

Б.И. В е р к и н, С.А. Г р е д е с к у л,
Л.А. П а с т у р, Ю.А. Ф р е й м а н

ЛЕВ ВАСИЛЬЕВИЧ ШУБНИКОВ

Непосредственным поводом для написания этой статьи явился выход в издательстве "Наукова думка" книги о Л.В. Шубникове [1]. Идея ее создания принадлежит украинскому академику Борису Иеремиевичу Веркину, ответственному редактору книги. Ее появление во многом обязано энтузиазму Б.И. Веркина, который все время торопил остальных составителей, говоря, что следует спешить, пока можно получить уникальную информацию "из первых рук": от друзей, коллег и современников Л.В. Шубникова. Эти опасения были оправданы. Уже нет в живых авторов книги воспоминаний - М.Ф. Федоровой, С.Э. Фриша и С.Е. Бреслера, а вскоре после написания настоящей статьи, 12 июня 1990 г. скончался Б.И. Веркин.

В процессе работы над книгой огромную помощь нам оказали многочисленные беседы с Ольгой Николаевной Трапезниковой - женой, другом и коллегой Льва Васильевича Шубникова, заботливо сохранившей многочисленные документы и материалы. Мы узнали много важного и нового о Л.В. Шубникове из бесед с его сотрудниками, коллегами, учениками - Н.Е. Алексеевским, А.И. Ахизезром, А.К. Кикоиным, А.П. Ключаревым, Б.Г. Лазаревым, Г.А. Милутиным, И.Е. Нахутиным, Н.С. Руденко, А.И. Судовцовым. Большую помощь оказали материалы и документы, любезно предоставленные в наше распоряжение Г. ван дер Бергом, Х. Казимиром, И. и Г. Клиппингами, П.Е. Рубининым, М. Рузманном, А.В. Тиморевой, В.Я. Френкелем, Д. Шенбергом и Б.Е. Явеловым. В подготовке книги к печати участвовали многие сотрудники Физико-технического института низких температур Украинской АН. Ряд конструктивных и полезных замечаний высказали рецензенты книги Э.Л. Андроникашвили и А.С. Боровик-Романов. Пользуемся случаем еще раз выразить им свою глубокую и искреннюю благодарность.

Беседуя со своими коллегами, мы с удивлением обнаружили, что хотя еще в 1966 г. в УФН был опубликован очерк О.И. Балабеяна о Шубникове [2], а в 1982 г. там же появился целый блок ста-

тей, первая из которых [3] принадлежала Н.Е. Алексеевскому, ученику Л.В. Шубникова, очень многие физики до сих пор совершенно не представляют, какого масштаба ученым он был. Бытует совершенно превратное представление об исторической последовательности трех открытий, на которых стоит современная физика металлов: эффекта Шубникова-де Гааза, диамагнетизма Ландау и осцилляций де Гааза-ван Альфена. Большинство ученых считает, что физика низких температур в нашей стране началась с П.Л. Капицы и была связана на своем этапе становления в основном с Институтом физических проблем. Далеко не многим известна огромная роль, которую сыграли работы Шубникова в открытии антиферромагнетизма. Все это позволяет надеяться, что настоящая статья читателю будет небезынтесна.

Научная деятельность Л.В. Шубникова была связана с тремя городами - Петроградом, Лейденом и Харьковом. Разумеется, мы считали своим долгом прежде всего представить именно ленинградцам результаты наших трудов и благодарны за возможность сделать это в рамках столь престижного собрания, как чтения памяти А.Ф. Иоффе.

Лев Васильевич Шубников родился 29 сентября 1901 г. в Санкт-Петербурге. С 1911 по 1918 г. он учился в гимназии М.А. Лентовской, затем поступил на математическое отделение физико-математического факультета Петроградского университета по специальности "физика". В числе других студентов-физиков Шубников почти сразу же был зачислен лаборантом при мастерских вновь образованного Государственного оптического института (ГОИ).

В 1921 г. в силу случайных обстоятельств (подробнее см. [1]) Шубников оказался в Финляндии, а затем в Германии. Он провел за границей более года. Вернувшись, Шубников поступил лаборантом в Физтех к И.В. Обреимову, а затем был зачислен на III курс физико-технического факультета Политехнического института, который окончил в 1926 г.

С 1926 по 1930 г. Шубников работал во всемирно известной Лейденской лаборатории физики низких температур по приглашению одного из руководителей лаборатории профессора В. де Гааза.

В 1930 г. Шубников возвратился в Советский Союз и вскоре переехал из Ленинграда в Харьков, в недавно созданный Украинский физико-технический институт (УФТИ). С 1931 г. он был руководителем криогенной лаборатории УФТИ. 6 августа 1937 г. Шубников был арестован. "Следствие" велось сначала в Харькове, а затем в Москве. 28 октября 1937 г. он был осужден на 10 лет заключения без права переписки (приговор подписан Ежовым и Вышинским) и в тот же день расстрелян. 11 июня 1956 г. Л.В. Шубников посмертно реабилитирован.

