

# К юбилею учителя

125 лет со дня рождения А.В.Шубникова

В.М.Фридкин,

доктор физико-математических наук  
Москва

Кроме столетия открытия дифракции рентгеновских лучей наука в нынешнем году отмечает еще одну знаменательную «кристаллографическую» дату — 125 лет со дня рождения академика Алексея Васильевича Шубникова (1887—1970). Он был учеником знаменитого Георгия Викторовича Вульфа, которому мы обязаны известным законом Вульфа—Брэгга. Поэтому оба юбилея тесно связаны. А.В.Шубников занимает выдающееся место в отечественной и мировой науке. По существу он создал новую дисциплину — современную кристаллографию, науку о кристаллах, их росте, структуре и симметрии. Обобщив учение великого русского кристаллографа Евграфа Степановича Федорова о симметрии, Шубников развил теорию антисимметрии (чернобелых группах симметрии, называющихся теперь шубниковскими), которая играет важную роль в физике и биологии; открыл пьезоэлектрические текстуры; предсказал возможность визуализации атомов, выдвинув идею, воплощенную в электронной микроскопии. В 1943 г. на базе своей лаборатории он организовал первый в мире Институт кристаллографии и почти на 20 лет стал его директором. Благодаря его работам и инициативам институт (теперь — Институт кристаллографии им.А.В.Шубникова РАН) стал одним из ведущих научных центров в изучении структуры и свойств объектов неживой и живой природы (в частности, белков).

## «Что сохранила память?»

«Что сохранила память» — так назвал свои мемуары Алексей Васильевич Шубников [1]. Блестящему ученому и замечательному человеку посвящено немало воспоминаний. Настала моя очередь. Тем более, что из живущих ныне прямых его учеников, видимо, остался один я. Подробностям биографии и научным достижениям Шубникова посвящена статья коллег, недавно вышедшая в «Вестнике РАН» [2]. Я же здесь набросаю несколько штрихов к портрету учителя.

Я стал аспирантом Алексея Васильевича в 1955 г. Меня познакомил с ним Иван Степанович Желудев, мой старший товарищ по Университету и к тому времени уже сотрудник Шубникова. Получив разрешение от секретаря Верочки Витанис, Иван Степанович ввел меня в его кабинет на третьем этаже здания института в Пыжевском переулке. Выражаясь не слишком оригинально, открыл передо мной дверь в большую науку — в прямом и переносном смысле.

После окончания физфака МГУ в 1952 г. работу я найти не мог. Молодой читатель спросит, почему: новое поколение, как правило, не знает о событиях последних сталинских лет. Другая отца, инженера-полиграфиста, погибшего на фронте, устроили меня в НИИПолиграфмаш, где физикой и не пахло. Зато я, не теряя времени, успел реализовать на этом заводе свой дипломный университетский

проект и сделал первый ксерокс. Потом перевез его в здание на Пыжевский.

— Рассказывайте медленно, а главное — никаких формул. Алексей Васильевич их не любит.

— А предельный тензор для полярной текстуры дать можно?

— Не только можно, но и нужно.

Так наставлял меня Желудев перед моим первым семинаром. Я рассказывал о фотоэлектрических, полярных текстурах. В тот год вышла монография Шубникова, Желудева, Константиновой и Сильвестровой о пьезоэлектрических текстурах [3], и авторы, включая Алексея Васильевича, подарили мне книгу и подписали ее.

Ко мне Алексей Васильевич и его жена Янина Ивановна были добры и внимательны: одалживали деньги, приглашали домой. Я часто обедал на их кухне, где кривая Агафья Ивановна (домработница) угощала меня кислыми щами (любимым блюдом хозяина дома). Когда бывали гости (и среди них очень часто Николай Васильевич Белов), обед устраивали в гостиной.

