идет и в промышленных условиях — при высоких давлениях на поверхности коммерческих катализаторов. Таким образом, механизм синтеза аммиака из простых веществ имеет вид:



(Здесь: г — газ, адс — адсорбированные атомы или молекулы.) Лимитирующая стадия процесса — вторая — протекает с наименьшей скоростью.

Эртлю удалось не только установить истинный механизм, но и определить его энергетические характеристики, т.е. построить энергетическую диаграмму всего процесса [1] (рис.1).

Эртль решил еще одну задачу, связанную с промышленным синтезом аммиака: объяснил, почему каталитическая реакция

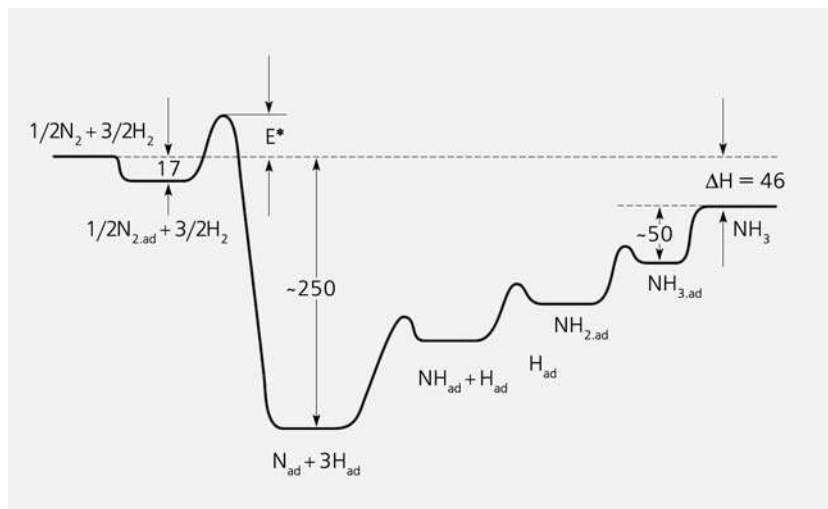


Рис.1. Энергетическая диаграмма синтеза аммиака на поверхности катализатора. Числами указаны энергии в кДж/моль; адс — адсорбированный атом или молекула.

ускоряется, если к катализатору добавляют калий. Оказалось, что этот элемент непосредственно влияет на лимитирующую стадию — в его присутствии азот легче адсорбируется на поверхности.

Таким образом, научная заслуга Эртля — расшифровка детального механизма реакции синтеза аммиака. Не менее важна и практическая сторона работ нового нобелевского лауреата. Он доказал, что основные черты модельных систем сохраняются и в промышленных условиях. Иными словами, в своей области он установил связь науки с промышленностью.

Другая практически важная реакция, исследованная Эрт-

лем, — каталитическое окисление монооксида углерода (угарного газа) кислородом. Оно происходит на твердофазных катализаторах, которые входят в состав конвертеров выхлопных газов в автомобилях. Такие катализаторы представляют собой сложные смеси, содержащие оксиды алюминия Al_2O_3 и церия CeO_2 и платиновые металлы.

Механизм окисления CO кислородом Эртль изучал в модельной системе — в реакции, протекающей на поверхности монокристаллов сверхчистой платины. Методами, уже использованными при исследовании реакции водорода с азотом, Эртль установил основные ста-

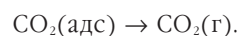
дии окисления. Сначала реагенты из газовой фазы адсорбируются на поверхности, причем CO — обратимо, а кислорода — необратимо. К тому же его молекула диссоциирует на атомы:



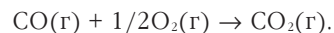
Затем на поверхности атомы кислорода присоединяются к молекулам CO:



И, наконец, продукт реакции, углекислый газ, десорбируется с поверхности в объем:



Суммарно уравнение реакции выглядит как



Однако, несмотря на кажущуюся простоту, реакция оказалась необычной: при низких давлениях газов и постоянной температуре на поверхности кристаллов Pt(100) скорость окисления периодически менялась со временем. Этот эффект был открыт Эртлем в 1982 г. [2] и стал первым в истории примером колебательной реакции на твердой поверхности.

Изучая свойства поверхности, на которой адсорбированы молекулы, Эртль обнаружил удивительное явление: в процессе реакции структура поверхности все время меняется, причем тоже в колебательном режиме — от одной поверхностной фазы к другой (поверхностной фазой называют способ расположения атомов на поверхности). У платины таких фаз может быть две [3]. В одной из них, гексагональной, у каждого атома шесть соседей, в другой — четыре (ее называют фазой 1×1) (рис.2). Чистая поверхность платины, имеющая гексагональную структуру, хорошо поглощает молекулы CO и плохо — атомы кислорода, поэтому сначала реакция окисления идет медленно. Когда степень заполнения поверхности молекулами CO превышает некоторое критическое значение,

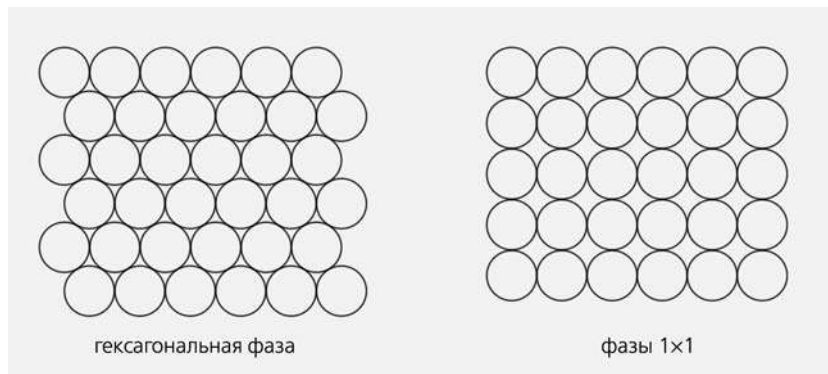


Рис.2. Структура поверхности Pt(100).

происходит «реконструкция» поверхности — она приобретает структуру 1×1 , которая, напротив, хорошо поглощает атомы О. Их число растет, скорость реакции увеличивается, адсорбированные газы — СО и О — реагируют между собой, а продукт, CO_2 , улетучивается в газовую фазу, и поверхность платины очищается. Когда количество молекул СО уменьшается до какого-то предела, происходит обратная реконструкция — фаза 1×1 переходит в гексагональную, на которой нет кислорода, и реакция снова идет медленно. Таким образом, в процессе окисления колебания испытывает не только скорость реакции, но и структура самой поверхности.

Увидеть эти колебания удалось с помощью фотоэмиссионной электронной микроскопии [4]. Этот метод основан на том, что под действием ультрафиолетового излучения с поверхности отрываются электроны, которые с помощью системы электростатических линз направляются на флуоресцирующий экран. Интенсивность флуорес-

ценции определяется энергией электронов, а она зависит от того, какая частица находится на поверхности. Участки, богатые оксидом углерода, дают на экране более светлое изображение, а кислородом — более темное.

Полученные изображения указывали на то, что колебания структуры поверхности происходят не только во времени, но и в пространстве [4]. В каждый момент времени на поверхности одни участки обогащены СО, другие — атомами кислорода. В зависимости от условий (давления газов и температуры) положение этих участков изменяется: на поверхности могут двигаться спиральные волны (рис.3), образоваться стоячие волны (рис.4), а возможен даже переход к хаотическому режиму со случайным расположением поверхностных фаз [4].

Все эти экспериментальные наблюдения были обоснованы теоретически. Эртль с коллегами предложил несколько моделей для объяснения временных и пространственных колебаний. Во всех случаях механизм вклю-

чал автокаталитическую стадию, а кинетические уравнения были нелинейными, что, как известно, составляет необходимое условие для самоорганизации. Некоторые из уравнений допускали не только численное, но и аналитическое решение: с их помощью можно было понять, как осуществляется переход от самоорганизации к хаосу при варьировании условий реакции [5]. Описание сложных процессов с помощью простых, но характеризующих самую суть моделей, это, по признанию коллег, — важная черта научного стиля Эртля. «Он уверен, что природа устроена просто», — говорят они.

Во второй половине XX в. были созданы физические методы анализа состава и структуры поверхности твердых веществ, основанные на использовании лазерного излучения и рассеяния частиц. Сочетание новой структурной информации с данными о скоростях реакций привело к настоящему прорыву в исследовании механизмов гетерогенных реакций. Со време-

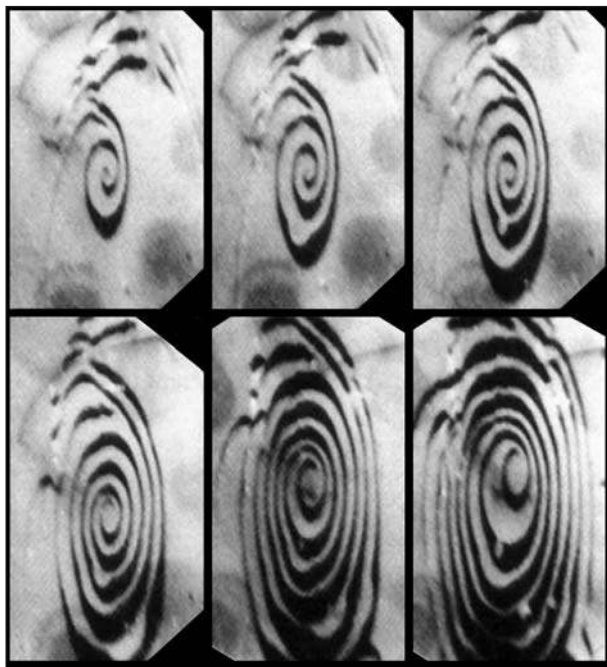


Рис.3. Движение спиральных волн на поверхности платины. Условия: $T = 434 \text{ K}$; $p_{\text{CO}} = 2.8 \cdot 10^{-8} \text{ бар}$; $p_{\text{O}_2} = 3.0 \cdot 10^{-7} \text{ бар}$; $t = 0, 10, 21, 39, 56, 74 \text{ с}$ [4].

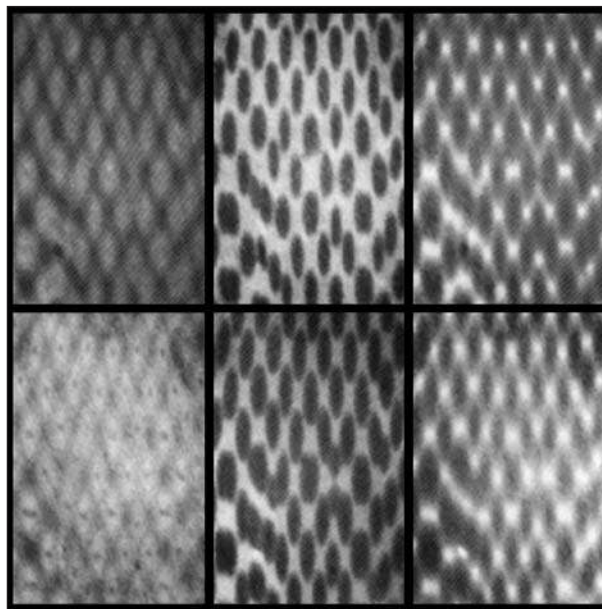


Рис.4. Стоячие волны на поверхности платины, сопровождающиеся временными колебаниями с периодом 2.8 с. Условия: $T = 544 \text{ K}$; $p_{\text{CO}} = 1.2 \cdot 10^{-7} \text{ бар}$; $p_{\text{O}_2} = 3.1 \cdot 10^{-7} \text{ бар}$; $t = 0, 0.6, 0.8, 1.4, 2.0, 2.2 \text{ с}$ [4].

ни нобелевских работ Эртля прошло два десятилетия, и исследования колебательных реакций на твердой поверхности ушли далеко вперед. Было обнаружено еще несколько подобных реакций и подробно изучены условия, в которых появляется колебательный режим. Математические модели стали более изощренными, ими описывают не только химические реакции, но и диффузию по поверхности. Однако самые первые, пионерные, экспериментальные и теоретические исследования, заложившие основу этого раздела химии, были проведены под руководством Эртля.