Разумеется, у физической аудитории интерес вызывают прежде всего научные результаты Л.В. Шубникова. Вот наиболее важные из них:

1924 г. - создание нового метода выращивания кристаллов (И.В. Обреимов, Л.В. Шубников);

1930 г. - открытие эффекта осцилляции низкотемпературного сопротивления висмута в магнитном поле (рис. 1)* - эффекта Шубникова-де Гааза (Л.В. Шубников, В.Й. де Гааз);

1934 г. - прямое (и не зависящее от Мейсснера и Оксенфельда) экспериментальное доказательство (рис. 2) идеального диамагнетизма чистых сверхпроводников (Ю.Н. Рябинин, Л.В. Шубников); обнаружение антиферромагнитного фазового перехода (скачка теплоемкости, рис. 3, а) в слоистых хлоридах переходных металлов (О.Н. Трапезникова, Л.В. Шубников); исследование равновесия между газообразной и жидкой фазами в газовых смесях (О.Н. Трапезникова, Л.В. Шубников); измерение температурной зависимости вязкости жидких азота, кислорода, окиси углерода, метана, аргона, этилена (Н.С. Руденко, Л.В. Шубников);

1935 г. - экспериментальное открытие (рис. 4) сверхпроводников второго рода (Л.В. Шубников, В.И. Хоткевич, Ю.Д. Шепелев, Ю.Н. Рябинин);

1936 г. - измерение магнитного момента протона (Б.Г. Лазарев, Л.В. Шубников); прецизионное установление правила Силсби (Л.В. Шубников, Н.Е. Алексеевский); исследование поглощения нейтронов при низких температурах в водороде, серебре, боре и кадмии (В.Г. Фомин, Ф.Г. Хоутерманс, И.В. Курчатов, А.И. Лейпунский, Л.И. Русинов, Л.В. Шубников, Г.Я. Щепкин);

1937 г. - первое наблюдение промежуточного состояния сверхпроводника в магнитном поле (Л.В. Шубников, И.Е. Нахутин); наблюдение промежуточного состояния в сверхпроводнике с током (Л.В. Шубников, Н.Е. Алексеевский); идентификация магнитного характера фазового перехода (излом восприимчивости, рис. 3, б) в хлоридах переходных металлов (С.С. Шалыт, Л.В. Шубников); исследование фазового перехода в твердом метане при высоком давлении (О.Н. Трапезникова, Г.А. Милютин, Л.В. Шубников).

Если учесть, что все это было сделано Шубниковым всего за 14 лет научной работы, то становится ясен масштаб таланта этого замечательного ученого, в котором глубокое проникновение в сущность физических явлений, понимание их связей, роли и места в современной физике чрезвычайно гармонично сочетались с даром блестящего физика-экспериментатора и инженера. Это неизменно позволяло ему выбирать важные объекты и актуальные темы и находить простые и эффективные пути их исследования, что сообщало его результатам максимальную доказательность и долгую научную жизнь.

Необычайно плодотворной была и научно-организационная деятельность Шубникова. В 1931 г. он был назначен руководителем криогенной лаборатории УФТИ. К этому времени в институте уже получали жидкий воздух, было заказано устройство для ожижения водорода, шли переговоры по поводу гелиевой установки. Для создания мощной оживительной базы Шубников собрал высококвалифицированных механиков и существенно увеличил число мастерских,

*Рис. 1- 4 взяты из оригинальных работ Л.В. Шубникова.

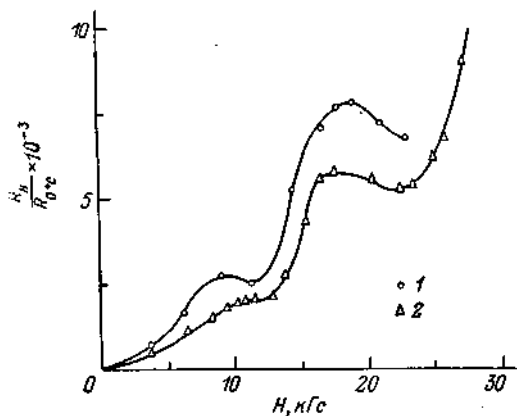


Рис. 1. Низкотемпературные осцилляции магнетосопротивления висмута (эффект Шубникова-де Гааза).

$H \parallel [112]$. Т, К: 1 - 4.22, 2 - 11.3.

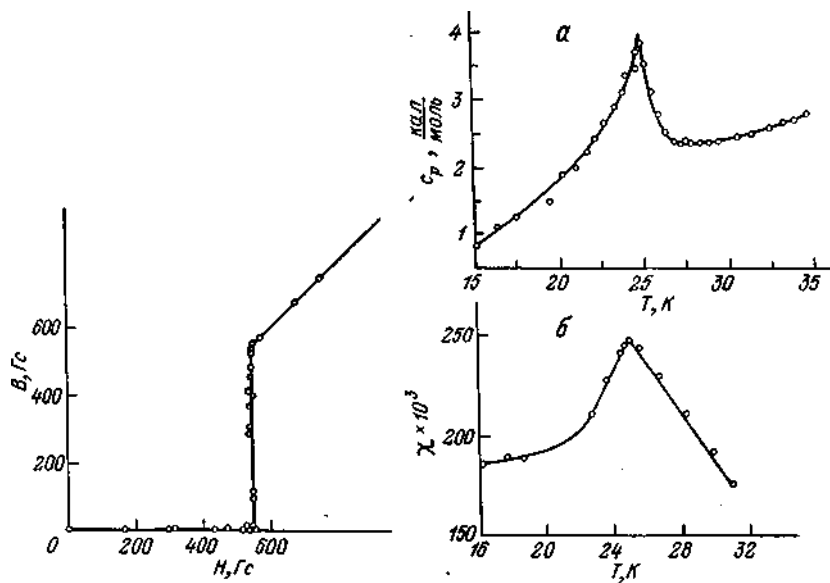


Рис. 2. График намагниченности свинца при гелиевой температуре (идеальный диамагнетизм чистого сверхпроводника - эффект Мейснера).

Рис. 3. Температурная зависимость теплоемкости (а) и магнитной восприимчивости (б) хлорида кобальта (антиферромагнитный фазовый переход).

