

НАТАЛИЯ ЗАВОЙСКАЯ: ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ ЭПР, ИЛИ РЕЗОНАНС В МИРОВОМ ИНТЕРЬЕРЕ



Иллюстрация 1: Наталия Завойская

Вначале Е.К. Завойскому удалось убедить начальство КГУ, чтобы работы по парамагнитной релаксации были продолжены, и его лаборатория существовала вплоть до её разгрома комиссией, состоявшей из физиков эвакуированного в Казань института академика А.Ф. Иоффе. Этот разгром произвёл на моего отца такое сильное впечатление, что и через тридцать лет со дня события помнились детали.

Часть I (<https://7i.7iskusstv.com/2018-nomer11-zavojskaja/>)

As a young physicist I regarded an interest in the history of physics as an unmistakable sign either incompetence or beginning senility. Today I am inclined to regard a lack of interest in the history of our science as a mark of deplorable immaturity. Perhaps my attitude has not really changed.

B. G. Casimir [1]

The history of nuclear magnetic resonance is a history of surprises!
Ch. P. Slichter [2]

В 2014 г. исполнилось 70 лет с того времени, когда в г. Казань, в одной из лабораторий государственного университета на самодельной установке доцентом Евгением Константиновичем Завойским (1907—1976) было сделано открытие нового фундаментального физического явления — электронного парамагнитного резонанса — ЭПР, которое оказало значительное влияние на развитие современных наук — от физики до археологии.

Мы не будем вникать в детали явления, именуемого парамагнитным резонансом, а ограничимся небольшим интервью академика АН СССР Е.К. Завойского, которое в 1957 г. он дал корреспонденту журнала «Советский Союз»:

«Представьте себе, что вы настраиваете радиоприёмник, т. е. ловите нужную вам волну. Вы вращаете ручку настройки, меняя при этом частоту приёмника. Когда она совпадает с частотой работающей радиостанции, вы слышите передачу. Так и в магнитных телах. Их атомы обладают собственными частотами. Если воздействовать на атомы соответствующими радиоволнами, то они отзовутся определёнными колебаниями, иначе говоря, будут резонировать.

Посредством парамагнитного резонанса оказалось возможным изучать разнообразные особенности веществ, недоступные наблюдению другими способами, даже рентгеновскими лучами и оптическими методами. Радиоспектроскопами можно исследовать вещество в дозах, исчисляемых одной стомиллионной грамма. Это примерно в тысячу раз меньше веса точки, сделанной отточенным карандашом.

Наблюдая ПР, учёные исследуют ход сложных химических реакций, процессы обмена веществ в живых организмах, определяют некоторые свойства атомного ядра»[3].

Считается, что среднее время активной жизни научного открытия обычно не превышает 15–25 лет, а затем ему на смену обязательно приходит что-то новое. С магнитным же резонансом всё оказалось по-иному, что прекрасно выразил нобелевский лауреат Ричард Р. Эрнст (1991 г.):

«Кроме магнитного резонанса я не знаю другой области науки, которая предоставляла бы так много свободы для творческого ума, чтобы изобретать и применять новые экспериментальные схемы, которые могут плодотворно применяться во множестве научных дисциплин»[4].

А вот что о парамагнитном резонансе сказал лауреат Международной премии им. Завойского Джек Фрид (Корнелльский университет, США):

«Никто и мечтать не мог об огромной сфере применений этой техники сегодня в химии, физике, биологии, материаловедении и медицине».

Теперь невозможно установить, сколько учёных во всём мире — физиков, химиков, биологов, медиков, геологов, археологов и др. — занимается вопросами, связанными с магнитным резонансом. Их, вероятно, тысячи. А началось это с «трёх казанских мушкетёров», молодых физиков — С.А. Альтшулера, Е.К. Завойского и Б.М. Козырева...



***Иллюстрация 2: С.А. Альтшулер, Е.К. Завойский и Б.М. Козырев. Казань, 1968 г.
Фото М.Л. Блатта***

Сейчас в разных странах действует великое множество обществ магнитного резонанса, сообществ, ассоциаций и групп. Есть они во Франции, в Германии, Великобритании, Дании, Норвегии, Испании, Италии, Португалии, Японии, Китае... Кроме национальных, существуют международные сообщества. В 1984 г. было основано МОЭ — Международное общество ЭПР. С разной периодичностью эти общества, сообщества, ассоциации и группы проводят конференции, совещания, симпозиумы и т.п. Словом, каждый год новая информация по магнитному резонансу идёт огромным потоком. Кроме того, издаются десятки журналов, посвящённых магнитному резонансу, не говоря о книгах. Не могу не упомянуть, что в 2009 г. под редакцией члена-корреспондента РАН, директора Казанского физико-технического института имени Е.К. Завойского К.М. Салихова вышла в свет великолепная книга «Электронный парамагнитный резонанс: от фундаментальных исследований к перспективным приложениям и премия имени Завойского» [5] — настоящий шедевр книжного искусства XXI века. Не говоря о превосходном художественном исполнении, это действительно — истинный шедевр, так как книг по науке такого плана

сейчас вообще не издают. Она написана и издана с любовью к замечательной науке физике и к одному из самых крупных открытий в физике XX века — к ЭПР. Сейчас эта книга должна появиться и на русском языке.

Надо сказать, что человечество в целом — довольно неблагодарное творенье божье. Оно быстро забывает тех, кому обязано продвижением к своему благополучию. Помнит ли кто-то теперь, например, об изобретателе колеса? Молодёжь, не задумываясь, скажет, что колесо было всегда, что, конечно, неправда. О зачинателе магнитного резонанса вспоминают, но, к сожалению, не так, как он того заслуживает...

AB OVO

Москва, как известно, начинается с Кремля. И никому в голову не придет оспаривать это.

Парамагнитному резонансу — одному из мощных инструментов познания тайн строения материи — повезло в этом отношении меньше.

Открытый в 1944 году доцентом Казанского государственного университета Евгением Константиновичем Завойским электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), а с ним и его автор пережили множество «приключений». Об этом-то и пойдёт здесь речь.



Иллюстрация 3: Казанский государственный университет

КАК ВОЗНИК МОЙ ИНТЕРЕС К ПРОБЛЕМЕ

Я благодарна академику Российской академии наук А.Ю. Румянцеву (тогда одному из директоров Российского научного центра «Курчатовский институт») за то, что он натолкнул меня на идею поразмышлять над причинами неприсуждения нобелевской премии моему отцу. В 1995 г. мне была заказана статья для нашей институтской газеты «Курчатовец»[6], главным редактором которой была в то время М.Е. Хализева. Тогда я попыталась вникнуть в суть проблемы, имея под рукой только несколько документов из архива отца. Мне представлялось, что вся «тайна» сокрыта в недрах Нобелевского комитета, а он, как известно, хранит свои тайны полвека.



Иллюстрация 4: Академики РАН Салихов и Румянцев

Я благодарна также члену-корреспонденту РАН Кеву Минуллиновичу Салихову, что он, невзирая на моё нефизическое (филологическое) образование, в течение многих лет приобщал меня к физическим проблемам, дарил превосходные книги, не прочитать которые было невозможно, познакомил со многими выдающимися учёными-физиками и терпимо относился к моему максимализму.

Особую благодарность выражаю Г.А.К отельникову, Г.В. Яковлеву, А.Ю. Гагаринскому, К.Н. Стасю, Л.И. Пономарёву и Л.Л. Соколовскому. Благодаря их содействию к 100-летию со дня рождения моего отца в Российском научном центре «Курчатовский институт» была издана книга «История одного открытия»[7], исправленной и дополненной версией которой является это издание.

Новый импульс я получила от совершенно неожиданного телефонного звонка из Шведского посольства в Москве, которое пригласило меня 5 декабря 2001 года в Российский государственный гуманитарный университет на заседание, посвящённое 100-летию нобелевских премий. Тогда в конференц-зале был показан фильм об Альфреде Нобеле, после

чего выступили посол Швеции в РФ Х.С. Хирдман и ректор Ю.Н. Афанасьев. Затем слово было предоставлено детям нобелевских лауреатов С.П. Капице и Е.Б. Пастернаку, а также автору только что вышедшей книги «Советский Союз в интерьере нобелевских премий» А.М. Блоху. В тот вечер я вручила господину послу книгу «Чародей эксперимента» со словами, что она о том учёном, которого отверг Нобелевский комитет. В один из последующих дней я отправилась в богатейшую библиотеку «Курчатовского института» с целью познакомиться со статьями нобелевских лауреатов Ф. Блоха и Э.М. Пёрселла, которым в 1952 году была присуждена премия за открытие ядерного магнитного резонанса (ЯМР).

Почему именно на них пал мой выбор? Нобелевское неприсуждение в моей семье не обсуждалось, во всяком случае, в моём присутствии, но при подготовке к изданию сборника «Чародей эксперимента» я несколько раз наталкивалась на эти имена. Авторы статей упоминали их в связи с несправедливостью, что американцы, опубликовавшие свои результаты позже моего отца, были удостоены самой престижной в мире нобелевской премии, а мой отец нет.

Все участники событий тех далёких 1940–1950-х годов, имевшие отношение к первым работам по магнитному резонансу, ушли в мир иной. В 1949 г. скончался тяжело больной В.В. Хэнсен. 9 октября 1976 г. не стало академика Е.К. Завойского, моего отца. Осенью 1979 г. скончался коллега и друг Евгения Константиновича. Б.М. Козырев. В 1980 г. не стало К.Я. Гортера, директора всемирно известной лаборатории имени Камерлинг-Оннеса. В январе 1983 г. не стало самого молодого из «казанских мушкетёров» — С.А. Альтшулера. В том же году не стало и Ф. Блоха, которого соратники называли «отцом физики твёрдого тела». В 1996 г. умер член Президентского научно-консультационного комитета США Э.М. Пёрселл. Через два года не стало Г.К. Торри. В 2007 г. не стало М. Паккарда, а в мае 2010 г. Р.В. Паунда. Всех их уравнила смерть. *Lux perpetua luceat eis* [8].

Нам же в наследство остались их труды. Истина, так и не родившаяся из неявного, подспудного спора, длиною более полувека, должна, наконец, начать жить полной, естественной жизнью. Она состоит в следующем: ЭПР был открыт в 1944 г. в Казани Е.К.Завойским и никем другим, а «естественным продолжением изучения парамагнитного резонанса, обусловленного магнитными моментами электронов, явилось открытие аналогичного эффекта на атомных ядрах, сделанное Парселлом[9] и Блохом с сотрудниками через два года после опубликования работы Е.К. Завойского» [10].

ПИСЬМА Н. БЛУМБЕРГЕНА И Р. ПАУНДА

В 1990-е годы, собирая материал для книги «История одного открытия», я занялась изучением научного творчества обоих нобелевских лауреатов по физике 1952 г. — Пёрселла и Ф. Блоха, возглавлявших две группы исследователей на американском континенте. Мне удалось получить тексты их лекций и статьи о них в многочисленных изданиях в семи библиотеках Москвы. Меня заинтересовало, что ни в одной из своих ранних работ по ЯМР, ни в нобелевских лекциях, ни в более поздних статьях они не упоминали о работах Е.К. Завойского, словно их и не существовало.

Здесь я должна повторить, что родители в моём присутствии никогда не обсуждали

вопросы, связанные с нобелевской премией. Так что никаких «директив» от старшего поколения мне завещано не было. О трёх выдвижениях от отечественной Академии наук (1959, 1964 и 1976 гг.) я узнала уже много лет спустя после смерти отца, когда разбирала его архив. Но этот вопрос, как оказалось, вовсе не держался в секрете в самой Академии наук. Так, в письме к моему отцу от 14 апреля 1959 г. его соратник Б.М. Козырев сообщал: «От Семёна Александровича (Альтшулера. — Н.З.) я слышал, что Академия представляет Вас к нобелевской премии. Это более чем справедливо, если вспомнить Блоха и Пёрселла, и дадут её или не дадут (тут, понятно, очень много зависит от политики), но Академия наук должна была сделать это представление, и уже сам этот факт нас всех глубоко радует» [11].

Мне захотелось узнать мнение по этому вопросу у американских учёных. По совету академика Б.П. Захарчени я написала письмо лауреату нобелевской премии Николаасу Блумбергену с вопросом: «Почему нобелевские лауреаты 1952 г. Э.М. Пёрселл и Ф. Блох никогда не упоминали работ моего отца?»[12]. Н. Блумберген был соавтором Э.М. Пёрселла в трёх статьях 1947 —1948 гг.[13].



**Иллюстрация 5: Н. Блумберген. 2001 г.
Фото подарено мне самим учёным**

И вот что он ответил:

«Я родился в Нидерландах и в 1946 г. был первым аспирантом профессора Э.М.Пёрселла в Гарварде. Пёрселл и Блох впервые продемонстрировали ядерный магнитный резонанс в 1945 г. совершенно независимыми методами. Я уверен, что Пёрселл не был знаком с публикациями Завойского, которые, возможно,

прибыли в физическую библиотеку Гарвардского университета в 1946 г. Полагаю, что Пёрселл и я впервые узнали о работе Завойского из серии лекций, которые профессор К.Я. Гортер читал в Гарварде летом 1947 года. Гортер упомянул как примечание, сделанное в сноске его книги о парамагнитной релаксации, опубликованной в 1947 г., что он сожалеет о том, что не смог включить работу Завойского в книгу, но сделал это в лекциях 1947 г. Область ядерного магнитного резонанса в 1947 г. была уже хорошо развита и расширилась в то время независимо от ЭПР. Полагаю, что это было причиной, почему Пёрселл и Блох никогда не ссылались на работу Завойского. Ясно, что историческое описание всех магнитных резонансных явлений всегда должно обязательно упоминать работы Завойского и Гортера (выделено мной. — Н. З.)» [14].

В конце декабря 2003 года я задала тот же вопрос, что и Н. Блумбергену, коллеге Э.М. Пёрселла, Роберту Вивиану Паунду.



Иллюстрация 6: Р.В. Паунд (*Phys. Perspect.* 2000. Vol. 2. P. 256)

И через несколько дней получила по электронной почте его ответ:

«Дорогая миссис Завойская, простите, что не смог сразу ответить на Ваш вопрос об отсутствии признания открытия ЭПР, сделанного Вашим отцом в Казани в 1944 г. К сожалению, когда мы начали работу по регистрации ЯМР-абсорбции, которая отличается от ЯМР в атомных и молекулярных пучках, с которыми мы хорошо были знакомы, так как многие из нас, работавших в военное время в лаборатории, исходили из результатов работы за шесть лет, когда мало что другое, за исключением микроволновых радаров, находилось в поле нашего зрения. К советской научной литературе не было доступа ещё какое-то время после этого. Полагаю, что такая центральная организация, как Библиотека Конгресса получала журнал. Мы действительно думали, что фундаментальная наука почти целиком захламлена на долгое время, как это было здесь и в Великобритании с 1940 года. Мы действительно считали сначала, что наш бывший коллега тех лет Дэвид Хэллiday начал в Питтсбурге работы по ЭПР, по аналогии с нашим ЯМР, пока, наконец, мы узнали о приоритете Вашего отца. Не знаю, были ли какие-то упоминания сделаны моим коллегой Пёрселлом или же Блохом, но я помню, что я был разгневан, когда Патентное ведомство США позволило заменить формулу патента Блоха и Хэнсена по ЯМР и были добавлены в (1950-е гг.) [15] формулы, где слова «ядра» были заменены словами «части атома» с тем, чтобы расширить патент и включить также технологию ЭПР, как и ЯМР. Я потратил значительное время, чтобы проконсультировать юристов по поводу Завойского, что весь патент должен быть аннулирован. Однако никто не захотел тратить деньги, чтобы довести аннулирование патента до конца.

Также мы не знали вначале и о более ранних попытках Гортера по ЯМР в 1937 г., а, вернее, в 1942 г. Это также было из-за ослабленности связей во время войны. Действительно, в 1930-е гг. Гортер близко подошёл к ЭПР, когда он изучал абсорбцию радиочастотных полей в парамагнетиках в нулевых и слабых стационарных полях.

Меня приглашали в Казань на 50-летний юбилей работы Вашего отца, и я сожалел, что не смог присутствовать. Через несколько лет я встретил того, кто организовал ту юбилейную встречу и пригласил меня, это было в Кентерберри (Великобритания) [16], во время следующего конгресса общества АМПЕР [17].

Я надеюсь, что Вы найдёте эту информацию полезной. Мои лучшие пожелания в Новом году. Роберт В. Паунд» [18].

WHO WAS WHO?

Имя Евгения Константиновича Завойского вошло в историю науки благодаря открытию им электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) и ряду блестящих работ по ядерной физике, управляемому термоядерному синтезу и физической электронике.

Е.К. Завойский родился 28(15) сентября 1907 г. в Могилёве-Подольском на реке Днестре в семье военного врача. В 1908 г. семья переехала в Казань, где Е.К. Завойский, окончив среднюю школу-девятилетку, поступил в 1926 г. на математическое отделение физико-математического факультета Казанского государственного университета.

Ещё в старших классах школы у него пробудился интерес к экспериментальной физике: он стал страстным радиолюбителем. Будучи студентом, он разработал устройство для управления механизмами на расстоянии и получил авторское свидетельство на изобретение [19]. В то время он активно участвовал в работе студенческого физико-математического кружка.

Уже в студенческие годы у Е.К. Завойского зародилась идея об использовании электромагнитных излучений радиодиапазона для исследования вещества. После окончания Казанского университета в 1930 г. Е.К. Завойский был зачислен в аспирантуру. Его научным руководителем должен был стать профессор В.А. Ульянин. Однако 16 марта 1931 г. Всеволод Александрович скончался. Согласно плану, составленному Ульяниным, Евгений Константинович был командирован в Ленинград в Центральную радиолaborаторию, где начал работать под руководством Н.Н. Циклинского. В ЦРЛ он приступил к разработке нового способа генерирования ультракоротких волн. Ему удалось значительно повысить частоту генерирования и в несколько раз увеличить КПД по сравнению с известными в то время устройствами.

В 1933 г., после защиты кандидатской диссертации, Евгений Константинович был утверждён доцентом кафедры экспериментальной физики с исполнением обязанностей заведующего кафедрой.

В то время в СССР повсюду создавались лаборатории ультракоротких волн. Такая лаборатория была создана и в КГУ. Завойский приступил к исследованию физических и химических действий УКВ на вещество. Первое время он возлагал надежды на успех, исследуя электрический резонанс в радиочастотном диапазоне. Эти работы, однако, не принесли желаемых плодов. Но сама идея поиска резонанса, резонансного поглощения в области радиоволн и создание им метода сеточного тока подготовили основу для открытия электронного парамагнитного резонанса.

Стимулом для перехода к изучению магнитного резонанса послужило знакомство Е.К. Завойского с работами по парамагнитной релаксации голландского физика Корнелиса Якобуса Гортера.

Как вспоминали члены-корреспонденты АН СССР Б.М. Козырев и С.А. Альтшулер [20], Евгений Константинович вначале узнал о публикации американского физика И.И. Раби [21], в которой тот ссылался на одну из статей Гортера [22]. Услышал он о ней от своего бывшего сокурсника Л.В. Грошева, работавшего с 1933 г. в ФИАНе и писавшего в ту пору докторскую диссертацию, посвящённую образованию пар в газах под действием γ -лучей. Это произошло в конце 1939 — начале 1940 гг.

Статьи К.Я. Гортера были опубликованы в журнале «Physica» за 1936–1941 гг. В библиотеках Казани этот журнал отсутствовал, и Е.К. Завойский, ездивший в командировки в Москву, познакомился и с ними в богатой библиотеке ФИАНа. Кроме статей Гортера казанцы — Е.К. Завойский, С.А. Альтшулер и Б.М. Козырев — изучили статьи Дж.Х. Ван Флека, И. Валлера, Ф.К. Дю Пре, В. Гайтлера и Э. Теллера, Х.Б.Г. Казимира, Р. де Кронига в том же журнале, а также в журналах «Physical Review» и «Zeitschrift für Physik».

Вот что рассказывал в этой связи Б.М. Козырев:

«Работа Раби впервые показала существование резонансных явлений. Через

комбинацию магнитных полей он пропускал пучок молекул или пучок атомов в зависимости оттого, что он хотел изучать, и у него получалось перевёртывание спинов. У Раби тоже была радиочастота. Только речь шла не о поглощении, не об изучении конденсированного вещества, а о потоке свободных молекул или атомов. Поэтому никакие взаимодействия между парамагнитным центром или магнитным центром и окружающими соседями не могли изучаться, т.е. вся суть парамагнитного резонанса там отсутствовала, и поэтому, после того как они измерили большое количество магнитных моментов или спинов атомных ядер, на этом и работа закончилась.

Евгений Константинович предложил Семёну Александровичу сделать сообщение об этой работе Раби, чтобы мы втроем обсудили, не разумно ли попытаться вместо метода молекулярных пучков, необычайно сложного и трудного, использовать магнитные резонансы (ядерные), которые наблюдал Раби, для изучения свойств веществ в конденсированных системах. Речь шла о магнитном резонансе. Причём первоначально (тогда, вообще, мы все были загипнотизированы важностью ядра как такового) речь шла не об электронном парамагнитном резонансе, а о ядерном резонансе (выделено мной. — Н.З.). Вот с этого момента и начались наши поиски ядерного магнитного резонанса в конденсированных средах.

Евгений Константинович применял множество всяких радиотехнических методов, делал самые разнообразные экспериментальные попытки обнаружения магнитного резонанса в конденсированных средах. Априори мы уже были знакомы: 1) с работой Раби, т.е. что резонансы, лежащие в области радиочастот, вообще существуют; 2) с теоретическими предсказаниями относительно времён релаксации, которые должны были бы иметь место в конденсированных средах, — Гайтлер и Теллер получили абсолютно обезнадёживающие результаты: по их мнению, времена ядерной релаксации в ионных кристаллах и диэлектриках должны были исчисляться миллионами лет. А раз это так, то равновесие не могло установиться миллион лет, значит, никакого эффекта наблюдать нельзя. Единственное исключение они сделали для металлов».

Кроме того, неудача в наблюдении магнитных резонансов постигла и К.Я. Гортера, который применял для этого калориметрический метод.

«Вот какими данными, — продолжал Б.М. Козырев, — располагал Евгений Константинович, когда он решил предпринять натиск на ядерный магнитный резонанс. Он решил пытаться исследовать, вернее сказать, экспериментально открыть ядерный магнитный резонанс. Эта работа тянулась в течение сорокового года, вплоть до начала войны. В ней участвовали Евгений Константинович, Семён Александрович и я.

Почему вообще Евгений Константинович перешёл на магнитный резонанс? Произошло это после того, как он убедился, что в радиочастотной области электрические резонансы найти не удаётся...

Прежде всего, встал вопрос, с какого ядра надо начинать. Естественно, мы начали с протона, потому что у протона самый большой магнитный момент. Больше всего мы опасались за чувствительность прибора. Мы вообще не знали, какая она должна быть, потому что ничего не было известно. Ведь

чувствительность прибора определяется не только интенсивностью линии, но и её шириной. Если линия широкая, чувствительность требуется гораздо выше. А мы не знали ничего и о ширине линии, потому что не знали времени релаксации. Если бы оно составляло миллион лет, то ширина была бы бесконечной, и никакой линии не было бы. Всё было загадкой. Но мы знали, что нам надо стремиться изучать ядро с максимальным ядерным моментом. Таков протон, у него момент много больше, чем у всех остальных ядер. Мы должны были также максимально закорачивать время релаксации. Евгений Константинович догадался: в качестве объекта была, естественно, взята вода. Надо было брать не чистую воду, а парамагнитный раствор, так как у парамагнетиков между атомами очень сильные магнитные взаимодействия, они должны действовать и на ядро, на его магнитный момент. Вместо чистой воды мы делали крепкие концентрированные растворы парамагнетиков. Мы брали медные соли, марганцевые соли (то, что было под руками). Принципиально роли не играет, какой парамагнетик.

Второй способ, с помощью которого мы закорачивали время: теперь он кажется немножко наивным, но в своё время, уже после нас и независимо от нас, он был употреблён, — это мы делали не в стационарной системе, а в проточной, благодаря чему вода сменялась всё время, поэтому эффект накапливался...

Тут же Евгений Константинович изобрёл метод модуляции, а метод сеточного тока был им изобретён ранее, тогда, когда он занимался электрическими поглощениями.

Совсем незадолго до начала войны Евгению Константиновичу удалось действительно наблюдать и неоднократно, а многократно сигналы ядерного магнитного резонанса в водных растворах парамагнетиков (выделено мной. — Н.З.). И дальше наступило взаимодействие двух отрицательных факторов: появилась Академия наук [23] и выбросила всю аппаратуру. Даже не поинтересовались, что там за работы ведутся. Увидели, что в нашей комнате стоят кустарные приборы (все приборы у нас были кустарные, чрезвычайно грубые), было распоряжение выбросить. Распоряжение дала Академия наук. А у нас уже были достаточно уверенные данные. Что нам мешало? Этот сигнал поглощения наблюдался не абсолютно всегда. Тут могут быть многие причины, в частности, у нас был очень плохой магнит. Поле было неоднородное, магнит был середины XIX века [24], он у Семёна Александровича и сейчас хранится.

Но главной причиной была наша скромность, точнее сказать, осторожность. Из-за того, что не всегда получались результаты, мы побоялись их опубликовать, зная теоретические прогнозы о том, что времена релаксации исчисляются миллионами лет и что никакого эффекта быть не должно. Вероятно, если бы можно было поработать ещё несколько месяцев, мы бы всё-таки опубликовались, и тогда уже нобелевская премия Евгения Константиновича, наверняка, не миновала бы... В 1943 г. он впервые наблюдал сигналы электронного парамагнитного резонанса».

А вот что рассказал профессор С.А. Альтшулер:

«С Евгением Константиновичем мы были знакомы ещё студентами, в физическом кружке... Я знал, что он работает над чем-то, но мне даже и в голову не могло прийти, чем он занимается. И вот когда он высказал идею,

чтобы попробовать наблюдать, определять магнитный момент ядер, но не в пучке, как Раби, а в конденсированном веществе по поглощению радиоволн, меня это очень заинтересовало. Тогда он привлёк Бориса Михайловича, и мы втроём очень много работали. Оказалось, что мы были первыми.

Что было причиной, побудившей Евгения Константиновича заняться ЭПР? Электронным парамагнитным резонансом он занялся не сразу. Сначала были занятия ядерным магнитным резонансом (выделено мной. — Н.З.). А ЯМР он занялся вот почему. Я был с 1933 г. аспирантом у И.Е. Тамма. Мне было поручено проверить его теорию магнитных моментов ядер. С этим вопросом я был хорошо знаком. И поэтому, когда появилась знаменитая работа Раби, то я сделал доклад об этой работе на нашем семинаре.

Раби впервые применил метод магнитного резонанса. Метод Раби — это метод с молекулярными пучками. Это продолжение работы Штерна и Герлаха: пучок атомов или молекул пропускали через постоянное магнитное поле. При таком поле происходило перевёртывание, т.е. можно было определить магнитный момент ядер.

И вот тут-то, по-моему, у Евгения Константиновича возникла мысль, а нельзя ли эти магнитные моменты ядер измерять по поглощению радиоволн. Именно после этого семинара и сформировалась наша группа, и он решил использовать свой метод сеточного тока для измерения поглощения, обусловленного ядерным резонансом — поглощением переменного электромагнитного поля, т. е. тот же резонанс.

Затем мы нашли работу К.Я. Гортера, который пытался это сделать в 1936 г., но его результат был отрицательным. Его статья так и называлась «Отрицательный результат эксперимента по обнаружению ядерного магнитного резонанса» [25]. Но Евгений Константинович сделал по сравнению с Гортером ряд усовершенствований. Он имел генератор, позволявший получать более высокие частоты, а главное — очень чувствительный метод, косвенный, а не калориметрический, прямой, каким пользовался Гортер, по измерению поглощения энергии.

Вот тут была очень интересная и приятная пора, когда ставились и обсуждались всякие возможности. Мы придумали методы по укорачиванию времён релаксации, подмешивая парамагнитные примеси. Была даже придумана некая проточная система, чтобы текла вода. В воде присутствуют протоны, на них можно было мерить протонный резонанс. Раби делал опыты на протонах. Он точно определил магнитный момент протона. Он оказался маленьким. Это была сенсация. Раби за это получил нобелевскую премию.

Но это были совсем разные вещи: у Раби — в пучках, а у нас — в веществе по поглощению энергии. И как будто бы эффект был найден Евгением Константиновичем и нами, но уверенности не было. Совсем недавно я попросил взять магнит, на котором мы делали опыты в 1939 г., и посмотреть, виден ли эффект или не виден. Он виден, но на грани [26]. Может быть, всё дело заключалось в том, что поле очень неоднородное, магнит-то маленький, поэтому эффект то виден, то нет, в зависимости от того, куда поместить вещество. Поле было неоднородным, вот эффект и не получился. И надо сказать, что начавшаяся война — это было просто несчастье. Она прервала

эти работы по ЯМР.

С начала войны я ушёл в армию. В 1944 г. была опубликована работа “Новый метод исследования парамагнитной релаксации”. Я к ней отношения не имел, хотя моя фамилия там стоит даже первой: Альтшулер, Завойский, Козырев.

В статье описывался метод парамагнитного поглощения. Евгений Константинович занялся уже изучением парамагнитного поглощения, и говорилось о том, что этот метод предполагалось использовать для определения ядерного магнитного резонанса. В это время я был в армии. Метод этот был настолько чувствительным, что он мог обнаружить даже при комнатной температуре в растворе резонанс на атомных моментах.

И вот, исследуя парамагнитную абсорбцию в перпендикулярных полях, когда частота была достаточно высокой, он обнаружил там тоже резонанс, но резонанс, обусловленный не ядрами, а электронами, электронными магнитными моментами на высокой частоте, потому что магнитный момент электрона в 1840 раз больше, чем магнитный момент ядра, и частота должна быть больше» [27].