Как-то Янина Ивановна заказала известному скульптору бюст Алексея Васильевича. Его поставили в углу гостиной. Янина Ивановна называла его не иначе как «надгробие». Проходя в кабинет к шефу, я старался в этот угол не смотреть. Мне было страшно. Как сам Алексей Васильевич уживался со своим «надгробием» — не знаю. Когда обедали в гостиной, я старался сесть к изваянию спиной. На ум приходила грозная строчка из

Державина: «Где стол был яств...». Теперь бюст стоит в вестибюле института. И это вовсе не надгробие, а памятник. К нему приносят цветы: летом — ромашки, зимой — гвоздики. У бюста фотографируются на память. Однажды сфотографировались и мы — всей группой, открывшей «двумерное сегнетоэлектричество». И хотя бюст сделан из твердого белого мрамора, он не долговечнее шубниковских групп антисимметрии [4].

Из гостиной дверь вела в кабинет Алексея Васильевича. Там же на узкой кровати (я называл ее про себя девичьей), покрытой пледом, он спал. Помню стол, шкаф с книгами и гитару в углу. Мне часто приходилось слышать, как он играет. Слух у него несомненно был, но не помню, чтобы он слушал классическую музыку.

Хотя после защиты кандидатской диссертации я занялся сегнетоэлектриками и фазовыми переходами, Алексей Васильевич продолжал проявлять интерес к моему ксероксу и электрофотографии.

### «Ученый может работать и в тюрьме»

Рассказывая, Алексей Васильевич часто произносил крылатые фразы. Жаль, что записывать их я начал слишком поздно. Однажды, когда я пожаловался ему на что-то, он сказал мне: «Ученый может работать и в тюрьме. Вспомните хотя бы Кибальчича».

Сейчас на радио «Эхо Москвы» есть передача «Мой первый рубль». Свой первый рубль Алексей Васильевич заработал в Московском коммерческом училище — среднем учебном заведении, в котором он учился вместе с братьями Вавиловыми (с Николаем — в одном классе). Он изготовил своими руками и продал Сергею Ивановичу Вавилову электрофорную машину. Кажется, за несколько рублей. Своими руками он шлифовал кристаллы и ставил самые сложные экспе-



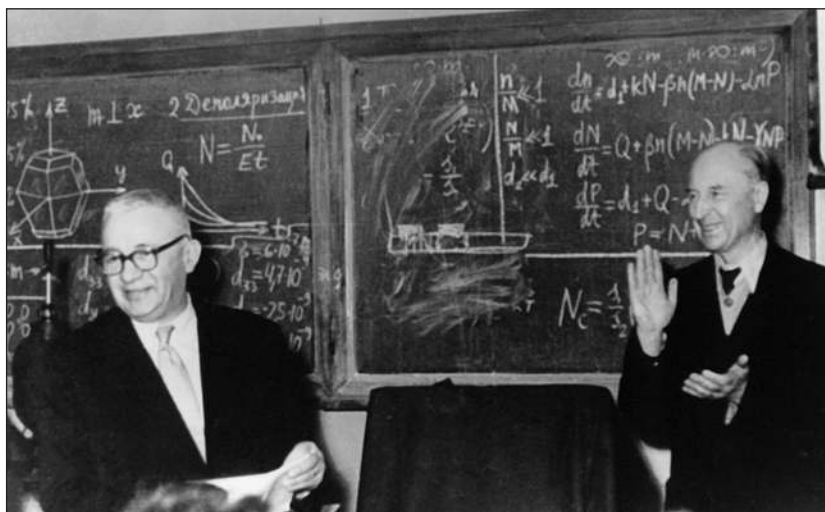
Б.К.Вайнштейн, Н.В.Белов, А.В.Шубников на Кристаллографическом конгрессе (Мадрид, 1954).

рименты. Был одновременно блестящим экспериментатором и теоретиком и, насколько помню, вообще не признавал разделения кристаллографов и физиков по этому признаку. Но в годы, когда я был аспирантом, он уже редко работал руками сам.

В этом ему помогал верный помощник, его Санчо Панса, бывший его лаборантом, мастер на все руки, виртуозный Владимир Федорович Парвов. Занимая эту должность, Володя никого не боялся и не стеснялся. Помню, выходил из лаборатории, хромя,



А.В.Шубников и В.Ф.Парвов (слева) в лаборатории. 1953 г.