количество и ассортимент обрабатывающих станков. Уже осенью 1931 г. под руководством и при непосредственном его участии механики И.П. Королев и В.И. Богатов запустили большой водородный ожигитель Хука производительностью 12 л/ч. На очереди было получение жидкого гелия. Пауль Эрэнфест писал из Лейдена 19 февраля 1933 г.:

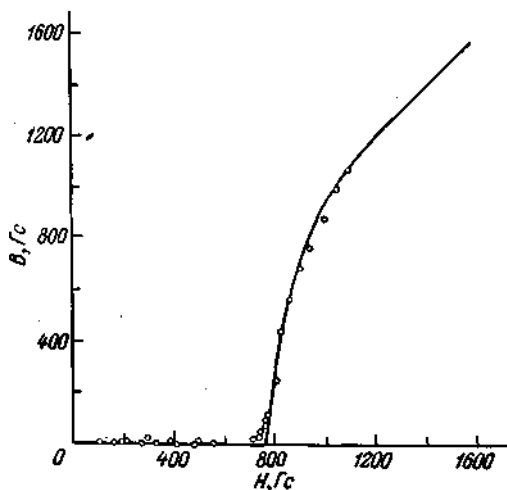


Рис. 4. Кривая намагниченности сверхпроводящего сплава PbTl , ($x = 2.5\%$ весовых) при гелиевой температуре (открытие сверхпроводников 2-го рода).

$$H_{K1} = 734 \text{ Гс}, H_{K2} = 1100 \text{ Гс}.$$

"Мои дорогие Шубниковы!

... Де Гааз придумал очень остроумную машину для сжижения гелия. В Лейпциге он встретил Симона, и тут выяснилось, что Симон недавно уже построил подобную машину. Я хотел послать Вам по возможности точное ее описание, так как слышал, что ее можно построить за несколько часов. И с радостью недавно узнал, что Вирсма уже послал Вам о ней все данные. Де Гааз был в восторге от остроты ума и изобретательности Симона...

Сердечный привет вам и всем милым знакомым.

Ваш П. Эренфест".

К концу 1932 г. Шубников совместно с первым сотрудником лаборатории Ю.Н. Рябининым и тогда еще совсем молодым механиком А.И. Судовцовым получили жидкий гелий в экспансионных ожижителях по методу Симона. Первая в Советском Союзе криогенная лаборатория начала свое активное существование.

Сразу же после получения жидких водорода и гелия в криогенной лаборатории были широко развернуты фундаментальные исследования. Уже в 1934 г. Шубниковым совместно с его сотрудниками Ю.Н. Рябининым, Н.С. Руденко, О.Н. Трапезниковой и В.И. Хоткевичем было опубликовано 8 статей, посвященных различным вопросам физики сверхпроводимости, свойствам криогенных жидкостей, тепловым свойствам хлоридов переходных металлов. По существу были заложены основы научного направления, которое сейчас называют физикой конденсированного состояния при низких температурах (сверхпроводимость, физика гелия, низкотемпературный магнетизм, фазовые переходы, отвердевшие газы).

Вызывает восхищение высокая динамичность Л.В. Шубникова. Научные исследования в его лаборатории начались буквально сразу же после введения в действие симоновского оживителя! Отметим, что в лаборатории Мак-Леннона в Торонто низкотемпературные эксперименты стали проводиться лишь пять лет спустя (в 1928 г.) после получения жидкого гелия (1923 г.), а Мейсснер, получив в своей лаборатории жидкий гелий в 1925 г., развернул систематические исследования сверхпроводимости в 1927 г.

Еще один характерный пример. Стоило только появиться в печати статье В. Кеезома и мисс Кеезом о наблюдаемой ими "сверх—теплопроводности" жидкого гелия (как сейчас мы понимаем, это следствие его сверхтекучести), как Шубников мгновенно использовал это свойство, не зная его физической природы, для охлаждения образцов, на которых исследовалось разрушение сверхпроводимости током.

Использование метода Симона приводило к усложнению конструкции приборов и техники эксперимента, да и получалось гелия очень мало - его хватало на эксперимент продолжительностью менее трех часов. К сожалению, купленный в Германии мейсснеровский оживитель гелия оказался неисправным и сам конструктор - Мейсснер, приехавший в Харьков со своим механиком, не смог его запустить. Тогда Шубников принял смелое и ответственное решение: поручить своим сотрудникам И.П. Королеву, А.И. Судовцову и В.И. Хоткевичу перебрать и самостоятельно запустить оживитель (при этом терялись все юридические основания для предъявления претензий фирме-изготовителю). В результате в 1934 г. впервые в Советском Союзе была запущена установка оживления гелия производительностью 1.5 л/ч.

Проведение экспериментов в области низких температур требовало не только высококлассной оживительной техники, но и разнообразного специального оборудования, которое в основном конструировалось и изготовлялось в лаборатории. Было налажено производство металлических дьюаров для хранения жидкого азота и таких же дьюаров большей емкости для хранения жидкого водорода, построены аппараты для очистки газов, изготовлена необходимая вакуумная аппаратура и аппаратура для экспериментов при высоких давлениях.

Криогенная лаборатория УФТИ была в то время единственной в Союзе. Н.Е. Алексеевский вспоминает [1, с. 308]: "... в то время в физических институтах, например в ЛФТИ, жидкий воздух отпускался примерно по 2 л в день на лабораторию, имевшийся там оживитель давал жидкого воздуха менее 5 л/ч, а жидкого водорода и жидкого гелия не было вообще. Поэтому, когда я приехал на дипломную работу к Льву Васильевичу и увидел, как для охлаждения медного соленоида лили азот большой струей из пятидесятилитрового дьюара в специальную бадью, для меня это было таким контрастом по сравнению с Ленинградом, что я долго находился под впечатлением".

Наряду с фундаментальными научными исследованиями в лаборатории интенсивно велись работы, относящиеся скорее к технической физике (изучение свойств криогенных жидкостей и их смесей, способов их разделения и широкого круга соответствующих прикладных задач). Однако скоро эти работы приобрели такой масштаб, что продолжать их в прежних условиях стало невозможным, тем более что в связи с запросами развивавшейся на Украине химической и металлургической промышленности ряд исследований требовалось уже выполнять на установках полупромышленного типа. В этой ситуации Шубников пришел к выводу о целесообразности создания специализированной технической лаборатории, служащей посредницей между фундаментальной наукой и промышленностью. Уже в 1933 г. идея создания такой лаборатории была одобрена дирекцией УФТИ и поддержана правительством, а в 1935 г. она вступила в строй - это была Опытная станция глубокого охлаждения (ОСГО) при опытных коксовых печах Углекимического института в Харькове.