Статьи Гортера были тщательно изучены, обдуманы, и вскоре появился рукописный «Отчёт по научно-исследовательской работе по кафедре экспериментальной физики Казанского государственного университета за январь-июнь 1941 г.»:

«В конце первого квартала 1941 г. основные темы по разделу колебаний были изменены. Причиной к этому послужили результаты работы Гортера и др. по парамагнитной релаксации и определению магнитных моментов атомных ядер. Неудачную попытку Гортера определить магнитные моменты ядерных спинов мы объяснили малой чувствительностью принятой им калориметрической методики измерения. Имея в распоряжении более точный метод измерений (метод сеточного тока), мы решили сделать попытку определить магнитные моменты ядер. С целью оценки чувствительности метода были повторены измерения Гортера парамагнитной релаксации в некоторых квасцах и других соединениях. Результаты этих измерений позволяют утверждать, что чувствительность установки достаточна для измерения магнитных спинов ядер, если справедливы вычисления, проведённые согласно теории Гайтлера и Теллера.

На основании этого все темы по разделу колебаний... были заменены на тему по парамагнитной релаксации и определения ядерных спинов, и к разработке её привлечены Завойский, Альтшулер и Салихов. В перспективе можно ожидать включения в эту тему и других работников кафедры...» И в другой, несколько более поздней записи: «За это время мы смогли только провести предварительные испытания предложенным нами методом измерения парамагнитной абсорбции, для контроля повторив измерения Гортера» [28].

Из этих архивных записей вполне понятно, что тема «Парамагнитная релаксация» была взята неслучайно, что статьи из Голландии стали перстом судьбы, позволившим соединить юношеское увлечение Завойского радио с его исследованиями последних лет. Он сразу же оценил свои возможности и чувствовал себя на коне. Уже весной 1941 г. он вполне осознавал размах будущих работ... Через неделю после составления этого отчёта началась

война.

Вначале Е.К. Завойскому удалось убедить начальство КГУ, чтобы работы по парамагнитной релаксации были продолжены, и его лаборатория существовала вплоть до её разгрома комиссией, состоявшей из физиков эвакуированного в Казань института академика А.Ф. Иоффе.

Этот разгром произвёл на моего отца такое сильное впечатление, что и через тридцать лет со дня события помнились детали:

«Война; появление комиссии из Москвы (Л.А. Арцимович, М.С. Соминский, С.Ю. Лукьянов), разгром установки как “кустарного сооружения”. Эта комиссия была назначена вице-президентом (О.Ю. Шмидт. — Н.З.) с целью определить, есть ли в КГУ работы или оборудование, которые могла бы поддержать или использовать АН СССР[29]. Комиссия вошла в лабораторию № 5 без стука в момент, когда я наблюдал ядерный магнитный резонанс, сидел за установкой и с помощью реостата изменял силу тока в электромагните Дюбуа. Эта установка ничем не отличалась от используемых теперь, но в них применяются электромагниты с существенно более однородным магнитным полем. Комиссия пересекла луч света от гальванометра до шкалы и остановилась, не обращая внимания на мои жесты: она стояла полминуты, и затем прозвучала фраза: “Здесь всё самодельное и не имеет никакой научной ценности” (я, очевидно, подпадал тоже под это определение, и в этом была значительная доля истины). Я хотел было заговорить, но комиссия уже шла к двери. Всё... Мне было сказано: “Если вы завтра не вытряхнете всё из этой комнаты, то будут поставлены к двери часовые с приказом не пускать вас в комнату”. Разрушить установку я не мог, так как мы потратили на её сооружение более полутора лет, а подготовка нашей картины ЯМР продолжалась более двух лет, и с ней была спаяна целая жизнь троих (С.А. Альтшулер, Б.М. Козырев и я). Но угроза была приведена в исполнение, комната разгромлена, оборудование как мусор выброшено за дверь, а ...в комнате № 5 (площадью около 80 кв. м.) более полутора лет взвешивался и раздавался хлеб для сотрудников ФТИ А.Ф. Иоффе. Комната так и осталась пуста. Впоследствии в ней произошёл пожар, и она долго стояла как мрачный памятник былого... Проходя мимо этого места, я и теперь чувствую себя как на кладбище, где лежат близкие...» [30].

Военные впечатления тех дней остались и в памяти учёного секретаря ФИАНа Н.А. Ирисовой, тогда молоденькой студентки МГУ, приехавшей в эвакуацию в Казань и работавшей лаборанткой в группе Б.М. Вула. Она рассказала, что Евгений Константинович не раз просил её принести из шкафа, в который попал так называемый «мусор» (установка, на которой уже был наблюдён ядерный магнитный резонанс — 1941 год!), — то одно, то другое. Шкаф стоял за контрольно-пропускным пунктом (КПП), который водрузила эвакуированная Академия наук. Пропуска на «чужую» территорию у Евгения Константиновича быть не могло: другое ведомство.

В конце 1943 г. началась реэвакуация академических институтов, и Завойский, наконец, смог продолжить свои исследования. За сентябрь-октябрь [31] он собрал очень чувствительную установку для изучения релаксации в парамагнитных металлах и ферромагнитных веществах (введя низкочастотную модуляцию статического магнитного поля, благодаря чему чувствительность метода возросла на несколько порядков).

В начале 1944 г. Евгений Константинович изучал парамагнитную абсорбцию в безводном MnSO_4 , CrCl_3 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и в водных растворах многих солей двухвалентного марганца в перпендикулярных полях с частотами от $5 \cdot 10^6$ до $1,5 \cdot 10^7$ Гц. Ему удалось зарегистрировать в слабых полях максимум абсорбции, который смещался почти линейно в направлении более сильных магнитных полей с ростом частоты осциллирующего поля, но не удалось обнаружить сложную картину зеемановского рассеяния магнитного иона. Последнее обстоятельство было приписано тому факту, что время релаксации имеет величину, сравнимую с периодом поля высокой частоты. Оказалось необходимым произвести измерения с более высокими частотами. Экспериментальные данные были описаны с учётом абсорбции в области частот $1,55 \cdot 10^8$ – $1,55 \cdot 10^9$ Гц для ряда твёрдых и жидких парамагнетиков, и их обсуждение было представлено в соответствии с теорией магнитоспинового резонанса Френкеля [32].

4 февраля 1944 г. в редакцию «Журнала экспериментальной и теоретической физики» поступила статья С. Альтшулера, Е. Завойского и Б. Козырева «Новый метод исследования парамагнитной абсорбции». Она явилась продолжением довоенных исследований, поэтому в ней стоит имя С.А. Альтшулера, который в то время находился на фронте. Разработанный метод исследования парамагнитной абсорбции был основан на очень высокой чувствительности тока сетки генератора к величине абсорбции высокочастотных колебаний и поэтому был назван методом сеточного тока. Статья была опубликована в сдвоенном октябрьском-ноябрьском номере ЖЭТФ [33]. Последний этап перед открытием ЭПР был закончен.

СОРОК ЛЕТ СПУСТЯ

Об установке Е.К. Завойского, на которой он впервые в мире наблюдал сигналы электронного парамагнитного резонанса (а до этого и ядерного магнитного резонанса), рассказал хранитель музея-лаборатории учёного в Казани И.И. Силкин:

«В конце 1943 г. Завойским была воссоздана установка для наблюдения парамагнитного резонанса, которая была разгромлена эвакуированной в Казань Академией наук. Им были воспроизведены эксперименты К.Я. Гортера по магнитной релаксации, но с помощью нового, разработанного им, Завойским, метода сеточного тока, который имел значительно более высокую чувствительность, чем применявшийся голландцем Гортером калориметрический метод. Метод Е.К. Завойского был основан на очень высокой чувствительности тока сетки генератора к величине абсорбции высокочастотного тока парамагнетиком. В качестве веществ, на которых проводили свои эксперименты и Гортер, и Завойский, были взяты соли меди, марганца и др. И на этих веществах в январе 1944 г. Евгений Константинович наблюдал первые сигналы электронного парамагнитного резонанса».

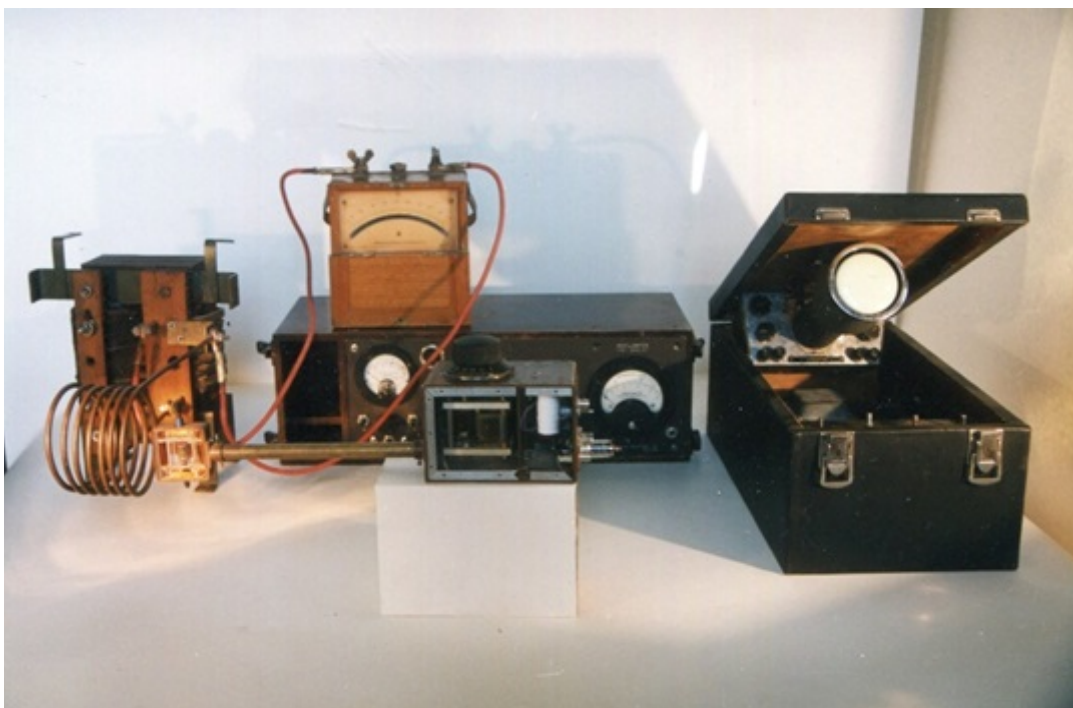


Иллюстрация 7: Установка Е.К. Завойского для наблюдения парамагнитного резонанса, реконструированная И.И. Силкиным.

Установка Е.К. Завойского, — писал И.И. Силкин, — состояла из трансформатора, катушки-соленоида, амперметра, автодинного генератора, профилометра Аббота, осциллографа. В катушке соленоида, имевшей шесть витков диаметром 12 см, создавалось переменное магнитное поле низкой частоты (50 Гц). Эта катушка питалась от вторичной обмотки сварочного трансформатора, а первичная обмотка подключалась к сети переменного напряжения через реостат. Величина магнитного поля, которое создавалось соленоидом, измерялась по величине переменного тока, для чего последовательно с соленоидом включался амперметр Гартмана-Брауна на 200 А. Коэффициент пропорциональности между магнитным полем и током определялся экспериментально.

В магнитное поле соленоида помещалась радиочастотная катушка генератора высокой частоты (10 МГц, длина волны 30 м), собранного на лампе Р-5 по схеме, аналогичной схеме Эзау. В эту катушку помещался исследуемый парамагнетик, запаянный в герметичную целлулоидную ампулу.

Магнитные моменты ионов парамагнетика, помещённого в низкочастотное магнитное поле H соленоида, прецессируют вокруг направления магнитного поля с частотой ν , пропорциональной величине поля: $\nu [\text{МГц}] = 2,8 \cdot H [\text{Э}]$. Если одновременно с этим парамагнетик поместить в переменное магнитное поле радиочастотного генератора, ориентированного перпендикулярно полю соленоида, то парамагнетик может поглощать высокочастотную энергию, поступающую в катушку от генератора, но только в том случае, если частота генератора совпадает с частотой прецессии измеряемых магнитных моментов. Это явление и называется электронным парамагнитным резонансным поглощением, или коротко: электронным парамагнитным резонансом (ЭПР).

Зафиксировать сигнал ЭПР можно либо по изменению амплитуды колебаний генератора в

момент, когда переменное поле соленоида проходит через резонансное значение, либо, как это делал Завойский, по изменению тока сетки лампы генератора. В последнем случае использовался усилитель низкой частоты из американского профилометра Аббота. Сигнал с выхода усилителя регистрировался либо с помощью теплового миллиамперметра Вестона, либо на экране осциллографа. В архиве учёного сохранились целлулоидные плёнки, на которых Е.К. Завойский в 1944 г. впервые зафиксировал сигналы ЭПР с экрана осциллографа.

Как понятно из сказанного выше, в первоначальной установке Завойского ничего от радарной техники не было. И по логике времени это было совершенно исключено: университетский доцент не мог иметь никакого доступа к закрытым разработкам военных заводов.

В 2000 г. мной на основе диссертации Е.К. Завойского была реконструирована первая установка, на которой он впервые в мире наблюдал сигналы ЯМР и ЭПР. Сейчас она является действующим экспонатом в музее-лаборатории, который создан в той самой комнате, где производились первые эксперименты по обнаружению этих явлений».

Как мы видели, установка для наблюдения парамагнитного резонанса была очень проста. Позднее в Москве в конце 50-х годов мой отец собрал из приборов, купленных им в городских магазинах «Учколлектор», домашнюю установку для наблюдения ЭПР. В институте у И.В. Курчатова тематика была другой, а любимое дитя, ЭПР, таило еще столько тайн. В качестве резонатора служила большая жестяная коробка из-под печенья. Также были использованы жестяная коробочка из-под чая и крышка от первого отечественного пылесоса. Установка исправно работала, и отец с гордостью показывал всем сигналы ЭПР. Как тут не вспомнить слова Н.Дж. Хопкинса из университета МакДжилля о ЯМР: «Мы вообще не представляли себе, что для демонстрации ЯМР требуется очень простая аппаратура» [34].

В неопубликованном послесловии к статье «Электронный парамагнитный резонанс» (1975 г.) Е.К. Завойский писал: «Если школьный учитель физики или юный радиолюбитель прочтёт написанное здесь, и им покажется, что демонстрация ЭПР и тем более изучение вещества этим методом возможно только безумно сложными аппаратами, то я должен ответить им словами физика из Швейцарии, который сказал на одной конференции: “ЭПР — это демократичный метод, так как он доступен малым странам, например, такой, как моя!” Это, конечно, шутка, которая, правда, мне очень нравится, но она означает гораздо больше: ЭПР доступен любому радиолюбителю, который может собрать, например, радиогенератор на длину волны в несколько метров и приёмник на эту же частоту, а всё остальное он уже понял или ему поможет понять учитель физики» [35].

НАКАНУНЕ ЗАЩИТЫ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ



Иллюстрация 8: Е.К. Завойский. 1944 г.

Весной 1944 г. Евгений Константинович подал докторскую диссертацию в Физический институт Академии наук (ФИАН). Однако понимания там не нашёл. Известно, что его работа была отклонена М.А. Леонтовичем (позднее он сам признался, что считал ЭПР следствием грязи [36]). Евгений Константинович не вспоминал этот факт из-за деликатности ситуации: в дальнейшем он работал и с Арцимовичем, отдавшим распоряжение разгромить лабораторию, и с Леонтовичем в Институте атомной энергии, где позднее и тот, и другой ополчились на открытый им турбулентный нагрев плазмы (но это другая история — она описана в моей документальной повести «Современники [37]» [[Наталья Завойская \(7iskusstv.com\)](http://Natalia_Zavoijskaya(7iskusstv.com))]). В 1976 г., уже после кончины моего отца, в газете «Комсомольская правда» появилась статья академика П.Л. Капицы, где он как очевидец событий писал: «Когда Е.К. Завойский открыл в 1944 г. парамагнитный резонанс, то, приехав из Казани в Москву, он пришёл в ФИАН. Его прогнали оттуда, сказав, что этого не может быть. Тогда я предложил ему у нас сделать прибор. За неделю сделали. Позвали фиановцев и показали: «Смотрите, вот ведь, штучка работает» [38].

12 июля 1944 г. в редакции журналов «J. of Phys. Acad. of Sci. of the USSR» и ЖЭТФ соответственно поступили другие статьи Е.К. Завойского [39].

В октябре того же года он предполагал опубликовать в первом из вышеназванных журналов свою статью «Magnetic Radiofrequency Spectra of Paramagnetics», которая вошла как введение в его докторскую диссертацию, но почему-то не опубликовал.

27 декабря 1944 г. в Москве в Институте физических проблем у П.Л.Капицы состоялся семинар, на котором Е.К.Завойский представил свою докторскую диссертацию. Семинар Петра Леонидовича был одним из самых авторитетных в стране. Включая докладчика, на нём присутствовали пятьдесят человек, среди них: П.Л. Капица, А.И. Шальников, Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Н.Н. Семёнов, А.Ф. Иоффе, Я.И. Смородинский, Г.Н. Флёров, Э.В. Шпольский, Э.Л. Андроникашвили, Я.Б. Зельдович, короче, почти весь цвет советской физики [40]. И весь этот цвет должен был, собственно говоря, противостоять мнению М.А. Леонтовича — рецензента диссертации Завойского, который как теоретик решил, что эффекта нет, а есть только грязь [41].

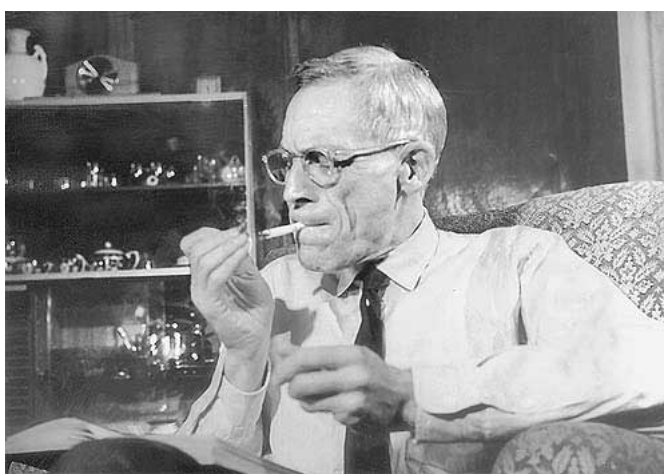


Иллюстрация 9: М.А. Леонтович
(Википедия)

Пётр Леонидович даже предложил Евгению Константиновичу защищаться не в ФИАНе, а у него в ИФП [42], однако мой отец отказался, посчитав это неэтичным.



Иллюстрация 10: П.Л. Капица (J. of Appl. Phys. 1943. Vol. 13. No. 8. P. 475)

В архиве Института физических проблем сохранился **«Краткий отчёт о работе Е.К. Завойского в ИФП за период 02.01 — 28.01.1945»**: «По предложению П.Л.Капицы мной было проведено предварительное изучение парамагнитной абсорбции при низких температурах в хлорной меди с двумя молекулами гидратной воды.

Схема установки. Осциллятором частоты $1,33 \cdot 10^8$ Гц (длина волны 2,25 м) служила американская триодная лампа марки 6L5G с подогревным катодом в режиме генератора

тормозящего поля (рис. 1) [43]. Внешний контур генератора, содержащий измерительную катушку L , не был настроен на частоту колебаний лампы 6L5G, которая задавалась внутренними частями конструкции лампы, а также напряжением на сетке её. Катушка L имела два витка диаметром 1,9 см медной проволоки. Радиус провода катушки равнялся 2 мм. Длина фидера Φ составляла ~ 10 см. Дроссели высокой частоты имели ~ 70 витков каждый, диаметром 1,0 см из проволоки 0,15 мм в диаметре. Магнитное поле H создавалось двумя катушками. Зависимость H от силы тока в этих катушках была определена путём сравнения с баллистической установкой с известным соленоидом и давалась уравнением

$$H = 169,8 \cdot J_{\text{amp}} [\text{эрстед}].$$

Длина волны измерялась системой Лехера с длиной проводов 1,5 м и расстоянием между ними 1,5 см. Абсолютная точность измерений длины волны не превышала $\pm 0,5$ см, т. е. $\pm 0,4\%$. Волна промерялась абсорбционным методом после монтажа генератора и всех других частей установки (соленоидов, экранов, аккумуляторов).

Предварительные контрольные измерения. Метод измерений основан на линейной связи между изменениями тока анода (или сетки) и изменениями ваттной нагрузки на генератор. Были поставлены контрольные эксперименты для проверки этой зависимости. Идея контроля сводилась к следующему: коаксиально катушке L проходила стеклянная трубка диаметром 0,8 см, через которую могли протекать водные растворы электролита (KCl) разной проводимости. Известно, что при условии малого скин-эффекта в электролите (при наших частотах и концентрациях KCl глубина проникновения по расчётам значительно превышала радиус трубки) потери в нём пропорциональны удельной электропроводности. При этих условиях надо ожидать линейной связи между изменениями электропроводности растворов и соответствующими изменениями тока анода при введении раствора в катушку L . Надо заметить, что для водных растворов KCl дисперсия проводимости лежит в области частот выше 10^9 Гц. Измерения вполне подтвердили эти соображения (рис. 2). Здесь по оси абсцисс отложены удельные электропроводности δ растворов KCl, а по оси ординат — изменения тока анода ΔJ_a генераторной лампы в делениях потенциометра. Надо заметить, что здесь пределы изменения тока анода значительно превосходят те изменения его, которые наблюдались в дальнейшем при изучении парамагнитной абсорбции.

Результаты измерений.

а) Зависимость от температуры. Чувствительность установки позволила наблюдать максимум абсорбции в хлорной меди даже при комнатных температурах, но максимальные отклонения гальванометра при этом не превышали 15 — 20 мм шкалы. При охлаждении этого препарата до температуры жидкого воздуха эффект заметно возрастал и уже создавались удобные условия для измерений. Так, на рис. 3 изображены результаты измерений. Здесь кривая I относится к $T=88$ К, а кривая II к $T=20$ К для хлорной меди при длине волны 2,25 м. На этом рисунке по оси абсцисс отложены значения тока (в амперах) в соленоидах, создающих постоянное магнитное поле H , а по оси ординат — отклонения гальванометра в миллиметрах его шкалы. Надо заметить, что обе кривые сняты не одновременно, а с промежутком в несколько дней, а поэтому ординаты кривых несравнимы за счёт изменения режима питания генератора. С другой стороны, ориентировочные измерения показали, что абсорбция в максимуме увеличивается при переходе от $T=80$ К до

20 К. Аналогично, качественно, замечено, что переход $T=20$ К к $T=14$ К (твёрдый водород) эффект в максимуме продолжает возрастать.

Измерения в жидком гелии (от $T=4,2$ К до $1,2$ К) показали существенное уменьшение (не менее как в 20 раз по сравнению с эффектом при $T=88$ К) или даже полное его исчезновение. Последний вопрос не мог быть решён установкой из-за её относительно малой чувствительности.

б) Положение максимума абсорбции и «ширина» кривой. Кривые рис. 3 позволяют сделать два основных вывода:

1) напряжённость постоянного магнитного поля в максимуме абсорбции не зависит от температуры и отвечает $J=0,28$ А, т.е. $H=169,8 \cdot 0,28=47,6$ Э.

Если разделить частоту генератора $\nu = 1,33 \cdot 10^8$ на это значение H , то

$\nu/H=1,33 \cdot 10^8/47,6 = 2,79 \cdot 10^6$. Это значение точно совпадает с частотой прецессии спина $S=1/2$ в поле 1 Э.

2) Форма кривой абсорбции, в пределах точности измерений, не зависит от температуры вплоть до водородных температур».

Примечания к ч.1

[1] «Когда я был молодым физиком, я считал интерес к истории физики безошибочным признаком или некомпетентности, или начинающейся старости. Сегодня я склонен рассматривать отсутствие интереса к истории нашей науки как знак прискорбной незрелости. Видимо, моя позиция на самом деле не изменилась». Х.Б.Г. Казимир. 1976 г.

[2] «История ядерного магнитного резонанса – это история сюрпризов!». Из: Slichter Ch. P. The Golden Anniversary of Nuclear Magnetic Resonance. NMR – Fifty Years of Surprises // Proc. of Amer. Philos. Soc. 1998. Vol. 142, no. 4. P. 533-553.

[3] Советский Союз. 1957, № 11 (93). С. 22.

[4] Ernst R. // Bulletin of Magnetic Resonance. 1994. Vol. 16, no. 5.

[5] Electron Paramagnetic Resonance. From Fundamental Research to Pioneering Application & Zavoisky Award. AXAS Publishing Ltd. Villington, 2009.

[6] Курчатовец. 1995, № 3 (930). С. 2.

[7] Завойская Н.Е. История одного открытия. Москва. ООО «Группа «ИДТ», 2007. 207 с.

[8] Да сияет им вечный свет (лат.).

[9] В современном написании Пёрселл.

[10] Альтшулер С.А., Козырев Б.М. Электронный парамагнитный резонанс соединений элементов промежуточных групп. М., Наука. 1972. С. 30.

[11] Личный архив Е.К. Завойского.

[12] Справедливости ради надо сказать, что одна статья Е.К. Завойского (J. Phys. USSR. 1945.

Vol. 9. P. 211) всё же была включена в одну из сносок к статье, известной как «БПП» (см. ниже), но не как первая в этой области, а как одна из многих.

[13] Bloembergen N., Pound R.V., E.M. Purcell. The Width of the Nuclear Magnetic Resonance Absorption Line in Gases, Liquids and Solids // Phys. Rev. 1947. Vol. 71. P. 466.

Bloembergen N., Purcell E. M., Pound R.V. Nuclear Magnetic Relaxation // Nature. 1947. Vol. 160. P. 475-476.

Bloembergen N., Purcell E.M., Pound R.V. Relaxation Effects in Nuclear Magnetic Resonance Absorption // Phys. Rev. 1948. Vol. 73. P. 679-712 (физики называют её «БПП» по первым буквам фамилий авторов).

[14] Личный архив Н.Е. Завойской. Письмо от 8 ноября 2002 г.

[15] Bloch F. and Hansen W. Method and Means for Chemical Analysis by Nuclear Inductions. Patented July 24, 1951. Reissued February 22, 1955.

[16] Это был директор Казанского ФТИ член-корреспондент РАН К.М. Салихов (ныне академик РАН).

[17] Atoms et Molécules Par Études Radio-Électriques – объединение учёных-радиоспектроскопистов, образованное во Франции в 1952 г. с целью координации исследований в европейских лабораториях. Девиз общества – «Знать, понимать и помогать другим».

[18] Личный архив Н.Е. Завойской.

[19] Патент на изобретение. Описание устройства для управления механизмами на расстоянии. Класс 21с, 47. № 10003. 1927.

[20] Запись беседы с Б.М. Козыревым сделана доктором физ.-мат. наук В.К. Завойским 24-26 мая 1978 г., расшифрована О. И. Силкиным. Запись беседы с С.А. Альтшулером сделана им же в конце 1982 г., когда Семён Александрович находился в Онкологическом центре (Москва).

[21] Rabi I. I., Zacharias J. R., Millmann S., Kusch P. A New Method of Measuring Nuclear Magnetic Moment // Phys. Rev. 1937. Vol. 53. P. 318.

[22] Gorter C.J. Negative Result of an Attempt to Detect Nuclear Magnetic Spins // Physica. 1936. Vol. 3, no. 9. P. 995-998.

[23] В начале войны в Казань были эвакуированы многие академические институты из Ленинграда и Москвы.

[24] Уточнение: согласно каталогу Музея истории КГУ, магнит Дюбуа фирмы Hartmann-Braun, 1894 г.

[25] Gorter C.J. Negative Result of an Attempt to Detect Nuclear Magnetic Spins // Physica. 1936. Vol. III, no 9. P. 995-998.

[26] Интересно, что и нобелевский лауреат Н. Блумберген, обнаруживший позднее в лаборатории К. Я. Гортера его кристалл, также смог наблюдать ядерный резонанс!

[27] Народный архив (Москва). Ф. 423. В.К. Завойский. Этот архив как самостоятельная

единица давно прекратил свое существование. Слышала, что документы нашли приют в РГАСПИ.

[28] ГА РТ. Ф. Р-1337. Оп. 3. Д. 1. Л. 7-8; там же. Ф. Р-1337. Оп. 29. Д. 113. Л. 10.

[29] Профессор А.Л. Литвин (КГУ) сообщил мне в 2010 г., что, работая в архиве КГУ, он видел приказ о закрытии лаборатории Е.К. Завойского, подписанный ректором К.П. Ситниковым.

[30] Чародей эксперимента. Сборник воспоминаний об академике Е. К. Завойском. Москва. 1993. С. 224.

[31] На мой вопрос, сколько времени требуется физику, чтобы собрать и отладить установку по наблюдению магнитного резонанса, зная сам принцип, мне были даны такие ответы: месяц, три недели, а в 1976 г. академик П.Л. Капица писал всего об одной неделе. Причём, конечно, имелось в виду, что установка будет «самоделкой», т. е. без всякой радарной техники.

[32] Френкель Я.К теории релаксационных потерь, связанных с магнитным резонансом в твёрдых телах //ЖЭТФ. 1944. Т. 15, вып. 8. С. 409-415 (поступило 01.08.1944).

[33] ЖЭТФ. 1944. Т. 14, вып. 10-11. С. 407-409.

[34] Hopkins N.J. The Demonstration of Nuclear Magnetic Resonance // Amer. J. Phys. 1949. Vol. 17, no. 8. P. 518.

[35] Личный архив Е. К. Завойского.

[36] Чародей эксперимента... С. 223.

[37] Завойская Н.Е. Современники // Семь искусств. № 6-9. 2012.

[38] Комсомольская правда. 1976, 28 ноября.

[39] Парамагнитная абсорбция в растворах при параллельных полях // ЖЭТФ. 1945. Т. 15, вып. 6. С. 253-257.

The Paramagnetic Absorption of a Solution in Paralell Fields // J. of Phys. USSR. 1944. Vol. VIII, no. 6. P. 377-380; Парамагнитная релаксация в жидких растворах при перпендикулярных полях // ЖЭТФ. 1945. Т. 15, вып. 7. С. 344-350; Paramagnetic Relaxation of Liquid Solution for Perpendicular Fields // J. of Phys. USSR. 1945. Vol. IX, no. 3. P. 211-216.

[40] Протокол семинара был выявлен и любезно предоставлен мне референтом П.Л. Капицы П.Е. Рубининым (ИФП).

[41] Из моего глубокого детства помню, что папа любил повторять строки про «упрямого Галилея», а также о князе Дундуке, который заседает в Академии наук. Ни о Галилее, ни о Дундке в Академии я, конечно, ничего не знала.

[42] Чародей эксперимента...С. 225.