Разумеется, реальные промышленные процессы далеки от тех идеальных условий, в которых проводил реакции Эртль. Платина в автомобильных катализаторах содержит многочисленные примеси, а давление выхлопных газов во много раз больше, чем в экспериментах

Эртля. В реальных условиях колебательный режим также возможен, хотя его причины могут быть совсем другими. Заслуга Эртля в том, что его результаты позволили по-новому взглянуть на проблему управления химическими реакциями в промышленности.

Обычно химические процессы организуют так, чтобы они протекали в стационарном режиме при условиях, оптимальных с позиций экономики, экологии и безопасности. Устойчивость режима, как правило, поддерживается с помощью какого-либо процесса, обеспечивающего обратную связь. Однако после открытия колебательных реакций в открытых системах появилась идея организовывать промышленные реакции в нестационарном, колебательном режиме. Работы Эртля позволили понять, какие факторы определяют скорость колебательных реакций на поверхности. Ключе-

вая идея состоит **в направленном изменении свойств поверхности катализатора не только во времени, но и в пространстве**. Например, технически можно поддерживать колебательный режим за счет точечного нагревания отдельных участков поверхности движущимся лазерным лучом. Пока еще подобные подходы ограничены научными изысканиями, однако в любом случае арсенал принципиальных способов управления химическими реакциями обогатился еще одним подходом, автором которого стал лауреат Нобелевской премии профессор Герхард Эртль. Кстати, присуждена она в день его рождения, и, по его собственным словам, — это лучший подарок, который можно сделать человеку. ■

© Еремин В.В.,

доктор физико-математических наук
химический факультет МГУ

Литература

1. Ertl G. // J. Vac. Sci. Technol. 1983. V.A1. P.1247—1253.
2. Ertl G., Norton P.R., Rustig J. // Phys. Rev. Lett. 1982. V.49. P.177—180.
3. Imbibi R., Cox M.P., Ertl G. et al. // J. Chem. Phys. 1985. V.83. №4. P.1578—1587.
4. Jakubith S., Rotermund H.H., Engel W., Oertzen A.von, Ertl G. // Phys. Rev. Lett. 1990. V.65. №24. P.3013—3016.
5. Eiswirth M., Krischer K., Ertl G. // Surf. Sci. 1988. V.202. №3. P.565—591.

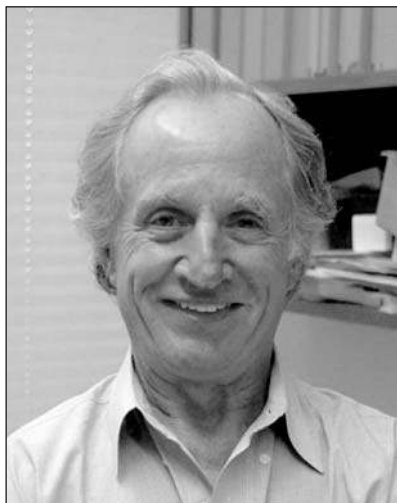
По физиологии или медицине — М.Капеччи, О.Смитис, М.Эванс

6 октября 2007 г. комитет по присуждению Нобелевских премий провозгласил, что нынешняя награда по физиологии и медицине вручается за открытие принципов введения специфических генетических мутаций в мышей с использованием эмбриональных стволовых клеток. Наверное, это почти уникальный случай, когда в формулировке достижений, отмеченных высшей научной преми-

ей, прозвучала хорошо знакомая всем зверюшка. Эта несчастная и великая мышка, которая верой и правдой служит науке уже не одно десятилетие; эта незамеченная модель в многочисленных экспериментах, помогающих искать реальные подходы к разработке новых лекарств против множества заболеваний.

Сегодня крупнейший поставщик таких лабораторных мышей — знаменитая Джексонов-

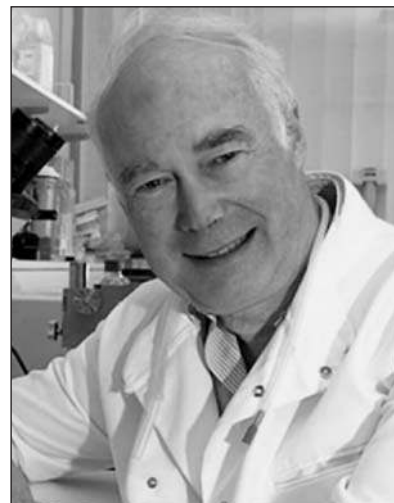
ская лаборатория. Эта некоммерческая организация возникла почти полвека назад, в небольшом городке Бар Харбор, расположенном на Острове пустынных гор (Mount Desert Island). Ее организовал профессор К.Литл, который провел на острове первую биологическую практику для шести студентов. Появившуюся в 1929 г. лабораторию называли в честь одного из многих благотворителей



М.Капеччи



О.Смитис



М.Эванс

Джексоновской (The Jackson lab). По данным 2005 г., в настоящее время ее ежегодный бюджет составляет 137.2 млн долл., в ней работают 1274 человека, а в 2004 г. она продала по всему миру 2.3 млн мышей на общую сумму почти 70 млн долл.

С помощью содержащихся в лаборатории животных можно изучать разнообразные заболевания человека, такие как рак, наркомания, эпилепсия, заболевания нервной системы, крови, сердечно-сосудистые, возрастные и многие, многие другие, всего порядка 800 известных человеческих недугов. Каким образом сегодня, при столь интенсивно развивающейся науке, мы найдем лекарства от всех форм рака, сердечно-сосудистых заболеваний и, возможно, от преждевременного старения организма? Какая технология поможет отыскать врожденный, генетический, источник того или иного недуга? Одна из них и отмечена нынешней Нобелевской премией. В чем же состоит неординарность предложенного нобелевскими лауреатами технологического подхода, и кто они?

Самый почтенный в нобелевской триаде — Оливер Смитис (Oliver Smithies). Он родился 23 июня 1925 г. в Галифаксе (Великобритания). Учился в Оксфорде, где и защитил в 1951 г.

докторскую диссертацию по биохимии. С 1953 по 1978 г. жил в Канаде и работал в Университете Торонто, а в 1988 г. переехал в Северную Каролину, где живет и работает до сих пор. Сегодня он профессор патологии и медицины в Университете Северной Каролины в Чепел-Хилл.

С профессиональной точки зрения профессор Смитис давно уже мог получить аналогичную награду за изобретение метода разделения биологических макромолекул в электрическом

поле, или, как говорят специалисты, за гель-электрофорез. Сегодня в мире нет ни одной лаборатории, работающей с биологическими макромолекулами, которая не использует это устройство. Стоимость простейшего прибора от 200 долл., а потребность науки и практики исчисляется сотнями тысяч гораздо более сложных приборов. В интервью, данном после получения нобелевской награды, Смитис назвал себя изобретателем инструментов. Во второй



Мыши разных линий: химерная, агути и нормальная (объяснения в тексте).

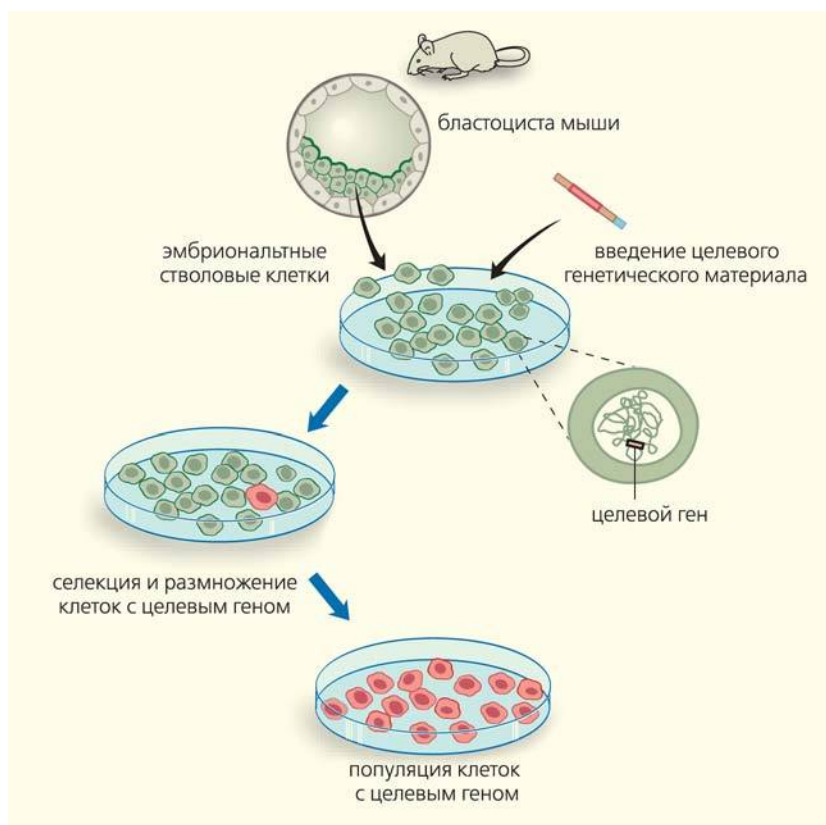


Схема получения культуры стволовых клеток, несущих целевой ген.

половине прошлого века, предположив, что мутированные гены можно исправить на уровне клетки, он разработал метод коррекции с использованием механизма гомологичной рекомбинации (обмена фрагментом между парами гомологичных хромосом).

Независимо от Смитса аналогичной задачей занимался другой нобелевский лауреат, Марио Капеччи (Mario Capecchi)*. Он родился 6 октября 1937 г. в Вероне (Италия). После войны вместе с матерью переехал в США. Образование получил в Гарварде, где в 1967 г. защитил диссертацию по биофизике, подготовленную под руководством Дж. Уотсона (Нобелевская премия 1962 г.). В 1971 г. — доцент в Гарвардской школе медицины, в 1973 г. — профессор биологии Университета штата Юта, с 1993 г. — почетный про-

* По правилам транскрипции эта итальянская фамилия читается Капекки. Но Марио давно живет в США, и потому его фамилия произносится Капеччи.

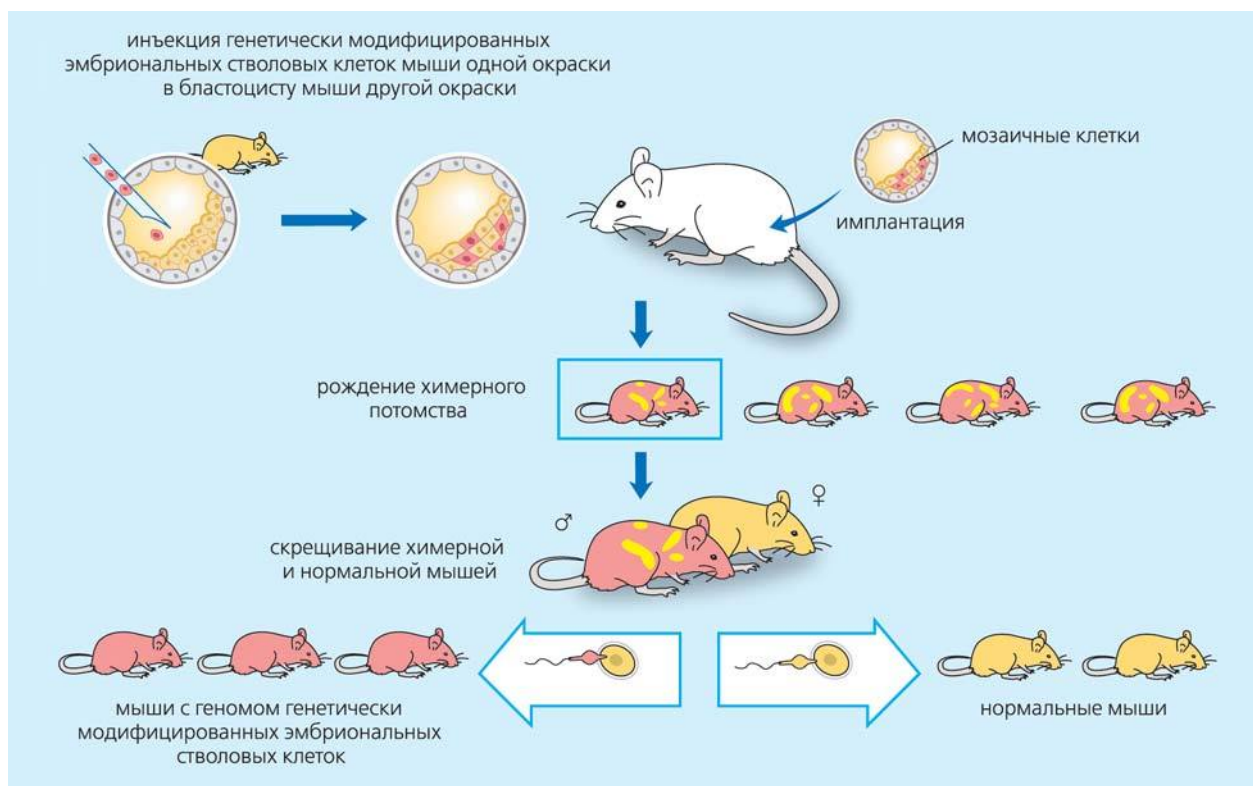


Схема получения трансгенной мыши с помощью метода генетического нокаута.