А.В.Шубников с Г.Наджаковым (слева) на лабораторном семинаре (на доске — формулы автора).1957 г.

пересекал зал заседаний, со стуком открывал ногой дверь в кабинет Желудева, бывшего тогда секретарем парткома и говорил: «Привет господину товарищу Желудеву! Провод без кембрика не найдется?»

Тут самое время рассказать о работе по фотоэлектретам с болгарскими учеными. Как-то директор Института физики Болгарской академии наук академик Георгий Наджаков узнал о наших работах по фотоэлектретам и электрофотографии (видимо, по моим публикациям). А надо сказать, что фотоэлектреты Наджаков, будучи еще молодым человеком, открыл в 1938 г. в Париже, в лаборатории Поля Ланжевена. Он приехал в дом на Пыжевский, я сделал доклад, завязалась совместная работа. Наджаков пригласил Шубникова и Желудева с женами и меня на пару недель в Болгарию. Это много позже появилась поговорка «курица — не птица, Болгария — не заграница», во времена железного занавеса и Болгария была заграницей. Вся наша делегация уехала, а меня не пустили. Алексей Васильевич чувствовал неловкость, переживал и повторял мне свою поговорку про ученого и тюрьму. Помочь мне он ничем не мог. Впрочем, его и самого не очень-

то пускали, это была его первая поездка за границу после долгого перерыва. Как-то, роюсь среди старых фотографий, я нашел фото семинара с участием Шубникова и Наджакова, на котором я делал доклад. Меня на фото не было, но я узнал свои формулы.

### «Для Капицы все равны»

Как-то Алексей Васильевич сказал мне: «Вам неплохо бы доложить работу на семинаре у Капицы. По-моему, ему будет интересно.»

Семинары у Петра Леонидовича Капицы, устраивавшиеся по средам, были известны всей Москве. На них всегда присутствовал Лев Давидович Ландау, который у Капицы заведовал теоретическим отделом. А сам факт доклада в «капишнике» считался успехом. Академик Капица испытывал к Шубникову не только уважение, но и признательность. Когда Сталин и Берия изгнали Капицу из его института, его приютил у себя Алексей Васильевич. Капица тогда безвыездно жил на даче и в нашем институте появлялся редко. Но память о мужестве Шубникова, видимо, сохранил навсегда.

Вслушав шефа, я испугался: «Но захочет ли Петр Леонидович

поставить мой доклад? И как это сделать?» «Не беспокойтесь, — сказал Алексей Васильевич. — Предоставьте это мне. Я позволю ему, и вы получите приглашение.»

Через несколько дней в институт на мое имя пришел конверт. Из него выпал листок, сложенный вдвое. Он где-то хранится у меня до сих пор. Вот его текст:

«Институт физических проблем им.С.И.Вавилова. В среду такого-то числа (число не помню) 1957 г. состоится триста сорок второе заседание семинара. Повестка дня: 1. Поль Адриен Морис Дирак. Электроны и вакуум. 2. Владимир Фридкин. Электреты. Начало в 18 часов.»

Если бы не стул, я сел бы на пол. Не уверен, что надо объяснять почему. Дирак (наряду с Эйнштейном, Планком и Гейзенбергом) — классик физики двадцатого века и вообще современного естествознания. Нобелевский лауреат и иностранный член нашей Академии наук, он приехал на несколько дней в Москву. Читать после него свой жалкий доклад о каких-то электретах, это все равно как... ну не знаю... после Пушкина читать свои стихи. Я бросился к шефу. Губы мои дрожали, в горле застрял комок. Без слов я протянул ему приглашение. Алексей Васильевич пробежал глазами текст, пожевал губами и чуть их раздвинул. Это означало, что он смеется: «Узнаю Петра Леонидовича. Он — в своем репертуаре. Понимаете, Володя, для Капицы все равны. Что вы, что Лауэ, что Дирак... А он сам как бы над всеми. Да вы не волнуйтесь, все будет хорошо, уверяю вас.»