[43] Рисунки здесь не воспроизводятся.

Когда 18-летний Евгений Константинович оказался в подобной ситуации, в которой оказались американские физики (тогда он задумал построить прибор «для точных измерений силы света», но вскоре узнал, что такой прибор уже существует), он отметил в своей записной книжке: «Узнал, что такой прибор (хотя не точно такой, но приблизительно) уже изобретён. А жалко! Да ничего. Это тоже хорошо!»

Часть II (<https://7i.7iskusstv.com/2018-nomer12-zavojskaja/>)

«МЕТОД ПРОЩЕ ПАРЕНОЙ РЕПЫ»

Через месяц после декабрьского семинара у П.Л. Капицы и через два дня после составления отчёта о работе у него в ИФП, 30 января 1945 г., в ФИАНе состоялась защита докторской диссертации Е.К. Завойского. В качестве официальных оппонентов были приглашены Я.И. Френкель, Е.И. Кондорский и А.И. Шальников. Первый из оппонентов не присутствовал ни на семинаре в ИФП, ни на защите.

В архиве Е.К. Завойского сохранился отзыв о его работе, написанный членом-корреспондентом Я.И. Френкелем ещё 18 июля 1944 года [1]. Среди прочего он писал: «О незаурядном экспериментальном искусстве Е.К. Завойского красноречиво свидетельствует его докторская диссертация, в которой описывается разработанный им метод измерения магнитных потерь путём реакции на генератор высокочастотных колебаний, — метод, в сотни раз более чувствительный, чем те, которые применялись ранее, и который позволил автору получить новые чрезвычайно интересные экспериментальные результаты, касающиеся магнитных свойств атомов, ионов и электронов в парамагнитных телах».

В архивных делах Высшей аттестационной комиссии и ФИАН хранятся две идентичные стенограммы заседания Учёного совета ФИАН, на котором происходила защита. Эту стенограмму мы воспроизведём почти полностью [2]. Здесь стоит обратить внимание на имена учёных, обсуждавших диссертацию. Это самые видные имена. Сохранено и советское «тов.», т. е. «товарищ», а также написание почти во всех случаях инициалов после фамилии.

«Председатель академик С.И. Вавилов: Позвольте открыть заседание Учёного совета. У нас сегодня на повестке дня защита Е.К. Завойского на соискание учёной степени доктора физико-математических наук. Тема диссертации: “Парамагнитная абсорбция в перпендикулярных и параллельных полях для солей, растворов и металлов”.

Тов. Завойский Е.К.: Изучение парамагнитной абсорбции начинается с работы К.Я. Гортера, опубликованной в 1936 г. Гортер разработал калориметрический метод измерения релаксации. После первой работы Гортера чрезвычайно широкое распространение получил метод биений, разработанный первоначально для определения диэлектрической постоянной газов. Оба эти метода никто не пытался применить в области очень высоких частот. Это объясняется техническими затруднениями.

Передо мной встал вопрос о том, чтобы применить новый метод, метод сеточного и анодного тока для измерений парамагнитной релаксации. К сожалению, я не могу показать

всей установки, потому что сейчас (в ФИАНе. — Н.З.) нет тока. Сущность метода сводится к следующему: имеется генератор, собранный по моей схеме, в аноде и в сетке которого находится измерительный прибор, очень точно скомпенсированный (объясняет его устройство). Описание этого метода опубликовано в 1944 г. в нашей совместной с Б.М. Козыревым и С.А. Альтшулером работе. Мы повторили опыты, сделанные калориметрическим методом Гортером, и получили полное согласование при измерении описываемым методом и калориметрическим.

Установка, которая использовалась здесь (в Москве, в ИФП. — Н.З.), несколько отличается от той, которая описана в статье. Измерялось изменение тока в аноде и в сетке генератора. С помощью многокаскадного усилителя измерялась величина периодического изменения анодного и сеточного тока. Парамагнетик помещался в катушку, на него действовали одновременно перпендикулярные и параллельные высокочастотные магнитные поля. Постоянное магнитное поле было всегда значительно больше, чем осциллирующее. Одновременно на парамагнетик действовало низкочастотное поле, которое являлось всегда малым по сравнению с постоянным. Это приводило к тому, что парамагнитные потери в парамагнетике варьировались с частотой 50 Гц. Так как время парамагнитной релаксации чрезвычайно мало, порядка 10^{-5} с. то изменение поля с частотой 50 Гц можно было считать изотермическим. Периодические изменения тока сетки и анода этого генератора усиливались первоклассным американским усилителем. При внесении в катушку парамагнетика в отсутствие переменной составляющей постоянного поля этот прибор ничего не показывал, при появлении переменной составляющей в приборе появлялся ток. Фактически установка содержала два усилителя. Один усилитель был собран на пентодах и имел коэффициент усиления 10^6 .

Перехожу к краткому описанию результатов, полученных при измерении сигналов на выходе усилителя. Установка позволила измерить потери осциллографом и снять картину зависимости абсорбции от постоянного поля H при очень слабых полях. Измерения Гортера для перпендикулярных полей остались единственными в своём роде, они были проделаны для очень сильных полей, поэтому интересно было сделать промеры в очень слабых полях. Оказалось, что если измерить эту кривую в области очень слабых полей, то получаются совсем неожиданные результаты: в области слабых полей наблюдается минимум потерь в парамагнетике. В этой же области получается максимум. Вот осциллограмма, полученная измерительным прибором в этой области. Если менять частоту, то область этого максимума смещается и смещается линейно. Измерения являлись только качественными. Трудно было измерять напряжённость поля в максимуме. Это удалось сделать только в области очень высоких частот, когда генератор был заменён на генератор тормозящего поля. Картина, которая при этом получилась, является гораздо более чёткой и ясной. Положение максимума абсорбции удалось фиксировать чрезвычайно точно.

Все эти эксперименты проводились одновременно с развитием теории, которая в 1944 г. была дана Я.И. Френкелем, — это теория магнитоспинового резонанса. Тов. Френкель обобщает известный результат Раби, который заключается в том, что в постоянных полях спины ядер (а впоследствии Раби провёл эти опыты и для электронов) совершают прецессию и под действием перпендикулярного высокочастотного поля меняют ориентацию от параллельной до антипараллельной. В кристаллических веществах связь между спинами отдельных атомов естественно значительно больше, чем в молекулярных пучках, где она

практически отсутствует. Интересно было поставить аналогичные опыты с кристаллами, в которых связь спинов с решёткой достаточно мала, так что условия резонанса сохраняются. Тов. Френкель получил формулу, которая напоминает формулу Кронига. Это обычная дисперсионная формула, она отображает количество энергии, которое поглощено таким парамагнетизмом, и напоминает формулу Кронига, но отличается от неё тем, что здесь резонанс может наступить только в магнитном поле, в то время как формула Кронига даёт явление дисперсии и в отсутствии поля, поскольку квантовомеханические системы существуют и в отсутствии его. Поскольку была разработана такая теория, было интересно проделать эксперименты в области очень высоких частот. Удалось построить генератор на 65 и 32 см. В области очень высоких частот 32 см появилась абсорбция, которая вначале падала с ростом H , затем наблюдались некоторый минимум в потерях, дальнейшее возрастание абсорбции и переход её через максимум.

Если нарисовать кривую абсорбции для разных частот в $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, вычтя из этой кривой нулевую абсорбцию (это делается до некоторой степени искусственно, строгих оснований к этим вычитаниям нет), то получается экспериментальная кривая, это кривые для областей измерений 194 см, 65 см и 32 см. Здесь видно расширение кривой абсорбции с ростом частоты, что является совершенно непонятным с точки зрения теории Френкеля. Согласовать этот результат с теорией Френкеля можно, если считать, что время релаксации зависит от поля H и меняется обратно пропорционально квадрату напряжённости поля. В таком случае теоретическая кривая хорошо подходит к экспериментальной. Время релаксации здесь измеряется как обратная полуширины.

Эти измерения были проделаны в Казани от температуры 320 К до 90 К, а здесь удалось проделать измерения при температуре твёрдого водорода. Эффект растёт по величине до температуры твёрдого водорода, но полуширина кривой практически не меняется даже при столь низкой температуре. Поэтому время релаксации, которое здесь представлено, справедливо теоретически. Оно не зависит от температуры, и полуширина не меняется. Эффект пропадает при температуре гелия. К сожалению, свойства этого вещества неизвестны, поэтому дать какое-либо объяснение невозможно. Видимо, нужно проделать соответствующие магнитные измерения. Таковы мои результаты в отношении перпендикулярных полей.

Теперь я хотел бы кратко описать результаты, полученные мною для параллельных полей. В параллельных полях изучалось весьма большое количество веществ, в большинстве случаев почти идеальные парамагнетики, и всё это было сделано при низких температурах. Так как методика позволила избежать влияния высоких потерь на токах Фуко, то эти потери не учитывались. В 1940 г. Тейниссен и Гортер пытались обнаружить парамагнитную релаксацию в водных растворах солей марганца при параллельных полях. Их попытка окончилась неудачей. Чувствительность их метода была недостаточно велика. Мне удалось обнаружить эту релаксацию в параллельных полях. Чувствительность установки у меня в несколько сот раз выше, чем была у них. Здесь представлена общая картина явлений в растворах в параллельных полях. Влиянию релаксации в растворах поддаются пока только ионы марганца. Все остальные испытанные вещества релаксации не дают.

Кратко остановлюсь на последнем вопросе. Благодаря тому, что методика позволила избежать влияния токов Фуко, можно было поставить вопрос о релаксационных явлениях в металлах. Здесь кратко изложены эксперименты. Магний даёт вот такой тип кривых

зависимости абсорбции от поля при разных температурах (показывает). Была сделана попытка применить термодинамическую теорию Дю Пре к металлам. Соответствующие вычисления приводят к такой формуле при температурах низких и при температурах высоких. Вот основные результаты, полученные мной.

Председатель академик Вавилов С.И.: Какие вопросы будут к тов. Завойскому?

Член-корр. Ландсберг Г.С.: Вы указывали, что это теоретическая зависимость времени релаксации от магнитного поля. А как выглядит экспериментальная зависимость времени релаксации от H в перпендикулярных полях?

Тов. Завойский.: В перпендикулярных полях не было измерений совсем. В перпендикулярных полях, если пользоваться дисперсионной формулой Френкеля, получается вот такая зависимость (показывает), поэтому и наступает расширение кривой абсорбции с ростом частоты.

Председатель.: Если нет вопросов, тогда приступим к заслушиванию официальных оппонентов. Слово имеет профессор Кондорский.

Проф. Кондорский Е.И.: Диссертация тов. Завойского посвящена исследованию действия перпендикулярных и параллельных магнитных полей на абсорбцию в различных парамагнетиках. Диссертация посвящена изучению парамагнитных потерь, зависящих от электромагнитного поля. Здесь с самого начала говорилось, что мы имеем по существу два способа измерения этих потерь. Это способ калориметрический, при котором можно измерять полные потери, и способ Завойского, который даёт возможность измерять ту часть потерь, которая зависит от напряжённости магнитного поля.

Вопрос изучения этих потерь требует очень тонкой и точной методики. Из результатов измерения Гортера видно, насколько сложным, трудным и тонким является экспериментальное исследование этих потерь. В том методе, который разработал Евгений Константинович, точность ошибки определена порядка 10^{-9} ватт, т. е. измерялись совершенно ничтожные доли энергии. Только в этом случае можно получить ту необычайно интересную и для теории, и весьма интересную экспериментальную картину, которую здесь иллюстрирует Е.К.

Автор применил схему, ранее использованную для измерения дисперсии, и, в сущности говоря, предложил совершенно новый метод, так как этим методом, которым измеряет Е.К., раньше никто не измерял. Когда мы измеряем калориметрическим способом, у нас наряду с той частью потерь, которая зависит от поля, добавляется вся величина потерь, независящих от поля, и мы меряем наряду с парамагнитными потерями также потери от токов Фуко и целый ряд других потерь, не зависящих от напряжённости поля. В результате измерять парамагнитные потери в металлах совершенно невозможно. Здесь, благодаря тому, что накладываются переменные поля малой частоты, автоматически исключаются все потери, не зависящие от поля, и получается с большой точностью измерение Δq , зависящей от поля. *Это новый метод, и он вполне может быть назван методом Завойского* (выделено мной — Н.З.). Это не есть небольшое усовершенствование, как он скромно говорит, этот метод позволяет мерить такие вещества, которые раньше никто не мог измерять, например, металлы.

Благодаря большой тщательности в проведении эксперимента и большому

экспериментальному таланту Е.К., высокому качеству установки и применяемых усилителей, ему удалось достигнуть большой чувствительности при достаточной точности измерений. Сами по себе измерения оригинальны, и, если бы только описывались результаты измерения, можно было бы поставить эту работу как докторскую диссертацию, даже если бы не было никакого толкования, а просто были бы приведены экспериментальные кривые абсорбции. Но автор, не ограничиваясь изложением результатов эксперимента, старается сопоставить, насколько это возможно, экспериментальные кривые с теоретическими данными, которые имеются в отношении появления парамагнитной абсорбции. В частности, автор связывает свои результаты с некоторыми выводами той теории, которая сейчас разрабатывается Френкелем, — теории парамагнитной абсорбции.

Мне хотелось бы подчеркнуть одну интересную вещь, которую сам диссертант не так ясно оттенил, а именно то, что его работа чрезвычайно ясно показала принципиальное различие между абсорбцией в параллельных и перпендикулярных полях. Если не подходить к этому делу с точки зрения строгой теории, вы можете понять наглядную разницу между действием параллельного и перпендикулярного поля. Если мы наложим на парамагнетик постоянное поле H и перпендикулярно этому полю будем накладывать переменное поле, то что получится? Если подойти к этому с наглядной точки зрения, у нас имеется поле H , в котором возможна некоторая прецессия. Если мы накладываем перпендикулярно переменное поле, то в этом случае, когда частота переменного поля будет совпадать с частотой прецессии, мы получим резкий пик. Если мы возьмём более низкую частоту, то этот максимум абсорбции будет получен при более малых H . Если мы возьмём большую частоту электромагнитного переменного поля, то максимум должен получиться при большей величине постоянного поля H . Это совершенно наглядный результат, выведенный автором. Именно здесь показано, что между частотой электромагнитного поля ν и постоянного поля H имеется линейная связь. Здесь резко выступает резонансный характер действия перпендикулярного постоянного поля. Это не было заметно в результатах, полученных Гортером, там было просто видно, что с ростом постоянного поля абсорбция возрастает.

Появление максимума абсорбции является красивым результатом эксперимента, и так был доказан резонансный характер этой абсорбции в перпендикулярных полях. В случае параллельных полей мы таких вещей не можем заранее предсказать. Очевидно, такого простого вывода, как в первом случае, сделать нельзя. И опыт показывает, что характер абсорбции в параллельных полях совершенно другой. Как указывает автор, здесь несколько иной механизм самой абсорбции.

Я не касаюсь здесь никаких более строгих теорий. В диссертации даётся ясное представление, которое наглядно показывает принципиальную разницу этих двух типов абсорбции.

Если говорить о недочётах работы, то они носят характер несущественный, а, скорее, это недочёты в изложении. Порядок изложения в диссертации мне не понравился. Диссертант здесь (в ФИАНе. — Н.З.) яснее и понятнее изложил результаты, чем в самой диссертации. Здесь сначала указывались результаты, полученные прежними исследователями, давался краткий обзор теории и эксперимента. В этом случае получился стройный логический ход изложения. В диссертации несколько иначе, там всё перемешано. В результате, когда читаешь диссертацию, то некоторые вещи становятся ясными тогда, когда прочитаешь довольно много страниц, и потом уже неожиданно соображаешь, почему получается так, а не

иначе. В частности, методика более ясно написана в конце диссертации. Когда автор рассматривает параллельное поле, он вновь описывает эту методику. В начале диссертации она описывается гораздо менее понятно. Когда я подошёл к концу чтения, мне стало ясно всё остроумие этого метода и все его преимущества.

Работа экспериментальная, поэтому, казалось бы, при описании совершенно нового, изящного способа следовало использовать гораздо больше разных фотографий, чтобы иллюстрировать этот метод. Между тем, в экспериментальной части диссертации, кроме этой кривой, имеется один чертёж, а никаких фотографий нет. Автор ограничивается только тем, что приводит схему усилителя, которая ничего нового не содержит. Вообще надо было больше рисунков в диссертации. К диссертанту за это можно предъявить претензию. Других претензий я не могу предъявить. Все экспериментальные материалы автор получил с большой тщательностью, его исследование очень остроумно и хорошо.

Автор как экспериментатор и как хорошо разобравшийся в теории вполне заслуживает присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук.

Тов. Завойский.: Я полностью согласен с выступлением Е.И. Кондорского. У меня только есть разъяснение по поводу расположения материала. Мне кажется, что теорию Казимира и Дю Пре я излагаю в третьей главе вполне законно. Дело в том, что я совершенно не пользуюсь теорией Дю Пре до третьей части работы.

Во второй части, где рассматриваются явления в растворах, упоминается теория Дю Пре, но только упоминается. Я пользуюсь этой дисперсной формулой, но я не могу считать, что это есть формула Казимира и Дю Пре. Дело в том, что растворы солей марганца не являются идеальными парамагнетиками, к которым, строго говоря, приложима теория Казимира и Дю Пре. Я пользуюсь этой формулой, как эмпирической формулой Гортера. Это одна из причин, которая заставила меня изложить теорию Казимира и Дю Пре в третьей части, где я ею непосредственно пользуюсь. В основном я не имею никаких возражений.

Председатель.: Слово имеет второй официальный оппонент доктор физико-математических наук, профессор Шальников А.И.

(9). Шальников

Проф. Шальников А.И.: Я бы хотел зачитать свой отзыв, но несколько слов предварительно скажу. Работа, которую докладывал Е.К., несомненно, интересна, но мне кажется, что центр тяжести лежит не в тех результатах, которые он сейчас здесь докладывал, а в её экспериментальной части. Я пишу по этому поводу следующее (зачитывает отзыв).

Идея метода Завойского заключается в измерении потерь косвенным путём. Имеется некоторый генератор, в высокочастотном поле которого находится измеряемое вещество. По измерению анодного тока лампы, генерирующей высокочастотные колебания, может быть замечена реакция. Если взять простую схему, а не такую сложную и мало изученную, как схема Баркгаузена, то и в этом случае оценить колебания мощности, связанные с изменением анодного тока, не представляется возможным. Это можно установить путём разных экспериментов. Автор принимает это как данное. Это было бы, может быть, верно, но в виду того, что метод является косвенным, необходимо было найти способ, с помощью которого можно было бы хотя бы для одного случая сравнить его с прямым калориметрическим методом. Нельзя особый упор делать на измерении какого-то неопределённого вещества и

декларировать то, что при этом получается. Сначала нужно убедиться, что всё, что наблюдается, есть действительно физические потери. Мы вправе требовать таких доказательств.

Мне кажется, что главной ценностью диссертации являются не столько полученные результаты, сколько обширные измерения методом, который превышает по чувствительности калориметрический метод в тысячи раз. Метод настолько прост, что он позволил автору за срок меньше года измерить колоссальное количество веществ. Метод проще пареной репы. Тут никаких сложностей нет, но его простота и позволила бы, в конце концов, сделать ряд сравнений, которые, в свою очередь, позволили бы в дальнейшем применять этот метод в любой области физики. Например, неясно, можно ли его применить для исследования сверхпроводимости. Я предложил тов. Завойскому сделать опыт у нас. Опыт был проведён. Мы получили кривые, которые напоминают кривые, полученные Завойским. Это несомненный факт, тем не менее, пользоваться этим методом, пока не сравнен с калориметрическим методом, слишком рано. Нужно большее внимание уделить этой стороне вопроса.

Что касается самой диссертации, то она написана скверно, очень много неаккуратностей. На кривых, которые приводятся здесь, автором указываются три частоты для двух веществ, а там почему-то стоят шесть точек. Что он мерил, автор рассказывает, но как он мерил, об этом можно только догадываться. Это существенный недостаток диссертации.

Замечу, что некоторые измерения можно было предпринять при низкой температуре. Они позволили бы сравнить этот метод с калориметрическим и тогда с полной уверенностью его применять. Пока это не сделано, то ручаться за результат нельзя, тем более что результат получается весьма косвенный. Никому за границей не удалось получить таких результатов. С использованием такого метода ничего подобного не было получено.

Тов. Завойский.: В ответ на отзыв тов. Шальникова я хотел бы ограничиться следующими замечаниями: использованный мною метод измерения апробирован тем, что он дал те же зависимости парамагнитной абсорбции от постоянного перпендикулярного и параллельного поля, которые были получены калориметрическим методом и методом биений Гортером, Тейнисеном и Старром. Это обстоятельство весьма существенно при суждении о контроле над методикой.

Если вы посмотрите на работу, то внутри неё всё время проделываются эти сравнения между полученными гортеровскими результатами и моими. Это данные для параллельных и для перпендикулярных полей. Кроме того, имеются результаты измерений (я не привёл их в работе), которые как раз говорят о линейной связи между нагрузкой на генератор и выделением тепла в веществе. Эти измерения были проделаны Е.Н. Бондаревским, на работу которого я хотел сослаться. Я не думал, что требуется косвенная проверка по электропроводности. Гораздо убедительнее мне кажется экспериментальная проверка на тех явлениях, которые я изучаю.

Второе замечание касается невозможности сравнить ординаты кривых. Совершенно чётко поставлен вопрос: «Что здесь измеряется?» Меня абсолютно не интересуют величины абсорбции для разных частот. Здесь задача поставлена совсем иная: показать мощную область дисперсии в области сильного поля при увеличении частоты. Вопрос о том, как меняется величина абсорбции для разных частот, пока не решён, иначе говоря: кривая

зависимости абсорбции от частоты не снята. Градуировка генератора при столь высокой частоте, как 10^9 Гц, — это в высшей степени трудная задача. Я использовал метод только в той степени, в какой он может быть пока точен. Произвести градуировку генератора с такой точностью, чтобы получить цифры абсорбции при разных частотах, сейчас невозможно. Я могу тщательно следить за изменением максимума поглощения с изменением поля и частоты, но не могу измерить отношения координат для разных частот с такой же точностью. Поэтому пока от метода я взял только то, что он непосредственно и сразу даёт. Осуществить абсолютную градуировку метода в разных частотах — это задача очень сложная, для этого нужно знать напряжённость высокочастотного магнитного поля. С остальными замечаниями я согласен. Правда, Александр Иосифович сейчас конкретно их не указывает, но в беседе со мной он указал мне на неясные места в изложении.

С другой стороны, я хотел бы поблагодарить Александра Иосифовича за то участие, которое он принял при постановке опытов при температуре ниже 20 К.

Проф. Шальников А.И.: Моё возражение, или, вернее, замечание, сводится вот к чему. Само собой разумеется, что сейчас автору не интересно это уточнение координат, потому что для этого явления, которое он наблюдает, это несущественно. Ему важно знать положение максимума. Но когда он даёт столь высокочувствительную методику, то эта методика сама по себе имеет большую ценность.

Нельзя рассматривать то, что говорил автор, как некоторую авторскую заявку в этой области физики, в которой автор предполагает работать. Можно привести очень много экспериментальных возражений против тех опытов, которые сделал автор. Рассмотрим, например, устойчивость и стабильность. Давно известно, что можно легко измерить токи с помощью обычного гальванометра. Но в какой мере мы можем этим пользоваться? Если вы берёте какое-то вещество, в котором исследуются потери, то вы должны оценить те абсолютные потери, которые там имеются. Если вы имеете генератор, будет ли схема настолько устойчива, что можно с её помощью измерять? Она будет чувствительна. Мы знаем много чувствительных схем, с которыми работать невозможно. Это важный вопрос для методики. Получив простую методику, у автора был соблазн совать в катушку всё, что угодно. Однако, найдя метод, он должен был довести его до такой степени совершенства, чтобы он мог ручаться за каждую точку. Ведь все эти кривые — расчётные кривые. А кривых, полученных на опыте, он почти не приводит. Диссертация заполнена только результатами, полученными данной методикой. Схема, которая не была показана из-за отсутствия света, ничего особенного не имеет, ничего там нет. Мы вправе требовать от автора, который нашёл метод, полного показа его достоинств и недостатков. Я хочу знать, почему наблюдается такое расширение максимума абсорбции. Мне кажется, мои замечания всё-таки совершенно существенны[3].

Чл.-корр. Ландсберг Г.С.: Замечания Александра Иосифовича совершенно отчётливы. Ясно, какие требования он выдвигает, они абсолютно законны и правильны, но, с другой стороны, А.И., совершенно естественно простить автору желание что-то немедленно получить и попробовать, тем более что первые пробы показали, что можно внести значительные усовершенствования в развитие того, что уже известно. Но вы совершенно правы, что, попробовав, всё внимание надо было сосредоточить на самом методе. И ваша критика в этом отношении совершенно правильна.

Е.К. говорит, что целый ряд веществ, которые калориметрически были измерены, были у него продуктом измерения. Считаете ли вы это сравнение доброкачественно произведённым? Затем, вы указываете, что была опубликована работа, которая давала исследование зависимости потерь. С этой работой вы ознакомились. Можно ли считать, что автор так безнадёжно мало уделил внимания тому, чтобы проконтролировать надёжность своего метода?

Проф. Шальников А.И.: Может быть, когда человек публикует какую-то работу, статью, это может быть и не существенно. Он публикует работу, какие-то цифры, у него на совести лежит всё остальное, что позволяет ему ручаться за эти цифры, но когда речь идёт о диссертации, то там должна быть приведена масса всяких вещей, которые в работе не приводятся. Вполне законно требование подробностей именно в диссертации. Для работы это совершенно не нужно. Он напечатал работу. Она оказывается неправильной. Его за это просто поругают. А в диссертации он обязан все мелочи показать.

Например, я заставил его сделать контроль. И некоторые контроли мы сделали. Е.К., вы не станете возражать, что та схема, с помощью которой мы мерили у нас в институте, вам даже не была известна? Вы даже такой простой вещи, как компенсатор, который позволяет измерять изменения анодного тока, не применили. Изменения анодного тока связаны с потерями генератора. С помощью компенсатора всё это можно было измерить.

Это всё-таки экспериментальная работа. У нас почему-то эксперименту не уделяется никакого внимания. Всякая новая методика в лаборатории кажется ужасной и трудной. Здесь разработан метод, о нём говорится мало, и сам автор им не владеет полностью. Ведь некоторые контроли невероятно просты. Например, вы просто льёте через катушку струю растворов соли. Солепроводность меняет анодный ток линейным образом. Такие контроли должны быть в диссертации, но их нет.

Проф. Кондорский.: Мне кажется, что А.И. совершенно прав во многих замечаниях. Не зная его отзыва, я написал то же самое, что порядок изложения и экспериментальная часть недостаточны. Это новый метод имеет настолько большое значение, что он заслуживает гораздо более подробного описания и экспериментирования. Не 25%, а 75% диссертации нужно было, как правильно отмечает А.И., на этот метод уделить.

Но А.И. неправ, что всё нужно забыть, чтобы описать этот экспериментальный метод. Прав Е.К., что он, сознавая, что метод не даёт ему абсолютных значений потерь, сумел найти возможности метода, которые можно реализовать сейчас. Положение максимума можно измерять, не зная координат.

Я не являюсь специалистом в этих вещах, но мне ясно, что если я включаю постоянное поле, то на стабильность генератора, на его режим это постоянное поле влиять не может. Если Е.К. пройдёт несколько раз по этому веществу, по этой кривой и если точки повторяются, то эта кривая надёжна. Значит, можно определить частоту и поле и можно построить эту кривую. Все выводы, которые здесь делаются, доказывают, что всё, что можно было реализовать в этом методе, Е.К. нашёл и реализовал. Это не недостаток его, а известное достоинство: на данной ступени развития этого хорошего потенциального орудия он из него кое-что сделал. Что можно было сделать, он сделал.

Проф. Шальников А.И.: Не надо меня понимать, что всё, что сделано, никуда не годно. Наоборот, я считаю, что работа очень хорошая. Именно тем, что я считаю её хорошей,

объясняется та горячность, с которой я веду дискуссию. Метод хороший, им сделано достаточно много, но ввиду того, что у нас всегда эксперименту уделяется мало внимания, нужно требовать от автора того, что я от него требую.

Тов. Завойский.: Александр Иосифович упомянул об измерениях с электролитом. Это ни в какой мере не новость для меня, это уже проделывалось в 1936 году. Александру Иосифовичу я сам показывал эти измерения. Они имеют линейную связь между потерями и сеточным током и анодным током. Доказательство тривиально для всех схем и для всех режимов. Александр Иосифович говорит о каком-то максимуме, который может появиться. Можно изыскать такой режим, где этот максимум или что-нибудь подобное появится, но никогда вы не найдёте такого режима, если будете брать от генератора ничтожную мощность. Так что в этом отношении ваши возражения совершенно необоснованы.

Относительно потенциометрической схемы: я ею не пользовался, а пользовался компенсационной схемой. В работе, на которую я ссылался (1944 г.), использована именно такая схема. Она реализует полностью всю чувствительность гальванометра.

Председатель.: Так как третий официальный оппонент тов. Френкель отсутствует, то его отзыв зачитает тов. Лёвшин. Тов. Лёвшин зачитывает отзыв проф. Френкеля.

“Работа Е.К. Завойского посвящена сравнительно новому вопросу, экспериментальная и теоретическая разработка которого началась лишь десять лет тому назад и велась ранее исключительно голландскими физиками, в особенности Гортером и его сотрудниками.

С 1936 г. эти голландские исследования получили продолжение и дальнейшее развитие в Казани у Завойского и его сотрудников Козырева и Альтшулера. При этом Завойский изобрёл, разработал и применил к очень большому количеству веществ новый чрезвычайно чувствительный радиотехнический метод измерения потерь, т.е. мнимой части магнитной восприимчивости парамагнитных тел в переменных магнитных полях высокой частоты, при наличии значительно более сильного постоянного магнитного поля, параллельного или перпендикулярного к переменному. Метод этот, подробно описанный в диссертации, основывается на том обстоятельстве, что при введении в высокочастотное поле исследуемого тела, происходящие в последнем потери, пропорциональные мнимой части магнитной восприимчивости, вызывают изменения соотношения между токами сетки и анода в генераторе высокочастотных колебаний. Эти изменения, как показал автор, строго пропорциональны ваттной составляющей тока в намагничивающей катушке, или, вернее, той части этой составляющей, которая соответствует потерям чисто магнитного характера и совершенно не зависит от обычных омических потерь (на токи Фуко). Это обстоятельство представляет собой ценное преимущество нового метода, разработанного Завойским, по отношению к старому (калориметрическому) методу, позволяющее применять его к сколь угодно хорошо проводящим веществам, в том числе и металлам. Другим преимуществом нового метода является его значительно более высокая чувствительность, перекрывающая чувствительность калориметрического метода в сотни раз. Эта высокая чувствительность достигается тем, что постоянное продольное или поперечное поле заменяется полем, пульсирующим с относительно малой амплитудой, и низкой частотой (50 Гц), что позволяет многократно усилить исследуемый эффект зависимости парамагнитных потерь, т. е. мнимой части магнитной восприимчивости ? от величины

постоянного поля при заданном его направлении.