фессор факультета генетики человека и биологии того же университета. Сопредседатель Департамента генетики человека.

С начала 80-х годов Капеччи усиленно работал над получением трансгенных клеток. Он доказал, что в клетках млекопитающих с помощью гомологичной рекомбинации можно направленно изменять гены. Однако тогда его предложение по разработке такой технологии не получило поддержки от Национального института здоровья США, грант был отклонен.

В чем же заслуга Смитиса и Капеччи? Они, работая с клетками млекопитающих, независимо друг от друга нашли способ выключения генов за счет гомологичной рекомбинации, используя для этого искусственно синтезированный фрагмент ДНК, соответствующий участку одного из генов. Если такой фрагмент изменить (испортить) и внедрить его в хромосому клетки вместо нормального участка, ген не будет работать. Таким образом Капеччи и Смитис создали метод нокаута генов в культуре клеток. Однако нокаутные организмы еще не появились на свет.

Интересно, что информационное сообщение Нобелевского комитета начинается с выделения эмбриональных стволовых клеток мышей. Сегодня на фоне бума клеточных технологий термин «стволовые клетки» у всех на слуху. Но кто и когда впервые ввел это понятие, до сих пор до конца не выяснено. Многие считают, что это сделал известный русский гистолог А.А.Максимов, другие приписывают применение термина немецкому ученому В.Хазекеру, а Нобелевский комитет отдал первенство М.Асканазу, который использовал его 100 лет назад, в 1907 г. Однако выделить эмбриональные стволовые клетки удалось только в 1981 г., и сделал это третий нобелевский лауреат.

Мартин Эванс (Martin Evans) родился 1 января 1941 г. в Глос-

тершире (Великобритания). Учился в Кембридже и в университетском колледже Лондона. Там он работал с 1966 по 1974 г., потом в Кембридже до 1999 г., а затем в Университете Уэльса. В настоящее время Эванс — профессор генетики Кардиффского университета и возглавляет Школу биофизики. В 2004 г. королева Елизавета II за заслуги в науке посвятила его в рыцари.

Основой исследований Эванса стала коллекция мышей Джексонской лаборатории. Там полвека назад получили и описали линию мышей, которая позволила ему выделить эмбриональные стволовые клетки из внутренней клеточной массы бластоцисты. Наверное, все помнят из школьного курса биологии размножение млекопитающих. После слияния яйцеклетки и сперматозоида происходит ряд последовательных клеточных делений, приводящих в конце концов к появлению на свет живого существа. На определенной стадии, когда будущий эмбрион представлен пузырьком (бластоцистой), происходит первая специализация клеток. Часть из них формирует шарообразную трофобластическую оболочку, которая потом разовьется в плаценту, а другая часть (примерно 50 клеток), которая даст начало целому организму, находится внутри этого шара.

Именно эти клетки служат источником эмбриональных стволовых клеток. В природе такое состояние клеток существует очень недолго — часы, поэтому так важно зафиксировать его. Это удалось в лабораторных условиях (*in vitro*). Во-первых, Эванс научился наращивать в культуре эмбриональные стволовые клетки, полученные из бластоцисты мыши, в необходимых количествах для изучения и манипуляций с ними. Во-вторых, когда через продолжительное время он поместил эти клетки в бластоцисту мыши другой линии, они встраивались во внутреннюю клеточную массу

новой бластоцисты. Более того, эти эмбриональные клетки развивались в нормальные ткани и органы мышки, которую родила самка после имплантации ей бластоцисты.

Для простоты определения интеграции клеток Эванс использовал генетические особенности линий мышей, а именно их окраску. Мышки, из которых он получил эмбриональные стволовые клетки, были светлыми (агути), а мыши, от линии которых он получил бластоцисту для введения клеток, — черными. В итоге при интеграции эмбриональных стволовых клеток в бластоцисту появилось химерное потомство, пятнистая окраска которого показывала, что в тех или иных тканях могут присутствовать клетки двух разных линий мышей. Это касалось и половых клеток: так, сперматозоиды самца содержали генетический материал эмбриональных стволовых клеток и, следовательно, могли дать потомство с геномом генетически модифицированных клеток.

В 1986 г. Эванс опубликовал сообщение, что с помощью эмбриональных стволовых клеток, выращенных *in vitro*, можно получать трансгенных животных с направленно измененным геном. Через год Эванс напишет: «...вероятно, будет возможно производить определенные изменения в эндогенных генах путем гомологичной рекомбинации в клонах (эмбриональных стволовых клеток), модифицированных *in vitro*».

К этому времени Смитис и Капеччи на своих моделях уже отработали метод генетического нокаута, осталось только совместить обе технологии. И это было сделано. «Он (Мартин Эванс) сам привез нам свои клетки в кармане», — так сказал о начале совместных исследований Смитис. Комбинация двух технологий привела к созданию метода направленного изменения генома у мышей. Сейчас трансгенными живот-

ными остаются пока только мышки, но уже выделены эмбриональные стволовые клетки крысы, приматов, есть информация о клетках кроликов, коров. Теперь и у них можно будет целенаправленно изменять определенные гены и получать потомство с наследуемыми изменениями.

Итак, направленное изменение генов. Еще не наступили 90-е, а с помощью описанной технологии в лабораториях уже получали результаты, дающие представление о функции мутированных генов в целом организме. Не таков ли путь к излечению наследственных генетических заболеваний, и не только их, ведь есть множество других недугов человека, зависящих от генов. А если нарушить работу гена, «выбить» его из генома (knock-out), как с ринга удалить противника нокаутом? Именно метод генетического нокаута позволяет создать мышиную модель определенного заболевания, на которой можно выяснить функцию того или иного гена не в пробирке, а в живом организме.

С начала 90-х годов опубликовано более 3200 сообщений о проведении генетических нокаутов у мышей. Далеко не все они дают представление о функции гена, но на их основе уже сделаны модели многих заболеваний, включая раковые, нейродегенеративные и др. Эта технология не стоит на месте. Теперь функцию гена можно включать или выключать в конкретной ткани или группе клеток. И все это благодаря выделению эмбриональных стволовых клеток. Учитывая, что Нобелевский комитет в своем расширенном пресс-релизе поставил именно их на первое место, можно сделать вывод о значении этих уникальных клеток.

Только недавно закончился всемирный проект «Геном человека», а уже близок к завершению проект по определению всей генетической сложности генома мыши. Оба генома очень

близки, отличия едва достигают 5%. Много, если не все генетические проблемы человека можно изучать на этих маленьких проворных, иногда назойливых животных. В 2004 г. начался очередной всемирный проект «KnockOut Mouse Project», или КОМП, проект по определению функции каждого из примерно 25 тыс. генов мыши*. Одна из основных его целей — экономия средств и времени при изучении с помощью направленных генетических изменений генома мышки. Ведь из 3200 проведенных генетических нокаутов научному сообществу пока доступны результаты только по 740 генам. В рамках совместной работы можно получать большее количество трансгенных животных за более короткое время, затратив меньше средств, что и позволит исследователям сосредоточиться на изучении особенностей трансгенных мышей.

Сегодня за рубежом можно заказать коммерческой фирме выполнение этой технологии для желаемого гена (стоимость услуги меньше 15 тыс. долл. и постоянно снижается). Федеральное правительство США «выкупило» у коммерческих организаций линии нокаутных мышей для их использования исследовательскими лабораториями и выделило около 50 млн долл. на создание еще примерно 5 тыс. уникальных животных с инактивированными генами. Джексоновская лаборатория получила от федерального правительства США 5 млн долл. на ведение учета всех мышек, созданных в рамках проекта.

Российские ученые владеют отдельными фрагментами метода нокаута гена, а некоторые группы умеют воспроизводить отдельные части методики. Но, к сожалению, никогда эти отдельные группы не располагали полной технологией, и, более

* Ученым тем или иным способом уже удалось «отловить» порядка 36% мышинных генов (www.igtc.org.uk, www.sanger.ac.uk/genetrap).

того, в ней никогда не было научной и, тем более, коммерческой необходимости. В связи с тем, что в настоящий момент стоимость подобных работ в России как минимум в два раза выше, чем на западе, а кадры по существу отсутствуют, вряд ли стоит рассчитывать на создание собственных моделей биологических процессов *in vivo*. Больше 20 фирм со всего мира готовы в минимальные сроки предоставить желаемую биологическую модель в виде небольшой семейки серых, белых либо черных мышек. Зато в России в замечательном волжском городе Мышкине уже есть музей мыши.

Завершить рассказ о нынешней Нобелевской премии хочется на оптимистической ноте, словами другого нобелевского лауреата, Дж.Корнберга: «наука не бывает бесполезной, ненужной или бессмысленной, она всегда, рано или поздно, докажет свою необходимость, а ее отсутствие лишь приводит к шабашу ведем».

* * *

P.S. Уже после вручения Нобелевской премии внимание общественности вновь привлечено к стволовым клеткам. В ноябрьском номере журнала «Nature» вышла статья о получении эмбриональных стволовых клеток обезьяны. Блостоцисту, из которой авторский коллектив выделил эти клетки, получили после переноса ядра взрослой клетки в яйцеклетку с удаленным ядром. Из более чем 300 бластоцист авторам удалось получить две линии стволовых клеток. Однако имплантация почти 80 развивающихся бластоцист самкам не привела ни к одному рождению. Принципиальную возможность переноса ядер между разными клетками, показанную еще в самом начале XX в., успешно применяли на целом ряде животных, в том числе мыши, овце, лошади, кошке. Заслуга авторов в том, что они усовершенствовали техно-

логию переноса ядра, сделав ее применимой и для приматов. Эффективность процедуры еще крайне низка, но поскольку принципиальная возможность ее использования продемонстрирована, можно ожидать, что в ближайшее время она будет существенно улучшена.