Три ночи я не спал. Пил чай на кухне, бродил по квартире, мешал всем спать и почему-то декламировал стихи Надсона. Жена давала таблетки. Они не успокаивали. Чтобы уснуть, я читал свою диссертацию. Это не помогало. Наконец жена предложила: «Может вызвать неотложку и взять бюллетень?»

Но струсить и подвести шефа я не мог. Днем я писал на доске формулы и видел, что делаю ошибки.

Наконец, настала эта среда. В «капишнике» в гардеробе я случайно посмотрел в зеркало и увидел незнакомое лицо с безумно вытаращенными, лихорадочными глазами. Оно напоминало актера Михоэлса в роли Тевье, когда его изгоняют из родной Касриловки. На этот спектакль в Еврейский театр мама водила меня до войны.

Вестибюль был полон и жужжал, как растревоженный улей. Казалось, все физики Москвы собрались слушать Дирака и меня. Знакомые меня избегали. Испуганно смотрели издали и, встречаясь со мной взглядом, застенчиво отворачивались. Наконец подошел приятель Лев Горьков, аспирант Ландау. «С тобой можно подержаться за руку?» — спросил он.

Зал был битком набит. Первые два ряда заняли академики, члены Отделения. Я узнал Фока. Он сидел со слуховым аппаратом рядом с Ландау. На сцену поставили кресло, и в него сел Капица, положив ногу на ногу. Из-под жеваных брюк виднелись кальсоны, завязанные у щиколоток тесемками. Рядом у доски стоял Дирак. Его я почему-то не запомнил.

«Нужно ли переводить?» — спросил Петр Леонидович таким тоном, который подразумевал, что переводить докладчика не нужно. Но в те годы мало кто свободно владел английским. Из задних рядов, где сидели аспиранты и студенты, дружно закричали: «Нужно, нужно!»

«Лифшиц!» — скомандовал Капица, и на сцену вышел еще молодой, но уже лысый академик Евгений Михайлович Лифшиц. Дирак рассказывал, Лифшиц переводил, я дрожал. Ждал своего часа.

Но он не настал, этот час. В половине двенадцатого ночи, когда Ландау, стоя у доски, яростно разоблачал Дирака, а Дирак спокойно отвечал, я понял, что

спасен. Ровно в полночь Капица встал со своего кресла и объявил: «Из-за позднего времени второй доклад (он заглянул в бумажку)... об электретах... так, кажется, ...переносится на следующее заседание.»

В эту ночь я заснул как убитый. И всю неделю вплоть до триста сорок третьего заседания спал спокойно.

### «В науке важна субординация»

«В науке важна субординация, каждый должен знать, кто его начальник», — говаривал Алексей Васильевич. Он прошел тяжелую военную школу жизни, был ранен во время Первой мировой, многих друзей и сотрудников потерял в годы сталинщины. Вместе с тем он уважал творческую свободу каждого и поддерживал в институте дух свободного творчества и соревнования. Один раз в году в институте устраивался «Юрьев день»: сотрудники могли переходить по своему выбору из одной лаборатории в другую.

В 1962 г., когда институт переехал в новое здание на Ленинском проспекте, Алексей Васильевич, которому было 75 лет, передал бразды правления Борису Константиновичу Вайнштейну, избранному членом-корреспондентом АН СССР. В этом сказалась его привычка к субординации, и как бы трудно ему ни было, он не мог оставить институт, свое детище, без руководства. Это было мудрое решение. Алексей Васильевич не ошибся. Ему импонировали талант, организационные способности и интеллигентность ученика Зиновия Григорьевича Пинскера. Сам Алексей Васильевич возглавил небольшую лабораторию поисковых исследований, в которой наряду с другими сотрудниками работали я и Лев Александрович Шувалов.

Помню его кабинет в «сапожке» второго этажа. Там он рассказывал мне о своих университетских годах и своем учителе Вульффе. Кстати, увлек меня идеей памятника Вульффу в Тарусе, где тот жил. Алексей Васильевич любил рассказы-



А.В.Шубников с автором (слева) и Л.А.Шуваловым (справа). Конец 60-х годов.