Таким образом, в методе Завойского непосредственно измеряется не ?, а производная этой величины по напряжённости постоянного поля и притом в относительных единицах. Последнее обстоятельство представляет собой недостаток метода, устранение которого связано с большими трудностями. Впрочем, для исследования влияния постоянного поля на парамагнитные потери это обстоятельство значения не имеет.

Исследования Гортера и его сотрудников показали, что в случае ряда парамагнитных солей это влияние сводится к подавлению потерь, которые практически полностью исчезают в постоянных полях порядка нескольких тысяч эрстед. Этот результат был установлен при исследованиях влияния, оказываемого продольным постоянным полем.

Во второй и третьей частях своей работы Е.К. Завойский произвёл ряд исследований над объектами: водными растворами солей и чистыми металлами, которые вследствие своей высокой электропроводности не могли быть исследованы калориметрическим методом Гортера. При этом диссертант получил очень большое число новых интересных результатов, характеризующих зависимость потерь не только от поля, но и от температуры. Эти результаты находятся в соответствии с теорией Казимира и Дю Пре и позволяют оценить порядок величины времени релаксации “спин-решётчного” взаимодействия для исследованных им новых объектов.

Особый интерес представляет первая часть диссертации, посвящённая исследованию влияния, оказываемого на потери постоянным полем, перпендикулярным к высокочастотному. Здесь автору удалось впервые обнаружить существование максимума потерь в области малых ~~потерь~~ магнитных полей (правка Р.А.Н.) порядка нескольких эрстед, соответствующих совпадению частоты ларморовой прецессии спина электрона с частотой переменного поля порядка 10^7 Гц. Обнаружение этого максимума и исследование зависимости потерь от напряжённости поля при постоянной частоте переменного, или от этой частоты при постоянной напряжённости магнитного поля, следует считать весьма существенным достижением автора. При этом он показал, что точное согласование экспериментальных данных с теоретической формулой получается в том случае, если допустить, что время релаксации, определяющее наряду с резонансной частотой (ларморовской прецессией) величину парамагнитной абсорбции, обратно пропорционально квадрату напряжённости постоянного магнитного поля и не зависит от температуры.

Последний результат, если он подтвердится, представляет большой интерес для теории парамагнитных потерь, так как он свидетельствует о том, что в случае перпендикулярного поля механизм трения, испытываемого спинами электронов со стороны решётки, существенно отличается от того, который характеризует случай параллельных полей (так как существующее «спин-решётчное» время релаксации существенно образом зависит от температуры). Не останавливаясь на анализе более специальных результатов, полученных автором в количестве, слишком большом для обзора, я должен теперь отметить ряд недостатков диссертации.

Во-первых, автор не попытался дать количественной теории разработанного им реактивного метода и, в частности, выяснить вопрос о том, почему электрические потери, связанные с токами Фуко, не оказывают влияния на показания прибора. Вопрос этот естественно возникает в связи с тем, что токи Фуко, индуцируемые в исследуемом образце, по своему магнитному эффекту эквивалентны увеличению его диамагнитной восприимчивости, т.е. кажущемуся уменьшению парамагнитной восприимчивости. Автор ограничивается ссылкой на полученные им экспериментальные данные, свидетельствующие об отсутствии влияния электрических потерь на реакцию, испытываемую генератором со стороны исследуемого образца.

Во-вторых, изложение теории, используемой диссертантом, является, по моему мнению, крайне нечётким: основные моменты (например, различие между потерями в продольном и поперечном поле, обусловленное отсутствием резонанса с частотой ларморовской прецессии в первом случае и наличием его во втором) не отмечаются явным образом, зато с излишней подробностью излагаются несущественные математические детали, так что из изложения, например, теории Кронига и моей совершенно не видно, в чём состоит различие между ними. При изложении вопроса о времени релаксации, характеризующем потери в продольном поле, согласно теории Ван Флека, автор приводит формулы, относящиеся к «прямым» и «рамановским» процессам, не давая никакого пояснения смысла этих терминов и не пытаясь показать, в какой мере эти два эффекта можно трактовать независимо друг от друга.

Следует, впрочем, отметить, что не только изложение теоретических предпосылок и выводов, но равным образом и изложение методики экспериментальных результатов страдает нематематичностью и нечёткостью, чрезвычайной лаконичностью в существенных, принципиальных вопросах и чрезмерной растянутостью в менее существенных моментах, относящихся к результатам, полученным для разных объектов.

Эти недостатки диссертации и, в частности, недостатки её изложения не могут, однако, умалить её научного интереса и значения, отмеченных в начале настоящего отзыва. Разработка нового метода измерения магнитных потерь в парамагнитных телах и открытие с помощью этого метода «магнито-спинового» резонанса в случае перпендикулярных полей, также исследование потерь в продольном поле в металлах является, бесспорно, чрезвычайно крупным достижением, свидетельствующим о высокой квалификации Е.К. Завойского как опытного и изобретательного физика-экспериментатора, вполне достойного степени доктора физико-математических наук”.

Тов. Завойский.: У меня есть следующее возражение, касающееся различия между теорией Кронига и Френкеля. Это различие было подчёркнуто достаточно ясно, я здесь об этом говорил. Крониг подразумевает под ν_0 собственные частоты элементарных систем парамагнетика, а не частоту ларморовой прецессии магнитного момента парамагнетика. Поэтому, по Кронигу, резонансный характер абсорбции может возникнуть и без участия внешнего постоянного магнитного поля при изменении частоты осциллирующего поля, в то время как, по Френкелю, при отсутствии внешнего постоянного магнитного поля не может быть поглощения ни для каких частот.

Заключение тов. Френкеля о возможности уменьшения парамагнетизма металла за счёт

возникающих в нём токов Фуко не имеет прямого отношения к рассмотренным мною задачам по следующей причине: в условиях моих измерений скин-эффект практически не зависит от постоянного магнитного поля, так как поля малы, а, значит, он просто вносит некоторое постоянное изменение в величину потерь, т.е. потери, не зависящие от магнитного поля H . Поскольку эти потери не измеряются установкой, то они не могут отразиться и на результатах измерений. С другой стороны, в моих измерениях были приняты все меры к уменьшению токов Фуко вообще. Против остальных замечаний возражений не имею.

Тов. Векслер В.И.: По смыслу, вы не можете двигать вашу катушку далеко от генератора. Учли ли вы это обстоятельство, что у Вас магнитное поле может влиять на генерацию?

Тов. Завойский.: Это учитывается. Нужно вынуть парамагнетик, включить поле и наблюдать, что происходит. Так было найдено, что магнитное поле само по себе никаких изменений не внесло.

Председатель.: Если больше нет желающих высказаться, то перейдём к баллотировке. Изберём счётную комиссию. Предлагаются гг. Рытов С.М., Коваленко Г.М. и Лёвшин В.Л.

Производится голосование.

Тов. Лёвшин.: Счётная комиссия Физического института Академии наук в составе гг. Рытова, Коваленко и Лёвшина, избранная для проведения голосования по защите тов. Завойского Е. К. на тему «Парамагнитная абсорбция в перпендикулярных и параллельных полях для солей, растворов и металлов», произвела осмотр и проверку баллотировочной урны. Роздано 13 бюллетеней. При вскрытии баллотировочного ящика в нём оказалось 13 бюллетеней. Кворум Учёного совета — 13. За присуждение Е.К. Завойскому учёной степени доктора физико-математических наук подано 12 голосов. Воздержался — 1. Против нет. (Аплодисменты).

Академик Вавилов С.И.: Позвольте поздравить вас от лица Физического института Академии наук с успешной защитой вашей интересной работы. Нам всем было очень приятно присутствовать на вашей защите как работника Казанского университета. Мы все помним гостеприимство, оказанное нам Казанским университетом в годы эвакуации Физического института, и надеемся, что связь нашего института с казанцами не прекратится и будет крепнуть. Позвольте вам пожелать успеха в дальнейшей работе». (Аплодисменты). Заседание закрывается»».

В то время младший брат Евгения Константиновича, Вячеслав, уже работал в Москве у М.И. Корнфельда в недавно организованной И.В. Курчатовым Лаборатории № 2. Вечером 30 января 1945 г. под руководством Аси Михайловны Спивак в главном здании Лаборатории[4] братья испекли большой пирог и отпраздновали защиту.

Через пять месяцев, 30 июня 1945 г., решением Высшей аттестационной комиссии (ВАК) Е.К. Завойскому была присуждена учёная степень доктора физико-математических наук. В тот же день во Всесоюзном комитете по делам высшей школы (ВКВШ) был издан приказ о назначении его исполняющим обязанности заведующего кафедрой экспериментальной и теоретической физики в КГУ, а с 26 января следующего года он был утверждён в учёном звании профессора.

ПИСЬМО П.Л. КАПИЦЕ

Много лет спустя, в 1974 г. Евгений Константинович писал П.Л. Капице ко дню его рождения: «Глубокоуважаемый Пётр Леонидович! Вы — первый физик, оценивший электронный парамагнитный резонанс. В день Вашего юбилея в память об этом прошу принять то, что сохранилось[5]... 1945 год. Институт физических проблем. Подвал. Установка по изучению ЭПР в диапазоне волн 10 см на клистроне, собранная из деталей: клистрон — американский, высокочастотный кабель — немецкий. Остальная аппаратура была отечественной. Не всё сохранилось. Но в памяти осталась атмосфера дружелюбия. Вы и Александр Иосифович Шальников во многом определили счастливую судьбу ЭПР! Ваш Е.К. Завойский».

СУДЬБА ДИССЕРТАЦИИ

В начале 1990-х гг., посетив здание Российской государственной библиотеки на Левобережной, я зашла в диссертационный зал, чтобы в картотеке посмотреть карточку с названием докторской диссертации отца. Карточка стояла на месте. Когда же в 1994 г. по просьбе казанцев, готовившихся торжественно отметить 50-летия ЭПР, я захотела посмотреть диссертацию, то получила ответ, что все диссертации переводят на микрофиши, и мой заказ выполнен быть не может. Я поинтересовалась, что будет с диссертацией потом, и получила в ответ: «Её заштабелируют». Ну, а что означает это мудрёное слово, я уже себе представляла: из года в год такой ответ я получала, например, при заказе работы папиного дяди, врача Н.И. Завойского. «А это значит, что диссертация моего отца достанется мышкам и закончит свои дни на костре?» — вздохнула я. — «В общем, так», — был ответ. Тогда я направилась к начальству диссертационного зала. Мне стоило больших усилий убедить заведующую Отдела диссертаций Валентину Ивановну Иванову, что не все докторские диссертации имеют равную значимость, что не все они удостоиваются посвящения их результатам международных конгрессов. По моим многолетним наблюдениям, в советское время колоссальное количество диссертаций писалось по научному коммунизму и тому подобному, т. е. научная ценность была им истинный грош. Стране же такие диссертации обходились совсем не в грошик: защитивший кандидатскую или докторскую получал существенную прибавку к зарплате, ложный авторитет, власть над подчинёнными и прочее. Я предложила Ивановой следующий вариант: я заказываю у них с подлинника копию и оставляю последнюю в библиотеке (для последующего отправления к мышам, на костёр или в утиль), а они мне отдают оригинал, который я передаю в Казанский физико-технический институт. Копия была сделана. Но я сама испортила «дело»: я обратилась в дирекцию библиотеки с письмом, в котором описала ситуацию с диссертацией моего отца. Я писала, что под подобной угрозой находятся также диссертации других китов советской физики. Дирекция спешно отдала распоряжение диссертацию не отдавать ни мышам, ни костру, ни мне. Позднее, когда я изредка навещала читальный зал РГБ на Левобережной, я каждый раз проверяла наличие диссертации-подлинника. Несколько лет она была цела. Но весной 2003 г. мне сказали, что подлинник отправлен в утиль. Так я лишилась одной из последних своих иллюзий, что Российская государственная библиотека — это очень культурное учреждение.

Но я была бы не я, если бы остановилась на этом. Я обратилась к тогдашнему министру

культуры М.Е. Швыдкому с просьбой остановить варварское уничтожение научных ценностей — подлинников диссертаций видных учёных, в том числе лауреата нобелевской премии Н.Г. Басова. Над полученным мною ответом оставалось только смеяться. «Диссертация, — писал начальник Отдела библиотек Е.И. Кузьмин, — это серьёзный научный труд, ценность которого определяется содержанием, а носитель информации вторичен по отношению к нему и должен лишь способствовать сохранению и передаче знания на благо развития нашего общества. Мы заверяем Вас, что труд Вашего отца академика Е.К. Завойского, как и работы других уважаемых авторов, будут служить и нашим потомкам, благодаря развитию новых технологий и внедрению их в практику работы национального фондохранилища, каким является Российская государственная библиотека» [6]. Почему-то во всём мире, вне «нашего общества», считается, что подлинник — это есть подлинник, а копия, хотя бы и на самом современном носителе, есть только жалкая копия.

ПЕРВЫЕ ПУБЛИКАЦИИ Е.К. ЗАВОЙСКОГО ПО ЭПР

(10,11) Статьи ЕКЗ

Моему отцу повезло в том смысле, что его статьи по наблюдению ЭПР были напечатаны в советском журнале (*J. Phys. USSR*), издававшемся в 1939 — 1947 гг. на английском (издание на французском и немецком языках планировалось). Этот журнал появился на свет божий в 1939 г. после трагических событий в Харьковском ФТИ и закрытия «*Physikalische Zeitschrift der Sowjetunion*» (1938 г.). Как и последний, он был задуман «для ознакомления иностранных учёных с наиболее важными и интересными работами в области физики, выполненными в СССР». Ответственным редактором журнала был назначен академик С.И. Вавилов. К сожалению, журнал не имеет никаких данных о времени выхода выпусков. Было запланировано, что он будет выходить ежемесячно, по два тома в год, т.е. 12 номеров. В первый 1939 г. собирались выпустить один том. Военное время внесло свои коррективы в периодичность издания. Получали его и в США.

Рядовой советский физик сам не имел права посылать свои статьи для публикации в иностранные журналы. Отсылать оттиски статей коллегам-физикам за границу также было невозможно: за это можно было сурово поплатиться. Рвение секретных служб доходило и здесь до абсурда. Так, вскоре после окончания войны (видимо, в связи с взрывами американских атомных бомб) ректор Казанского университета Ситников запретил читать журнал «*Physical Review*». Недолго длилось и время, когда можно было напечататься в отечественном «*J. of Phys. USSR*»: 16 мая 1947 г. Политбюро ЦК приняло решение о журналах Академии наук СССР, издававшихся на иностранных языках: с этого дня издания были прекращены [7]. В том же году у нас прекратили печатать переводы статей и их резюме на европейские языки. Таким образом, работы советских учёных стали практически недоступными для зарубежных коллег. В связи с этим Брукхэвенская Национальная библиотека под руководством Джона Туркевича приступила к публикации на английском языке справочника по советской научной периодике [8].

Теперь рассмотрим, как том IX журнала «*J. of Phys. USSR*», а именно номер 3 (где были опубликованы статьи Е.К. Завойского о наблюдении им электронного парамагнитного резонанса) мог попасть в американские научные учреждения. Таковых путей было два: через

частное лицо или через действовавшее тогда советское объединение «Международная книга».

Советское частное (привилегированное) лицо могло послать в США по почте, скажем, отдельные оттиски, и кто-то мог получить, например, оттиски отдельных статей. Но упоминание статей В. Векслера, С. Вавилова, А. Шальникова Л. Арцимовича, Е. Завойского, А. Власова и других, приведённые в журнале «Review of Scientific Instruments» в разделе «Текущая литература» (1946), свидетельствуют о другом пути доставки.

Второй путь, т. е. через «Международную книгу», проследить не представилось возможным, да в этом, как оказалось, нет необходимости.

ЭПР НАЧИНАЕТ ЖИТЬ

Приведённые ниже документы и факты показывают неторопливый ход в жизни электронного парамагнитного резонанса. Здесь надо сказать, что ЭПР ни в какой мере не был связан с обороной, а, как известно, именно в те годы советские физики были заняты решением оборонных проблем. Туда были направлены и людские силы, и денежные потоки. Так ЭПР оказался как бы на обочине отечественной физики тех лет. Это теперь, спустя более полстолетия, о нём говорят, как о самом крупном открытии в физике XX века.

В октябре 1945 года Е.К. Завойский писал в кафедральном отчёте[9]: «Явление парамагнитной релаксации было открыто в 1936 г. Гортером в Гронингене и изучалась почти исключительно в Голландии, а в последнее время также в Америке Старром. Вначале явления релаксации представляли особый интерес в связи с вопросами адиабатического размагничивания с целью достижения температур, близких к абсолютному нулю, но и последние годы (приблизительно с 1938 г.) эти явления приобрели самостоятельный интерес при изучении строения твёрдых и жидких тел. Как экспериментальные, так и теоретические работы голландской школы относятся почти исключительно к идеальным парамагнетикам и абсорбции и дисперсии в параллельных магнитных полях. Этот класс явлений разобран Гортером, Казимиром и Дю Пре, Ван Флеком и др., но всё же содержит ряд неясных фундаментальных вопросов. Область явлений релаксации в перпендикулярных магнитных полях почти не разрабатывалась голландской школой.

Наша группа (в работах принимают участие Е.К. Завойский, Б.М. Козырев, С.Г. Салихов, а с осени 1945 г. И.Г. Шапошников, И.М. Романов [10]) приступила к изучению релаксации в 1940 г. и в 1941 г. вынуждена была прекратить работу. За это время мы смогли только провести предварительные испытания предложенного нами метода измерения парамагнитной абсорбции, для контроля проверив измерения Гортера. В 1944 г. были собраны новые установки и начато исследование релаксации в параллельных и перпендикулярных полях главным образом в неидеальных парамагнетиках.

За 1945 г. работа велась в следующих направлениях: 1) изучение магнитоспинового резонанса в кристаллах; 2) магнитоспиновый резонанс при гелиевых температурах; 3) магнитоспиновый резонанс в монокристаллах (анизотропия эффекта); 4) измерение времени релаксации для параллельных полей в некоторых солях. В настоящее время приступлено к сборке двух крупных установок для изучения дисперсии магнитной восприимчивости в

перпендикулярных полях на волнах от одного до трёх метров.

Работа должна была вестись по четырём направлениям.

1) В 1944 г. Я.И. Френкель показал, что опыты Гортера над подавлением высокочастотной парамагнитной абсорбции сильным перпендикулярным постоянным магнитным полем могут быть объяснены так называемым магнитоспиновым резонансом: спин атома парамагнетика, прецессируя во внешнем постоянном магнитном поле и одновременно взаимодействуя с решёткой, будет поглощать особенно много энергии при совпадении частоты прецессии с частотой осциллирующего магнитного поля, перпендикулярного постоянному полю. Это приведёт к тому, что кривая абсорбции при данной частоте будет иметь максимум в области такого резонанса. Надо заметить, что данные Гортера не могли указать на наличие такого максимума, так как они были получены для слишком низких частот и сильных полей. В 1944 г. нам удалось показать, что магнитоспиновый резонанс существует, и определить фактор Ланде для ряда магнитных ионов (двухвалентные медь и марганец и трёхвалентный хром). В дальнейшем теория Френкеля позволила измерить время релаксации при магнитоспиновом резонансе, которое оказалось равным:

$$\rho = 1/bH^2,$$

где b — константа, H — напряжённость постоянного внешнего магнитного поля. Весьма важным явился факт независимости b константы от температуры. Теория Френкеля, в которую время релаксации входит чисто формально, естественно, не может объяснить экспериментально найденной зависимости, и работа в этом направлении составляет одну из главнейших задач на будущее.

2) Каждому парамагнетику, обнаружившему независимость абсорбции от перпендикулярного высокочастотного постоянного магнитного поля, соответствует время релаксации между спинами и вибрациями решётки ρ , которое не зависит от температуры. Но измерения, проведённые в Институте физических проблем в январе-феврале 1945 г., показали, что время релаксации в $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ действительно не зависит от температуры, вплоть до температуры жидкого водорода, но при температуре жидкого гелия ρ резко изменяется, так что абсорбция становится практически независимой от постоянного магнитного поля. Подробное изучение этого явления поможет яснее представить механизм связи спинов с решёткой.

3) Для выяснения природы времён релаксации спинов с решёткой необходимо было знать, существует ли зависимость его от направления в кристалле. Для этого изучалась абсорбция в монокристаллах пятиводного медного купороса, и было установлено, что величина абсорбции не зависит от ориентировки электрических и магнитных осей по отношению к постоянному магнитному полю.

4) Разработанная нами методика измерений позволила без особого труда исследовать абсорбцию в параллельных полях. Здесь представляло интерес расширить круг парамагнетиков, имеющих зависимость абсорбции от постоянного магнитного поля, и изучить в них зависимость времени релаксации от напряжённости магнитного поля. Были изучены $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (зелёный), $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и др., для которых получены времена релаксации для разных магнитных полей.

Как было сказано выше, в последнее время начата подготовка к изучению действительной

части магнитной восприимчивости на метровых волнах. Можно думать, что этим путём удастся установить механизм релаксационных явлений в перпендикулярных полях. Кроме этого экспериментального направления, наша группа ставит своей задачей теоретическое изучение механизма релаксации в перпендикулярных полях. Все эти вопросы систематически обсуждаются на научном коллоквиуме, регулярно работающем весь год».

Итак, в жизни Е.К. Завойского всё складывалось хорошо. Только что закончилась Великая отечественная война, как в СССР именовали и именуют Вторую мировую. Докторская диссертация была им успешно защищена. Став профессором, он мог быть не столь сильно загружен лекциями для студентов (в 1937/38 учебный год его нагрузка составляла 850 часов, а в 1942/43 — 680 часов). Университетское начальство уже не могло так просто грозить ему пальцем (ректор Ситников, родственник министра С.В. Кафтanova, тогда вообще не имел никакой учёной степени [11]). Можно было работать в лаборатории не только ночью, как прежде, но и днём. Словом, свобода для научного творчества была завоёвана, и можно было ею наслаждаться.

Увы! Наслаждаться, собственно говоря, было нечем. Чтобы сегодня прочувствовать безысходное положение казанского физика, осознававшего значение своих работ и идей, надо вспомнить, что в университете не было никакого современного оборудования, тем более, намёка на радарную технику, что достать приборы ни за свой счёт (а его не было), ни за счёт университета было невозможно, что научная работа по открытому им явлению должна была опираться на коллективы, а они в Казани отсутствовали. Оставалось работать и надеяться на лучшее будущее.

В связи с этим приведу слова крупного американского радиоспектроскописта Джорджа Пайка, который наиболее адекватно и, по-моему, не без подтекста описал ситуацию с ЭПР: «...обратимся к магнетизму электрона. Магнитный резонанс этой частицы был открыт советским физиком Е.К. Завойским в 1944 г., прежде чем Блох и Пёрселл настроились на протон. Однако достаточно странно, что русские, очевидно, не смогли быть столь же проворны в применении открытия, как физики США, Великобритании и Нидерландов. Во всяком случае, резонанс электронов, называемый электронным парамагнитным резонансом, теперь превратился в инструмент столь же важный по применению, как и ядерный магнитный резонанс» [12]. Под приведённой схемой установки для наблюдения ЭПР Г.Э. Пайк, не упоминая Е.К. Завойского, написал: «Схема ЭПР работает на том же принципе, что и схема Пёрселла».

ВЫДВИЖЕНИЕ НА ПРЕМИЮ ИМЕНИ МАНДЕЛЬШТАМА

17 сентября 1946 г. Е.К. Завойский получил письмо следующего содержания:

«Комиссия по премии имени академика Л.И. Мандельштама на лучшую работу по физике сочла желательным рассмотрение Ваших работ по парамагнитной абсорбции и релаксации и просит сообщить о своём согласии на представление этих работ. Ваш ответ и, в случае Вашего согласия, по 3 экземпляра оттисков на русском языке с приложением краткой автобиографии и перечня основных научных работ просьба направить по адресу: Москва, 17, Пыжевский пер., д. 3».

Других сведений в этой связи не было найдено. Премия имени Л.И. Мандельштама была

учреждена Академией наук в феврале 1945 г. Кто же стал «соперником» Е.К. Завойского? Таковым стал молодой фронтовик и к тому же состоявший в рядах ВКП(б) А.М. Прохоров, будущий нобелевский лауреат [13]. Принадлежность любого советского гражданина к правящей партии (а других и не было) считалась желательной. Это было одним из условий продвижения по службе. Насколько всерьёз А.М. Прохоров воспринимал своё членство в партии, мне неизвестно, и упоминанием его партийной принадлежности я вовсе не хочу принизить его талант как учёного. Таков был его выбор. Мой отец рассказывал, что ему самому не раз предлагали вступить в партию и стать совершенно советским, на что он отвечал, что еще не чувствует себя созревшим. Предлагавшие, конечно, понимали эти слова по-своему, по-партийному.

ПИСЬМО АКАДЕМИКУ С.И. ВАВИЛОВУ

Остались ли какие-то свидетельства о том, что Е.К. Завойский и его коллеги знали о работах групп Пёрселла и Блоха? Да. Сохранился черновик коллективного письма президенту Академии наук СССР академику С.И. Вавилову за подписью Завойского, И.Г. Шапошникова [14], С.А. Альтшулера и Б.М. Козырева. Письмо датировано 11 ноября 1946 г.: «Президенту Академии наук СССР С.И. Вавилову. Для постановки опытов по измерению магнитных моментов атомных ядер группе специалистов, работающих по магнетизму в Казани, необходим большой электромагнит, который давал бы весьма однородное поле напряжённостью до 6 тысяч [15] гаусс в объёме не менее одного литра при расстоянии между полюсами в 10 см.

Попытка измерения магнитных моментов атомных ядер была предпринята нами ещё до войны, в 1941 г., и не удалась лишь из-за отсутствия достаточно сильного электромагнита, который давал бы большие однородные поля. По предварительным сообщениям (Phys. Rev., 69. P.37. 1946. E.M. Purcell, H.C. Torrey and R.V. Pound; Phys. Rev., 69. 127. 1946. F. Bloch, W.W. Hansen and M. Packard), в 1945 г. в Америке удалось измерить магнитный момент протона тем самым методом, который применялся нами (выделено мной. — Н. З.). В настоящее время у нас имеются все возможности для продолжения этой работы: за истекшие годы нами с помощью оборудования университета и Казанского филиала АН СССР выполнен целый ряд измерений магнитных моментов различных ионов (Cu^{++} , Mn^{++} , Cr^{+++}) в твёрдых телах и растворах тем же, по существу, способом, который приложим и к изучению атомных ядер.

В основе нашего метода лежит идея «магнитоспинового резонанса», т.е. та же идея, которая использована и Раби в его известном методе молекулярного пучка. Если поместить исследуемое вещество в магнитное поле, складывающееся из большого постоянного поля и перпендикулярного ему малого переменного, то при частоте этого переменного поля, совпадающего с частотой лармоновской прецессии магнитного момента частицы (например, атомного ядра) в постоянном поле, следует ожидать абсорбцию энергии переменного поля веществом. Эту резонансную абсорбцию можно обнаружить, если при заданной частоте переменного поля плавно изменять напряжённость постоянного поля. Наиболее удобным средством обнаружения является при этом не прямой калориметрический учёт выделяющейся теплоты, а специальный электрический способ. Таким именно образом нам удалось обнаружить резонансное поглощение и измерить результирующие магнитные

моменты ряда ионов при частотах переменного поля $5 \cdot 10^9$ до 10^7 Герц, пользуясь электромагнитом Дюбуа, дающим поля до 4000 гаусс.

Естественно, что, ввиду малости магнитного момента ядер сравнительно с магнитным моментом электрона, ядерные измерения требуют несравненно более сильных постоянных полей. Эти поля, к тому же, должны отличаться весьма высокой однородностью, ибо в противном случае эффект легко может быть не замечен: резонансное поглощение даёт весьма узкий, острый максимум.

Наши попытки получить необходимые для конструирования мощного электромагнита материалы через местные организации потерпели неудачу. Заявка на большой электромагнит, которая была сделана через Казанский филиал Академии наук СССР в общем порядке, также осталась невыполненной.

Учитывая, в какой мере ценны в настоящее время все исследования, относящиеся к свойствам атомных ядер, а также имея в виду, что в Советском Союзе, насколько нам известно, экспериментальное изучение ядерных магнитных моментов не производится, мы и сочли возможным обратиться к Вам с ходатайством о предоставлении нам большого электромагнита с полным питанием».

Собственно говоря, это письмо можно считать ключевым для ответа на вопрос, почему нобелевская премия миновала ЭПР Завойского: в нём отражены практически все причины, почему американским физикам удалось «перегнать» советских...

ПЕРВАЯ ВСЕСОЮЗНАЯ

11 — 16 декабря 1946 г. в Свердловске (ныне Екатеринбург) состоялась Первая Всесоюзная конференция по физике магнитных явлений, организованная Отделением физико-математических наук и Уральским филиалом АН СССР[16]. В ней приняли участие специалисты из Москвы, Ленинграда (ныне Санкт-Петербург), Свердловска, Харькова, Казани, Горького (ныне Нижний Новгород), Челябинска, Молотова (ныне Пермь), Красноярска. На девяти пленарных заседаниях были заслушаны около сорока докладов. Среди участников конференции были члены-корреспонденты АН СССР С.В. Вонсовский (позднее академик), Я.И. Френкель, В.К. Аркадьев, а также Я.Г. Дорфман, А.П. Комар (позднее академик УССР), Я.С. Шур (позднее член-корреспондент АН СССР), Л.В. Киренский (позднее академик АН СССР). Присутствовал там и коллега Е.К. Завойского, Б.М. Козырев (позднее член-корреспондент АН СССР).