Огромное внимание уделял Шубников воспитанию молодых ученых и созданию научной школы. Став руководителем криогенной лаборатории, он сразу же организовал постоянно действующие лабораторные семинары (тогда они назывались бригадными собраниями или просто бригадами). В этом явно сказалось понимание той огромной роли, которую сыграли семинары Эренфеста в Лейдене (ранее в Лейденской лаборатории семинары не проводились).

На лабораторных семинарах, кроме сотрудников УФТИ, выступали и докладчики из других институтов, обсуждались их тематика и структура. Шубниковым была составлена программа реферативных докладов аспирантов по текущей литературе. Он занимался и непосредственно педагогической деятельностью - сначала на физико-механическом факультете Харьковского технологического (ныне политехнического) института, а затем по предложению руководства Харьковского университета возглавил кафедру физики твердого тела (1935 г.). Заведование рентгеновской лабораторией при кафедре Шубников поручил В.С. Горскому, прекрасному физика, одному из создателей теории упорядочивающихся сплавов. На кафедре сразу же был организован первый в Союзе студенческий криогенный практикум.

Лаборатория Шубникова располагала крепкими международными и внутрисоюзными научными связями. С постоянным доброжелательным вниманием к ее становлению и развитию там научных исследований относились соруководители Лейденской лаборатории В. Кеэзом и В.Й. де Гааз. Несколько раз в Харьков приезжали Эренфест и один из ведущих сотрудников де Гааза - Э. Вирсма. Сюда также приезжали физики из других городов Союза для выполнения низкотемпературных исследований (1934 г. - М.Я. Ген и И.Л. Зельманов из ЛФТИ АН СССР, 1935 г. - Б.Г. Лазарев из УралФТИ, 1936 г. - И.В. Курчатова и Г.Я. Щепкин из Ленинграда).

Высочайший уровень криогенной лаборатории УФТИ в значительной, если не в решающей, степени был связан с деятельностью ее

лидера и руководителя Л. В. Шубникова. Его работы, стиль, методы и результаты вызвали уважение коллег. Еще в Лейдене при публикации статей, посвященных открытию эффекта осцилляций магнитосопротивления висмута, де Гааз собственноручно поставил фамилию Шубникова перед своей - в нарушение алфавитного порядка и традиций, принятых в Лейденской лаборатории. Де Гааз очень хотел, чтобы Шубников продолжил эти исследования при гелиевых температурах. Эренфест в одном из писем к А.Ф. Иоффе [4, с. 235] сообщал:

"... Ты знаешь, что Шубников во время здешнего пребывания получил такие важные и просто прекрасные результаты по измерению сопротивления кристаллов висмута при температуре жидкого водорода и что была достигнута договоренность о том, что эти измерения он должен будет продолжить при гелиевых температурах. И вот оказывается..., что по каким-то причинам... приезд Шубникова в Лейден в ближайшее время маловероятен... Я знаю, что профессор де Гааз будет очень и очень сожалеть, что Шубников не сможет в ближайшее время приехать в Лейден..."

Большую роль сыграла для криогенной лаборатории УФТИ помощь Лейденской лаборатории. Один из ведущих сотрудников де Гааза - Э. Вирсма регулярно приезжал в Харьков и привозил многие необходимые материалы и приборы, достать которые в Союзе было в то время невозможно: платиновые термометры; проволоку для их изготовления; специальные фарфоровые цилиндры, на которые они наматывались; приспособления для намотки соленоидов; специальный припой для пайки дюаров, не трескавшийся при низких температурах; образцы чистых веществ, даже разновески для аналитических весов и многое другое. Эта серьезная помощь и поддержка были обусловлены прежде всего теми замечательными качествами человека и ученого, которые снискали Шубникову во время его пребывания в Лейдене уважение и доброжелательное отношение со стороны коллег.

Харьковская деятельность Л.В. Шубникова также оценивалась чрезвычайно высоко. В конце 1934 г. он был премирован за "правильно поставленное и упорное руководство работой над освоением технической базы криогенной лаборатории и производственным воспитанием коллектива, за блестящую организацию и широкий разворот научной работы в лаборатории" [5]. Состоявшаяся в январе 1937 г. сессия физической группы АН СССР отметила, что "в... замечательных работах криогенной лаборатории плодотворное сотрудничество теории и эксперимента доведено до высокой степени совершенства ... Сессия отметила огромное научное и техническое значение создания в УФТИ криогенной лаборатории, стоящей на уровне лучших мировых лабораторий низких температур. По линии низких температур, как и по линии других решающих направлений работы, институт сумел установить реальную связь с техникой. Сессия отметила важность использования криогенной лаборатории УФТИ всеми физическими институтами путем командировок и обмена научных работников..." [6]. Согласитесь, не часто встречается в официальных документах столь щедрая оценка.

Разумеется, важно и интересно проследить формирование творческой личности Л.В. Шубникова. Как свидетельствуют архивные документы гимназии Лентовской, Шубников был обычным средним учеником, выделявшимся разве что некоторой излишней апатичностью. Однако в таблице за последний, 8 класс в графе "физика" после стандартной тройки появилась запись: "интерес к предмету большой".