В конце ноября еще в двух ведущих мировых научных журналах появились работы на эту тему. В «Cell» опубликованы результаты исследований по индукции свойств эмбриональной стволовой клетки у фибробластов (клеток кожи) взрослого организма. В «Science» представлена работа о получении плюрипотентных свойств у зрелых клеток, в том числе и фибробластов кожи. Суть обеих работ в том, что с помощью вирусных векторов (содержащих гены), модифицировались клетки, полученные из кожи человека. В

результате вирусной инфекции удалось отобрать клетки, по свойствам схожие с эмбриональными стволовыми клетками человека. Такой результат преподнесен мировой общественности как решение этических проблем, связанных с получением эмбриональных стволовых клеток из бластоцисты. На самом деле выделен некий принципиально новый вид клеток с необычными свойствами. Однако вряд ли пока можно говорить о какой-либо практической значимости этих клеток. Ведь, во-первых, это генетически модифицированные клетки, да еще с помощью ретровирусных векторов. Во-вторых, среди генетически модифицированных генов присутствуют онкогены либо гены с неизвестной функцией. Онкоген инициирует проявление у клеток раковых свойств, а неизвестный ген мо-

жет приводить к непредсказуемым отдаленным последствиям. И, наконец, последнее. Клетки с индуцированной плюрипотентностью создавались как этически приемлемый аналог эмбриональным стволовым клеткам человека, свойства которых изучены чрезвычайно мало. Для достоверной аналогии нужно в деталях исследовать свойства и тех, и других клеток, что требует более пристального внимания именно к естественным стволовым клеткам, созданным самой природой — эмбриональным стволовым клеткам. Это еще раз подтверждает правильность выбора, сделанного Нобелевским комитетом в 2007 г. ■

© Киселев С.Л.,
доктор биологических наук
Институт общей генетики
им.Н.И.Вавилова РАН
Москва

Новости науки

Астрономия

Диск в туманности Муравей

Планетарные туманности были названы так благодаря Вильяму Гершелю. Те из них, что близки к нам и потому были доступны инструментам XVIII в., имеют сферическую форму и при наблюдении в слабый телескоп напоминают диски планет. Однако совершенная техника XX в. доказала, что планетарные туманности могут иметь и более сложные формы, о чем говорят даже их собственные имена — Гантель, Бабочка, Песочные Часы, Кошачий Глаз. Одна из самых поразительных известных планетарных туманностей носит имя Муравей. Она действительно похожа на муравья или на цветок с двумя противоположно направленными округлыми лепестками, поскольку состоит не из одного (как «классические» планетарные туманности), а из двух газовых «пузырей», соединенных тонкой перемычкой.

По современным представлениям, планетарная туманность — это светящаяся газовая оболочка, сброшенная маломассивной звездой в конце жизни. Чем можно объяснить, что сферическая оболочка звезды на этапе превращения в планетарную туманность вытягивается вдоль одной оси и приобретает двухлопастную форму? В настоящий момент выдвинуто несколько возможных объяснений: либо сильное магнитное поле, либо наличие невидимой звезды-компаньона, либо околосредный диск, достаточно мощный, чтобы дать оболочке раздуться лишь в двух направлениях. Поскольку биполярность туманности Муравей имеет доволь-

но экстремальный характер, ее причины также должны быть особенно четко выражены.

Группа астрономов под руководством О.Чесно (O.Chesneau; Обсерватория Лазурного берега, Франция) поставила целью проверить «дисковую» гипотезу. «Большинству современных астрономических инструментов недостает остроты зрения, чтобы хотя бы заметить подобные диски, — объясняет Чесно, — нам же хотелось его изучить». Для исследований центральной части туманности Муравей они использовали интерферометрический инструмент инфракрасного диапазона MIDI, установленный на системе телескопов VLT (Европейская южная обсерватория, Чили). Интерферометрия позволила объединить два 8,2-метровых телескопа VLT в единый инструмент с угловым разрешением порядка миллисекунды дуги.

И желаемая цель была достигнута. В центре перемычки действительно обнаружился плоский, видимый почти с ребра диск, ось которого совпадает с осью биполярных выбросов. Диск растянулся от 9 до более 500 а.е., что на расстоянии туманности Муравей соответствует угловому размеру всего 6 мс дуги и имеет массу порядка $10^{-5} M_{\odot}$. С учетом того, что масса пыли в двух «лепестках» туманности примерно в сто раз выше, трудно предположить, что именно диск помог Муравью приобрести такую интересную форму. «Приходится сделать вывод, что диск слишком легкий, чтобы оказывать существенное влияние на сбрасываемое звездой вещество», — полагает Чесно.

Спектральные характеристики диска свидетельствуют, что он состоит из аморфных силикатных пылинок и, следовательно, очень

молод, поскольку вблизи оголившегося раскаленного ядра звезды пылинки быстро кристаллизуются. Вероятно, диск — ровесник самой планетарной туманности. Это заставляет вспомнить о другом потенциальном объяснении природы «гантелей» и «бабочек» — наличию спутника, скрытого пылевым диском. Дело в том, что подобные пылевые диски часто наблюдаются в двойных системах с маломассивными звездами на их поздних эволюционных стадиях. В этом случае может оказаться, что именно невидимый компаньон является причиной как сложной формы сброшенной оболочки, так и возникновения диска.

Astronomy and Astrophysics. 2007. V.473. P.29 (Международный журнал).

Физика

Молекулярные спиновые кубиты

В качестве кубитов¹, кодирующих информацию в квантовых компьютерах, можно использовать спиновые состояния электронов и атомных ядер. Так, избыточный электрон, занимающий квантованный энергетический уровень в зоне проводимости полупроводниковой квантовой точки («искусственного атома»), представляет собой один кубит, поскольку может находиться в состоянии «спин вверх» или «спин вниз». Пара квантовых точек («искусственная молекула») — это уже двухкубитная система. Однако создание масштабируемого квантового компьютера — чрезвычайно сложная задача: современные технологии не позволяют изготавливать массивы из

¹ Подробнее см.: Звездин А.К. Магнитные молекулы и квантовая механика // Природа. 2000. №12. С.18.

достаточно большого количества квантовых точек с заданными характеристиками, при операциях с кубитами возникают многочисленные ошибки. Может быть, вместо того чтобы создавать искусственные молекулы для квантовых компьютеров, попытаться поискать их в природе?

Группа швейцарских и испанских теоретиков¹ проанализировала электронные и магнитные свойства молекулы полиоксометалата $\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}(\text{VO})_2$. В ней два электронных спина-кубита локализованы на ванадиевых группах (по одному на каждой), разделенных центральным ядром $\text{Mo}_{12}\text{O}_{40}$. Последнее служит резервуаром для дelokализованных электронов, изменяя число которых (например, путем их туннелирования в иглу туннельного микроскопа или из нее), можно регулировать взаимодействие между спинами-кубитами и выполнять двухкубитные операции. Для «считывания» их результатов предлагается измерять туннельный ток через сердцевину молекулы. Расчеты показали, что максимальная точность одной операции равна 0.99.

Исследователи считают, что масштабирование подобных молекулярных кубитов вполне по силам современной нанотехнологии. А уж подобрать оптимальные молекулы-«кубитоносители» помогут химики.

http://perst.issph.kiae.ru/Inform/perst/7_09/index.htm

Физика

Анизотропное разрушение поверхности Ферми

В последние годы появились сообщения о наблюдении некоторых отклонений от предсказаний теории ферми-жидкости², которую сформулировал в 1956 г. Л.Д.Ландау. Суть теории такова: даже при наличии сильного межэлектронного кулоновского взаи-

модействия (когда к металлу неприменима модель свободного электронного газа, подчиняющегося статистике Ферми—Дирака) электроны в металле при низкой температуре можно описывать как слабо взаимодействующие фермионы (квазичастицы) с достаточно четко определенной поверхностью Ферми, отделяющей состояния, занятые электронами, от незанятых (теория ферми-жидкости). Такие отклонения, в частности, были обнаружены в металлах с частично заполненными *d*- и *f*-оболочками вблизи квантовой критической точки, разделяющей две различные электронные фазы при $T = 0$.

Чтобы выяснить, сохраняются ли квазичастицы Ландау и поверхность Ферми в квантовой критической точке, международная группа ученых из Украины, Канады и США провела детальные экспериментальные исследования на CeCoIn_5 — металле с «тяжелыми фермионами». Результаты работы свидетельствуют: при $H \rightarrow H_c$ поверхность Ферми разрушается в направлении магнитного поля, но сохраняется в плоскости, перпендикулярной ему³.

<http://perst.issp.ras.ru>
(2007. Т.14. Вып.12/13).

Химия. Технология

Текстильные изделия из нанотрубок

Технологию получения пряжи и тканей на основе углеродных нанотрубок разрабатывают сейчас во многих лабораториях разных стран мира⁴. Свое слово в этой области исследований сказали специалисты из Техасского университета (Даллас, США)⁵. В качестве исходного материала для

³ Tanatar M.A. et al. // Science. 2007. V.316. P.1320—1322.

⁴ Прозрачный листовой материал из углеродных нанотрубок // Природа. 2006. №5. С.82—83; Массив сверхдлинных углеродных нанотрубок // Там же. 2007. №7. С.82; Прочность жгутов нанотрубок повышается скручиванием // Там же. №10. С.79.

⁵ Li Y.H. et al. // J. Phys.: Conf. Series. 2007. V.61. P.698—702.

изготовления пряжи они использовали плотный массив многослойных нанотрубок высотой около 200 мкм, который синтезировали термokatалитическим разложением ацетилена при температуре около 1000 К над кремниевой подложкой, покрытой катализатором — наночастицами железа. Методом скручивания массив превращали в пряжу длиной 550 мм, жесткость которой (удельная энергия, затрачиваемая на ее разрыв) достигала 27 Дж/г. Это сопоставимо с соответствующей величиной (33 Дж/г) для углеродных волокон; при этом, в отличие от них, нити из нанотрубок не теряют прочности при механическом, химическом, радиационном или тепловом воздействии.

Ткань из массива углеродных нанотрубок изготавливали путем вытягивания без скручивания. Хорошей прочности полотна достигали при скорости вытягивания до 30 м/мин, что сравнимо со скоростью получения шерстяных нитей (20 м/мин). Массив нанотрубок высотой 245 мкм вытянули в полотно длиной около 3 м. Уплотнение позволило уменьшить толщину полотна до 50 нм при удельной плотности 30 мг/м². Измерения показали, что удельная прочность такого полотна 120—140 МПа/(г/см³), удельное сопротивление составляет около 500 Ом/см², работа выхода электрона равна 5.2 эВ.

Благодаря сочетанию высоких механических качеств с электропроводностью и прозрачностью пряжа и ткани на основе нанотрубок весьма перспективны для широкого спектра применений: их можно использовать как материал для искусственных мускулов, прозрачных электродов, нагреваемых покрытий для оконных стекол и пр.

<http://perst.issp.ras.ru>
(2007. Т.14. Вып.12/13).

Этология

Вариации социального поведения у ящериц

Герпетологи, проводя этологические исследования, обнаружива-

ют все более тонкие и разнообразные механизмы, определяющие внутрипопуляционные вариации социального поведения ящериц. Свидетельство тому — сразу две обширные публикации в одном из недавних номеров авторитетного научного журнала «Ethology».

Специалисты из Австралийского национального университета¹ в серии экспериментов определяли, как социальные конфликты между самцами территориальных ящериц влияют на их хемосенсорное поведение. В качестве объекта для изучения был выбран жирнохвостый геккон *Oedura lesueurii*. Эта древесная ящерица — популярное и эффективное террариумное животное, но кроме того — модельный вид для различных хемосенсорных исследований. Ранее было установлено, например, что они различают по запаху не только пол сородичей, но также следы хищных и безопасных для них змей, а детеныши гекконов способны по запаху определить, была ли на данном месте их мать или другая самка.

Работа австралийских герпетологов включала две серии стандартных экспериментов. В одной из них взрослых самцов ссаживали попарно и в ходе возникавшей между ними дуэли определяли победителя и побежденного. В другой серии тем же ящерицам предлагали сделать выбор между убежищами с разными запахами — запахом ящерицы другого вида (одного из сцинков), либо незнакомого им самца или их противника по недавней схватке. И выяснилось, что запаховые предпочтения явно зависят от того, проиграл или выиграл испытуемый предварительную схватку. Самец-победитель не делает различий между убежищами с запахами незнакомого самца и побежденного противника, а вот проигравший избегает мест с запахом победителя. Пока открытым остается вопрос, связан этот феномен с существованием специфической запаховой метки победителя/побежденного или же с запоминанием

индивидуального запаха противника во время схватки.

Американские исследователи из Университета Центральной Оклахомы² тоже изучали, как влияет предварительный опыт на особенности социального поведения, но в ином аспекте. Они проверяли гипотезу, согласно которой более старые самцы благодаря лучшему знанию места обитания и накопленному опыту социальных контактов используют и более эффективную тактику охраны своих территорий.