вать о братьях Кюри, открывших в кварце пьезоэлектричество, и о принципе Кюри [5]. Он искренне считал, что Пьер Кюри сделал большую ошибку, забросив симметрию и увлекшись радиоактивностью. «Радиоактивность неизбежно открыли бы и без него, а симметрия и термодинамика — основа всего и вся», — вот подлинные слова Алексея Васильевича.

### «Асимметрия творит явления»

Эти слова Пьера Кюри часто повторял Алексей Васильевич. Учение о симметрии, симметричный подход к предсказанию и анализу явлений кристаллофизики, по мнению Алексея Васильевича, как раз и отличают кристаллографа от специалиста по физике твердого тела. Симметричный подход был основополагающим и в другой области его интересов — росте кристаллов [6, 7]. Работавшие рядом Шубников и Белов обобщили учение великого Федорова о симметрии, развив теорию антисимметрии и цветной симметрии. Именно симметричный анализ привел Алексея Васильевича к открытию нового класса пьезоэлектриков — пьезоэлектрических текстур, к открытию новых явлений в кристаллооптике и электрооптике. Алексей Васильевич любил повторять: «Кристаллографии нет без кристаллов». Не надо забывать, что благодаря ему в институте впервые были выращены кристаллы кварца, а позднее алмаза. Его монография «Как растут кристаллы» [6] была для всех настольной книжкой.

Совместных публикаций у меня с шефом, к сожалению, не было. Я приносил ему работу с двумя фамилиями авторов, и он укладывал ее в свой старый желто-коричневый портфель. Через несколько дней возвращал ее мне. Свою фамилию вычеркивал, а в углу на первой

странице писал «В ДАН СССР». Сначала меня это обижало. «Может быть, — думал я, — мои работы кажутся ему недостаточно интересными?» Потом понял и успокоился. Ведь я работал несколько в стороне от его главных направлений, а этику главного он ставил превыше всего. Но одна работа могла бы стать общей. И об этом я хочу здесь рассказать.

Еще в конце 30-х годов Шубников опубликовал статью «Правило Ампера и симметрия мира» [8], где доказал принципиальную невозможность существования правой и левой модификаций мира. А в конце 50-х Алексей Васильевич был увлечен идеями Ландау об отсутствии у Вселенной центра симметрии. О том, как возникли эти идеи и к чему они привели, надо рассказать подробнее. В 1956 г. Цзиньсян Ву при сверхнизкой температуре  $T = 10^{-2}$  К наблюдала асимметричный  $\beta$ -распад нейтрона на ядрах  $\text{Co}^{90}$  в присутствии магнитного поля  $\mathbf{B}$ , причем в направлении  $\mathbf{B}$  возникал ток. Не знаю, слышал ли об этих экспериментах наш физик Иосиф Шапиро, который предложил Ландау идею ацентричного мира. Ландау ему ответил, что в ней нет никакого внутреннего противоречия, но ему не хотелось бы жить в таком «скособоленном» мире. И Шапиро, видимо, потерял к своей идее интерес. Год спустя за эту идею и, как следствие, объяснение несохранения четности при слабых взаимодействиях Тзундао Ли и Чженьнин Янг получили Нобелевскую премию.

Эта работа широко обсуждалась на ученом совете в старом здании на Пыжевском... Алексея Васильевича «кособокая» Вселенная не смущала, она могла «творить явления». Несохраниение четности при  $\beta$ -распаде и было одним из этих явлений. Вот один из таких эффектов, обусловленных отсутствием центра симметрии в кристалле, и мог стать нашей общей работой.

### «Что такое кристаллография?»

Алексей Васильевич постоянно подчеркивал, что кристаллография — самостоятельная научная дисциплина, так как имеет собственные предмет и метод исследования. Предмет — это сами кристаллы, а метод — симметрия. Таким образом, кристаллографию нельзя отождествлять ни с одной из родственных наук: физикой, химией и минералогией. В шутку он говаривал: «Что такое кристаллография? Это как раз то, чем занимаются в Институте кристаллографии. Ни больше ни меньше». Особое значение Алексей Васильевич придавал учению о симметрии. Он был первым, кто в оригинале изучил работы Пьера Кюри о симметрии и обобщил их в виде известного ныне «принципа Кюри», опубликовав об этом в 1956 г. статью в «Успехах физических наук» [4].