В студенческие годы этот интерес стал главным в его жизни. Уже на первом курсе основное время он проводил в Физическом институте при университете. Характерная деталь: на двери комнаты, занимаемой Шубниковым, висел листок бумаги с надписью: "Тут находится Лев Шубников. Приходящих и не застающих меня прошу расписываться с указанием дел". Сохранился такой листок с автографами В.Р. Бурсиана, Е.Ф. Гросса, А.Н. Теренина, В.А. Фока, С.Э. Фриша. В эти годы он упорно учился, проводя все время или в библиотеке, или в лаборатории. Крайне важно, что одновременно с учебой он был постоянно занят исследовательской или близкой к ней технической деятельностью - в лаборатории ГОИ, когда учился в университете, на кварцевом заводе во время вынужденного пребывания в Германии, в лаборатории И.В. Обреимова, будучи студентом ЛПИ.

К моменту окончания ЛПИ за плечами Шубникова были восемь лет интенсивной учебы, четкое представление о своем отношении к науке, немалый опыт исследовательской работы.

Огромную роль в формировании Л.В. Шубникова как крупного ученого бесспорно сыграл лейденский период. Он приехал в Лейден талантливым и влюбленным в науку молодым человеком и сразу же попал в крупнейший и, пожалуй, самый современный научный центр в мире, в стимулирующую творческую среду активно работающих физиков. Среди сотрудников лаборатории были тогда еще молодые, а впоследствии известные ученые Дж. де Бур, К. Гортер, Э. Вирсма, фон ден Хандел, приезжали Ж. Беккерель и другие физики.

Л.В. Шубников регулярно посещал знаменитые семинары Эрэнфеста, привлекавшие ученых отовсюду. Сделать доклад на этом семинаре и выдержать дискуссию с Эрэнфестом стремились физики самых различных специальностей. Шубникову в Лейдене довелось слушать выступления выдающихся физиков - А. Эйнштейна, М. Планка, В. Паули, М. Борна, А. Зоммерфельда, Э. Шредингера, П. Дирака и других. Во время пребывания в Лейдене он имел возможность общаться с самыми выдающимися теоретиками и экспериментаторами мира. И Лев Васильевич блестяще использовал представившиеся ему возможности. Он по-прежнему много и целеустремленно трудился: днем - в лаборатории или на семинарах Эрэнфеста, вечером - в библиотеке.

Хотя формально Л.В. Шубников работал в отделении де Гааза, занимавшемся электрическими и магнитными измерениями, он изучал и особенности тепловых экспериментов, проводившихся в отделении В. Кеезома, и принципы получения криогенных жидкостей, устройство оживителей, которыми ведал мистер Флимм. Как гово—

рил Э. Вирсма, Шубников мог часами расспрашивать его о деталях устройства большого магнита или способах намотки соленоида. Сам Вирсма чувствовал себя после таких бесед, по его выражению, как выжатый лимон.

В результате Шубников, попав в первоклассную школу физиков, за четыре года вырос в одного из самых ярких ее представителей.

Приобретенный в Лейдене огромный запас глубоких знаний, безусловно, сыграл решающую роль в необычайно быстрой и четкой организации работы криогенной лаборатории в Харькове. Стиль Лейденской лаборатории стал и стилем самого Л.В. Шубникова, который, по выражению И.В. Обреимова, первого директора УФТИ, создал в УФТИ стиль критической, тщательной точной работы.

Л.В. Шубников всегда занимал четкую человеческую и гражданскую позицию. Когда трем его молодым сотрудникам - И.Е. Алексеевскому, А.К. Кикоину и С.С. Шалыту в течение длительного времени не предоставлялось обещанное жилье, он написал директору института А.И. Лейпунскому, предупреждая о своем уходе в случае невыполнения обещания. На одном из собраний в УФТИ после резкой критики Л.Д. Ландау со стороны К.Д. Синельникова он встал и заявил, что Синельников предъявляет Ландау претензии не из деловых соображений, а лишь потому, что Ландау отнес Синельникова в своей классификации к физикам низшего, третьего класса. После несправедливого увольнения Ландау из Харьковского университета Шубников немедленно подал в отставку, отправив ректору университета следующее письмо:

27 декабря 1936 г.

Ректору ХГУ Нефоросному

Вчера профессор Ландау сообщил мне содержание разговора с Вами и Ваше решение уволить его со вчерашнего дня.

Считаю настоящее отношение университета к профессору Ландау, являющемуся самым крупным физиком-теоретиком Союза и ученым с мировой известностью, чистой, ничем не обоснованной травлей.

Продолжать работать в условиях, когда по смехотворным причинам травят ученого и лишают студентов квалифицированных преподавательских сил, я не считаю возможным и прошу о немедленном увольнении.

Подробная мотивировка моего ухода и изложение положения дел в университете будут мною сообщены в соответствующие правительственные инстанции.

Л.В. Шубников.

Каждого человека довольно четко характеризует круг людей, с которыми его связывали более или менее дружеские отношения. С университетских лет Л.В. Шубников и О.Н. Трапезникова были дружны с С.Э. Фришем и А.В. Тиморевой (Ольга Николаевна и Александра Васильевна до сих пор сохраняют эту прекрасную дружбу, пронесенную через многие, в том числе и очень тяжелые годы). К этому же времени относится начало дружеских отношений Шубникова и В.А. Фока. В Лейдене Шубников и Трапезникова вскоре стали очень дружны с Эренфестом и его семьей. Эта дружба продолжалась долгие годы. Близкими друзьями Шубниковых стали также один из ведущих сотрудников Лейденской лаборатории Э. Вирсма и его жена. Вирсма относился к Шубникову с огромным уважением и как-то (уже в Харькове) сказал, что в случае необходимости он был бы готов пойти вместо Шубникова на военную службу (в Голландии такая замена допускалась). Шубниковы были дружны и часто встречались в Лейдене с И.Е. Таммом. Иногда к ним присоединялся П. Дирак, гостивший в это же время у Эренфеста.