Наблюдения проводились над североамериканской ошейниковой пустынной игуаной *Crotaphytus collaris*. У этого вида самцы живут на охраняемом индивидуальном участке в течение всей жизни — до пяти лет. В двухлетнем возрасте, достигнув половозрелости, они вынуждены завоевывать и отстаивать свой участок. Пронаблюдая за перемещениями и социальными контактами (ухаживанием за самками, патрулированием границ территории, схватками с их нарушителями) 42 молодых и 24 старых (старше трех лет) самцов, исследователи подтвердили проверявшуюся гипотезу. Более старые самцы занимали существенно более крупные территории и чаще вступали в контакты с самками, но при этом затрачивали меньше ресурсов на охрану своих владений. В дуэлях (естественных и спровоцированных исследователями) самцы-ветераны менее интенсивно реагировали на противников, чем их молодые сородичи. Таким образом, жизненный опыт помогает им достигать лучших результатов с меньшими затратами.

© Семенов Д.В.,

кандидат биологических наук
Москва

Экология

Загрязнение природной среды российских арктических морей

До определенного времени удаленность Арктики от основных об-

ластей активной деятельности человека способствовала сохранению на ее территории очень чистых природных объектов (воздуха, морских и пресных вод, льда, почв и т.д.). Бурное развитие горнодобывающих, обогащательных и металлургических комплексов в Заполярье привело к загрязнению Арктики (в первую очередь, ее российской части) целым рядом антропогенных примесей, в частности такими стойкими экотоксикантами, как тяжелые металлы (ТМ).

В Институте физики атмосферы им.А.М.Обухова РАН уже более 20 лет изучается характер загрязнения арктической атмосферы антропогенными химическими элементами, переносимыми воздушными массами на дальние расстояния (до 5—10 тыс. км) в составе аэрозольных частиц размером 1 мкм и менее. В течение Международного полярного года (МПГ 2007—2008) в рамках проекта CRYOEOL, которым руководит В.П.Шевченко (Институт океанологии им.П.П.Ширшова РАН), в нашем институте были выполнены модельные оценки вклада промышленности Заполярья в загрязнение тяжелыми металлами природной среды российских прибрежных морей Северного Ледовитого океана.

За исходные данные были взяты ежедневные 5-суточные траектории движения воздуха от источников, расположенных на севере Кольского п-ова и в районе Норильска. Траектории рассчитывались для января, апреля, июля и октября за период с 1981 по 2000 г., что позволило выявить сезонные различия. При расчете переноса ТМ использовались литературные данные об эмиссии их источников, о распределении осадков, а также учитывались различия в скорости осаждения примесей на различную подстилающую поверхность (растительность, снег, лед, воду и т.д.). Нами оценены средние (за 10 лет) концентрации четырех антропогенных ТМ (Ni, Cu, Pb, Cd) в приземной атмосфере и в осадках, а также их средние потоки на подстилающую поверхность в акватории

¹ Kongo J., Downes S.J., Keogh S.J. // Ethology. 2007. V.113. №1. P.9—17.

² Schwartz A.M., Bair T.A., Timanus D.K. // Ethology. 2007. V.113. №1. P.68—75.

ях морей и на прилегающих территориях Российской Арктики.

В арктических районах содержание ТМ в воздухе максимально в холодные сезоны, когда время жизни примеси в атмосфере велико, а потоки ТМ на поверхность, наоборот, максимальны в теплые сезоны, когда много жидких осадков. Наши оценки хорошо согласуются с приведенными в литературе данными натурных наблюдений в районах Белого и Баренцева морей, а также на российских арктических островах. Специально детальные оценки были сделаны для побережья моря Лаптевых в районе пос.Тикси, где в рамках МПГ развернута международная метеостанция.

Рассматриваемые источники — мощные поставщики в атмосферу никеля и меди, эмиссия которых в 90-х годах почти вдвое уменьшилась по сравнению с 80-ми годами. Перестройка процессов циркуляции атмосферы в конце XX в. оказала не меньшее воздействие на количество ТМ, осаждаемых из атмосферы на не слишком большие территории (например, Белое, Печорское или Карское моря). Однако эти эффекты в разные сезоны и в разных местах различны. Загрязнение акваторий всех морей, кроме Белого, в 90-х годах уменьшилось на 30—40% по сравнению с 80-ми; для Белого моря изменения малы.

В таблице приведены средние за 90-е годы потоки ТМ на поверхность российских арктических морей. Природные объекты акваторий Белого и Баренцева морей испытывают мощную нагрузку со стороны Кольского п-ова, а акватории моря Лаптевых — преимущественно со стороны Норильска; над Карским морем происходит смена лидирующего источника загрязнений. Восточно-Сибирское и Чукотское моря в меньшей степени подвержены влиянию промышленности Норильска, а вклад выбросов Кольского п-ова там ничтожен.

Следует отметить, что по загрязнению свинцом рассматриваемые регионы не являются основными источниками; антропо-

Таблица

Средние потоки тяжелых металлов от предприятий Кольского п-ова и района Норильска, поступающие через атмосферу на поверхность морей в 90-х годах XX в., т/год

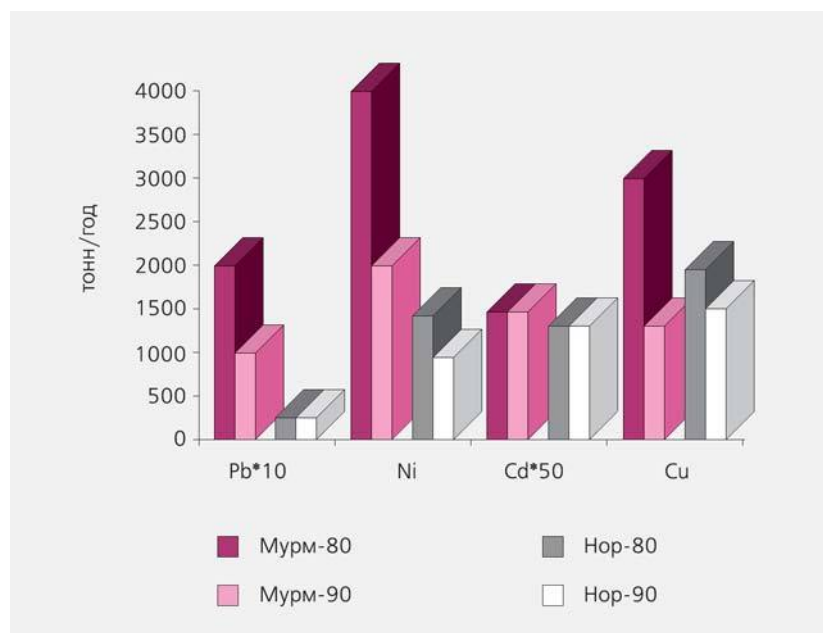
Металл	Белое море	Баренцево море	Печорское море	Карское море	море Лаптевых
Ni	113	1190	96	77	37
Cu	71	775	66	92	60
Pb	5.6	60	4.7	2.9	1.0
Cd	1.8	17	1.4	1.7	1.0
% от эмиссии	5.6	59.6	3.3	2.6	4.0

генный свинец, поставщиком которого служат главным образом выбросы различных видов транспорта, попадает в арктическую атмосферу из Северной и Центральной Европы.

Интересно сравнить, каковы вклады атмосферного и речного каналов поступления ТМ в российские арктические моря. При этом необходимо учитывать очищение речных вод в зоне смешения пресной и соленой воды при впадении реки в море, где в результате физических, химических и биохимических процессов осаждаются на дно до 90% ТМ речного стока. По нашим оценкам, для центральных вод Белого, Баренцева, Карского

морей и моря Лаптевых годовой поток Ni, Cu и Cd, поступающий по атмосферному каналу с территорий Кольского п-ова и из района Норильска, вполне сравним с потоком этих же элементов во взвеси наиболее крупных впадающих рек. Таким образом, атмосферный канал обязательно должен учитываться при изучении формирования состава морских вод, льдов и донных осадков.

В заключение подчеркнем, что распространение в атмосфере ТМ от промышленных источников Заполярья приводит к антропогенному загрязнению не только воздушной среды и «неживой» природы арктического региона, но так-



Эмиссия тяжелых металлов с территорий Мурманской обл. и района Норильска в 1980-х и 1990-х годах (значения для Pb и Cd увеличены в 10 и 50 раз соответственно).

же к попаданию (через пищевые цепочки) стойких экотоксикантов в организмы животных и коренного населения Арктики.

© Виноградова А.А.,
доктор географических наук
Москва

Геология

Где хранятся огромные углеводородные запасы планеты

Одним из ведущих направлений нефтегазовой геологии XXI в. будет, считают В.Е.Хаин и И.Д.Полякова (Геологический институт РАН), дальнейшее изучение переходной зоны континент—океан. Успешные исследования глубоководных частей континентальных окраин Мирового океана, выявившие морфологические особенности континентального склона и детали строения его осадочного чехла, привели к открытиям исключительной важности, которые позволили приумножить представления об углеводородных запасах нашей планеты.

Шельфово-склоновые нефтегазоносные бассейны распространены на континентальных окраинах всех океанов Земли. Особенности их строения и развития зависят от типа окраин, которым они принадлежат (атлантического, западно- и восточно-тихоокеанского). Атлантический тип — классический пример пассивных окраин. После раскола Пангеи и раздвижения морского дна континентальные рифтовые системы превратились в пассивные материковые окраины атлантического типа. В их пределах подвергаясь растяжению и утонению консолидированная кора мощностью от 40 до 10 км была разбита сбросами. Механизм формирования шельфово-склоновых бассейнов на таких окраинах везде одинаков: они развиваются в три этапа (синрифтовый, раннеспрединговый и зрелоспрединговый), которым соответствуют определенные комплексы пород. Нефтегазоносность здесь связана с отложениями рифтового (подсолевого), а в большей

степени — пострифтового (надсолевого) комплексов. К последнему приурочены фены (конусы выноса) мощнейших речных артерий — Миссисипи, Амазонки, Нигера, Конго, Инда, Ганга, Брахмапутры и др. *На глубоководных пассивных окраинах атлантического типа сконцентрированы самые значительные энергетические ресурсы Мирового океана.*

Окраины западно-тихоокеанского типа — это единая геодинамическая система окраинных морей, островных дуг и глубоководных желобов, развивавшаяся с позднего мезозоя. В образовании морей большую роль играл задуговой спрединг, неоднократно отмечавшийся в мелу и палеогене, что привело к расширению бассейнов, а в отдельных местах — к их углублению и возникновению котловин. Широкие, до 1000—1500 км, приконтинентальные борта впадин по морфологии и седиментационным характеристикам — почти полный аналог классических пассивных окраин. Их типичный элемент — дельты и авандельты крупных рек, начинающая от Амура на севере и до Меконга и Ировади на юге Азиатского континента, а также дельты рек островных дуг (например, Барам и Махакам о.Калимантан). К этому типу, кроме широких азиатских окраин, относятся весь Индонезийский архипелаг, а также окраины морей Карибского и Скотия.

Повышенным углеводородным потенциалом отличаются только зоны окраин западно-тихоокеанского типа. Их запасы приурочены в основном к задуговым морям и сопредельной суше. Большинство бассейнов связано с реками, которые разгружаются на широком шельфе, но некоторые выходят на континентальный склон, например окружающие о.Калимантан бассейны с мощными фенами, которые распространяются на континентальный склон Южно-Китайского и Сулавесского морей, а также значительную часть Яванского моря с проливом Макасар и частично острова Ява и Мадур. *Подобные бассейны заслуживают особого внимания нефтяников.*

Окраины восточно-тихоокеанского типа относительно просты по строению: их окаймляет узкая полоса шельфа, ограниченная глубоководным желобом с крутым континентальным склоном. Короткие реки выносили осадочный материал, почти не содержащий органики; эти потоки образовывали небольшие дельтовые фены в пределах шельфа и верхней части склона. Крайне редко попадая на среднюю часть склона, они обрывались в глубоководный желоб, где затаивались с блоками океанских плит в зоны субдукции и перерабатывались в аккреционные комплексы. *Нефтегазоносность проявилась здесь только у берегов Гуаякиля и Калифорнии.*

В шельфово-склоновых бассейнах распространены качественные и высококачественные нефтематеринские толщи разных типов. Первый — черносланцевые образования в атлантических окраинах, с которыми связаны крупные ресурсы жидких углеводородов. Второй — толщи, содержащие большие массы детритного материала наземной растительности, распространенные в мощных фенах и генерировавшие углеводородные газы; они встречаются на пассивных окраинах Атлантического и Индийского океанов, у берегов Гвинейского и Бенгальского заливов, в авандельте р.Оранжевой на юге Африки, у берегов Северо-Западной Австралии, у берегов о.Калимантан. Третий тип — глубоководно-морские глинистые карбонаты, мергели и глины в теплых задуговых морях Тихого океана. Четвертый — специфический для тихоокеанских окраин тип глинисто-кремнистых и кремнистых пород, в образовании которых важную роль играли диатомовые.