Когда познакомишься с материалами этой конференции, то бросается в глаза почти полное отсутствие ссылок на современные работы по магнетизму, в том числе и на американские. Это неудивительно: ведь шёл только второй послевоенный тяжёлый год.

О самых новых статьях из США смог рассказать один Я.Г. Дорфман. Ему уже была известна и первая статья группы Э.М. Пёрселла по ЯМР. Упомянул он и работы Завойского.

Любопытным фактом является то, что никто из участников конференции и словом не обмолвился о многообещающем значении пионерских работ Завойского. Ни Я.И. Френкелю, ни В.К. Аркадьеву, ни Я.Г. Дорфману, из которых первые двое были лично знакомы с

Е.К. Завойским и его работами, его открытие не показалось чем-то выдающимся, т. е. не воспринимались как перспективное. Однако само проведение в СССР конференции по магнетизму показало, что исследования в этой области представляли большой интерес и в том числе не в последнюю очередь для промышленности. Участники Свердловской конференции обратилась в Президиум АН СССР с предложением организовать при Отделении физико-математических наук комиссию по вопросам магнетизма, которая смогла бы координировать работы отечественных специалистов в этой области, что и было позднее осуществлено.

В 1947 г. в журнале «Успехи физических наук» появился обзор В.Л. Гинзбурга «Радиоспектроскопия молекул»[17]. Автор прозорливо заметил, что перед радиоспектроскопией открылись перспективы. Будущий нобелевский лауреат (2003 г.) включил в обзор работы групп Пёрселла и Блоха, а также работу Завойского.

Заметим, что на юбилейной сессии Отделения физико-математических наук СССР академик А.Ф. Иоффе в своём докладе, посвящённом успехам советской физики за 30 лет (1917 — 1947 гг.), совсем не отметил электронный парамагнитный резонанс. Конечно, «большое видится на расстоянии...» Скорее всего, здесь сыграло роль то, что Иоффе был в курсе, что Е.К. Завойский направлен на секретные работы в Саров, а упоминать имена тех, кто там работал, было строжайше запрещено. Противопоставляя достижения советской физики дореволюционным годам, Иоффе сказал: «Немалое наше преимущество — это та последовательная методология диалектического материализма, которая пронизывает науку нашего Советского Союза и, в частности, все наши физические исследования. Ничего подобного за границей нет; в отношении методологии там господствует полная безыдейность и даже хуже: часто исследователи проникнуты религиозными предрассудками, мистицизмом и идеализмом всех видов»[18] (это после взрывов американских атомных бомб!). Усомнимся, что речь писал сам академик. Однако Иоффе принадлежал к номенклатуре, и, как говорится, *noblesse oblige*, т. е. положение обязывает... Может быть, не пронизывал бы пресловутый диалектический материализм науку страны, так, глядишь, всё было бы проворней, и никто не посмел бы и в дальнейшем пинать науку дорогими ботинками...

И всё же открытие Завойского не осталось незамеченным в СССР, о чём свидетельствует тот факт, что в январе 1947 г. Учёный совет Института физических проблем постановил представить три работы Е.К. Завойского[19] на соискание Сталинской премии по физико-математическим наукам. Как известно, в это время директором ИФП вместо попавшего в опалу П.Л. Капицы стал А.П. Александров, и представление на премию было подписано им. Однако со всей уверенностью можно сказать, что инициатива исходила от Петра Леонидовича, поскольку, как никто другой, он был в курсе событий: именно в его институте ЭПР обрёл своё право на жизнь. В представлении говорилось: «Работы Е.К. Завойского посвящены экспериментальному исследованию явления так называемой парамагнитной релаксации, обнаруживающейся по изменению поглощения энергии парамагнетиком, находящимся в высокочастотном магнитном поле в присутствии постоянного магнитного поля. Результаты подобного рода исследований очень существенны для построения теории магнитных и других свойств вещества при низких температурах. Для настоящего времени исследования этих явлений производились очень чувствительными калориметрическими методами, казалось, что дальнейшее повышение чувствительности измерений уже

невозможно.

Е.К. Завойский предложил и осуществил новый, исключительно остроумный радиотехнический метод, повысивший чувствительность измерений более чем на порядок величины.

С помощью этого метода оказалось возможным измерять слабые парамагнитные потери даже при наличии значительно превышающих их по величине потерь на проводимость. В результате этого Е.К. Завойскому удалось получить новые экспериментальные данные о парамагнитной релаксации растворов солей, а также перейти к работе в новой области — при высоких температурах.

Можно не сомневаться, что дальнейшее усовершенствование метода обещает получение новых, ещё более интересных результатов, в частности, при измерении ядерных магнитных моментов. Но и уже достигнутые результаты являются существенным вкладом в область физики магнитных явлений и технику физического эксперимента»[20].

В том же в архивном деле имеется отзыв члена-корреспондента И.К. Кикоина (позднее академика), где вслед за фразами: «Е.К. Завойский — единственный в СССР физик, представляющий этот отдел физики магнитных явлений» и «...результаты, полученные тов. Завойским, всегда надёжны и достоверны», идут слова, после которых вопрос о какой бы то ни было премии уже был излишним: «Если эта гипотеза окажется верной, то физики получают мощный и простой метод для определения магнитных моментов атомов...»[21]. Напомню, что это был уже 1947 год. Американцы Пёрселл и Блох (особенно чётко последний) уверенно взяли старт к нобелевской премии, а у нас ещё находились физики, причём верховного эшелона, которые сомневались в существовании самого эффекта...

ИТОГИ ПЕРВЫХ ТРЁХ ЛЕТ

За три с половиной года (1944—лето 1947 гг.) до отъезда из Казани Е.К. Завойским на ниве ЭПР было сделано достаточно много. «Уже тогда он предопределил многие важные направления будущих исследований, указал возможности приложения открытого им явления, — писал профессор Ю.В. Яблоков. — Он наблюдал парамагнитный резонанс не только в твёрдых телах, но и в жидких растворах. Он же первым исследовал монокристаллы парамагнитных солей. Ему удалось ещё более повысить частоту поля и перейти к дециметровому и затем и к сантиметровому диапазону длин волн. Переход к высоким частотам имел решающее значение для внедрения более совершенной техники в резонансные исследования для повышения чувствительности метода и его последующего широкого использования в самых разных областях науки. Наряду с резонансным поглощением Е.К. Завойский впервые наблюдал и исследовал кривые парамагнитной дисперсии в области резонанса. Предложив новый метод изучения этого явления, он получил на высоких частотах для сульфата марганца MnSO_4 полную кривую дисперсии.

Следующий полученный им интересный результат — это наблюдение запрещённых переходов в спектре ЭПР веществ, имеющих спин $S > 1/2$. В соединении $\text{MnSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ Евгений Константинович обнаружил дополнительные резонансные линии, соответствующие кратным переходам с изменением магнитного квантового числа.

Наконец, в последней работе этого периода (“К теории парамагнитной релаксации в перпендикулярных полях”, 1947 г.) он вместе с С.А. Альтшулером и Б.М. Козыревым сделал важные выводы о природе ширины линий парамагнитного резонанса»[22].

Е.К. ЗАВОЙСКИЙ О ПОСЛЕВОЕННОМ ВРЕМЕНИ

В своих записках отец мой писал: «Кончилась Вторая мировая война... Потрясающие события августа 1945 г., и эхо атомных взрывов неожиданно отдаётся в Казани запретом ректора читать “Physical Review”. Да, теперь это можно делать только с его письменного разрешения...

Но вот откуда-то свежее указание, и учёные Казани уже разрываются на части от просьб прочитать лекции на заводе, в клубе, школе, больнице, институте, военным, пенсионерам, изобретателям и прочее, и прочее. Все силы напряжены у физиков и химиков. Слушатели идут прямо со смены, часто опаздывая поесть, жуют паёк тут же, и это никого не смущает, все захвачены интересом. Вопросы нарушают все инструкции, данные лекторам, да и мало инструкций, так велика неожиданность, которая выбила весь аппарат из привычной колеи. Газета «Британский союзник» помогает получить популярную, часто завуалированную информацию об атомном котле, атомной бомбе, радаре, вычислительной автоматике и др. А что у нас? Это самый первый вопрос на любой лекции. Ответ фальшив (слова Молотова: “Есть у нас всё и даже многое другое”). Мы убеждены, ничего нет. Нас начинают кормить особыми пайками, за нами ухаживают, следят. Учёные всех специальностей получают теперь высокую зарплату, они популярны, как прежде кинозвёзды. Это как-то вселяет уверенность, так как нам известно, что наши мозги не хуже, чем американские...[23].

Работая в университете, чувствую приближение сети, в которую неминуемо попаду, да и смутно хочу попасть. В университете прежняя обстановка. Оборудование не поступает, а имевшееся почти всё испорчено и побито эвакуированной в КГУ Академией. В Наркомпросе мне отказывают даже в мизерных ассигнованиях. Выручает, сколько может, бухгалтер университета М.С. Калугин, только этим и живёт кафедра экспериментальной физики.. .» [24].

Посмотрим, как процесс внедрения ядерного магнитного резонанса в жизнь проходил в США. Благодаря работе Т. Ленуара и К. Лекюэра, мы можем привести здесь письмо Ф. Блоха президенту Стэнфордского университета, написанное в феврале 1946 г., т. е. сразу после публикации статьи: «В связи с нашим недавним открытием эффекта ядерной индукции возникли две проблемы, которые я хотел бы обсудить с Вами. Первая состоит в получении достаточных гарантированных фондов, чтобы мы могли планировать нашу работу и вести её столь эффективно, как только это возможно. Благодаря личному знакомству с некоторыми богатыми еврейскими семействами полуострова для меня было бы просто добраться до председателя фонда Розенберга и Колумбийского фонда в Сан-Франциско. Я предварительно обсуждал это с г-ном Даниэлем Кошлэндом из Сан-Матео, и он обещал мне помочь. Я хотел бы побеседовать с Вами о целесообразности этих или подобных шагов.

Вторая проблема — это получение патента на наше открытие. Большая простота техники позволяет применять его в различных областях и, возможно, в интересах университета было бы взять на него патент» [25].

Однако университетское начальство, в лице президента Д. Тресиддера, не поддержало этого предложения Блоха. Но финансовую поддержку он получил от Управления военноморских исследований (ONR) [26], что сыграло большую роль в продвижении его к нобелевской премии.

ЭПР — ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ?

В 1944 г., когда был открыт ЭПР, в Советском Союзе не существовало законодательного решения вопроса об интеллектуальной собственности. Не было и Женевского договора о международной регистрации научных открытий.

В 70-е годы XX века, пока в правительственных верхах на основе давно устаревшей работы Ленина «Марксизм и эмпириокритицизм» решался вопрос о том, что есть открытие и что есть изобретение [27], а на «диком» Западе бились над проблемой охраны авторства открытий, открытие Завойского оказалось ввергнутым во внеправовое пространство как на родине, так и за рубежом. Я говорю не о стоимости интеллектуальной собственности моего отца, а только о том, что его права как автора открытия были нарушены: западные учёные за небольшим исключением считали необязательным ссылаться на его пионерские работы, хотя в научной среде это осуждалось и осуждается как неэтичность. Например, осенью 1973 г. Е.К. Завойский в своём отзыве на русское издание книги А. Абрагама и Б. Блини «Электронный парамагнитный резонанс» писал: «Существенным недостатком книги является почти полное отсутствие в ней ссылок на советские работы. Не упоминаются иногда даже те из них, которые легли в основу развитых впоследствии исследований за границей. Об этом приходится сожалеть, так как это следствие продолжающейся разобщённости исследователей» [28].

Рожденное в годы Второй мировой войны, открытие Е.К. Завойского очень недолгое время пребывало на Западе незаметным научным созданием. Если ректор Казанского университета (считавшийся физиком!), непосредственный свидетель рождения открытия фундаментального физического явления, с раздражением говорил: «Завойский всё сидит и снимает кривые, а толку в них нет» [29], то на Западе очень быстро поняли, какой толк можно извлечь из этого открытия. И извлекли. Сначала в США, а затем и в Европе началось бурное развитие радиоспектроскопии, ресурсы которой не исчерпаны и до сего времени. Впопыхах, правда, там забыли о казанском учёном, кто первым увидел долгожданный результат своих многолетних ночных бдений в самодельной лаборатории университета.

Завойского миновала нобелевская премия, которая позволила бы ему иметь свободу для осуществления своих творческих замыслов, отчего только бы выиграла отечественная наука. Она оградила бы его от грубого вмешательства в его творческую судьбу академических бонз и, возможно, не дала бы ему погибнуть в свои 69 лет.

В 1957 году, т. е. через тринадцать лет после сделанного им открытия, Завойскому была присуждена премия местного, советского значения, которая никак не могла сравниться с нобелевской по своему престижу. В 1970 г. ему был выдан диплом на открытие, правда, всё же с приоритетом от 12 июля 1944 г. Конечно, лучше поздно, чем никогда, но когда видишь даты 1944 и 1970 гг., то становится как-то стыдно. За страну...

За границей же на основе работ Э.М. Пёрселла и Ф. Блоха возникли крупные фирмы, начавшие снабжать научный мир ЯМР-спектрометрами. Первый такой коммерческий спектрометр был построен американской фирмой «Varian» в 1952 г. в Пало-Альто. К 1955 г. японская фирма «Jeol» построила свой ЯМР-спектрометр. Коммерциализацию ЭПР-ЯМР вели и Германия, и США. Так что открытие Завойского могло обогатить страну не только идеями. Это, безусловно, понимали академики П.Л. Капица, И.В. Курчатов, А.Н. Несмеянов, А.В. Топчиев и др. Но сдвинуть бюрократическую машину им было не под силу...

ОТЪЕЗД ИЗ КАЗАНИ

Летом 1947 г. Евгений Константинович покинул Казанский университет и уехал работать в Москву. Причин тому было немало: ужасные, даже по казанским стандартам того времени, жилищные условия. Я старше ЭПР. Конечно, мои детские впечатления ограничены. Их, собственно говоря, можно выразить одним словом, которого я, к счастью, в детстве не понимала: нищета. Мне было хорошо с моими родителями, и их любовь я ценю выше всех возможных благ жизни.

От родителей знаю, что, работая в университете, отец получил комнату на улице Куйбышева (теперешней Пушкина) в двухэтажном особняке. Это в двух шагах от университета. До этого они ютились вчетвером в крошечной комнатухе, полученной моей бабушкой-медсестрой от обувной фабрики «Спартак», в полуподвале дома купца Мергасова. Особняк на улице Куйбышева цел до сей поры. Надо сказать, что тот уголок Воскресенской улицы с двумя крутыми спусками под горку от университета, где теперь большую часть пространства занимает здание «Уникс» («Университет-Культура-Спорт»), был изящен и очень красив. Если бы я была архитектором города, то я бы всеми правдами-неправдами сохранила его от всяких модернизаций. Он прекрасно гармонировал со зданием университета. Одним словом, это был единый городской ансамбль.

Мама вспоминала, что в доме на улице Куйбышева было тепло и сухо, но звукопроницаемость была невероятной: многочисленные соседи были отнюдь не доцентского звания, так что попойки-скандалы, случались частенько. Вскоре после моего рождения папа получил отдельную квартиру напротив университета. Адрес был таков: ул. Чернышевского [30], д. 33, квартира 14. Казалось, чего лучше желать? Но выяснилось, что «при царе Горохе» (любимое выражение отца — т.е. — до революции) дом, в который переехали родители), был нежилым. Один казанский историк мне говорил, что это было складское помещение в городской усадьбе З. Ушковой. В нашей квартире (да и во всём доме) стояли простецкие (т.е. не изразцовые, какие сохранились в доме рядом) печи. Наша печка, видимо, была поставлена тяп-ляп, она не хранила тепло: вечером нутро её пылало, а зимой к утру сушившееся возле неё бельё накрепко к ней примерзало. По стенам и окнам стекали водяные струйки. Картинку можно дополнить чёрными тараканами, да и «чёрных воронов» совсем не грех упомянуть. Конечно, о последних я ничего не знала. И камешек, который бросал папин брат Вячеслав в окно, когда приходил к нам в гости, воспринимала как шалость. Дом наш не имел никаких удобств: ни воды, ни прочего. Правда, имелся ржавый водопроводный кран, но из него ни разу на моей жизни не текла вода. За ней родители (в основном мама) ходили к колонке или в теперешний криогенный корпус университета. Зимние походы за водой я помню: мама идёт с вёдрами, в них плещется вода; под ногами

ледышки, на которых можно кататься, и, конечно, сугробы, которые никто не чистил. Мама была тоненьким, хрупким созданием. Не помню, чтобы она сердилась на папу, когда он забывал принести воду. А забывал он о ней частенько. Прежде чем уйти на работу, в холодное время года ему надо было ещё наколоть дров, которые доставались непросто: родители ходили на разгрузку дров, сами привозили их в сарай, сами пилили-кололи. От чудовищной сырости у мамы началась тяжёлая болезнь сердца и суставов. Электричество очень часто отключали, так что хорошо запомнились «лампа керосиновая, свечка стеариновая». Дом наш на улице Чернышевского был снесён во время постройки здания гуманитарных факультетов КГУ.

Зарплата у отца моего была хотя и доцентская, но нищенская. В то время в стране существовала карточная система. За хлебом с ночи выстраивались длиннющие очереди, стоять в них доставалось маме. В магазинах было шаром покати. Казань ничем не отличалась от других городов страны: от советских граждан требовался труд, а его оплата и снабжение необходимым не обеспечивались даже в минимальной мере. У папы была работа, а у мамы работа плюс всё остальное. Мама безропотно несла крест жены учёного. Помогала она папе и как химик, и как переводчица.

Что касается педагогической деятельности, то в университете в этом отношении было далеко до гармонии: мечты о том, чтобы сеять разумное, доброе, вечное, разбивались о бездушие, невежество и политическую ангажированность начальства. Мой отец хорошо запомнил урок 1937 г., когда его несколько раз вызывали на Чёрное озеро (казанскую Лубянку) по поводу продемонстрированного лаборантом опыта 1824 года со спиралью Г.Б. Эри [31] для студентов. Документов об этом инциденте в архиве казанского ФСБ не сохранилось. В достопамятную Перестройку сотрудник этого архива объяснил мне, что у них сохранились только те дела, которые имели трагическое продолжение... Запомнились моему отцу страх и равнодушие администрации ФИАНа, не нашедшего возможным немедленно встать на защиту казанского коллеги, просветив казанский НКВД насчёт спирали королевского астронома: было известно, что если колёса этого ведомства приходили в движение, то обычно это быстро приводило к трагедии.

Надо сказать, что отец мой был общественно активным человеком, он жил университетской научной жизнью. Для него физика была не просто увлечением, а делом жизни. Он живо откликался на события, имевшие отношения к исследованиям и научным событиям, и к нему обращались с предложением написать статью для университетской многотиражки. Его имя мелькало в ней по разным поводам. Но после скандальной истории с продемонстрированной студентам спиралью Эри и арестов родственников всё это как отрезало. Зная, что «дело» могут «пришить» на основании даже самых невинных писем, отец почти отказался от этого занятия. Особенно это проявилось во время его пребывания в закрытом Сарове. Звонить оттуда семье было запрещено. Мама моя вообще не знала, где, в каком месте необъятной родины находится её муж. Его весточки к нам в Москву доставлялись через генерала Н.Л. Духова (наши семьи жили в одном доме) или телеграммами типа: «Здоров. Женя».

Так что никакой переписки с иностранными учёными Е.К. Завойский ни в казанский, ни в московский период жизни вести не мог. Работая в Москве, он в основном отвечал деликатно отказом на приглашения принять участие в зарубежных конференциях. И эти отказы посылались им не через обычный почтовый ящик, а через соответствующие отделы

института. Да и то не каждый раз удавалось ответить. Таковы были правила для всех без исключения участников атомного проекта.

Кроме этого, на семью Завойских обрушились сталинские репрессии. 1937 год считается пиком сталинского террора, и семья, как и миллионы других, попала в эту мясорубку. Первым был арестован родной брат отца Борис, за ним — его жена. Их сын в девять лет остался фактически сиротой. За ними последовал муж старшей сестры инженер П.И. Харитонов. О судьбах двух вятских родственников стало известно только в Перестройку. Двое из этих страдальцев были расстреляны, двое сгинули в лагерях. Только жена брата дожила до освобождения. Я слышала, что она осталась жива благодаря тому, что имела связь с кем-то из вохры. Скорее всего, это и послужило причиной, что старшие Завойские — два брата и две сестры — после её освобождения с ней не общались. Быть ей судьёй я права не имею. Летом 1960 г. я с ней встречалась...

Самое дорогое, что оставлял Евгений Константинович в Казани, — это родительские могилы, работа и друзья-коллеги — Б.М. Козырев и С.А. Альтшулер. Совершенно разные по характеру, они втроём остались до конца дней своих друзьями-коллегами, питая друг друга идеями, мыслями. Отец мой скончался первым, за ним через три года последовал Борис Михайлович и ещё через четыре года Семён Александрович. Светлая память их светлой дружбе.

САРОВ — ХОЗЯЙСТВО БЕРИИ

В августе 1947 года Е.К. Завойский был направлен академиком И.В. Курчатовым в Саров (КБ-11 или Арзамас-16), где шли работы по созданию атомной бомбы [32]. Готовит же судьба такие «сюрпризы»: потомку древнего вятского священнического рода Курочкиных-Завойских, человеку современных убеждений, физику, атеисту, всё же не удалось миновать пребывания в монастыре, правда, совсем с иными, небожественными целями. Сохранились воспоминания об этом непростом периоде его жизни: «В начале августа 1947 г. я в кабинете И.В. Курчатова, которому кто-то рассказал обо мне. Короткий разговор: “Вот техническая проблема, даю Вам срок три недели найти решение. Если раньше — заходите”. Рядом с кабинетом маленькая комнатка, там Ю.Б. Харитон поясняет задачу; первый обмен мнениями. Трудно. Десять дней хожу как в угаре. Звоню И. В., прошу выслушать. Это 10 августа, а на другой день я лечу с одним паспортом в руках... Самолёт садится, пересекая много рядов колючей проволоки, открывается дверь, и я иду по полю под дулами двух винтовок — до выяснения личности. Но мне это кажется игрой, и я вспоминаю книгу Смита [33], где подобная ситуация секретности, и от этого мне становится легче. Наконец, всё выясняется, и меня везут в гостиницу. Но что это? Куда ни взглянешь, везде люди в оборванных, почти чёрных ватниках с жёлтыми лицами дистрофиков: это армия «строителей», попавших сюда не по своей воле.

Начинается моё знакомство с жизнью... До этого я — ученик школы, для которого нет свободного времени: оно всё отдаётся увлечению наукой, техникой, литературой, поэзией. После — студент, а увлечения те же, аспирант — увлечение только экспериментальной физикой, а уже доцент — только физикой и больше ничем. С утра до ночи лаборатории, лекции и снова лаборатории. Часто Вера приносит мне вечером ужин — булку плюс

вкусную водопроводную воду и так до часу или до двух ночи ежедневно, а с утра бесконечные лекции. Что делается в стране и мире, не до того, так как велико желание постигнуть хоть крупинку из тайн природы. А для чего же дана жизнь! Как много надо читать: ведь университет дал так мало... и вот новая тайна, но не науки, а жизни... А это только цветики. Вопрос к себе: как же живут здесь люди? Может быть, мнения разделяются? Узнать это невозможно — подавляющий страх. “Здесь нет советской власти”, — первые слова, которые я слышу, кто-то произносит громко, — значит, это не секрет. “Хозяйство Берии” сто раз в день — только в разговоре с глазу на глаз, шёпотом. Думаю, Игорь Васильевич удружил! Идея компромисса: надо и нам во что бы то ни стало иметь оружие, поэтому — за работу! Всё это было принять очень трудно, но когда принял — стало легче, и работа пошла без счёта часов и пощады здоровью...» [34].

29 августа 1949 года первая советская атомная бомба была взорвана. После этого события заведующий лабораторией в КБ-11 Е.К. Завойский был удостоен Сталинской премии III степени за «разработку электромагнитных методов регистрации быстрых процессов по исследованию центральной части заряда атомной бомбы» [35].¹

С 18 октября 1951 г. по многочисленным его просьбам Е.К. Завойский был полностью освобожден от работ в Сарове и переведён в Москву, в Лабораторию измерительных приборов на должность начальника сектора. Новый институт — новые проблемы... [36].

Вспомним фразу Завойского: «Думаю, Игорь Васильевич удружил». Отец мой не смог свыкнуться с мыслью остаться работать в Сарове. Ведь это была я, кому в 1992 г. удалось таки узнать подробности «дела» расстрелянного папиного брата Бориса. А отец каждый день видел в Сарове десятки эков и в любом из них надеялся увидеть живого брата. Незадолго до кончины отца я задала ему вопрос об участии в работах над бомбой: «Как ты мог?..» Он остро посмотрел на меня и сказал: «Я всю жизнь ждал от тебя этого вопроса. Могу сказать тебе только одно: я попал в этот омут как кур во щи». Отец мой, которому Курчатов обещал, что командировка «на объект» продлится недолго, приезжая в Москву, напоминал ему об обещании. Многие, попав работать в Саров, там и остались. Это был их выбор. Мой отец не мог этого сделать по своим убеждениям, и я горжусь его решением.

Мне не приходилось видеть воспоминаний, написанных советскими «атомными китами», где хотя бы намёком значилось, что кому-то было также трудно принимать решение относительно работы по оборонной тематике. Открыто в этом никто не признался, хотя некоторые из них прожили долгие годы и даже дожили до развала СССР, следовательно, имели такую возможность. Известна реакция академика И.В. Курчатова на итог его работы, о чём поведал А.П. Александров. Академик Ю.Б. Харитон считал те годы лучшими...

Примерно то же было и в западном мире...

ПУЩАТЬ — НЕ ПУЩАТЬ? — НЕ ПУЩАТЬ!!!

В сталинские 1947 — 1951 гг., пока Завойский находился на секретном объекте, а его

¹ Упоминание о работе Евгения Константиновича в Сарове имеется в книге: Пестов Станислав. Бомба. Тайна и страсти атомной преисподней.

Серия: Беспредел. Художник Г. Ермолович. СПб. Шанс. 1995 г. 432с., с ил. На странице 241 приводятся результаты эксперимента проведенные Завойским по измерению скорости продуктов взрыва устройства для имплозии плутония.

открытие — ЭПР — продолжало завоёвывать физические и химические лаборатории мира, об участии автора открытия в международных конференциях как в СССР, так и за рубежом не могло быть и речи. Он продолжал оставаться «секретным». Даже в хрущёвский 1956 год, когда в Москве проходила 3-я Всесоюзная конференция по физике магнитных явлений [37], он не мог пообщаться с К.Я. Гортером, работами которого восхищался. Гортер был в полном недоумении. Для него, европейского человека, было непонятно, что происходит. Евгений Константинович чувствовал себя в глупейшем положении и, в конце концов, вынужден был покинуть зал заседаний. Контакт с иностранцем грозил бы ему крупными неприятностями от соответствующих ведомств, представители которых могли сидеть тут же в зале заседаний. И необязательно это были «чистые» энкавэдэшники. Это могли быть и завербованные ими коллеги-физики. Ну, а что касается переводчиков, то с ними было всё ясно: после общения с гостем-иностранцем они были обязаны написать для секретного отдела отчёт, что и как ответил их «подопечный» на вопросы, которые они обязаны были ему задать. Так что Луис Альварес, впоследствии нобелевский лауреат, и Виктор Вайскопф, посетившие Москву в 1956 г., сильно заблуждались, написав в своих заметках, что жить в СССР стало свободнее [38].

Приглашения на конференции за рубеж — сколько их приходило моему отцу! Они были ответом на его новые журнальные статьи. А он смог побывать только на трёх: 1961 г. — Зальцбург (Австрия), Международная конференция по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу, 1965 г. — Калэм (Англия), 2-ая Международная конференция по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу, 1967 г. — Прага (ЧССР), Симпозиум по взаимодействию пучков быстрых частиц с плазмой. Но это уже была тематика Курчатовского института.

В то время как во всех частях мира происходили конгрессы, съезды, совещания, конференции, школы, посвящённые ЯМР и ЭПР, выходили книги по теоретическим и экспериментальным вопросам, связанным с этими явлениями, когда сотни фирм, крупных и мелких, производили оборудование, основанное на этих явлениях, когда нарастало число работ (так, только по ЭПР — за 1967 — 1969 гг. были зарегистрированы 1130 статей, монографий и обзоров [39]), когда выходило множество журналов и сборников, посвящённых этим явлениям, Е.К. Завойский *ни разу не смог побывать ни на одной зарубежной конференции по своему открытию, ни хотя бы послать свой доклад* (выделено мной. — Н.З.). Получалось, что он был исключён из сообщества радиоспектроскопистов. Случайность? Думается, что, скорее всего, это не так. Хотят или не хотят признавать его приоритет зарубежные учёные, но факты — вещь упрямейшая: работа Е.К. Завойского появилась (и причём не на русском, а на английском языке) до выхода работ Э.М. Пёрселла и Ф. Блоха, а диссертация (о которой они, естественно, могли и не знать) относилась к 1944 году.

Когда 18-летний Евгений Константинович оказался в подобной ситуации, в которой оказались американские физики (тогда он задумал построить прибор «для точных измерений силы света», но вскоре узнал, что такой прибор уже существует), он отметил в своей записной книжке: «Узнал, что такой прибор (хотя не точно такой, но приблизительно) уже изобретён. А жалко! Да ничего. Это тоже хорошо!» [40].

ПЕРВЫЕ ЗАРУБЕЖНЫЕ ССЫЛКИ НА РАБОТЫ ЗАВОЙСКОГО

Осенью 1946 г. за границей появились первые ссылки на статьи Е.К. Завойского: в работе сотрудников Питтсбургского университета (США) Р.Л. Куммероу и Д. Хэллидея [41] и ссылка в изданной К.Я. Гортером, профессором экспериментальной физики Лейденского университета, книге «Парамагнитная релаксация» [42].