Самым важным событием такого плана оказался приезд в Лейден Л.Д. Ландау в 1929 г. За несколько дней, проведенных им в Лейдене, Шубниковы и он сразу же подружились, они практически не разлучались. После переезда Ландау в 1932 г. в Харьков из их кратковременного знакомства выросло теснейшее творческое содружество этих крупнейших теоретика и экспериментатора. Они часто обсуждали научные и ненаучные вопросы, прогуливаясь по институтскому двору. По выражению А.И. Ахиезера, длинная фигура Ландау и несколько грузноватая Шубникова среди зелени заботливо ухоженных деревьев составляли привычную деталь пейзажа

УФТИ 30-х гг. Шубников и Ландау нередко проводили вместе отпуск в туристских походах - путешествовали на лодке по Чусовой или ходили пешком по горному Крыму. Эта дружба "Льва толстого" и "Льва тонкого", как их называли в УФТИ, носившая как личный, так и научный характер, безусловно, была одним из важнейших составляющих их огромной творческой активности.

Многие важнейшие темы исследовались Шубниковым и Ландау параллельно и практически одновременно. Так, например, в 1933г. вышла знаменитая работа Ландау об антиферромагнетизме слоистых хлоридов переходных металлов [7], а в 1934 г. появилось первое сообщение о классических теперь экспериментах Трапезниковой и Шубникова [8]. (Мы думаем, что здесь эксперимент был задуман раньше создания теории. В самом деле, Шубников был прекрасно осведомлен о лейденских работах по криомагнитной аномалии восприимчивости этих веществ и попытался их осмыслить. Естественно предположить, что оба выдающихся физика обсуждали этот вопрос и теоретик такого высочайшего класса, каким был Ландау, смог быстро и результативно отреагировать на эти обсуждения, в то время как Шубникову для получения образцов, постановки и выполнения соответствующего эксперимента требовалось существенно большее время). Как удалось выяснить из бесед с учениками и сотрудниками Шубникова, работы Ландау по фазовым переходам в определен-

ной степени были инициированы проводимыми в лаборатории Шубникова исследованиями фазовых переходов в твердом метане (О.Н. Трапезникова, Г.А. Милютин [9]). Именно Шубников привлек внимание Ландау к проблеме жидкого гелия II - первая в Союзе работа по жидкому гелию была выполнена в Харькове [10]. Известный эксперимент Шубникова-Нахутина [11], в котором продемонстрировано расслоение оловянного шара на чередующиеся слои нормальной и сверхпроводящей фаз, параллельные магнитному полю, был поставлен по прямому "заказу" Ландау. Б.Г. Лазарев показывал нам страницы расчетов, выполненные Ландау для работы Лазарева и Шубникова по измерению магнитного момента протона [12]. Когда Лазарев предложил Шубникову поблагодарить Ландау в статье, Лев Васильевич сказал: "Ну что Вы, такая мелочь, он просто обидится!" Нам, к сожалению, не удалось ничего узнать, обсуждали ли они столь близко связанные вопросы, как эффект Шубникова - де Гааза и спектр электрона в магнитном поле.

Взаимодействие Шубникова и Ландау не ограничивалось оригинальными исследованиями, а распространялось и на педагогическую деятельность. Как вспоминает А.И. Ахиезер [1, с. 338], одной из основных тем бесед Шубникова и Ландау была реформа образования всей системы преподавания точных наук от школы до университета. Когда Ландау, Ахиезер и Лифшиц задумали составить учебник по курсу общей физики [13], главу с описанием экспериментальных методов они попросили написать Шубникова. К сожалению, эта глава не вошла в книгу, так как ее рукопись, составленная Шубниковым и его учеником А.К. Кикоиным, по-видимому, пропала при аресте Ландау.

Совершенно особыми были отношения между Л.В. Шубниковым и П.Л. Капицей. Познакомились они еще в Лейдене во время одного из приездов туда Капицы. В это время оба занимались исследованием низкотемпературного сопротивления висмута в магнитном поле (см. следующую статью этого сборника). Но Капица был уже мэтром, в то время как Шубников — еще молодым малоизвестным ученым. Это нашло свое отражение и в его письме к Капице.*

Лейден, 8. XII. 29 г.

Многоуважаемый Петр Леонидович!

Мне от Ивана Васильевича известно, что Вы в скором времени организуете отделение Вашей лаборатории в Харькове.

По приезде в Харьков (УП-УП.30) я думал заняться там примерно теми же вещами, над которыми я работал тут в Лейдене. Эта область близко соприкасается с областью Ваших последних работ, поэтому мне хотелось бы продолжать работу в Вашей лаборатории. Будьте добры, сообщите мне, пожалуйста, как скоро Вы ор—

*Мы благодарны П.Е. Рубину, любезно предоставившему ксерокопии публикуемых писем Л.В. Шубникова к П.Л. Капице и П.Л. Капицы к А.А. Капице.

ганизуете Вашу лабораторию и могу ли я рассчитывать работать у Вас.

Глубоко уважающий Вас

Лев Шубников.

Перешлите мне, пожалуйста, оттиск Вашей последней работы о электропроводности в магнитном поле.

Через три года тон письма был уже несколько иной.

Харьков, 12.01.32 г.

Многоуважаемый Петр Леонидович!

В Ленинграде Вы мне показывали полный расчет ликвифактора жидкого водорода. Будьте добры сообщите, опубликованы ли и если да, то где, Ваши расчеты. Если эти расчеты не опубликованы, я бы очень просил Вас переслать их мне. Обещаю, если Вы хотите, никому не показывать Ваших расчетов...

Наша лаборатория низких температур начинает понемногу развиваться. Сейчас имеем жидкий водород, работают обе машины, большая машина дает пока около 6 л/ч. Скоро будет жидкий гелий. Начинаются и экспериментальные работы.

Был бы рад слышать о Ваших работах и иметь оттиски Ваших последних публикаций.

Всего наилучшего. Уважающий Вас

Лев Шубников.