Авторы оптимистически оценивают перспективы *нефтегазоносности отечественных акваторий на континентальном склоне окраинных морей, омывающих нашу страну с севера и востока.*

Геология морей и океанов. Материалы XVII Международной конференции (Школы) по морской геологии. М., 12—16 ноября 2007 г. С.143—145.

Археология

Следы древнейших людей в Армении

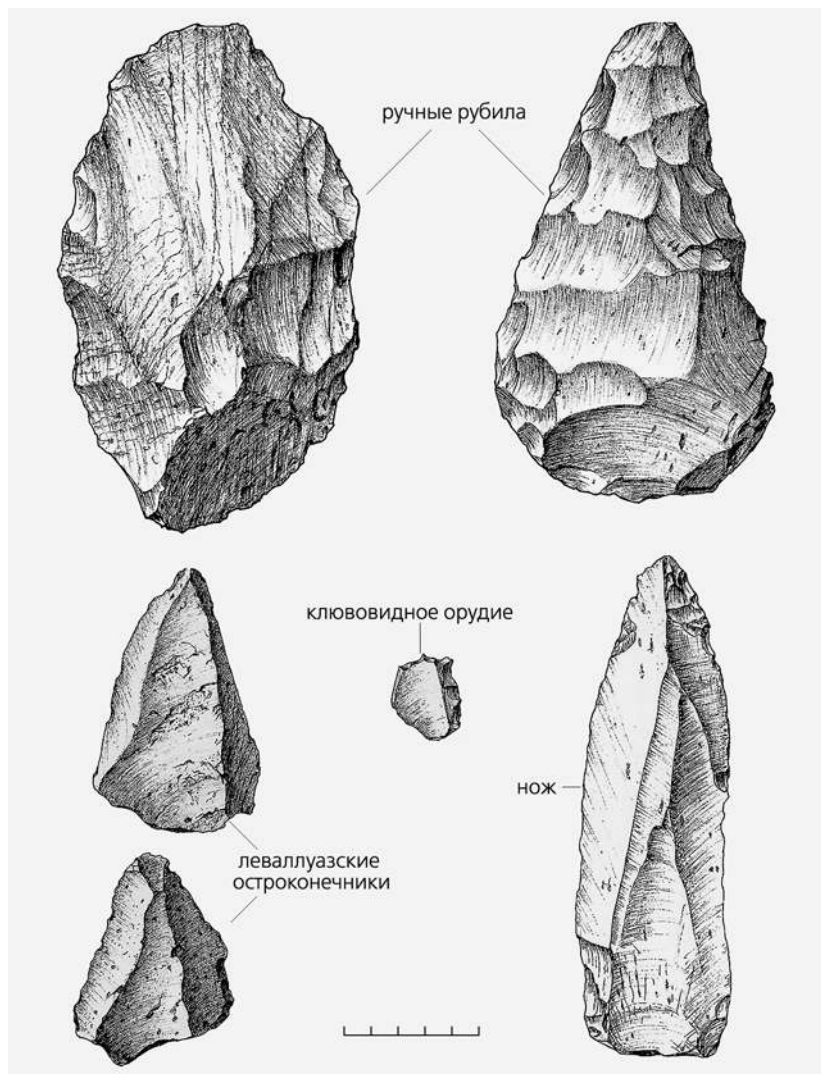
С 2003 г. в Республике Армения работает совместная армяно-российская археологическая экспедиция, которая исследует памятники от раннего палеолита до раннего железного века. Экспедиция организована Международным общественным «Центром стратегических и политических исследований» (начальник экспедиции С.А.Асланян).

Перед археологами ставилась задача — найти стратифицированные памятники нижнепалеолитического времени. Дело в том, что на территории грузинской части Джавахетского хребта, в Дманиси, всего в 15 км от границы с Арменией, уже около 15 лет изучается выдающийся археологический памятник, давший древнейшие в Евразии антропологические находки — останки ранней формы *Homo erectus*¹. Поэтому и наши работы ведутся в основном в северо-западной части Армении.

Достижением экспедиции можно считать открытие на Джавахетском хребте стоянок с непереотложенными слоями. Каменный инвентарь, типологически относящийся к позднему ашелю (400—250 тыс. лет назад), представлен главным образом ручными рубилами, ножами с обушком, клювовидными орудиями (проколками-провертками) и, в небольшом количестве, леваллуазскими острями, скреблами, скребками и выемчатыми орудиями. Материалом для изготовления таких предметов служил гиало-дацит, выходами которого изобилует Джавахетский хребет. К сожалению, в культурном слое этих памятников отсутствуют древние органические остатки, и поэтому датировка методами естественных наук невозможна.

В северной части Лорийского района Армении с поверхности собран богатый подъемный материал (в частности, несколько со-

¹ Любин В.П. *Homo erectus* — первооткрыватель Евразии // Природа. 1997. №11. С.3—12.



Ашельские орудия из раскопок стоянки Даштадем-3 на северо-западе Лори.

тен ручных рубил). Однако ряд вещей типологически выглядят более ранними, что позволяет надеяться на обнаружение здесь раннеашельских стоянок.

В гроте Печка на отроге Сомхетского хребта при раскопках открыты многочисленные орудия, относящиеся к эпохе мустье, более поздней по сравнению с ашелем; они изготовлены из гиало-дацита, а найденный здесь же материал мезолитического времени сделан в основном из обсидиана. Отложения в гроте, видимо, были перемещены в эпоху энеолита носителями куро-аракской культуры.

В южной части Лори проводятся раскопки каменной крепости

Куртан. Судя по керамическому материалу, ее верхние горизонты датируются VII—VI вв. до н.э. К этому же времени относится печать-штамп в виде буквы «S», найденная в крепости. Вероятнее всего, крепость связана с Урарту позднего времени.

Результаты работ экспедиции вместе с данными других исследований проливают дополнительный свет на вопросы первоначального расселения древнего человека из Африки в Евразию.

© Колпаков Е.М.,
кандидат исторических наук
Субетто Д.А.,
доктор географических наук
Санкт-Петербург

«Между нами жило чудо...»

А.А.Бялко

Москва

К столетию Л.Д.Ландау в издательстве «Октопус» выходит книга Майи Бессараб «Лев Ландау». Жанр ее определен самим автором как «роман-биография».

Это не первый вариант книги о Ландау, написанный Майей Бессараб. Книга ее воспоминаний выходила несколько раз еще в 70—80-е годы прошлого века и неизменно пользовалась успехом. Яркая личность Ландау — основателя российской школы теоретической физики, его захватывающая жизнь и трагическая судьба всегда вызывали интерес самого широкого круга читателей.

Вклад лауреата Нобелевской премии академика Л.Д.Ландау в теоретическую физику огромен. Целая серия блестящих работ, многотомный Курс теоретической физики, принятый во всем мире, большая школа, представители которой ныне работают во всех областях этой науки. И все же не меньшее значение имеет разработанная великим физиком другая теория — как надо жить, его формула счастья. Лев Давидович занимался не только обучением, но и воспитанием своих учеников. Его возмущало безразличное отношение молодых к своей судьбе, неумение разбираться в обстоятельствах, отсутствие стремления к счастью. При его энергии и силе внушения, Дау умел растормошить любого человека, заставить его сбросить лень.

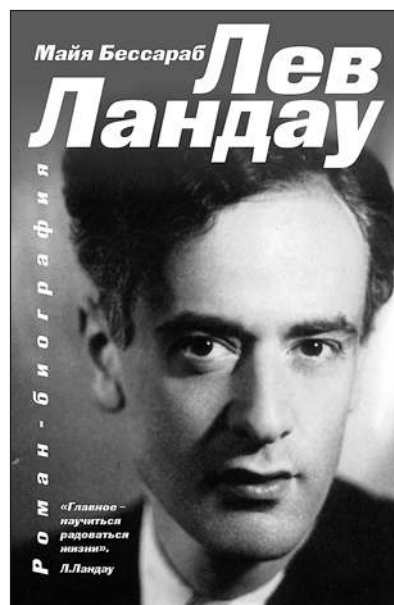
Ландау пробуждал в людях желание жить и работать. Хозяином своей судьбы может стать каждый, говорил он, тут нужна только сильная воля. О том, как

это удалось самому Льву Ландау, рассказано в этой книге.

Нужно заметить, что данное издание книги во многом отличается от всех предыдущих. В нем гораздо более полно освещаются некоторые страницы жизни ученого. Здесь появилось несколько новых глав, в которых рассказывается об аресте Ландау, о том, как он жил под неусыпным наблюдением властей, а также о его оригинальных взглядах на устройство семейной жизни. По понятным причинам такие главы не могли войти в книгу, напечатанную при советской власти. Кроме того, в последнем издании появляется много деталей последних лет жизни Ландау, не вошедших в предыдущие варианты.

«Вы не представляете, как мне повезло! — пишет автор книги в письме издателю. — После аварии, на даче, надо было отвлекать Дау от мрачных мыслей, и я сказала, что напишу о нем книгу. После этого он и начал рассказывать мне о том, о чем никогда никому не говорил. И вторая удача. В начале перестройки я обратилась в КГБ с просьбой ознакомиться с делом Ландау. Так бы оно и лежало до сих пор, но, подняв его, они его опубликовали, присовокупив к нему записи подслушивающих устройств! Таких материалов еще ни у кого не было».

Майя Яковлевна Бессараб была племянницей Конкордии Терентьевны Дробанцевой, жены Ландау, фактически членом его семьи. Много лет, с самого детства, она находилась рядом с ученым и, понимая, какая уникальная возможность ей предоставлена, записывала свои впечатления в дневники. Как пишет она сама:



Бессараб М.Я. ЛЕВ ЛАНДАУ.

М.: Октопус, 2008.

«Между нами жило чудо, и мы это знали. Я очень его любила, он заменил мне отца. Моя мама считала, что он спас меня. Когда погиб мой отец (Яков Иванович Бессараб был комдивом, а в 1937 г. этого было достаточно для ареста и расстрела), я плакала дни и ночи. Дау узнал о трагедии и по доброте душевной старался как-то помочь. Он диктовал мне стихи, приносил книги, рассказывал разные истории. Кора даже как-то спросила: «Ты к ней приходишь или ко мне?»».

Воспоминания Майи Бессараб, безусловно, отличаются высокой степенью достоверности. При этом, будучи профессиональным журналистом и биографом, она очень ответственно относится к объективности всего написанного ею. Например, вышедшая относительно недавно известная книга воспоминаний жены Ландау, вызвавшая много пересудов, подвергается Майей Бессараб некоторой критике, основанной на реальной записи событий.

«...Уважающий себя биограф никогда не станет играть на нездоровом интересе читателя к интимной жизни его героев. Речь об элементарных приличиях, неписаных законах. Труд-

но говорить о вещах столь очевидных.

Мне бы и в голову не пришло писать что-либо подобное, но после опубликования Коринных воспоминаний мой долг расставить все точки над i.

Конечно, проще всего было бы сделать вид, что ничего не произошло. Но Дау мне слишком дорог. Я далека от мысли вступать в какие-либо дискуссии, или выстраивать собственную теорию по этому поводу. Моя цель гораздо скромнее — собрать воедино все, что мне рассказал Дау, все, что я слышала от Кору. Я утверждаю, что это — мой долг, потому, что, конечно, мало кому из пишущей братии выпадет счастье так близко знать своих героев...»

Книга охватывает всю жизнь Ландау — от самого рождения. Тут описаны трудности, с которыми ему, обладателю столь яркой индивидуальности, пришлось бороться еще в детстве.