В предисловии к своей книге Гортер нарисовал обстоятельства, в которых он писал её. Это было голодной военной зимой 1944 — 1945 гг.: «В то время западная часть Нидерландов была отрезана от юга линией фронта, а от востока — широкой зоной немецких военных постов. Из-за рейдов немцев в поисках рабочей силы мужчинам моложе 40 лет часто было опасно выходить на улицу. Обычно выходили из дома только в случае крайней необходимости, чтобы достать еды или дров. Но, несмотря на это, научная жизнь кое-где всё-таки продолжалась. Так, в Зеемановской лаборатории университета в Амстердаме отапливалась только одна комната, так что университет был одним из центров, где шла научная работа. Новости, которые тайком слушали по радио, работавшему на лабораторных батареях, также привлекали научный и технический персонал. Из-за отсутствия света и газа деятельность была большей частью теоретического характера: написание диссертаций, обсуждение теоретических проблем, проектирование, вычисление и обработка прежних наблюдений».

Два года спустя книга Гортера была издана на русском языке в переводе С.В. Тябликова [43] (приведённое выше предисловие было опущено, видимо, по политическим соображениям). Во вступительной статье коллеги Е.К. Завойского С.А. Альтшулер и Б.М. Козырев сообщали о работах советских физиков в области молодой науки — радиоспектроскопии — и представляли хронологию событий. Здесь были названы два метода, предложенные Завойским для экспериментального исследования парамагнитного поглощения в его статье «Новый метод исследования парамагнитной абсорбции» и в докторской диссертации (обе 1944 г.), а также были проанализированы причины неудачи калориметрического метода Гортера.

Позже на работы Е.К. Завойского 1945 года ссылались сотрудник университет Дьюка У. Горди [44] и сотрудники Мичиганского государственного университета Ч.Кикучи и Р.Спенс [45]. В докладе, посвящённом 25-летию Питтсбургского физического общества (1949 г.), К.К. Дэрроу сказал: «Явление, о котором я буду говорить, называется магнитным резонансом. Магнитный резонанс электронов в парамагнетиках в твёрдом теле впервые наблюдался в России... (имя не названо. — Н.З.) Имеется также ядерный магнитный резонанс, который наблюдается в твёрдых телах, в жидкостях и газах. Это вклад США. ЯМР был открыт одновременно Э.М. Пёрселлом и Ф. Блохом на противоположных концах страны» [46], т.е. в Гарварде и в Стэнфорде.

К.К. Дэрроу, бессменный секретарь Американского физического общества, человек, бывший в курсе событий, происходивших в физике, выразил, очевидно, точку зрения, которая тогда была общепринятой в среде физиков США: работы по ЭПР были впервые сделаны в СССР и с опережением работ Пёрселла и Блоха. Отметим и такую, казалось бы, незначительную деталь, на которую часто не обращают внимания: Пёрселл был назван первым, а Блох вторым, что соответствует действительности: статья группы Пёрселла

появилась на месяц раньше статьи группы Блоха. Позднее первенство Пёрселла было забыто, и его имя почти всегда приплетается вторым к Блоху. Как впоследствии вспоминал Ф. Блох, закончив работу над статьей, он уехал кататься на лыжах.

ПУТЬ К КЛИШЕ

В конце апреля — начале мая 1948 г. под эгидой АФО и при поддержке ВМФ флота США в Вашингтоне состоялся симпозиум по спектроскопии на радиочастотах и микроволнах [47]. Такое название имело своё объяснение: специалисты из Колумбийского университета считали, что «радиочастота» включает в себя «микроволны», а сотрудники Массачусеттского технологического института полагали, что эти понятия характеризуют разные области спектра.

Темами Вашингтонского симпозиума были молекулярные пучки, точные измерения магнитного момента электрона, магнитный резонанс в жидких и твёрдых телах, информация о молекулярной структуре и т. д. Среди участников симпозиума были П. Каш, Р.В. Паунд, Г. Штауб, Ч. Киттель, Ч. Таунс.

Об общественной значимости заседания АФО, в рамках которого проходил этот симпозиум, можно судить хотя бы по тому, что женщины — члены общества, а также жёны учёных, приехавших в Вашингтон, были приглашены на приём супругой президента Г. Трумэна в Белый дом.

В следующем 1949 г., на очередном заседании АФО Э.М. Пёрселл сделал доклад под названием «Прогресс в изучении ядерного магнитного резонанса со времени симпозиума 1948 г. в Вашингтоне» [48]. За год у американских учёных накопился большой материал в новой области — радиоспектроскопии: его доклад был рассчитан на 40 минут. И не мудрено: работы уже велись и в Морской исследовательской лаборатории, и в Артиллерийской лаборатории, и в Вашингтонском университете, и в лабораториях компании Белл Телефон, и в университете штата Айова, не говоря о Гарварде и о Стэнфорде.

Одна из первых европейских конференций по радиоспектроскопии состоялась в Оксфорде (Англия) 22 — 24 июля 1948 г. Конференция собрала учёных Англии, Нидерландов и США. Свои материалы представили Б. Блини, Дж.Г.И. Гриффитс, Р.П. Пенроуз, М.Г.Л. Прайс, Б.В. Роллин, Д.М. Бэггюли, А.В. Пиппард, Б.И. Пламpton. Тематикой докладов были парамагнитный и ферромагнитный резонансы, измерения времён релаксации, поглощение микроволн в газах и т. д.

Из Голландии в Оксфорд прибыли К.Я. Гортер, Н. Блумберген и Я. де Бур. Гортер произнёс вступительное слово и в нём отметил приоритет работ Е.К. Завойского, однако посетовал, что он «не опубликовал в деталях свой метод наблюдения» [49].

На оксфордской конференции Р. Фрейманном (Париж) было высказано предложение создать международное сообщество для обмена информацией и продвижения американского оборудования на европейский континент. Это стало возможным благодаря усилиям профессоров А. Кастлера (позднее нобелевский лауреат), И. Рокара и П. Гриве. Через четыре года в Париже была проведена первая конференция сообщества AMP?RE, созданного с целью стимулировать исследования в области магнитного резонанса в Европе. В 1953 г.

вышел в свет первый номер бюллетеня сообщества. Издание курировал Ж. Бене из Женевы.

Спустя два года после Оксфордской конференции, 18 — 23 сентября 1950 г., в Амстердаме состоялась следующая конференция по радиоспектроскопии [50]. В ней приняли участие самые известные специалисты по магнетизму из Нидерландов, Англии, Франции, США, Японии, Швеции, Швейцарии, Шотландии, Германии (К.Я. Гортер, Б. Блини, А. Кастлер, П. Каш, А. Абрагам, Дж.Х. Ван Флек, Ф. Блох, Э.М. Пёрселл [51], Ч.Х. Таунс, Э.Р. Эндрю, Дж.Х.И. Гриффитс). Шесть из них стали впоследствии лауреатами нобелевской премии (Ф. Блох и Э.М. Пёрселл — 1952 г., П. Каш — 1955 г., Ч.Х. Таунс — 1964 г., А. Кастлер — 1966 г., Дж.Х. Ван Флек — 1977.). Были опубликованы 37 докладов. Свыше 30% из них были из США.

Во вступительном слове Корнелис Гортер сказал: «Открывая Международную конференцию по радиочастотной спектроскопии, уместно остановиться на истории этой области исследований. По причине её молодости ограничусь краткими замечаниями о её рождении и о детстве. Прибегну ещё к одной метафоре: наблюдая быстрый и беспорядочный рост этого куста в ухоженном саду науки, можно различить четыре главных его ветви: молекулярную радиоволновую спектроскопию, парамагнитный резонанс, ферромагнитный резонанс и, наконец, ядерный магнитный резонанс, соединённый с атомной радиоволновой спектроскопией» [52].

Согласно документу из архива РГАСПИ, на эту Международную конференцию 1950 г. от СССР была отобрана делегация в составе: академик А.А. Андронов, к. физ.-мат. наук А.М. Прохоров (будущий академик и нобелевский лауреат), старший научный сотрудник ФИАНа К.В. Владимирский и старший референт Иностранного отдела АН СССР П.С. Ораевский [53]. Однако тогдашний всесильный секретарь ЦК ВКП(б) М.А. Суслов признал посылку советской делегации нецелесообразной. О кандидатуре Е.К. Завойского в документе не было и полуслова. Да и не могло быть: он находился в секретном Сарове...

Казалось, что на американском континенте физики познакомились с пионерскими работами Е.К. Завойского. Однако дальше выше названных скромных ссылок дело не пошло. Уже очень скоро Д. Хэллидей и К.К. Дэрроу прекратили упоминать работы Завойского [54].

Ситуацию могли бы прояснить документы, которые ещё не попали в руки историков науки: переписка, воспоминания физиков бывшего СССР, США, Нидерландов, Англии и Франции.

Почти сразу ситуация вокруг открытия казанского учёного начала обрастать клише, на которые, что вполне естественно, не обращали внимания активно работавшие американские, английские, французские физики: им всегда не до того, чтобы докапываться до первоисточника. Их волновали новые эксперименты, расширявшие возможности исследования различных веществ и объектов. Завойский же, находясь в то время в закрытом бериевском Сарове, куда он был послан И.В. Курчатовым, отстаивать свой авторитет не смел. Да и, скорее всего, был вполне уверен, что его очевидное первенство никто оспаривать не станет. Но в 1957 г. на его открытие отважился посягнуть советский физик Я.Г. Дорфман.

Казанские коллеги Завойского, хотя и не так накрепко связанные специфическими советскими условностями, не сразу, но всё же смогли включиться в международную научную жизнь.

А в западной научной литературе клише быстро прижились, единожды возникнув, эти «общие места» переписывались из статьи в статью, из книги в книгу. Оказалось, что без радарной техники прийти к ЯМР и ЭПР было невозможно [55]; что нобелевские лауреаты Ф. Блох и Э.М. Пёрселл проводили свои эксперименты почти одновременно с Завойским [56]. Если в конце 1940-х годов работы Пёрселла и Блоха в обзорах датировались, как и положено, 1946 г. [57] (т.е. годом их публикаций), то вскоре начали писать, что их эксперименты проводились в конце 1945 г., что опять же соответствовало действительности, однако постепенно, с ходом времени работы обоих американцев стали относить уже к 1945 г., т. е. уничтожалась дельта между сроками появлением их статей и статей Е.К. Завойского [58]. Или же работы последнего относили к 1946 году [59].

Примечания к ч.2

[1] Личный архив Е.К. Завойского.

[2] Текст стенограммы редактировал профессор КГУ проректор профессор М.А. Теплов. Архив РАН. Ф. 532. Оп. 1. Д. 106; ГА РФ. Ф. 9506. Оп. 3. Д. 912. Л. 1-45.

[3] Летом 1976 г. перед поездкой к дочери Татьяне в Канаду Александр Иосифович зашёл к моему отцу, жившему тогда на даче в академическом посёлке «Дарьино». Их связывали многолетние дружеские отношения. Александр Иосифович был в своей любимой рыжей кожаной куртке. Миниатюрный, изящный, очень подвижный и взволнованный. Настоящий вихрь. Он извинялся перед моим отцом: обстоятельства сложились так, что «органы» не давали разрешения А.И. на выезд за границу. А.И. нежно любил своих дочерей. Он пришел спросить моего отца, не сможет ли он поручиться за него. Конечно, отец тут же обещал помочь. Эта их встреча была последней. Вскоре моего отца не стало.

[4] В начальные годы существования Лаборатории № 2 сотрудники с семьями жили в том же здании, и тут же проводили работы.

[5] К 80-летию П.Л. Капицы Евгений Константинович подарил ему макет основного узла установки для наблюдения ЭПР, сделанный им самим. Теперь макет хранится в Музее истории Казанского университета.

[6] Личный архив Н.Е. Завойской.

[7] Блох А.М. Советский Союз в интерьере нобелевских премий. СПб., 2001. С. 179.

[8] Physics Today. 1949. Vol. 2, no. 8. P. 32; Nucleonics. 1948. Vol. 3, no. 3. P. 74.

[9] ГА РТ. Ф. Р.-1337. Оп. 29. Л. 113. Л. 67.

[10] К тому времени С.А. Альтшулер ещё не был демобилизован.

[11] Диссертацию ему помогал написать Б.М. Козырев, а темой стали те самые «кривые» ЭПР, которые он считал бестолковым занятием Е.К. Завойского.

[12] Scientific American. 1958. No. 8. P. 8.

[13] УФН. 1947. Т. 31, вып. 3. С. 427.

[14] Иван Григорьевич Шапошников в то время только что прибыл в Казань. До этого он был

в финском плену и, конечно, очень нервничал из-за нестабильности своего положения.

[15] В тексте опечатка машинистки, должно быть 60 000 Г.

[16] Изв. АН СССР. Сер. Физ. 1947. Т. XI, № 2. С. 204-212; там же. № 5. С. 463-579; № 6. С. 593-700.

[17] УФН. 1947. Т. 31, № 3. С. 320-345.

Академик В.Л. Гинзбург дважды номинировал Е.К. Завойского на нобелевскую премию, 28.10. 1973 г. и в 1975 г., о чём он сообщил мне по телефону 12.03.1998 г. в 9 ч. утра. Известно, что академик М.А. Марков вёл переговоры в И. Валлером о несправедливости Нобелевского комитета по отношению к Е.К. Завойскому.

[18] Изв. АН СССР. Серия физическая. 1947. Т. XI, № 6. С. 590.

[19] ЖЭТФ. 1944. Т. 14, вып. 10-11. С. 407-409; ЖЭТФ. 1945. Т. 15, вып. 6-7. С. 253-257; ЖЭТФ. Т. 16, вып. 7. С. 603-606.

[20] РГАЭ. Ф. 180. Оп. 1. Д. 477. Л. 2.

[21] РГАЭ. Ф. 180. Оп. 1. Д. 477. Л. 7.

[22] Евгений Константинович Завойский (1907-1976). Материалы к биографии. Библиографические данные В.К. Труфановой-Завойской и др. Казань, 1998. С. 16-17.

[23] Как же тут не сослаться на заявление главы СССР: «Я не сомневаюсь, что, если окажем должную помощь нашим учёным, они сумеют не только догнать, но и превзойти в ближайшее время достижения науки за пределами нашей страны» // Красная Татария. 1946, 31 мая.

[24] Чародей эксперимента... С. 220-221.

[25] Lenoir T. Instituting Science: The Cultural Production of Scientific Disciplines. Stanford Press, 1997. P. 246. Глава написана совместно с К. Лекюэром.

[26] Purcell C.W. Technology in America: a history of individuals and ideas. MIT Press, 1990. P. 285.

[27] Конюшая Ю.П. Открытия советских учёных. М., 1979. С. 18.

[28] Личный архив Е.К. Завойского, а также: УФН. 1974. Т. 113, вып. 1. С. 189.

[29] Чародей эксперимента... С. 225.

[30] В доме З.Н. Ушковой (дочери доктора Н.Ф. Высоцкого) в советское время располагалась Национальная библиотека Республики Татарстан. Улица, на которой стоят дом Ушковой и университет, «при царе Горохе» именовалась Воскресенской, потом стала улицей Чернышевского, потом Ленина, а теперь это улица Кремлевская.

[31] Центральный Государственный архив историко-политической документации (г. Казань). Ф. 624. Оп. 1. Д. 152. Л. 342-343 об. Е.К. Завойский писал в воспоминаниях: «Это давно известное явление в двусложных кристаллах, которое при вращении николей проявляется в форме картины от креста до свастики, при этом меняет размер и окраску» (Чародей эксперимента... С. 215).

- [32] Смирнов Ю.Н. Евгений Константинович Завойский – участник советского атомного проекта. Препринт ИАЭ-6563/2. М., 2009.
- [33] Смит Г.Д. Атомная энергия для военных целей. М.: Трансжелдориздат. 1946.
- [34] Чародей эксперимента... С. 222.
- [35] Атомный проект. Документы и материалы. М.- Саров: Наука, Физматлит, 1999. Т. 1, кн. II. С. 554, 569.
- [36] Е.К. Завойский. Избранные труды. Электронный парамагнитный резонанс и физика плазмы. М., Наука, 1990. 344 с.
- [37] Вестник АН СССР. 1956. Т. 9. С. 95-98.
- [38] Physics Today. 1957. Vol. 10, no. 5. P. 24-32; no. 6. P. 22-32. Bulletin of Atomic Scientist. 1956. Vol. 12, no. 7. P. 258-260.
- [39] Journal of Magnetic Resonance. 1972. Vol. 6. P. 145.
- [40] Личный архив Е.К. Завойского.
- [41] Phys. Rev. 1946. Vol. 70, no. 5-6 (Sept. 7). P. 433.
- [42] Gorter C.J. Paramagnetic Relaxation. New York-Amsterdam-London- Brussels. 1947. 127 pp. (P. 27, 127).
- [43] Гортер К. Парамагнитная релаксация. М.: Иностранная литература, 1949. 143 с.
- [44] Review of Modern Physics. 1948. Vol. 20, no. 4. P. 715-716.
- [45] Amer. J. of Phys. 1950. Vol. 18, no. 4. P. 162.
- [46] Amer. J. of Phys. 1949. Vol. 17, no. 3. P. 135.
- [47] Bull. of Amer. Phys. Soc. 1948. Vol. 23, no. 3. P. 3-4, 37 ff.
- [48] Ibid. 1949. Vol. 24, no. 4. P. 7.
- [49] Proc. of Phys. Soc. 1948. Vol. 51, no. 348. P. 541, 542.
- [50] Physica. 1951. Deel XVII, no. 3-4. Maart-April. P. 169-484.
- [51] Э.М. Пёрселл присутствовал на конференции (см. А. Абрагам. Время вспять, или физик, физик, где ты был. М.: Наука, 1991. С. 153).
- [52] Physica. 1961. Deel XVII, no. 3-4. Maart-April. P. 169.
- [53] Блох А.М. Советский Союз в интерьере нобелевских премий. СПб. Изд-во «Гуманистика», 2001. С. 260-261.
- [54] Halliday D. Introductory Nuclear Physics. N. Y.-Lnd., 1950; Darrow K. K. Magnetic Resonance // The Bell System Technical Journal. 1953. Vol. 32, no. 1. P. 74-99; ibid., no. 2. P. 384-405.
- [55] Gorter C.J. Spectroscopy at Radio Frequencies // Physica. 1951. Deel XVII, no. 3-4. P. 171; Гортер К. Об электронной магнитной релаксации и резонансе. В сб. «Парамагнитный резонанс (1944—1969)». М.: Наука, 1971. С. 15; Gordy W. Microwave Spectroscopy // Physics

Today. 1952. Vol. 5, no. 12. P. 5; Low W. Paramagnetic Resonance in Solids. N.Y.-Lnd., 1960. P. 1; Ludwig G.W. Electron Spin Resonance // Science. 1962. Vol. 135. P. 65; Bertolotti M. Masers and Lasers. An Historical Approach. Bristol, 1983. P. 32.

Neese F., Munzarov?. M. Historical Abstracts of EPR Parameter Calculations // Calculations of NMR and EPR Parameters. Theory and Applications. Weinheim, 2004. P. 21. В книге: Kochelaev B I., Yablokov Yu. V. The Beginning of Paramagnetic Resonance. World Scientific. Singapore-New Jersey- London- Hong Kong, 1995. P. 85 читаем: «Современное военное оборудование было абсолютно недоступно для Завойского, тем более во время войны». Вообще говоря, надо совершенно не понимать специфику советского времени, чтобы заочно вручить казанскому физику детали от военного радара (подчёркнуто мной. – Н.З.).

[56] Guilotto L. Prolusione // Suppl. al vol. VI, ser. X del Nuovo Cimento. 1957, no. 3. P. 814.

Castler A. Méthodes optiques d'étude de la résonance magnétique // Physica. 1951. Deel XVII, no. 3-4. P. 196.

[57] В интервью 1968 г. Блох отнёс статью Пёрселла к декабрю 1945., а свою к январю следующего.

[58] Bleaney B. Jubilees of Radio-Frequency spectroscopy // Notes and Records of the Royal Society of London. 1997. Vol. 51, no. 2. P. 317.

Encyclopedia of Nuclear Magnetic Resonance. Chichester-N. Y.-Brisbane-Toronto- Singapore, 1996. Historical Perspectives. Vol. 1. P. 437.

[59] Gordy W. Microwave Spectroscopy // Physics Today. 1952. Vol. 5, no. 12. P. 8.

Gorter C J. La Spectroscopie des Ondes Hertiennes // Experientia. 1953. Vol. IX, no. 5. P. 163.

Low W. Paramagnetic Resonance in Solids. N. Y.-London, 1960. P. V.

С.А. Альтшулер и Б.М. Козырев в течение тридцати лет проводили в своих книгах мысль, что магнитная радиоспектроскопия зародилась в Казани и имела своим истоком работы доцента Казанского университета Е.К. Завойского. Уже в предисловии к переводному изданию книги К.Я. Гортера они писали о методе Завойского, а само явление несколько позже Б.М. Козырев назвал «эффектом Завойского».

Часть III

[\(https://7i.7iskusstv.com/y2019/nomer1/zavojskaja/\)](https://7i.7iskusstv.com/y2019/nomer1/zavojskaja/)

СОРАТНИКИ Е.К. ЗАВОЙСКОГО

Когда 22 июня 1941 г. фашистская Германия напала на СССР, коллектив казанских физиков, работавших над экспериментальным обнаружением ЯМР — ЭПР, распался. С.А. Альтшулер ушёл добровольцем на военную службу и вскоре был отправлен на фронт. Университетская лаборатория, где проходили эксперименты, как мы уже знаем, была разгромлена. Б.М. Козырев, с молодости не отличавшийся крепким здоровьем, по его воспоминаниям, был полностью выбит из колеи создавшимися обстоятельствами. Казань, как и вся страна (и не только наша), погрузилась во мрак военного времени в жутком сочетании со сталинщиной, с голодом, холодом.

Однако научный подвиг был всё-таки совершён: Е.К. Завойский и Б.М. Козырев с разницей в неделю успешно защитили выстраданные ими диссертации: Евгений Константинович — докторскую, 30 января 1945 г., в московском ФИАНе, Борис Михайлович — кандидатскую (докторскую — в 1957 г.), 7 февраля 1945 г. в Казанском химико-технологическом институте [1]. Семён Александрович Альтшулер ушёл на фронт кандидатом физ.-мат. наук, а докторскую диссертацию защитил в 1955 г.

О том времени Б.М. Козырев оставил замечательные воспоминания, фрагменты из которых были воспроизведены выше. Как учёный Борис Михайлович известен своими работами в области магнитной радиоспектроскопии. Один из её родоначальников, он, как и Семён Александрович Альтшулер, продолжал развивать эту область знаний. Благодаря трём учёным — С.А. Альтшулеру, Е.К. Завойскому и Б.М. Козыреву (в таком порядке они подписывали свои совместные работы) — Казань вышла на мировой уровень.

После смерти Сталина, когда железный занавес несколько пообветшал, советские учёные смогли участвовать в зарубежных конференциях, совещаниях, семинарах, что до этого было доступно только избранным единицам. Первым из троих казанцев чудом смог выехать за рубеж беспартийный Б.М. Козырев. В общей сложности он побывал в семи зарубежных поездках (1953, 1958, 1968 — Франция; 1955 — Англия, 1958 — Бельгия, 1969 — Италия).

С 4 по 6 апреля 1955 г. в Кембридже (Англия) состоялся Международный семинар по микроволновой и радиоспектроскопии, на который собрались более 250 физиков из 15 стран мира. Естественно, большинство составляли англичане. Самыми многочисленными были делегации из США (16 человек) и из Швейцарии (10 человек). Из тех, чьи статьи чаще других появлялись на страницах научных журналов, нужно отметить У. Горди, Г.С.

Гутовского, Г.Э. Пайка, Ч.Х. Таунса (нобелевский лауреат 1964 г., совместно с Н.Г. Басовым и А.М. Прохоровым), А. Абрагама, Р.С. Малликена (нобелевский лауреат 1966 г.), Д. Инграма. Советский Союз представляли Б.М. Козырев и А.М. Прохоров.

Организуя этот семинар, Фарадеевское общество имело целью внедрить новую технику радиоспектроскопии в химию. На секции ЭПР-спектроскопии коллега Е.К. Завойского — Б.М. Козырев представил доклад «Парамагнитный резонанс в растворах электролитов», который вызвал большой интерес у присутствовавших. Он подчеркнул, что ЭПР был открыт в 1944 г. Завойским, и назвал метод, предложенный им для наблюдения магнитных резонансов, методом Завойского. Однако положительного отклика среди иностранных учёных не последовало: за три года до этого семинара Э.М. Пёрселл и Ф. Блох стали нобелевскими лауреатами за открытие ЯМР, и почти все европейские и американские физики ссылались на их работы как на основополагающие. Типичную позицию западных физиков сформулировал Г.С. Гутовский: «Магнитные свойства ядер известны уже более четверти века. Однако до 1946 г. не были разработаны точные и чувствительные экспериментальные методы для непосредственного наблюдения различных эффектов ядерного магнетизма в твёрдом теле. Такие методы были открыты независимо и одновременно группой Блоха в Стэнфордском университете и группой Пёрселла в Гарварде. Электронные чёрные ящики Пёрселла были несколько отличны от блоховских. Пёрселл назвал свой эксперимент ядерным магнитным резонансом, а Блох назвал свой эксперимент ядерной индукцией. Но оба метода в своих основных чертах эквивалентны» [2].

Возвращаясь из зарубежных научных командировок, Б.М. Козырев рассказывал, что за границей считали, в СССР работают два Завойских, что «старый» Завойский, автор статей по ЭПР, ничего нового не пишет, а в Москве появился «новый» Завойский, работающий в другой области физики. До конца жизни моего отца в Казань продолжали приходить письма на его имя. Ни одно письмо из-за рубежа никогда не приходило на домашний адрес: он не имел права никому сообщать его за границей.

Когда Завойский покинул Казань, эстафету в области ЭПР в Казанском университете принял физик-теоретик С.А. Альтшулер (Б.М. Козырев работал в Педагогическом институте, а затем перешёл в Физико-технический институт). Фронтвик, человек, преданный науке, он, будучи демобилизован, быстро переориентировался на мирную жизнь. В 1955 г. Альтшулер защитил докторскую диссертацию на тему «Теория некоторых явлений парамагнитного резонанса» и возглавил кафедру теоретической и экспериментальной физики. Через два года им была создана проблемная лаборатория магнитной радиоспектроскопии, и Семён Александрович стал её научным руководителем.

В 1961 г. С.А. Альтшулер и Б.М. Козырев издали книгу «Электронный парамагнитный резонанс» [3], в которой впервые был дан полный обзор как теоретических, так и экспериментальных работ в области ЭПР. Этот труд стал настольной книгой для тех, кто работал в данной области или делал в ней свои первые шаги. Среди физиков книга стала бестселлером. Она способствовала распространению методов магнитной радиоспектроскопии в Советском Союзе. Вскоре она была переведена и издана в Германской Демократической Республике, США и Польше [4].

С.А. Альтшулер добился того, что в Казанском университете на базе лаборатории радиоспектроскопии была образована кафедра квантовой электроники и

радиоспектроскопии, заведовать которой стал его ученик М.М. Зарипов, а кафедра Альтшулера стала называться кафедрой теоретической физики.

Альтшулер уделял большое внимание подготовке молодых кадров, пополняя кафедру лучшими выпускниками физического факультета и аспирантами.

Не буду останавливаться на научных работах С.А. Альтшулера. Об этом написано достаточно много. Обращусь к той стороне его деятельности, в результате которой ЭПР и казанская школа физиков вышли на мировой уровень. Без международного резонанса электронный парамагнитный резонанс так и остался бы советской диковинкой. А в этом отношении Семёном Александровичем сделано невероятно много.

С 1960 г. он начал выезжать за границу. Его первая научная поездка состоялась уже в хрущёвское время, он был командирован в ГДР, чтобы принять участие в заседаниях Физического общества ГДР, где выступил с докладом «Об исследованиях ПР в Казанском университете». Через три года он побывал с докладом в Чехословакии на Международной конференции по физике и технике низких температур. А ещё через три года был в Югославии на XIV АМПЕР-Конгрессе, где выступил с докладом «Спин-фононные взаимодействия в парамагнитных ионных кристаллах».

Во время Всесоюзной юбилейной конференции по ЭПР (Казань, 1969 г.) С.А. Альтшулер был председателем Оргкомитета, и по его приглашению съехались учёные не только СССР, но и иностранные физики. В 1970 г. он выступил на XVI АМПЕР-Конгрессе в Румынии и был приглашён на следующий, XVII АМПЕР-Конгресс в Финляндию уже не только как участник, но и как член Оргкомитета. В период с 1973 по 1981 гг. он побывал в научных командировках в Польше, ГДР, ФРГ, в союзных республиках Латвия и Эстония. Благодаря активной деятельности Семёна Александровича рос престиж казанских физиков как у нас в стране, так и за рубежом.

С.А. Альтшулер и Б.М. Козырев в течение тридцати лет проводили в своих книгах мысль, что магнитная радиоспектроскопия зародилась в Казани и имела своим истоком работы доцента Казанского университета Е.К. Завойского. Уже в предисловии к переводному изданию книги К.Я. Гортера они писали о методе Завойского, а само явление несколько позже Б.М. Козырев назвал «эффектом Завойского». После того как в 1952 г. Пёрселл и Блох были удостоены нобелевской премии, в статьях казанских коллег появилась фраза, которая в деликатной форме явилась ответом на это событие: «Естественным продолжением изучения парамагнитного резонанса, обусловленного магнитными моментами электронов, явилось открытие аналогичного эффекта на атомных ядрах, сделанное Пёрселлом и Блохом с сотрудниками» [5].

На Всесоюзной конференции, посвящённой 25-летию ЭПР (1969 г.) и проходившей в Казани, вопросу о предыстории открытия ЭПР были посвящены два доклада: доклад нобелевского лауреата (1966) А. Кастлера (Франция) и совместный доклад С.А. Альтшулера с Б.М. Козыревым. По-видимому, А. Кастлер и до приезда в Казань интересовался этим вопросом. Завершая своё выступление, он сказал: «Когда вчерашним вечером мы подлетали к казанскому аэропорту, чтобы присутствовать на этой конференции, наш самолёт пролетал над Волгой. Увидеть эту реку было для нас волнующим событием. Волга начинается с небольшого источника, растёт всё больше и больше и, наконец, превращается в громадный поток, многоводный, как море. Так и парамагнитный резонанс. Он начался с небольшого

эксперимента, выполненного здесь, в Казанском университете 25 лет назад. За прошедшие годы он превратился в огромную область исследований и привёл к тысячам экспериментов и публикаций. Теперь самое подходящее время оглянуться назад и обозреть совершённое» [6].