Обещание Шубникова никому не показывать расчетов Капицы обусловлено тем, что Капица строго соблюдал правило - ни с кем не делиться результатами своих работ до их опубликования. Еще через два года Шубников даже позволяет себе подшутить над этой чертой Капицы. Как вспоминает Г.А. Милютин [1, с. 312], ученик и сотрудник Шубникова, произошло это при следующих обстоятельствах: „Осенью 1934 г. П.Л. Капица приехал в Харьков, чтобы прочитать лекцию о своем первом оживителе - двухкамерном поршневом турбодетандере. Эту машину Капица сконструировал, изготовил с помощью какой-то английской фирмы, испытал, и она у него успешно работала в Мондовской лаборатории. Шубников вел переговоры с Капицей о том, чтобы иметь аналогичную машину в Харькове. Однако с чертежами оживителя вышла заминка: Капица по обыкновению ссылался на фирму-изготовитель. И вот перед лекцией, на которой Капица должен был демонстрировать слайды, Шубников поручил мне сфотографировать слайд чертежа машины в масштабе, что я и сделал. И пока Капица читал лекцию, Вася Уланов, фотограф, сделал снимки. Когда их показали Петру Леонидовичу, он был несколько ошарашен такой прытью”.

В 1934 г. П.Л. Капице не разрешили вернуться в Англию. Он остался без лаборатории, без работы. В то же время криогенная

лаборатория в Харькове набирала обороты и Капица хорошо понимал, каковы ее возможности. О своем положении в это время он писал А.А. Капице:

"Москва, 2 февраля 1935 г.

...Непонимание моего психологического состояния тут у многих. Например, Абрам Федорович предлагает мне на ближайшей сессии руководить дискуссией по сверхпроводимости. Но ведь это же будут для меня Танталовы муки. По этому вопросу существуют у меня большие расхождения с другими людьми во взглядах и, конечно, с харьковской школой, которая примет участие в дискуссии. Теперь у меня работы в этой области находятся на полдороге, некоторые результаты получены, но не проверены. Конечно, я буду себя чувствовать, как Голиаф со связанными руками. А если мы придем к каким-нибудь заключениям после дискуссии, то харьковчане их могут проверить, а я - сиди в дураках..."

Но уже через два года положение Капицы, наконец, стабилизировалось. В 1937 г. Шубников и его ученики и сотрудники присутствовали при открытии в Москве "Капичника" - Института физических проблем.

Ярко проявились как личные высокие человеческие качества друзей и коллег Шубникова, так и их отношение к Льву Васильевичу после его ареста. Два его ученика - Георгий Анатольевич Милютин и Симон Соломонович Шалыт на глазах у всего института помогали Ольге Николаевне Трапезниковой вплоть до ее отъезда из Харькова, несмотря на предупреждения доброхотов (среди которых, к сожалению, также были ученики Шубникова) об опасности такого демонстративного поведения. Александр Ильич Лейпунский, уже смещенный с поста директора института, встретив О.Н. Трапезникову и узнав, что ей предлагали отмежеваться от Шубникова в обмен на продолжение работы в институте и сохранение работы в институте и сохранение квартиры, но она отказалась, сказал: "Ты сделала правильно, Олечка!". Ландау собирал в Москве среди физиков деньги для Трапезниковой, которой с маленьким сыном было не на что жить, а невеста В.Г. Левича привозила их в Харьков. Капица пытался хлопотать за Шубникова, однако после первых же шагов сообщил Ольге Николаевне, что сделать ничего нельзя.

После переезда в Ленинград много помогала О.Н. Трапезниковой Александра Васильевна Тиморева. Сергей Эдуардович Фриш способствовал эвакуации Трапезниковой с сыном из осажденного Ленинграда вместе с коллективом Физического института при университете. Во время пребывания в Казани (большую часть эвакуационного периода Ольга Николаевна провела в Елабуге) они жили у Игоря Евгеньевича Тамма. Семья Якова Ильича Френкеля помогла им с одеждой, Лев Давидович Ландау принес мешок картошки, Григорий Самуилович Ландсберг отдал свою карточку, а Петр Леонидович Капица - свой паек.

После окончания войны Капица оказал Трапезниковой помощь в ее научной работе. Он и Ландау были одними из первых, кому Ольга Николаевна сообщила о посмертной реабилитации Льва Васильевича.

Жизнь Л.В. Шубникова оборвалась внезапно и трагически. Он был полон творческих планов. Сохранился составленный им список важнейших перспективных тем (см. [1, с. 18, 289]). Почти четверть из них относится к сверхпроводимости - этот круг вопросов и в ближайшем будущем оставался для Шубникова одним из центральных. Дважды (темы 4, 23) в различных сочетаниях повторяется тема "Рентгеновское исследование сверхпроводящих сплавов"- Шубников пытался найти ответ на вопрос о природе смешанного состояния. Обдумываются новые экспериментальные возможности изучения сверхпроводимости (тема 39) - "Оптическое исследование строения областей намагничивания в сверхпроводниках". Значительное число тем посвящено магнетизму. Среди них исследование магнитной восприимчивости MnO (тема 15), и по сей день остающегося классическим объектом в физике антиферромагнетиков. Исследование восприимчивости O (тема 33) привело бы к обнаружению антиферромагнетика с уникальными свойствами, что было осуществлено в начале 50-х гг.

Исследования магнитосопротивления при низких температурах (тема 19) с целью распространить работы, выполненные на висмуте в Лейдене, на другие металлы в настоящее время составляют один из самых актуальных разделов физики нормальных металлов.

Систематические исследования теплоемкости жидких кристаллов (тема 37) были начаты лишь после войны и в последние десятилетия превратились в обширный раздел физики конденсированного состояния с огромным полем приложений.