«...Он едва не погиб в переходном возрасте, он уже обдумывал, каким способом легче уйти из жизни, и только счастливая случайность спасла ребенка: ему в руки попала книга, в которой говорилось о юноше, сумевшем изменить судьбу».

Далее столь же заинтересованно прослеживаются и другие этапы становления этой выдающейся личности. Научные достижения, путешествия, дружба с другими великими учеными разных стран, воспитание учеников, различные теории и классификации всего на свете — Ландау страшно любил классифицировать — здесь будет рассказано обо всем. Кроме того, в книге приведены различные документальные свидетельства тех или иных моментов, а также многочисленные воспоминания о Ландау самых разных людей.

В эти дни Ландау исполнилось бы сто лет, но память о нем до сих пор жива среди тех, кто имел счастье хоть как-то соприкоснуться с этим выдающимся человеком. В Москве, несмотря ни на что, до сих пор существует и работает Институт теоретической физики имени Ландау. Ученики и последователи Ландау — их так много, чтобы называть всех, потребовалось бы немало времени — продолжают активно работать. И ученики его учеников, ставшие известными учеными, считают изначально своим учителем Льва Ландау.

Нет, Ландау не забыт. Более того, каждое слово о нем до сих пор вызывает живой отклик. ■

Ботаника

РАСТЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ:

По материалам Ботанического института им.В.Л.Комарова РАН. Вып. 15: бигониевые — колокольчиковые. Сост.: А.Е.Бородина-Грабовская, В.И.Грубов, И.Д.Илларионова, Т.В.Крестовская, Н.Н.Цвелев. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2007. 143 с.

Выпуск 15 иллюстрированного перечня сосудистых растений Центральной Азии (в пределах КНР и Монголии) продол-

жает описание семейств цветковых растений и содержит обработки семейств бигониевых, заразиховых, пузырчатковых, подорожниковых, мареновых, жимолостевых, адоксовых, валериановых, ворсянковых и колокольчиковых. Самым крупным из них является семейство жимолостевых, в пределах которого род жимолость крупнейший (26 видов) и играет ландшафтообразующую роль. В этом сборнике даются ключи для определения родов и видов, для каждого вида — номенклатур-

ная цитата, сведения о местобитаниях и географическом распространении. В этот выпуск включено «Второе дополнение к библиографии по флоре и растительности Центральной Азии».

Переводы с китайского языка текстов гербарных этикеток и литературных источников сделаны научным сотрудником О.И.Стариковой. Таблицы рисунков выполнены с натуры художницей О.В.Зайцевой, а карты ареалов — И.Д.Илларионовой и Т.В.Крестовской.

История науки

Ю.К.Бурлаков. ПАПАНИНСКАЯ ЧЕТВЕРКА: ВЗЛЕТЫ И ПАДЕНИЕ. М.: Европейские издания, 2007. 221 с.

В программе Международного полярного года (2007—2008) Северный полюс занимает одно из ключевых мест. Практически ежедневно в течение апреля на полюсе садились вертолеты, доставляющие с ледовой базы «Барнео» группы людей со всего света. Побывала там и делегация российских ветеранов-полярников, всю жизнь мечтавших о такой минуте. Международный выставочный холдинг развернул на полюсе выставку, включающую копию палатки папанинцев, их личные вещи и целую серию уникальных фотографий с «СП-1», трансарктических перелетов В.Чкалова и М.Громова. В течение Международного полярного года эта выставка объединит многие крупные города России.

История первой дрейфующей станции «Северный полюс» запечатлена во многих книгах и статьях, но главный интерес представляют воспоминания и дневники самих участников эпопеи. Монография И.Д.Папанина «Жизнь на льдине» впервые издана в 1938 г., а более полные мемуары «Лед и пламень» — в 1977 г. Книга Э.Т.Кренкеля «РАЕМ — мои позывные» вышла в 1973 г. П.П.Ширшов ушел из жизни в 1953 г. и не успел обработать дневники, которые ныне хранятся в Академии наук. Расшифровку отдельных частей сделала его дочь М.П.Ширшова в книге «Забытый дневник полярного биолога» (2003). Много нового в биографии папанинцев внесла книга бывшего министра морского флота и начальника Главсевморпути А.А.Афанасьева (2003).

Новая книга об истории папанинской четверки издана

к юбилею дрейфующей станции «Северный полюс-1». Сюда вошло все самое интересное, опубликованное о папанинцах за прошедшие 70 лет.

История науки

В.В.Кучерук. ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2007. 523 с.

Издание приурочено к 90-летию со дня рождения Валента Викторовича Кучерука (1916—2003) — выдающегося териолога, эколога, зоогеографа, лидера медицинской зоологии. Научное наследие профессора Кучерука отражает академическую широту его интересов. Это материалы по териологии и биогеографии, описание новых методов полевых исследований и обработка полученных результатов, их унификация и терминология, чему профессор Кучерук придавал огромное значение.

Материалы книги сгруппированы в три раздела. Работы в области териологии включают фундаментальные статьи по экологии отдельных видов, по методам учета мелких млекопитающих, типологии их нор и других убежищ, анализ роли травоядных млекопитающих в аридных экосистемах, вопросы синантропии и влияния на грызунов различных форм хозяйственной деятельности человека. Статьи по биогеографии, в том числе ставшие классическими и имеющие значение для рационального планирования охраны природы, включены во второй раздел. В третьем собраны работы, посвященные проблемам природной очаговости болезней человека.

Делить работы по разделам часто было нелегко, так как многие из них имеют прямое отношение сразу к нескольким научным дисциплинам. Например, с помощью индивидуаль-

ного мечения зверьков, которым Валент Викторович начал заниматься еще до поступления в МГУ, были получены новые данные не только об экологии мелких млекопитающих, но и о путях передачи возбудителей и поддержании эпизоотической цепи различных природно-очаговых зоонозов. Методы количественного учета млекопитающих, разработке и описанию которых профессор Кучерук уделял большое внимание, легли в основу не только исследований по их экологии, но и по изучению эпизоотического процесса, включая его мониторинг — основной элемент современного эпидемиологического надзора. Как показал Кучерук, норы млекопитающих имеют огромное значение, с одной стороны, в эволюции и расселении животных и растений аридных областей Палеарктики, а с другой — в существовании и эволюции возбудителя чумы.

История науки

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИСТОРИИ ФИЗИКИ И МЕХАНИКИ. Отв. ред. Г.М.Идлис. М.: Наука, 2007. 391 с.

Большую часть сборника, подготовленного в Институте истории естествознания и техники им. С.И.Вавилова РАН, занимают исследования, посвященные истории физики в России. Они связаны с именами Н.Н.Шиллера, С.И.Вавилова, Л.Д.Ландау, И.Б.Погребысского, Б.П.Белоусова и др. В него вошли материалы, относящиеся к эпохам многочисленных философских дискуссий в физике, а также ряд статей по разным специальным вопросам истории физики.

Издание предназначено для специалистов в области физики, механики, истории науки и достаточно широкого круга читателей, интересующихся естествознанием.

Л.Д.Ландау — М.А.Суслову

Неизвестный до сего времени документ за подписью Л.Д.Ландау был обнаружен осенью 2003 г. при просмотре рассекреченных архивных материалов Отдела науки ЦК КПСС, которые ныне хранятся в Российском государственном архиве новейшей истории.

Письмо Льва Давидовича, адресованное члену Президиума ЦК КПСС, главному идеологу постсталинского периода существования Советского Союза М.А.Суслову, несет на себе неистребимую мету того времени.

В данном случае публикуемое прошение нашло на Старой площади благоприятный отклик. Статья нашего великого соотечественника своевременно поступила в адрес «Пергамон Пресс» и заняла свое место в юбилейном сборнике, посвященном Нильсу Бору.

Письмо не датировано. Текст машинописный. Подпись Ландау подлинная.

Тов. Суслову Михаилу Александровичу*.

Обращаюсь к Вам в связи со следующим вопросом. Я получил от одного из научных английских издательств (Пергамон Пресс, Лондон) предложение написать научную статью по теоретической физике в сборник, посвященный 70-летию одного из величайших физиков современности — датского физика, президента Датской Академии Наук Нильса Бора.

Поскольку этот вопрос, как мне кажется, имеет общеполитическое значение, я обращаюсь к Вам с просьбой высказать свое мнение.

Я думаю, что с точки зрения международного престижа советской науки следует принять это предложение, отклонение которого было бы воспринято международными научными кругами как трудно объяснимый акт невежливости. Следует учесть, что я лично неоднократно бывал (в начале 30-х годов) в руководимом Н.Бором Институте Теоретической физики в Копенгагене и в известной степени являюсь в области этой науки его учеником, а в 1951 году был избран действительным членом Датской Академии Наук.

Содержание предполагаемой статьи касается так называемой квантовой теории поля, основывается на моих работах, уже опубликованных



Шарж Г.А.Гамова 30-х годов не потерял своей актуальности.

в наших научных журналах и, разумеется, не содержит никаких секретных данных. Конечно, статья должна содержать и краткое признание научных заслуг юбиляра.

Статья должна быть переслана в Англию не позже середины февраля с.г., в связи с чем я прошу Вас сообщить мне Ваше мнение по возможности срочно.

Академик Л.Д.Ландау.

* В тексте — опечатка, нужно: Суслову Михаилу Андреевичу.

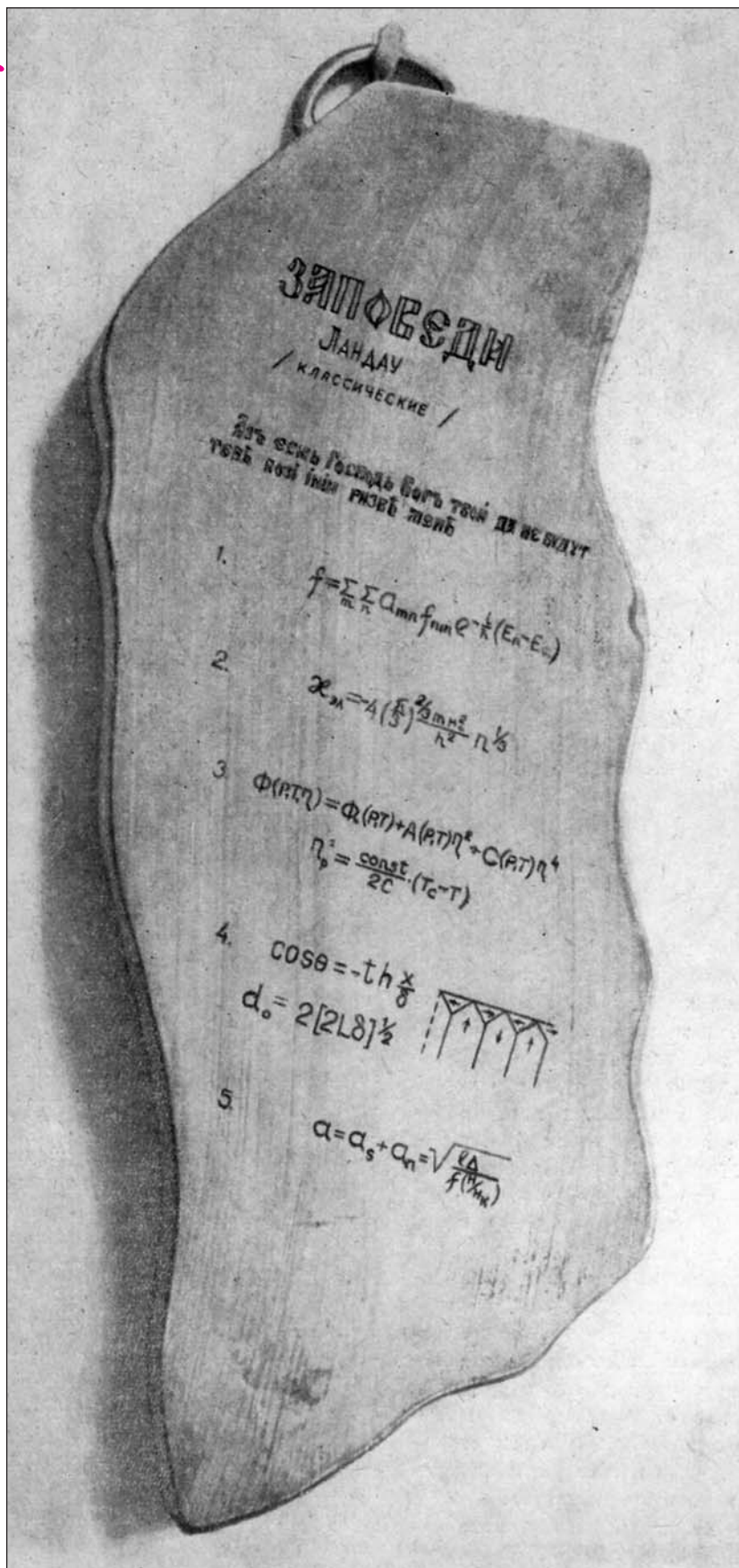
Внизу письма рукописная запись: «Т.Румянцеву. Прошу переговорить. М.Суслов, 11/І».