НА ДРУГОМ КОНТИНЕНТЕ

В 1940-е годы на другом континенте, непосредственно не затронутом действиями Второй мировой войны, шло бурное развитие физики, самым ярким свидетельством чего стали преступные взрывы атомных бомб над японскими городами Хиросимой и Нагасаки в августе 1945 года.

После окончания войны в США оживилась деятельность АФО. Если на 1944 год в нём состоял 4 461 человек, то через два года — 5 714, а ещё через три — 8 888. Общество объединяло как отечественных, так и иностранных учёных. Большую часть его составляли физики США. Например, от штата Калифорния — 590 человек, а от штата Массачусеттс — 495. Помимо американцев значительную часть АФО на 1948 г. составляли физики Англии (142 человека) и Японии (113 человек). Голландию представляли всего 24 физика (К.Я. Гортен в АФО не был отмечен). От СССР в АФО входили академики А.Ф. Иоффе и П.Л. Капица, а также член-корреспондент Я.И. Френкель (правда, последний числился неизвестно где находившимся с момента начала войны) [7].

В США издавалось множество физических журналов: «Physical Review», «Review of Scientific Instruments», «American Journal of Physics», «Journal of Applied Physics» и другие, где печатались статьи учёных из многих стран мира. Пятьдесят девять стран являлись их подписчиками [8]. В СССР из США приходили 1419 экземпляров журналов, что ставило СССР на первое место среди подписчиков (второе занимала Англия — 1270 экземпляров).

В советском научном да и в политическом мирах отлично понимали значение научной информации. Журналы являлись её легальным источником и не требовали для её добывания никаких особенных усилий, кроме денег на подписку [9].

Журналы «The Review of Scientific Instruments» и «Science Abstracts» знакомили учёных с новым публикациями по физике и другим естественным наукам, в то время как в послевоенной Германии, разделённой на зоны, директор Института Макса Планка М. фон Лауэ сокрушался: «Мы почти целиком изолированы от иностранных публикаций» [10].

Американцы-члены АФО были сотрудниками многочисленных университетов, институтов, колледжей, исследовательских лабораторий и компаний. Заплатив определённый взнос, они получали журналы «Physical Review» и «Physical Abstracts».

АФО имело чёткий график работы. На заседания, проводившиеся не менее четырёх раз в год в разных городах страны, съезжались сотни специалистов. Для них заранее бронировались гостиничные номера. Программы заседаний и рефераты докладов аккуратно печатались в «Bulletin of the American Physical Society». В общем, АФО, имевшее своей целью «прогресс и распространение физических знаний», работало очень эффективно.

О такой организации науки и службы научной информации советские учёные могли только мечтать. Как свидетель могу сказать, что иностранные журналы, в получении

которых был особенно заинтересован мой отец, приходили ему по подписке (уже в Москве) с большим опозданием. Через Ленинскую библиотеку (ныне РГБ) получить свежие журналы было невозможно, там задержки были ещё больше. С какого-то года советским ученым была разрешена подписка на иностранные научные журналы. Учёные подавали заявления на их выписку в Книжный отдел АН СССР, а специальная комиссия Президиума АН их утверждала. Так, на подписку журнала «Nucleonics» отцом были заплачены 175 рублей (1951 г.), а в 1958 г. ему было сообщено, что «по независящим от Отдела обстоятельствам» журнал «Physical Review» непосредственно из-за границы в 1959 г. выписан быть не может» [11], т.е. «Physical Review» начал приходить в копиях. Что греха таить? Сама видела вымаранные чёрной краской статьи в некоторых журналах (не Phys. Rev.), которые находились в спецфонде и выдавались не всем.

Работы по магнитному резонансу в разное время поддерживали U.S. Atomic Energy Commission, Air Force Office of Scientific Research, Office of Ordnance Research. В СССР у тех, кто занимался магнитным резонансом, такой мощной финансовой подпитки не было.

Э.М. ПЁРСЕЛЛ И ЕГО СОТРУДНИКИ

Первая статья по ядерному магнитному резонансу Э.М. Пёрселла (в соавторстве с Г.К. Торри и Р.В. Паундом) «Resonance Absorption by Nuclear Magnetic Moments in a Solid» была закончена, согласно его воспоминаниям, 15 декабря 1945 г. и поступила в редакцию журнала «Physical Review» 24 декабря того же года. Опубликована она была в январском номере следующего, 1946 года в разделе писем [12].



Иллюстрация 11: Э.М. Пёрселл (Из: *Science*. 1953. Vol. 3068. P. 431)

Эдвард Миллс (Майлс) Пёрселл (1912 — 1997) родился в г. Тейлорвилле (штат Иллинойс, США). Образование получил в университете Пердью (г. Лафайет, штат Индиана). Занимался у профессора К. Ларк-Горовица. В 1933 г. он был направлен в Высшую Техническую школу в Карлсруэ (Германия), где учился у ординарного профессора теоретической физики Вальтера Вейцеля. В следующем году он вернулся в Штаты, чтобы продолжить учёбу в Гарварде, где в 1938 г. получил степень доктора. Затем он работал там же в качестве преподавателя физики. К концу 1940 г. у Пёрселла появились в печати семь статей: «Electron Diffraction from Vacuum-Sublimated Layers» (совместно с К. Ларк-Горовицем и Х.Ж. Йерианом) [13]; «New Method of Making Thin Films» (совместно с Й.Д. Хоувом) [14]; «Method of Making Extremely Thin Films» (совместно с Й.Д. Хоувом) [15]; «Model for One-Dimensional Schrödinger Equation» [16]; «Entropy and Magnetic Susceptibility of

Paramagnetic Salts Below 1 K» (совместно с М.Х. Хэббом) [17]; «Magnetic Cooling Experiments» (совместно с М.Х. Хэббом) [18]; «Focusing of Charged Particles by Spherical Condenser» [19].

Во время Второй мировой войны Пёрселл был принят в Радиационную лабораторию Массачусеттского технологического института, где он возглавил группу по фундаментальным разработкам, сменив Н. Рэмзи. Лаборатория была образована в ноябре 1940 г. для того, чтобы снабжать вооружённые силы США микроволновыми радарными. Она работала под надзором Национального исследовательского комитета обороны. Подобные лаборатории функционировали в то время в Великобритании, Канаде и Австралии, а, кроме того, имелись коммерческие лаборатории как в США, так и в других странах. В это время 75 % всех физиков США перешли в область военных работ.

Радиационную лабораторию МТИ возглавлял Л.А. ДюБридж, заместителем его был И.А. Раби. В связи с ростом объёма работ штат лаборатории быстро вырос (с 40 человек в начале 1941 г. до 400 к середине 1945 г.). К концу войны в США радарное оборудование производилось более, чем на 100 млн. долларов в месяц [20].

Что касается деятельности Пёрселла в Радиационной лаборатории, то известно, что летом 1942 г. он ездил в Англию (совместно с И.А. Раби, М. Каннером и др.), где около месяца провёл в Мальвернском научно-исследовательском институте дальней связи.

В 1944 г. Э.М. Пёрселл и Ф. Блох состояли советниками в Управлении научных исследований и усовершенствований.

Спустя несколько дней после взрывов атомных бомб над Японией Радиационная лаборатория была распущена. Однако ряд её сотрудников был оставлен примерно на полгода для того, чтобы подготовить к изданию её труды — двадцать восемь томов, выходявших в 1947—1951 гг.

Подводя итоги работы Лаборатории, директор ДюБридж писал:

«Огромные усилия в области исследований и разработок, которые были затрачены на развитие радаров и связанной с ними техники во время Второй мировой войны, имели выход не только в сотнях радарных приборов для военного (а некоторые и для, возможно, мирного) использования, но также в огромном объёме информации и новой техники в электронике и в высокочастотных полях. Так как этот основной материал может иметь большое значение для науки и техники, то было важно опубликовать его, как только это позволили сделать соображения безопасности» [21].



Иллюстрация 12: Г.К. Торри

Среди участников этого издания были Э.М. Пёрселл [22], Г.К. Торри и Р.В. Паунд, будущие авторы первой американской публикации по ядерному резонансу.

После того как была закончена работа по написанию трудов Радиационной лаборатории, Э.М. Пёрселл вернулся в Гарвардский университет, где с вышеназванными сотрудниками приступил к новой научно-исследовательской работе, увенчавшейся присуждением ему совместно с Ф. Блохом нобелевской премии (1952 г.).

Корреспондент «Boston Herald» шутливо писал по поводу пресс-конференции, которую дал Э.М. Пёрселл после присуждения ему нобелевской премии, что его открытие «не преобразит промышленность и не поможет домохозяйке, однако даст физикам точный инструмент для очень точного измерения магнитных свойств ядра — сердец атомов... Во всяком случае, это довольно важная вещь в области науки и показывает, что может сделать человек в свободное время» [23].

Вторым участником работы по ЯМР в группе Пёрселла был тридцатипятилетний Генри Катлер Торри. Окончив университет, Торри преподавал в Пенсильванском университете. В

1935 г. в журнале «Physical Review» появилась одна из его статей, посвящённая вязкости дейтерия [24]. Работая у И.А. Раби, Торри вместе с ним опубликовал статью «Sign of the Nuclear Magnetic Moment of K^{39} » [25]. Во время войны Торри также работал в Радиационной лаборатории, где занимался кристаллическими детекторами. Так же, как и Пёрселл, он принимал участие в написании трудов лаборатории [26]. Вот что вспоминал Торри полвека спустя: «Когда в декабре 1945 г. пришло время подписывать статью-письмо в редакцию журнала «Physical Review», где заявлялось о нашем первом наблюдении ЯМР в твёрдом теле, Роберт Паунд и я настояли на том, чтобы Эдвард Пёрселл был первым среди авторов, в признание его лидерства и главной роли в нашей работе; вопрос о двух других именах был решён броском монеты» [27].

По свидетельству Н. Блумбергена, Торри «внёс значительный вклад в теорию и осуществление первого эксперимента по ЯМР» [28].

Третьим и самым молодым участником работы по магнитной абсорбции в группе Э.М. Пёрселла был Роберт Вивиан Паунд. Он родился в Канаде в Риджевее, образование получил в университете Буффало, после чего служил в компании «Сабмэрин сигнал» в Бостоне. Так же, как Пёрселл и Торри, во время войны он принимал участие в оборонных работах Радиационной лаборатории, где был начальником лаборатории микроволновых микшеров и конвертеров, а позднее работал над изданием её трудов. С осени 1945 г. Паунд начал работать в Гарварском университете, в группе Пёрселла. По словам А. Абрагама, это был «настоящий волшебник электроники» [29].

Спустя короткое время после того, как Э.М. Пёрселл, Г.К. Торри и Р.В. Паунд опубликовали свою первую статью в журнале «Physical Review» [30], в Гарвард из Нидерландов прибыл Николаас Блумберген, будущий нобелевский лауреат, а тогда молодой человек, жаждавший заниматься наукой. Впоследствии, будучи уже в отставке, он вспоминал тот период времени [31]. Блумберген стал участником ранних работ по ядерному магнитному резонансу в США.

Среди прочих на нобелевскую премию Пёрселла и Блоха номинировал Кай Сигбан [32].

Förslag: Prof. E.M. Purcell^{x)}, Harvard, och
Prof. F. Bloch^{xx)}, Stanford, Cal.

Förslagsställare: Prof. Kai Siegbahn, Stockholm
Prof. J.H. Van Vleck, Harvard
Prof. D. Williams, Columbus, Ohio

x) Se även sid. 51.

xx) Se även sid. 8.

Inkom den 25. 1. 1952.

KUNGL. TEKNISKA

HÖGSKOLAN

= = =

Till Nobelkommittén för Fysik.

Undertecknad får härmed föreslå att Nobelpriset i fysik för 1952 delas lika mellan E.M. Purcell och F. Bloch för deras metoder att uppmäta atomkärnornas magnetiska moment. Purcell och Bloch har utarbetat sina respektive metoder helt oberoende av varandra och deras första meddelanden sändes in till Physical Review praktiskt taget samtidigt (Purcell, Torrey och Pound, Phys. Rev. 69, 37, 1946 samt Bloch, Hansen och Packard, Phys. Rev. 69, 127, 1946). I båda fallen upptar deras första meddelanden tre författarnamn. Det råder emellertid inte något tvivel om att Purcell, respektive Bloch äro de klart ledande forskarna inom sina respektive grupper, ett förhållande som jag haft upprepade tillfällen att själv säkert konstatera. - Skillnaden mellan Purcell's och Bloch's metoder framgår av de namn som de själva givit dessa, nämligen "nuclear magnetic resonance absorption" samt "nuclear induction". I förstnämnda fallet registreras den plöteliga ökning i absorp-

ИЗ ИНТЕРВЬЮ Э.М. ПЁРСЕЛЛА

23 ноября 1976 г. Э.М. Пёрселл дал интервью доктору К. Сопке. Вот что он поведал об эксперименте, в результате которого был обнаружен ядерный магнитный резонанс: «Где-то в августе 1945 г. у меня действительно возникла идея эксперимента, и я заручился помощью Генри Торри и Боба Паунда. Я говорю Боб, потому что я его хорошо знал, он тогда очень молодым, но из всех сотрудников Радиационной Лаборатории он был самым компетентным в вопросах соотношений сигнал-шум приёмников. Генри также был связан с этим. Он был выпускником Колумбийского университета, где занимался молекулярным пучком, и знал, что к чему, да к тому же был очень компетентным теоретиком. Так что мы стали хорошей командой в том смысле, что по отдельности мы не смогли бы ничего сделать, а тут каждый был незаменим. Мы не знали, что за идея была у Блоха и над чем он работал тогда в Стэнфорде. Абсолютно ничего не знали. Хотя полагаю, что Феликс думал над ней уже перед тем, как из Кэмбриджа вернуться в Стэнфорд. Но в любом случае я его тогда не знал. Знал, что он есть и видел его. Итак, единственная вещь, задержавшая нас в работе над экспериментом, и это случилось, я думаю, как раз после того, как мы попробовали осуществить идею и сразу же потерпели поражение; тогда мы узнали, что двумя или тремя годами раньше у Гортера в Лейдене была в сущности та же идея, и у него ничего не вышло. Мы узнали об этом, так как у нас была фотокопия или что-то вроде этого, той статьи, которая не дошла до нас во время войны, но я до неё как-то добрался, нашёл её здесь и прочитал. Вроде бы, это была не фотокопия, а микрофильм. И кто-то, не припомню, кто именно сказал нам о статье или слышал от кого-то, мы просмотрели статью. Ну, во всяком случае, мы решили, что мы уже знаем, почему это не получалось, мы это уже предусмотрели и готовились к соединению со временем релаксации. Мы думали, что Гортер насыщал парамагнетик перед резонансом, мы решили продолжить и попробовать вновь, работали над этим и, наконец, мы получили резонанс — всё это было до того, как мы узнали, что происходит в Стэнфорде. И тогда мы услышали об этом, и они, наконец, получили резонанс примерно через месяц или позднее, используя технику crossed-coils. Наше первое знакомство с группой из Стэнфорда было с Биллом Хэнсеном, очень интересным человеком, сотрудником Блоха. Он был нам хорошо известен как один из изобретателей клистрона. Он успевал бывать и в Радиационной лаборатории, и мы знали, что он прекрасный эксперт и очень весёлый парень, но Билл Хэнсен уехал на восток, это было, я думаю, в марте 46, и тогда мы начали наши общие эксперименты...»

Ф. БЛОХ И ЕГО СОТРУДНИКИ

Через месяц после публикации статьи группы Э.М. Пёрселла в том же «Physical Review» появилась статья группы Ф. Блоха [33].

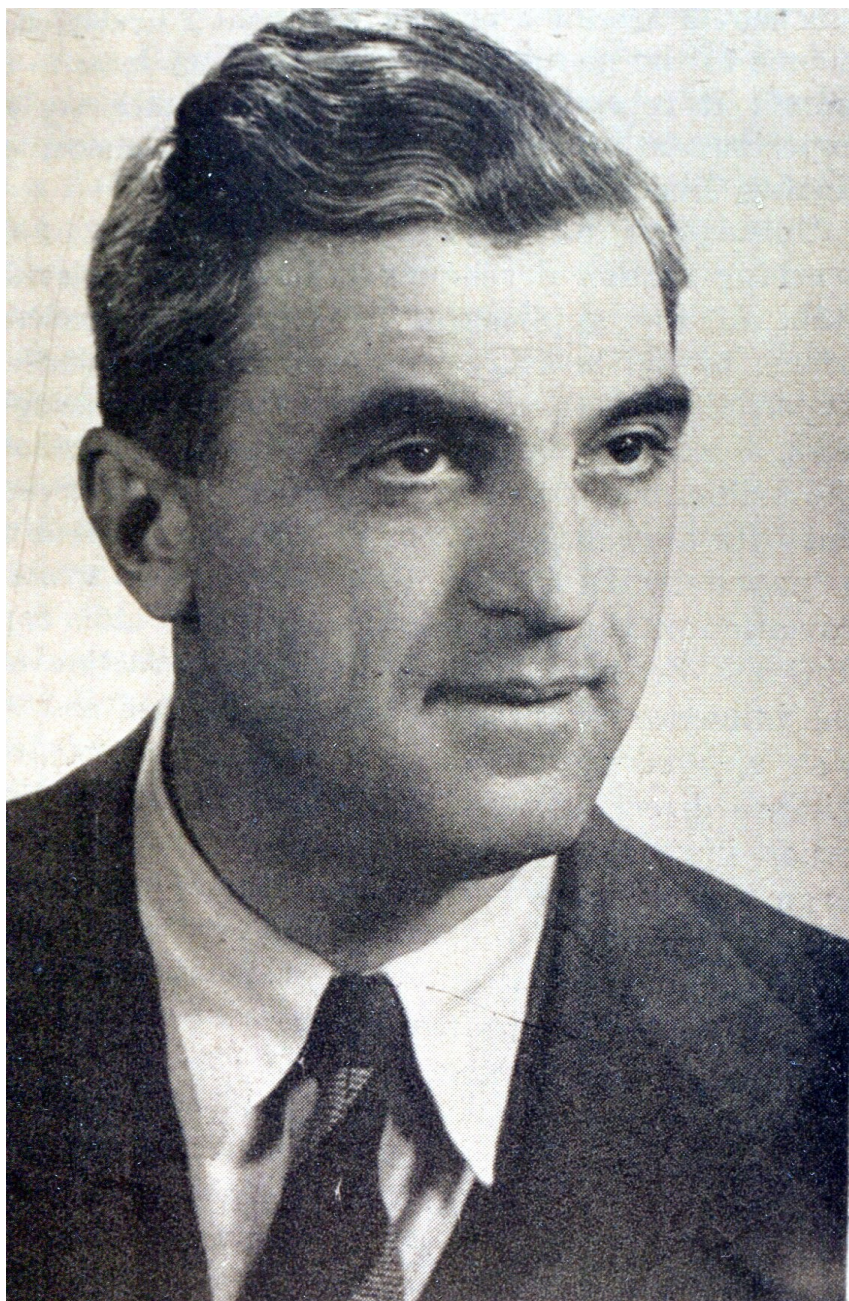


Иллюстрация 14: Ф. Блох (Из: *Science*. 1953. Vol. 118. No. 3068. P. 425)

Феликс Блох[34] (1905 — 1983) родился в Цюрихе. Образование получил в Федеральном технологическом институте родного города, где прослушал курсы П. Дебая, Г. Вайля, Э. Шрёдингера. Степень доктора получил в Лейпциге, работая в Институте теоретической физики у В. Гейзенберга над темой «О квантовой механике электронов в кристаллических решётках» [35].

В летнее время в 1928 — 1931 гг. на так называемые «Лейпцигские доклады» собирались многие физики. Последняя их встреча произошла в феврале 1933 г. Темами докладов были: квантовая теория и химия (с участием Ф. Лондона и П. Дирака); дипольный момент и химическая структура, электронная интерференция (с участием Н.Ф. Мотта, Ф. Блоха и Р.Э. Пайерлса); строение молекул и магнетизм (с участием П.Л. Капицы, Х.А. Крамерса и

В.Й. Гааза). Руководили этими мероприятиями П. Дебай и В. Гейзенберг [36].

Защитив диссертацию, Ф. Блох вернулся в Цюрих и в течение года занимался вопросами сверхпроводимости у В. Паули. В те дни у него одновременно, кроме Блоха, работали Р. Пайерлс, Дж.Р. Оппенгеймер, И. Раби, Л. Розенфельд и Л. Ландау [37].

Начиная с 1928 г., Блох регулярно печатался в разных журналах, чаще один, реже с соавторами. До переезда в США он опубликовал статьи в немецких журналах: «Zft. f. Phys.» (1928 — 1932), «Annalen der Physik» (1932), во французском «Journal de Physique et le Radium» (1933), в советском «Physikalische Zeitschrift der Sowjetunion» (1934), в швейцарском «Helvetica Physica Acta» (1934), а начиная с 1934 г., преимущественно в «Physical Review» и время от времени в научно-популярных журналах («Science», «Physics Today», «American Scientist»).

В 1929 г. Блох опубликовал статью «Замечания к электронной теории ферромагнетизма и электропроводности» [38], в которой сослался на работы советских физиков Я.Г. Дорфмана, Р.И. Януса и И. Кикоина, появившиеся в том же журнале, но в более раннем номере. Установить точнее, когда состоялось личное знакомство Блоха с Я.Г. Дорфманом (который почти через три десятка лет претендовал на соавторство в открытии ЭПР) не удалось. Скорее всего, Дорфман и Блох познакомились во время визита Блоха в СССР по приглашению Л.Д. Ландау (1931 г.), когда Блох побывал в Харькове, Москве и Ленинграде [39]. В марте 1931 г. в Украинском физико-техническом институте (Харьков) проходила Всесоюзная конференция по магнетизму, организованная Д.Д. Иваненко. С Ландау Блох был знаком со времени пребывания в полуторагодовой заграничной командировке от Наркомпроса (1929 — 1931 гг.). Известно, что Л.В. Розенкевич перевёл на русский язык брошюру Ф. Блоха «Молекулярная теория магнетизма» [40], а через два года в другом издательстве эта работа Блоха вышла в переводе Б.И. Давыдова [41].

В 1929 г. Блох провёл несколько месяцев в Голландии у профессора А.Д. Фоккера в Гарлеме, а в конце года как Лоренцевский стипендиат поехал в Утрехт к профессору Х.А. Крамерсу, в лаборатории которого написал две статьи [42]. В следующем, 1930 г. Блох возвратился в Лейпциг к Гейзенбергу и защитил вторую диссертацию, как того требовали немецкие академические правила [43]. Год спустя в качестве эрстедовского стипендиата он полгода (зима 1931 — 1932 гг.) работал в Копенгагене у Н. Бора [44], а затем получил Рокфеллеровскую стипендию и смог побывать в Риме у Э. Ферми. После визита к Н. Бору на своём пути в Рим Блох получил письмо от профессора физического отделения Стэнфордского университета (США) Д.Л. Вэбстера с приглашением работать.

Из письма академика А.Ф. Иоффе от 30 апреля 1933 г. следует, что Абрам Фёдорович хотел заполучить Ф. Блоха в Физико-технический институт. В связи с приходом к власти в Германии Гитлера, когда уже стала явной направленность его политики, Иоффе писал П. Эренфесту, что в СССР «нет еврейского вопроса» [45]. Видимо, переговоры с Блохом Иоффе поручил Дорфману, зная, что они знакомы.

В России сохранились три письма Ф. Блоха к Я.Г.Дорфману (1933 — 1935 гг.). До 1986 г. они находились в Рукописном отделе РНБ[46], а затем были переданы в музей Политехнического института (ныне Политехнический университет). Скорее всего, передача писем в музей произошла по ходатайству сына Я.И. Френкеля, историка науки В.Я. Френкеля.

Из писем Ф. Блоха следует, что будущий нобелевский лауреат рассматривал как вариант предложение Я.Г. Дорфмана работать в создававшемся тогда Уральском институте, куда последний должен был быть переведён [47]. В письме от 13 мая 1933 г. Блох перечислил семь вопросов, на которые он просил ответить, среди них: «Каковы материальные условия, а именно, жилищные условия, снабжение, оплата и т.д. Какую часть моего содержания я мог бы получать в «валюте»? Последний вопрос для меня важен, так как в виду контакта с зарубежной физикой для меня было бы абсолютно необходимо пребывание время от времени за рубежом» [48].

Год спустя в советском журнале, издававшемся на немецком языке, была напечатана статья Блоха «Физическое значение некоторых времён в квантовой электродинамике» [49].

Всё же, опасаясь расистских репрессий, Блох решил покинуть Европу. Вначале он уехал в Швейцарию, а оттуда в Париж, где некоторое время жил у П. Ланжевена. Во Франции были опубликованы две его статьи [50]. А в 1934 г. Блох уехал в США и приступил к работе в Стэнфордском университете. С тех пор он печатался в «Physical Review», и в том же году им были опубликованы следующие работы: «Radiative Auger Effect» (совместно с П.А. Россом), «Double Electron Transitions in X-Ray Spectra» и «Mechanism of Unimolecular Electron Capture» (совместно с Н.Э. Брэдбери). В 1936 г. Блох опубликовал работы «On the Magnetic Scattering of Neutrons» и «On the Probability of γ -Rays Emission» (совместно с Г. Гамовым) и «On the Continuous γ -Radiation Accompanying the β —Decay».

В 1937 г. Блох продолжил прежнюю работу по магнитному рассеянию нейтронов. Совместно с А. Нордсиком им была написана статья «A Note on the Radiation Field of the Electron». Тогда же он опубликовал ещё две статьи: «A Deuteron Source for Nuclear Research» (совместно с Н.Э.Брэдбери) и «The Scattering and Absorption Cross Section of Neutron in Cobalt» (совместно с Н.Э. Брэдбери и Х. Тейтелем).

Большое внимание Блох уделял чтению курсов. Известно, что им были прочитаны следующие курсы лекций: «Современная теория ядерной физики», «Теория столкновений», «Квантовая теория металлического состояния», «Современная физика», а также курс по ядерным пучкам.

В предвоенные годы Блоха интересовали следующие проблемы: магнитный момент нейтрона, рассеяние медленных нейтронов в ферромагнетиках, а также резонансное рассеяние протонов и нейтронов водорода.

В годы Второй мировой войны Блох был занят в Манхэттенском проекте (1943 — 1944 гг. [51]) Он занимался изучением свойств изотопов урана [52]. Но, как следует из его интервью (1968 г.), работать в Лос Аламосе ему не понравилось: он «не мог жить в такой атмосфере. Письма вскрывались, человек находился под постоянным надзором» [53]. Затем он пришёл в Кембридж (штат Массачусеттс), чтобы работать в Исследовательской радиолaborатории (RRL).

Эта радиолaborатория была учреждена Управлением научных исследований и усовершенствований (OSRD) для разработки методов борьбы с вражескими радарам. Она работала под эгидой Гарвардского университета, а подчинялась отделу № 15 Национального исследовательского комитета по оборонным мероприятиям. Директором лабораторией был Ф.Э Терман. Лаборатория занималась главным образом применением техники незатухающих

волн к высоким радиочастотам, которые требовались для радаров. Она сотрудничала со многими учреждениями США и Великобритании.

После окончания войны в издательстве McGraw-Hill Book Company Inc. вышли два тома её трудов. В отличие от 28-томного издания Радиационной лаборатории, где был отмечен поимённый вклад её основных сотрудников, в этом издании упоминание имён практически было сведено к нулю. И поэтому вклад Ф. Блоха выделить в нём невозможно. Однако в 1946 г. в одном из журналов появилась его статья в соавторстве с М. Хэмермэшем и М. Филлипс «Radar Reflections from Long Conductors» [54].

О времени, непосредственно предшествовавшем открытию «ядерной индукции», сохранились воспоминания профессора Цюрихского университета Г. Штауба:

«В сентябре 1945 г. я приехал на несколько дней в Стэнфорд. Феликс вернулся туда уже некоторое время назад и с большим энтузиазмом приступил к мирной работе. Я очень хорошо помню, как в солнечный день в его саду он сказал мне, что полагает, что он нашёл действительно бесспорный метод для сравнения магнитных моментов нейтрона и протона. В присущей ему обычной и простой манере, используя только классические идеи и модели, он объяснил свой эксперимент, и я впервые услышал о ядерной индукции. Он убеждал меня сразу же вернуться в Стэнфорд, чтобы участвовать в этой работе, но как бы я ни жалел (я и теперь жалею об этом), я должен был задержаться в Лос Аламосе до февраля 1946 года. Когда же я, наконец, вернулся, Феликс, Билл Хэнсен и Мартин Паккард только что успешно завершили первые эксперименты по ядерной индукции, использовав тот же старый трёхдюймовый магнит для лекционных демонстраций, который мы применяли для экспериментов по поляризации нейтронов» [55].

Но это был уже сентябрь 1945 года. Статья же группы Ф. Блоха была опубликована в феврале 1946 г. Иными словами, публикация Блоха и его сотрудников не была первой, она отставала, прежде всего, от статей Е.К. Завойского, а также от статьи группы Э.М. Пёрселла, опередившего Блоха на месяц.

О том же времени позднее вспоминал физик Виллис Лэмб:

«В военные 1943 — 1945 годы я работал в Колумбийском университете над микроволновыми магнетронными генераторами. В 1945 г. у меня была возможность навестить Блоха в Стэнфорде, и он изложил мне свою просьбу, которую я нашел несколько загадочной, но рад был помочь. Ему был нужен постоянный магнит, какой обычно используется для получения магнитных полей магнетронов. Я сказал, что наши магнетроны небольшие, а так как поле должно быть высоким, то нам приходится снабжать наш подковообразный магнит полюсными железными наконечниками с высокой проницаемостью. Они увеличивали магнитное поле, но значительно снижали его пространственную область. Феликс говорил о большой области сильного поля, так что мы договорились, что я пришлю ему подковообразный магнит без полюсных наконечников, намагниченный настолько, насколько позволяло наше оборудование. По возвращении в Нью Йорк я поспешил получить запасной магнит и намагнитил его так, как только мог. Затем отослал его Блоху по почте.