Тема 41 — "Проверка закона Ома для $CuAg$ при плотностях тока $5 \cdot 10^6$ А/см² при $T = 2.19$ К", по-видимому, впервые ставит перед физикой задачу изучения нелинейных явлений в проводимости при больших плотностях тока - направление, начавшее развиваться экспериментально и теоретически лишь в конце 60-х гг.

Тема 24 - "Пробивное напряжение жидкого гелия" предвосхищает постановку задачи о зарядах в гелии, это актуальнейшее поле деятельности и в наши дни.

Две темы (3, 35) - "Температура ниже 1 К", "Периодически действующая машина для получения сверхнизких температур" указывают на то, что Шубников много размышляет о возможностях получения сверхнизких температур.

Таким образом, перед нами захватывающая дух программа исследований, предвосхищающая пути развития физики низких температур на десятилетия вперед.

Среди основоположников советской физики Лев Васильевич Шубников занимает особое место. Его пионерские работы заложили фундамент многих важнейших направлений современной физики конденсированного состояния. Четыре из них - открытие эффекта Шубникова-де Гааза, открытие идеального диамагнетизма сверхпровод-

ников (сделанное независимо от Мейсснера и Оксенфельда, по совершенно иной и физически значительно более предпочтительной методике и, по свидетельству современников - Б.Г. Лазарева и Г.А. Милютина, существенно раньше, хотя и позже опубликованное), первое наблюдение и идентификация антиферромагнитного фазового перехода, экспериментальное открытие сверхпроводников второго рода и промежуточного состояния сверхпроводников - бесспорно, находятся на уровне лучших нобелевских результатов.

Л.В. Шубниковым создана первая и, вплоть до открытия в 1937 г. Института физических проблем, единственная в стране криогенная лаборатория. По количеству полученных блестящих научных результатов, основанных и развитых плодотворнейших направлений за шесть лет существования лаборатории (из которых на исследовательскую работу пришлось лишь четыре), она, по-видимому, не имела равных в мире. Творческий взрыв, которым ознаменовался период 1934–1937 гг. был свидетельством того высочайшего научного потенциала и бьющей через край творческой энергии, которой обладал и которую лишь частично успел реализовать Шубников.

Годы работы в качестве руководителя криогенной лаборатории показали, что Шубников не только талантливейший ученый-исследователь, но и прекрасный организатор, научный руководитель и лидер. Он собрал коллектив, в котором все работали с подъемом, где царили жизнерадостность и сердечность, он создал в лаборатории такую творческую атмосферу, которая помогала сотрудникам в кратчайший срок пройти путь от дипломника, впервые знакомящегося с основами физики и техники низких температур, до полноправного соавтора работ мирового класса. Шубников создал первую в Союзе школу физиков-криогеников. Его учениками являются академик Л.Ф. Верещагин, член-корреспондент РАН Н.Е. Алексеевский, член-корреспондент Украинской АН В.И. Хоткевич, доктора физико-математических наук Ю.Н. Рябинин, О.Н. Трапезникова, Н.С. Руденко, А.К. Кикоин, С.С. Шалыт, И.Е. Нахутин.

По инициативе Л.В. Шубникова и при его непосредственном участии была создана Опытная станция глубокого охлаждения - уникальное научно-техническое предприятие нового типа, в котором органично соединились фундаментальные и прикладные работы. В послевоенные годы аналогичные предприятия, основанные на тех же принципах, были созданы во всех ведущих в научном отношении странах мира.

Роль Л.В. Шубникова в становлении физики и техники в нашей стране трудно переоценить. Он является одним из основоположников советской криогеники. Блестящие результаты Шубникова вошли в золотой фонд физической науки, и его имя занимает достойное место в ряду пионеров физики низких температур.

Л и т е р а т у р а

1. Ш у б н и к о в Л.В. Избранные труды. Воспоминания/ Отв. ред. Б.И. Веркин. Киев! Наук. думка, 1990. 352 с.
2. Б а л а б е к я н О.И. Лев Васильевич Шубников // УФН. 1955. Т. 89, вып. 2. С. 321-325.
3. А л е к с е е в с к и й Н.Е. Лев Васильевич Шубников // УФН. 1982. Т. 137. вып. 3. С. 467-473.
4. Э р е н ф е с т - И о ф ф е. Научная переписка. 1907-1933 гг. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1973. 209 с.
5. Н а к а з по УФТИ. № 161. 7/Х1-34. (Личный архив О.Н. Трапезниковой).
6. Д и в и л ь к о в с к и й М. Сессия физической группы АН СССР // ЖТФ. 1937. Т. 7, № 8. С. 884-885.
7. Л а н д а у Л.Д. Возможное объяснение зависимости восприимчивости от поля при низких температурах // Л.Д. Ландау. Собр. тр. М.: Наука, 1969. Т. 1. С. 97-101.
8. Т г а р е з н и к о в а О.Н., S c h u b n i k o w L.W. Anomaly in the specific heat of ferrous chloride at the Curie point // Nature. 1934. Vol. 134, N 3382. P. 286-287.
9. Т г а р е з н и к о в а О.Н., М и л ь у т и н Г.А. Specific heat of methane under pressure // Nature. 1939. Vol. 144, Oct. 7. P. 632.
10. К и к о и н А.К., S c h u b n i k o w L.W. Optical experiments on liquid helium II // Nature. 1936. Vol. 138, N 3493. P. 644.
11. S c h u b n i k o w L.W., N a k h u t i n I.Ye. Electrical conductivity of a superconducting sphere in the intermediate state // Nature. 1937. Vol. 139, N 3518. P. 589-590.
12. L a s a r e v E.G., S c h u b n i k o w L.W. Das magnetische Moment des Protons // Phys. Z. Sov. 1937. Bd 11, N 4. S. 445-457.
13. Л а н д а у Л.Д., А х и е з е р А.И., Л и ф ш и ц Е.М. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика. М.: Наука, 1966. 384 с.