Примерно в конце 60-х — начале 70-х я с сотрудниками обнаружил интересное явление в кристаллах без центра симметрии. Их освещение в области собственного или примесного поглощения порождало постоянный ток, направление которого зависело от ориентации плоскости поляризации света. При разомкнутых электродах этот ток приводил к генерации на электродах высокого напряжения, на несколько порядков превышавших ширину запрещенной зоны кристалла. Явление это оказалось связанным с несохранением четности для неравновесных горячих электронов в сегнето-пьезоэлектриках и было объяснено и количественно описано новосибирскими теоретиками Борисом Стурманом и Виктором Белиничером. Тогда же мы с коллегами показали, что направление тока и ориентация вектора поляризации света связаны тензором третьего ранга. Этот аналог эффекта Ву, Янга и Ли в кристаллах без центра симметрии мы назвали аномальным

фотовольтаическим эффектом (в дальнейшем его стали именовать фотогальваническим или объемным фотовольтаическим эффектом).

Алексея Васильевича заинтересовала эта работа, и он, исходя из принципа Кюри, предложил измерить фотовольтаический ток в магнитном поле, т.е. определить его холл-компоненту. Так как места для размещения магнита и других приборов у меня не было, в кабинете шефа вдоль его левой стены поставили рабочий стол и на нем начали измерения, за которыми Алексей Васильевич мог наблюдать. Очень скоро нам удалось обнаружить холл-составляющую фотовольтаического тока в ниобате лития. Это был серьезный результат — ведь из отношения тока и его холл-компоненты можно было определить подвижность нетермализованных горячих электронов. Помню, Алексей Васильевич посоветовал проследить изменение направления холловского тока при вращении плоскости поля-

ризации света — и мы вскоре обнаружили подобный эффект. Работу надо было готовить к публикации.

Статья по магнитофотовольтаическому эффекту вышла в 1971 г. в «ЖЭТФ» уже после смерти Алексея Васильевича. Согласия быть ее соавтором он дать не успел, и мы выразили ему благодарность. В дальнейшем это направление, по существу предложенное им, привело к интересным результатам по физике нетермализованных носителей в пьезо- и сегнетоэлектрических кристаллах [9].

Сейчас много говорят и спорят о том, кого можно причислить к русской интеллигенции (да и сохранилась ли она?). Алексей Васильевич Шубников, выросший в простой и бедной семье, для всех знавших его был образцом русского интеллигента. Его огромный талант сочетался со скромностью, сдержанностью и мягкостью, не шедшими ни на какие компромиссы с совестью. Требовательный к себе, доброжелательный к дру-



Алексей Васильевич в лесу на даче. 1969 г.

гим, он умел быть твердым и непреклонным, если дело касалось порядочности и чести ученого. Талант его был не только велик, но и редок. У него были золотые руки экспериментатора и голова натурфилософа. ■

## Литература

1. Шубников А.В. Избранные труды. М., 1975.
2. Ковальчук М.В., Фейгин Л.А., Яцишина Е.Б. Апостол кристаллографии // Вестник РАН. 2012. Т.82. №4. С.363—369.
3. Шубников А.В., Желудев И.С., Константинова В.П., Сильвестрова И.М. Исследование пьезоэлектрических структур. М.; Л., 1955.
4. Shubnikov A.V. Antisymmetry / Transl. from Russian. M., 1966.
5. Шубников А.В. О работах Пьера Кюри в области симметрии // Успехи физических наук. 1956. Т.59. С.591.
6. Шубников А.В. Как растут кристаллы. М.; Л., 1935.
7. Shubnikov A.V. Theses de la communication la formation de cristaux // Acta Crystallogr. 1960. V.13. P.1077.
8. Шубников А.В. Правило Ампера и симметрия мира // Труды лаборатории кристаллографии АН СССР. 1939. Т.1. С.25.
9. Sturman B., Fridkin V. The photovoltaic and photorefractive effects in noncentrosymmetric materials. Philadelphia, 1992.