К документу приложен заново перепечатанный текст письма Ландау. Внизу запись:

«В Архив, с т.Сусловым М.А. переговорил. Копия письма т.Ландау направлена президиуму АН СССР. 13/І 55 г. В.Горбунов, 14/І».

Российский государственный архив новейшей истории (РГАНИ). Ф.5. Оп.17. Ед.хр.509. Л.13—14.

© Публикация А.М.Блоха



10 «заповедей»

На праздновании 50-летия Льва Давидовича Ландау в 1958 г. по решению юбилейной комиссии были категорически запрещены любые официальные приветствия и поздравления, в вестибюле здания висело объявление: «Адреса сдавать швейцару». Каждый выступавший на чествовании Дау должен был придумать оригинальный способ приветствия ученого. От Института атомной энергии (ныне им. И.В.Курчатова) академик И.К.Кикоин (1908—1984) преподнес юбиляру «скрижали» из мрамора, на которых были выгравированы 10 важнейших формул («заповедей»), введенных ЛД.Ландау.

Редакция журнала «Природа», помещая фото этих «скрижалей», попросила И.К.Кикоина (не в шутку, а всерьез) прокомментировать эти формулы*.

1. Л.Д.Ландау в 1928 г. впервые ввел понятие матрицы плотности, которое широко используется в современной квантовой статистике и просто в квантовой механике.

2. Л.Д.Ландау принадлежит честь создания квантовой теории диамагнетизма электронного газа. Квантовые уровни, отвечающие движению электрона в магнитном поле, называются теперь «уровнями Ландау», а само явление — «диамагнетизмом Ландау».

3. Одно из наиболее интересных явлений в физике конденсированного состояния — фазовые переходы II рода, т. е. переходы, при которых скачкообразно меняется только симметрия. Л.Д.Ландау развил термодинамическую теорию фазовых переходов II рода, широко используемую в современной физике.

4. То обстоятельство, что ферромагнетик обладает доменной структурой, известно очень давно. Однако только в 1935 г. Л.Д.Ландау совместно с Е.М.Лифшицем уда-

* См.: Кикоин И.К. 10 «Заповедей» Ландау // Природа. 1968. №1. С.80—81.

Ландау

лось найти закономерности, описывающие размер домена, характер поведения магнитного момента на границе между доменами и особенности структуры домена вблизи свободной поверхности ферромагнетика.

5. В произвольном по форме сверхпроводнике при помещении в магнитное поле возникает своеобразное состояние, которому отвечает возникновение чередующихся слоев сверхпроводящей и нормальной фаз. Ландау впервые развил теорию этого так называемого промежуточного состояния и решил вопрос о геометрии таких слоев.

6. Ландау построил статистическую теорию ядер на очень раннем этапе развития ядерной физики. Позднее эта теория получила широкое развитие.

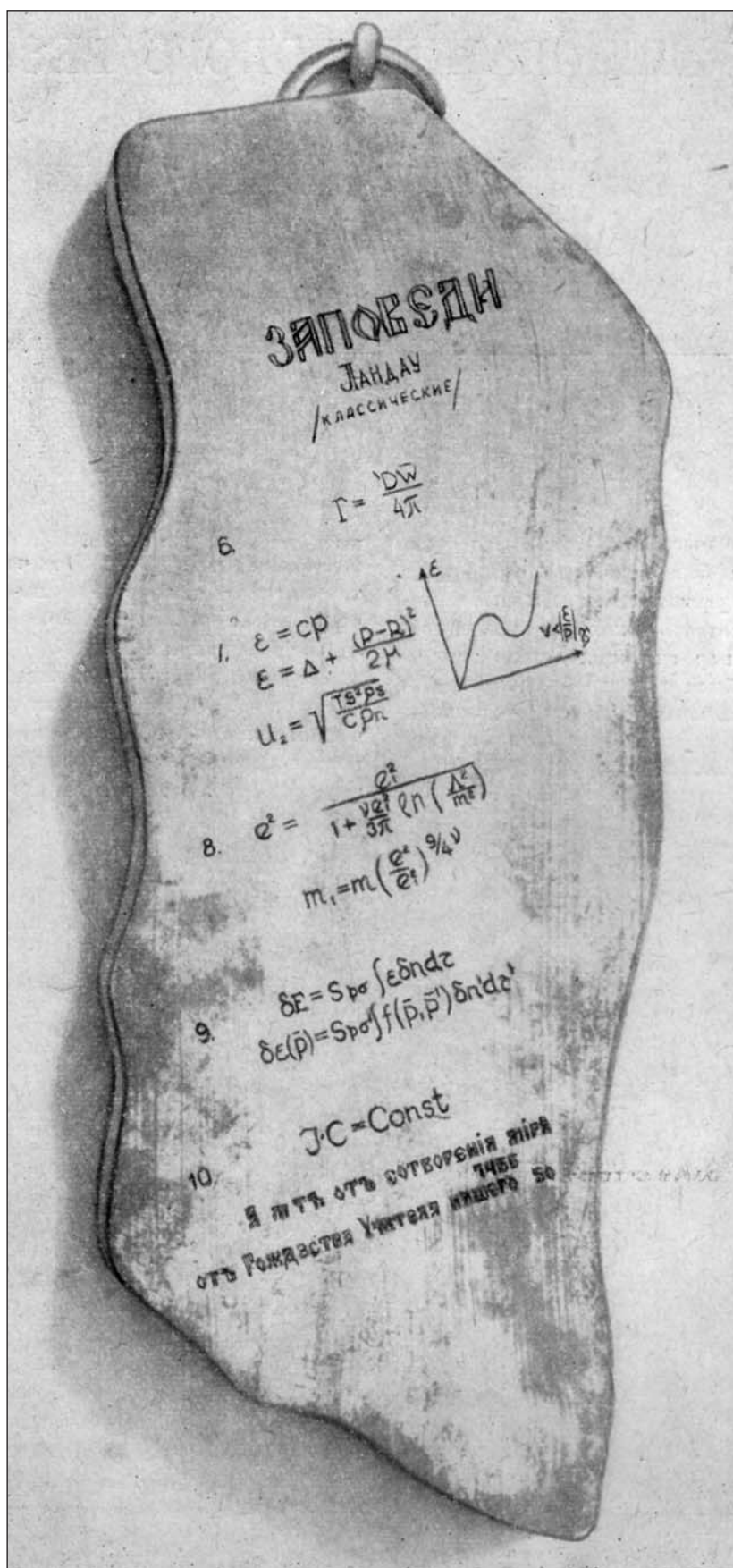
7. Одна из наиболее блестящих работ Ландау — теория сверхтекучести гелия II. Работы Ландау в этой области не только объяснили загадочное явление, впервые открытое П.Л.Капицей, но определили создание нового раздела теоретической физики — физики квантовых жидкостей.

8. Ландау (совместно с А.А.Абрикосовым и И.М.Халатниковым) принадлежат фундаментальные исследования по квантовой электродинамике. Формула выражает связь между физической массой электрона m и «затравочной» массой m_1 .

9. В 1956 г. Ландау создал теорию ферми-жидкости — квантовой жидкости, возбуждения которой обладают полуцелым спином. Эта теория получила широкое признание.

10. Ландау впервые ввел принцип комбинированной четности, согласно которому все физические системы будут эквивалентными, только если при замене правой системы координат на левую одновременно перейти от частиц к античастицам.

Академик Кикоин И.К.



Правила для авторов

Журнал «Природа» публикует работы по всем разделам естествознания: результаты оригинальных экспериментальных исследований; проблемные и обзорные статьи; научные сообщения и краткие рефераты наиболее примечательных статей из научных журналов мира; рецензии; персоналии; материалы и документы по истории естественных наук. Поскольку статьи адресуются неспециалистам, желая знать, что происходит в смежных областях науки, суть проблемы необходимо излагать ясно и просто, избегая узкопрофессиональных терминов и математически сложных выражений. Авторами могут быть специалисты, работающие в том направлении, тема которого раскрывается в статье. Без предварительной апробации научным сообществом статьи не принимаются, а принятые к публикации в «Природе» рецензируют-

ся и проходят редакционную подготовку.

Допустимый объем статьи — до 30 тыс. знаков (с пробелами). В редакцию статьи можно прислать по электронной почте прикрепленными файлами или на любом из следующих носителей: компакт-дисках CD-R или CD-RW; дисках DVD+R или DVD+RW; дисках Zip 100 Mb; на устройствах, поддерживающих USB. Для сжатых файлов необходимо представить свой архиватор. Самораспаковывающиеся архивированные файлы не принимаются.

Текст статьи, внутри которого библиографические ссылки нумеруются по мере цитирования, аннотация (на русском и английском языках), таблицы, список литературы и подписи к иллюстрациям оформляются одним файлом в формате MS с расширением doc, txt или rtf. Иллюстрации присылаются отдельными файлами. Если пере-

сылаемый материал велик по объему, следует архивировать его в формат ZIP или RAR.

Принимаются растровые изображения в форматах: EPS или TIFF — без LZW-компрессии. Цветные и полутоновые изображения должны иметь разрешение не ниже 300 dpi, черно-белые (B/W, Bitmap) — не менее 800 dpi. Принимаются векторные изображения в формате COREL DRAW CDR (версии 9.0—11.0) и Adobe Illustrator EPS (версий 5.0—8.0).

Редакция высылает автору статью для согласования только в виде корректуры. Все авторские исправления необходимо выделять цветом, курсивом, полужирным шрифтом и т.д. и не трогать формулы и специальные символы (греческие буквы, математические знаки и т.п.), в которых ошибки не допущены.

Поступление статьи в редакцию подтверждает полное согласие автора с правилами журнала.

Над номером работали

Ответственный секретарь
Е.А.КУДРЯШОВА

Научные редакторы
О.О.АСТАХОВА
Л.П.БЕЛЯНОВА
Е.Е.БУШУЕВА
М.Ю.ЗУБРЕВА
Г.В.КОРОТКЕВИЧ
К.Л.СОРОКИНА
Н.В.УЛЬЯНОВА
Н.В.УСПЕНСКАЯ
О.И.ШУТОВА

Литературный редактор
С.В.ЧУДОВ

Художественный редактор
Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией
И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор
Г.С.ДОРОХОВА

Перевод:
С.В.ЧУДОВ

Набор:
Е.Е.ЖУКОВА

Корректоры:
В.А.ЕРМОЛАЕВА
М.В.КУТКИНА

Графика, верстка:
А.В.АЛЕКСАНДРОВА

Свидетельство о регистрации
№1202 от 13.12.90

Учредитель:
Российская академия наук,
президиум
Адрес издателя: 117997,
Москва, Профсоюзная, 90

Адрес редакции: 119049,
Москва, Маро́новский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-25-77
Факс: (095) 238-24-56
E-mail: priroda@naukaran.ru

Подписано в печать 15.12.2007
Формат 60×88 1/8
Офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2
Заказ 863
Набрано и сверстано в редакции

Отпечатано в ППП типографии «Наука»
Академиздатцентра «Наука» РАН,
121099, Москва, Шубинский пер., 6