Даже после замечательного открытия ядерной индукции в 1946 г., —продолжал

Лэмб, — я не понимал, зачем ему понадобился магнит. Несколько лет спустя Блох объяснил мне причину. По представлениям 1945 г., время, необходимое для достижения термодинамического равновесия системы ядерных магнитных моментов в твёрдом теле предполагалось довольно большим. В самом деле, летом 1941 г. Блох и я прослушали лекцию Ван Флека по теории, которая, казалось, ясно указывала на очень большие времена релаксации. В 1945 г. Феликс обдумывал предстоящую попытку обнаружить ядерный магнетизм. Для этого ему нужны были спины, частично ориентированные вдоль магнитного поля. Думая, что это может занять долгое время, он хотел иметь образец, содержащий протоны, «пропитанные» в магнитном поле на время, значительно более продолжительное, чем требуемое для наступления равновесия, так, чтобы там мог быть наблюден чистый ядерный магнетизм. Пока шла работа, Блох понял, что добавка в жидкий образец парамагнитных примесей даст лучший результат. Так что образец с протонным многомесячным «пропитыванием» в моем магните никогда не использовался» [56].

Среди коллег Ф. Блоха и соавторов его первой статьи по ядерной индукции был необычайно энергичный и талантливый Вильям Вэбстер Хэнсен (1909 — 1949) [57]. Он родился в США в городе Фресно (штат Калифорния). Образование получил в Стэнфордском университете, где затем и работал у профессора Д.Л. Вэбстера, который в ту пору занимался рентгеновскими лучами. В 1928 г. в Трудах Национальной Академии наук США была напечатана статья с участием девятнадцатилетнего физика. Известно, что Хэнсен осуществлял математическую часть этой ранней работы [58].



Иллюстрация 15: В.В. Хэнсен
(<https://history.aip.org/phn/11512029.html>)

С 1 января 1933 г. Хэнсен стал стипендиатом Массачусеттского технологического института. Известны работы Хэнсена по лабораторной технике [59]. Спустя полтора года он вернулся в Стэнфорд и работал в должности старшего преподавателя.

В 1941 г. Хэнсен защитил диссертацию и получил звание профессора. Во время Второй мировой войны он занимался радарной и микроволновой техникой, будучи сотрудником известной фирмы «Сперри джайроскоп». Когда была образована Радиационная лаборатория в Кэмбридже, Хэнсен читал лекции её сотрудникам. После окончания войны Хэнсен занимался подготовкой к изданию трудов лаборатории. В 1945 г. он вернулся в Стэнфорд в качестве полного профессора и вёл работу по созданию серии больших линейных ускорителей. За свою недолгую жизнь Хэнсен запатентовал множество изобретений: только за 1944-1949 гг. он сделался владельцем пятидесяти патентов [60]. С ним сотрудничали братья Р.Х. и С.Ф. Вэриэн, создатели знаменитой американской приборостроительной фирмы. После смерти Хэнсена с его именем появились ещё тридцать четыре патента, один из которых был в соавторстве с Ф. Блохом.

В связи с историей магнитного резонанса особый интерес представила бы записная книжка В.В. Хэнсена, хранящаяся в бумагах Ф. Блоха [61]. Но для меня она, увы, недоступна.



Иллюстрация 16: М.Э. Паккард (https://www.24-7pressrelease.com/assets/attachments/046/press_release_distribution_0466183_144541.jpg)

Третьим участником работы по ядерной индукции в группе Блоха и самым молодым был Мартин Эверетт Паккард. В 1942 г. он окончил университет штата Орегон и в 1942 — 1945 гг. работал в исследовательской инженерной лаборатории фирмы «Вестингхауз», а затем в Стэнфордском университете. В 1946 г., когда была опубликована работа по ядерной индукции, ему было 25 лет.

Примечания к ч.3

[1] Козырев Б.М. Парамагнитная релаксация в кристаллах некоторых солей. Казань, 1944. 148 с.

- [2] Discussion of the Faraday Society. Microwave and Radio-Frequency Spectroscopy. 1955. Vol. 19. P. 187.
- [3] Альтшулер С.А., Козырев Б.М. Электронный парамагнитный резонанс, М.: Гос. физ.-мат. лит., 1961.
- [4] Paramagnetische Elektronenresonanz. Leipzig. Teubner Verlag, 1963.
- Electron Paramagnetic Resonance. N.Y.-Lnd. Academic Press, 1964.
- Elektrowy rezonans paramagnetyczny. Pan'stwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa, 1965.
- [5] Altshuler S.A., Kozirev B.M. Some Problems of Paramagnetic Resonance // Suppl. al VIII, ser. X del Nuovo Cimento. 1956, no. 4. P. 614.
- [6] Кастлер А. К вопросу о предыстории открытия электронного парамагнитного резонанса // Парамагнитный резонанс (1944-1969). М., Наука, 1971. С. 14.
- [7] Bull. Amer. Phys. Soc. 1948. Vol. 23, no. 6. P.122.
- Bull. Amer. Phys. Soc. 1955. Vol. 30, no. 6. P. 15.
- [8] Rev. Sci. Instr. 1946. Vol. 17, no. 12. P. 530.
- [9] От отца знаю, что в «Курчатовском институте» ему было предложено подменить результаты своей работы, от чего он отказался и ответил тому, кто ему сделал это предложение той же монетой: это подорвет престиж советской науки.
- [10] Laue M. von. A Report on the State of Physics in Germany // Amer. J. Phys. 1949. Vol. 17, no. 3. P. 137-141.
- [11] Личный архив Е. К. Завойского.
- [12] Phys. Rev. 1946. Vol. 68. no. 1-2 (1 and 15 January). P. 37-38.
- [13] Phys Rev. 1934. Vol. 45. P. 123.
- [14] Rev. Sci. Instr. 1935. Vol. 6. P. 401-403.
- [15] Phys. Rev. 1935. Vol. 47. P. 329.
- [16] Phys. Rev. 1936. Vol. 47. P. 875.
- [17] Phys. Rev. 1936. Vol. 50. P. 384.
- [18] J. Chem. Phys. 1937. no. 5. P. 338-350.
- [19] Phys. Rev. 1938. Vol. 54. P. 818-826.
- [20] Massachusetts Institute of Technology. Radiation Laboratory Series. N.Y.-Toronto-London. McGraw-Hill Book Company Inc. 1947. Vol. 1. P. VII.
- [21] Ibid. P. VII.
- [22] Massachuserrs Institute of Technology. Radiation Laboratory Series. N.Y.-Toronto-London. 1947. Vol. I. P. 18-62 – The Radar Equation; Vol. 8. 1948. P. 73-88 – Complicated Targets (совместно с А.И. Ф. Зигертом); P. 116-126 – Limitations of Pulse Radar; Vol. 11. 1947. P. 473-514 – Mesurements of Standing Waves; Vol. 13. 1951. P. 664-671 – Measurements of Atmosperic

Absorption.

[23] Lec. Three. Introduction to NMR.

[24] Phys. Rev. 1935. Vol. 47. P. 644-645.

[25] Phys. Rev. 1937. Vol. 51. P. 379.

[26] Massachusetts Institute of Technology. Radiation Laboratory Series... Vol. 15. Crystal Rectifier (совместно с К. А. Уитмером).

[27] Phys. Today. 1995. Sept. P. 121.

[28] Bloembergen N. Encounters in Magnetic Resonance. Selected Papers. World Scientific. Singapore-New Jersey-London-Hong Kong. 1996. P. 8. Книга была прислана мне автором в подарок с надписью: «To Natalie Zavoiskaja. In memory of Zavoisky, Academician. Nico Bloembergen. Tucson, 19 Feb. 2003».

[29] Абрагам А. Время вспять, или физик, физик, где ты был. М.: Наука, 1991. С. 173.

[30] Phys. Rev. 1946. Vol. 69, no. 1-2. P. 37-38.

[31] Grant D. M., Harris R. K. Encyclopedia of Nuclear Magnetic Resonance. Chichester-N.Y.-Brisbane-Toronto-Singapore, 1996. Vol. 1. P. 220-224; Encounters in Magnetic Resonance... P. 1-29.

[32] Подсказано А.М. Блохом.

[33] Phys. Rev. 1946. Vol. 69, no. 3-4 (February 1 and 15). P. 127.

[34] Nature. 1952. Vol. 170, no. 4335. P. 911-912.

Nobel Lectures Including Presentation Speeches and Laureates Biographies. Physics. 1942-1962. Amsterdam, 1964. P. 217-218.

McGraw-Hill Modern Men of Science. 1966. P. 45-46.

Felix Bloch and Twentieth Century Physics // Rice University Studies. 1980. Vol. 66, no. 3.

Biographical Encyclopedia of Scientists. N. Y., 1981. Vol. 1. P. 82-83.

Who's who in Switzerland. Geneva, 1982-1983. P. 72.

Webster's American Biographies. 1984. P. 112.

The Who's Who of Nobel Prize Winners. 1986. P. 168.

Nobel Prize Winners. An H. W. Wilson Biographical Dictionary. N. Y., 1987. P. 102-104.

The Encyclopedia Americana. International Edition. 1987. Vol. 4. P. 82.

Фридман С. А. Евреи – лауреаты нобелевской премии. М., 2000. С. 51-53.

[35] Bloch F. Über die Quantenmechanik der Elektronen in Kristallgittern // Zft. f. Phys. 1928 Bd. 52. S. 550-600.

[36] Werner Heisenberg und die Physik unserer Zeit. Braunschweig, 1961. S. 6.

[37] Pauli W. Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg u. a. N. Y.-Heidelberg-Berlin. Springer-Verlag, 1979. S. 497.

- [38] Bloch F. Bemerkungen zur Elektronentheorie des Ferromagnetismus und der elektrischen Leitfähigkeit // Zft. f. Phys. 1929. Bd. 53. S. 545-555; ещё одна статья 1929 г.: Zur Suszeptibilität und Widerstandsänderung der Metalle im Magnetfeld // Zft. f. Phys. 1929. Bd. 53. S. 216-227.
- [39] Oral History Transcript – Dr. Felix Bloch.
1981. <http://www.aip.org/history/ohilist/5004.html>. О знакомстве Я.Г.Дорфмана с Ф. Блохом мой отец знать не мог, так как историей физики он не занимался.
- [40] Блох Ф. Молекулярная теория магнетизма. Пер. с немецкого. НТИ Украины. Харьков-Киев, 1934; То же. М.; ОНТИ, 1934.
- [41] То же. Л.- М. Глав. Ред. обще-техн. лит., 1936.
- [42] Bloch F. Zum elektrischen Widerstandsgesetz bei tiefen Temperaturen // Zft.f. Phys. 1930. Bd. 59. S. 208-214;
Zur Theorie des Ferromagnetismus // Zft f. Phys. 1930. Bd. 61. S. 206-214.
- [43] Bloch F. Zur Theorie des Austauschproblems und der Remanenzerscheinung der Ferromagnetika // Zft. f. Phys. 1932. Bd. 74. S. 295-335.
- [44] Bloch F. Zur Bremsung rasch bewegter Teilchen beim Durchgang durch Materie // Ann. Phys. 1933. Bd. 16, Folge 5. S. 285-320.
- [45] Эренфест-Иоффе. Научная переписка. 1907-1933. Л.: Наука, 1990. С. 302.
- [46] РНБ. Отдел рукописей. Ф. 651.
- [47] Завойская Н.Е. Неопубликованные письма нобелевского лауреата Ф. Блоха // Петряевские чтения. 2010. Материалы Всероссийской научной конференции (Киров, 25-26 февраля 2010 г.). С. 294-299.
- [48] Интересно было бы узнать, имеются ли в огромном архиве Ф. Блоха, хранящемся в Зелёной библиотеке Стэнфордского университета, письма Я.Г. Дорфмана, за какие годы и какого содержания.
- [49] Bloch F. Die physikalische Bedeutung mehrerer Zeiten in der Quantenelektrodynamik // Phys. Zft. der Sowietunion. 1934. Bd. 5. S. 302-315.
- [50] Bloch F. Conservation Theorem of the Metallic State // J. de Physique et le Radium. 1933. Vol. 4. P. 486-491.
Bloch F. Les electrons dans les metaux. Problemes statiques magnetisme. Paris. 1934. 22 p.
- [51] <http://www.stanford.edu/dept/physics/history/faculty-hist.html>
- [52] Nobel Prize Winners. An H. W. Biographical dictionary. N. Y., 1987. P. 103.
The Cambridge Ditionary of American Biography. Cambridge, 1995. P. 71.
Felix Bloch and 20th Century Physics // Rice University Studies. 1980. Vol. 66, no. 3. P. 198.
- [53] Oral History Transcript – Felix Bloch. <http://www.aip.org/history/ohilist/4510.html>. P. 54.
- [54] Bloch F., Hammermesh M., Phillips M. // J. Appl. Physics. 1946. Vol. 17, no. 12. P. 1015-1020.

[55] Felix Bloch and Twentieth Century // Rice University Studies 1980. Vol. 66, no. 3. P. 199. В интервью (1968 г.) Блох упомянул август-сентябрь 1945 г.

[56] Willis Lamb / Fife encounters with Felix Bloch // Rice University Studies. 1980. Vol. 66, n 3. P. 140.

[57] Bloch F. William Webster Hansen // Biographical Memoirs. Nat. Acad. of Sci.. 1952. Vol. 27. P. 121-137.

В 1990 г. исследовательской лаборатории Стэнфордского университета, где работал Хэнсен, было присвоено его имя.

[58] Webster D. L., Clark H., Yeatman R. M., Hansen W. W. Intensities of K-series X-rays from Thin Targets // Proc. Nat. Acad. Sci. 1928. Vol. 14, no. 9. P. 679-686.

[59] Hansen W. W. A Lecture-Demonstration Oscillograph // Rev Sci. Instr. 1932. Vol. 3. P. 305-308.

Hansen W. W. A Type of Electrical Apparatus // J. Appl. Phys. 1938. Vol. 9. P. 654-663.

[60] Например: High-Frequency Electrical Apparatus. Index of Patents Issued from the United States Patent Office. 1944, no. 2,359,811; High-frequency Tube Structure. Index of Patents... 1945, no. 2, 391, 016; Electronic Oscillator-Detector. Index of Patents... 1946, no. 2, 406,370; Secret Communication. Index of Patents... 1947, no. 2, 418, 119.

Ultra High Frequency Circuit and Method. Index of Patents... 1948, no. 2,452, 566; High-Frequency Bridge Circuit. Index of Patents... 1949, no. 2, 484, 028.

[61] Архив Стэнфордского университета. Фонд Ф. Блоха. University Archives Stanford University, Green Library.

Е.К. Завойский не предпринимал никаких шагов, направленных к развенчанию приоритета американцев Пёрселла и Блоха. Да если бы и захотел, то не мог бы этого сделать. Но если бы даже существовала возможность юридического или какого-то другого вида разбирательства, он никогда бы не унизил себя таковым.

Часть IV

(<https://7i.7iskusstv.com/y2019/nomer3/zavojskaja/>)

ДВА МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ, НО ОДНО ЯВЛЕНИЕ

Итак, с помощью метода радиочастотного моста и метода ядерной индукции, как выяснили их авторы Пёрселл и Блох, было открыто одно и то же явление — ядерный магнитный резонанс (ЯМР), и в 1952 г. оба автора были удостоены нобелевской премии по физике «за развитие новых методов для точных ядерных магнитных измерений и связанные с этим открытия» [1].

«В обоих случаях, — писал журнал «Nucleonics», — работа основана на том, что заряженное ядро атома имеет определённый, присущий ему спин, и оно ведёт себя как маленький электромагнит с магнитным моментом, который совпадает с направлением его спина. Если это вращающееся ядро расположить в магнитном поле, то его магнитный момент будет прецессировать вокруг направления поля, как гироскоп прецессирует вокруг направления гравитационного поля земли.

Исследуемый материал располагают в регулируемом радиочастотном поле, которое перпендикулярно магнитному полю, вокруг которого прецессируют магнитные моменты ядер. Радиочастотное поле изменяется до тех пор, пока его частота не совпадает с частотой прецессии...

В резонансном методе Пёрселла совпадение радиочастоты и частоты прецессии заставляет некоторые ядра развернуть направление их спинов. Когда же это происходит, то поглощается энергия источника радиочастоты. Регистрация внезапного поглощения энергии указывает ту самую радиочастоту для рассматриваемого ядра, и таким образом определяют частоту прецессии.

В методе ядерной индукции Блоха принимающая катушка расположена перпендикулярно к магнитному и радиочастотному полю. В этой катушке индуцируется напряжение, когда спин и, следовательно, магнитный момент, неожиданно изменяет направление. Это то самое напряжение, которое регистрируется точнее, чем резонансное поглощение энергии, регистрируемое методом Пёрселла» [2].

По словам Блоха, с Пёрселлом он знаком не был, и на весеннем собрании АФО в Кэмбридже 1946 г. они встретились впервые. В интервью (1968 г.) [3] Блох рассказал, что об экспериментах Пёрселла в Гарварде он узнал от Отто Штерна, работавшего в Беркли, а после этого, ещё до сообщений на заседании АФО, к Пёрселлу ездил его сотрудник В.В. Хэнсен.

«Завойский из степей Татарстана», или Имелся ли в США том IX журнала «J. of Phys. USSR»?

Повторим слова участника группы Пёрселла Р.В. Паунда:

«К советской научной литературе не было доступа... Мы действительно думали, что фундаментальная наука почти целиком зачахла на долгое время, как это было здесь и в Великобритании с 1940 г.» И далее: «Мы действительно считали сначала, что наш бывший коллега тех лет, Дэвид Хэллидей, начал в Питтсбурге работы по ЭПР, по аналогии с нашим ЯМР, пока, наконец, мы не узнали о приоритете Вашего отца».

Возникает вполне резонный вопрос: а когда, наконец, узнали, то что сделали? Самым естественным было бы сослаться на более ранние работы и не претендовать на первенство. Но было сделано другое: два побега, идущие от одного корня, — ЭПР и ЯМР — были разделены: ЯМР — это «наше, американское», ну, а ЭПР — уж пусть, так и быть, будет Завойского «из степей Татарстана», как кто-то написал уже в XXI веке.

Когда в 1996 г. в США отмечалась 50-летняя годовщина открытия ЯМР, профессор Джеймс Хайд писал:

«В памяти остались приглушённые и серьёзные дискуссии относительно того, может ли или нет патент Блоха-Хэнсена противостоять возражению, что существовала более ранняя публикация по ЭПР Е.К. Завойского. Патент Блоха-Хэнсена был принят 23 декабря 1946 г. Диссертация Завойского была написана в 1944 году, а первая статья появилась в 1945 г. Я думаю, если бы экземпляр советского журнала мог быть обнаружен где-то в США в 1946 г., то возражение было бы особенно серьёзным, но этих экземпляров не было» [4].

Дж. Хайд, впоследствии лауреат Международной премии им. Е.К. Завойского, имел в виду советский журнал «J. of Phys. Acad. of Sci. of the USSR» (кратко: «J. of Phys. USSR»), 1946, том IX, где на страницах 211-215 и 245 опубликованы две пионерские статьи Завойского о наблюдении им электронного парамагнитного резонанса. Утверждение, что этого журнала было не сыскать во всей Америке, легко опровергается следующими фактами:

1) Прежде всего, обратим внимание на то, что американский физик Л. Шифф (Пенсильванский университет) в статье, помещённой в январском номере журнала «Rev. of Sci. Instr.» (1946 г.), ссылаясь на опубликованную в «J. of Phys. USSR» (именно в нужном нам номере) статью В. Векслера. Статья Шиффа была получена редакцией журнала 3 декабря 1945 г. Если условно принять, что автор работал над статьей не меньше месяца, значит, не позднее 3 ноября журнал был в его распоряжении. Вряд ли автор состоял подписчиком советского журнала, он, скорее всего, брал его в университетской библиотеке. Поэтому прибавим ещё хотя бы две недели на оформление библиотекой вновь прибывшего журнала. Получим, что журнал прибыл в Пенсильванский университет где-то в середине октября.

2) Американский физик Р. Пост (Морская исследовательская лаборатория), чья статья была опубликована в «Phys. Rev.» на той же странице, что и самая ранняя статья Ф. Блоха «Ядерная индукция», также ссылаясь на статьи В. Векслера и Л. Арцимовича именно из того же советского журнала, тома и номера. Статья Поста поступила в редакцию 1 января 1946 г. Снова условно

примем, что автору на написание статьи потребовался месяц. Следовательно, ознакомился он с ней не позднее начала декабря предыдущего года.

3) В декабрьском номере журнала «Rev. of Sci. Instr.» (1945 г.) в разделе «Текущая литература» статьи из советского журнала «J. of Phys. USSR» 1945, том IX уже присутствуют, т. е., по крайней мере, за месяц до того советский журнал уже находился в распоряжении редакции.

4) В январском номере того же американского журнала (1946 г.) в библиографическом разделе «Магнетизм и электромагнетизм» были отмечены и статьи Е. К. Завойского, напечатанные в томе IX.

5) Из письма В. Паули [5] от 11 октября 1945 г. к Х.Б. Казимиру видно, что Паули, находившийся в это время в Принстоне, уже был знаком со статьями А.И. Алиханяна, опубликованными в том же советском журнале.

Далее Дж. Хайд писал:

«В 1971 г. я посетил коллегу Завойского, С.А. Альтшулера в Казани. Он сказал мне, что он и Завойский осознали, что в 1939 г. они видели сигнал ЯМР, но они не могли заставить резонанс “стоять смирно”. Он сказал, что Завойский сознательно перешёл к электронам из-за их большого момента, когда вернулся к исследованиям в 1942 — 1943 гг».

Фраза из книги Альтшулера и Козырева отражает смысл их понимания истории: «Естественным продолжением изучения парамагнитного резонанса, обусловленного магнитными моментами электронов, явилось открытие аналогичного эффекта на атомных ядрах, сделанное Пёрселлом и Блохом с сотрудниками через два года после опубликования работ Завойского [6]». Надо сказать, что приведённая Хайдом фраза о «естественном продолжении» публиковалась С.А. Альтшулером и Б.М. Козыревым, начиная с хрущёвского 1956 года, но это не привело к каким-то изменениям в вопросе о приоритете Е.К. Завойского.

«Я решил, — писал далее профессор Хайд, — продвигать кандидатуру Завойского на нобелевскую премию в беседах с несколькими ведущими шведскими учёными. Я понял, что его кандидатура рассматривается серьёзно, но препятствием является невозможность добраться до первоначального открытия с помощью подтверждающих публикаций.

Академик Н.М. Эмануэль любезно помог мне достать копию диссертации Завойского для фирмы «Вэриэн», и я её просмотрел. Я не знаю русского языка, но уравнения, чертежи установки и спектры были более или менее знакомы... Дебаты, кто же был первым в ЯМР, представляются уже не такими важными».

С этим утверждением профессора Хайда позволю себе не согласиться. Не имея абсолютно никаких меркантильных претензий, скажу, что я очень дорожу именем моего отца. Раз он был первым, кому повезло увидеть сигналы ЯМР и ЭПР, значит, это и должно отложиться в истории физики. Раз его работы появились раньше американских, то он и должен считаться родоначальником радиоспектроскопии, а не распиарившийся и распиаренный Феликс Блох, затмивший славою даже своего напарника по нобелевской премии Э.М. Пёрселла, опубликовавшего статью раньше него. Историки науки должны же, наконец, расставить всё

по своим местам, а не играть в детский «испорченный телефон», повторяя неверные сведения и добавляя что-то своё, но не соответствующее документам. В научной среде более ранняя публикация считается неоспоримым свидетельством приоритета. А то, что и американские, и европейские учёные грешили и грешат тем, что зачастую «забывают» сослаться на тех, кто до них прошёл той же научной тропой, но живёт не рядом, а где-то «в степях Татарстана», известно издавна.

Широкие контакты с научным сообществом Европы и США играли и играют, очевидно, решающую роль во влиянии на мнение членов Нобелевского комитета в пользу того или иного учёного-кандидата на премию.

Е.К. Завойский не предпринимал никаких шагов, направленных к развенчанию приоритета американцев Пёрселла и Блоха. Да если бы и захотел, то не мог бы этого сделать. Но если бы даже существовала возможность юридического или какого-то другого вида разбирательства, он никогда бы не унизил себя таковым. Однако в научных публикациях он и его соратники продолжали чётко формулировать свою позицию в вопросе о приоритете.

И всё же мировое научное сообщество того времени, ослеплённое блеском престижнейшей нобелевской премии — высшей планки в науке, за редким исключением, не желало обращать внимание на то, что работы Завойского по магнитному резонансу появились существенно раньше работ Пёрселла и Блоха, что, собственно говоря, их работы должны были рассматриваться как логическое продолжение его работ. В научной среде не имеет значения ссылка на то, что кто-то не знал чьих-то более ранних работ. Считается, что в науке действует грубое, но ясное правило: «First come first served». Но, как мы видим, существуют и исключения.

Любопытно в этой связи замечание в советской газете «Moscow News» (1957 г.): *«Случайно (выделено мной. — Н.З.) американские учёные Блох и Парселл получили нобелевскую премию за работу, которую они начали в этой области после открытия Завойского»* [7]. В связи с возрождением Ленинских премий идея о первенстве советского учёного громко звучала в нашей прессе. Вот, например, что писал учёный секретарь Комитета по Ленинским премиям Л.Т. Киселёв:

«Выдающееся открытие Е.К. Завойского стимулировало работы в этой области многих наших, а также зарубежных физиков. За исследование по ядерному магнитному резонансу, выполненное позднее, физики Блох и Парселл, например, получили Нобелевскую премию» [8].

Насколько мне известно, западная пресса никак не реагировала на присуждение в СССР Ленинских премий.

По мнению известного американского социолога Р. Мертон, *«право интеллектуальной собственности в науке... защищено сводом неписаных законов... Точно так же эти неписанные законы накладывают симметричные обязательства на тех, кто использует плоды чужого труда, обязывая их указывать первоисточник...»* В той же статье Мертон процитировал слова одного нобелевского лауреата: *«Когда речь идёт о признании заслуг, научное сообщество поступает весьма своеобразно. Оно склонно приписывать все заслуги тем людям, которые уже знамениты»*[9].

	Евгений Константинович Завойский			Эдвард Миллс Перселл			Феликс Блох		
	работы	соавторы	д а т а поступления в редакцию журнала	работы	соавторы	д а т а поступления в редакцию журнала	работы	соавторы	д а т а поступления в редакцию журнала
1944 год	Новый метод измерения парамагнитной восприимчивости. //ЗВФ. Т.14, С.407-408. The paramagnetic absorption of a solution in rotating fields. //Phys. Rev. P.377-380. Парамагнитная абсорбция в перпендикулярном и параллельном полях для солей, растворов и металлов. Докладная записка.	Альтшулер С.А. Козирев Б.М.	04.02.1944 12.07.1944	Cone ² antennas with a line source and shaped cylindrical reflectors. //Nat. Lab. Report Res. P.7-13.	Sichak W.	03.11.1944	Return cross section from random oriented resonant half-wave length chain. //BNL Report 47-1-177.	Хаммерман М. Филиппс М.	14.06.1944
1945 год	Paramagnetic relaxation of liquid solutions for perpendicular fields. //J. Phys. V.II. P.217-246. Парамагнитная абсорбция в вращающемся перпендикулярном поле. //ЗВФ. Т.15, С.233-237. Парамагнитная релаксация в малых расстояниях при перпендикулярном поле. //ЗВФ. Т.15, С.344-350. Spin-magnetic resonance in paramagnetics. //J. Phys. V.II. P.285. On the absence of anisotropy for spin magnetic resonance. //J. Phys. V.II. P.447.		12.07.1944 12.07.1944 12.07.1944 14.03.1945 28.07.1945				Atoms in variable magnetic fields. //Rev. Modern Phys. V.17, No-3 (April-July), P.237-246.	Рубин И.А.	
1946 год	Paramagnetic absorption in some salts in perpendicular fields. //J. Phys. V.II. P.170-173. Парамагнитная абсорбция в перпендикулярных полях для некоторых солей. //ЗВФ. Т.16, С.603-605. Spin-magnetic resonance in the disordered wave region. //J. Phys. V.II. P.197-198.		28.07.1945 26.07.1945 12.02.1946	Resonance absorption by nuclear magnetic moments in a solid. //Phys. Rev. V.69, No-2 (January 1 and 8), P.37-38. Theory of magnetic resonance absorption by nuclear moments in solids. //Phys. Rev. V.69, No-12, P.680. Measurements of magnetic resonance absorption by nuclear moments in a solid. //Phys. Rev. V.69, No-12, P.681. Spontaneous emission probabilities at radio frequencies. //Phys. Rev. V.69, No-12, P.681. Nuclear magnetic resonance absorption in hydrogen gas. //Phys. Rev. V.70, No-1, P.986-987. Resonance absorption by nuclear magnetic moments in a single crystal of CaF ₂ . //Phys. Rev. V.70, No-1, P.988.	Торри Р.К. Паули Р.Б. Торри Р.К. Паули Р.Б. Паули Р.Б. Курьберген Н. Паули Р.Б.	24.12.1945 01.12.1946 01.12.1946	Nuclear induction. //Phys. Rev. V.69, No-3 (February 1 and 8), P.167. Nuclear induction. //Phys. Rev. V.69, No-12, P.680. Nuclear induction. //Phys. Rev. V.69, No-12, P.680. Nuclear induction. //Phys. Rev. V.70, No-1, P.986-987. Nuclear induction experiments. //Phys. Rev. V.70, No-1, P.986-987. Radar reflections from long conductors. //J. Appl. Phys. V.17, No. 12, P. 1015-1020. Neutron polarization and ferromagnetic saturation. //Phys. Rev. V.70, No 11-12, P. 972-973.	Хэнсон Э.Б. Баккард М.З. Баккард М.З. Хэнсон Э.Б. Баккард М.З. Хэнсон Э.Б. Баккард М.З. Хэммерман М. Филиппс М. Кондит З.И. Штауб Г.Г.	26.01.1946 12.08.1946 02.12.1946

ПИСЬМО ДЖ. ХАЙДА

«Я встречал Вашего отца один раз на праздновании 25-летия его открытия. Как вы, вероятно, знаете, в 1995 г. мне была присуждена премия Завойского, что было для меня большой честью. Может быть, Вы присутствовали на церемонии вручения премии, если Вы всё ещё живёте в Казани. Что касается патента Блоха, то могу сообщить, что его заявка на патент была удовлетворена в США и что не было сделано ни одной иностранной заявки на патент [10]. Первый пункт формулы патента включает все магнитные резонансы, в том числе и ЭПР. Без сомнения, Ваш отец был фактически первым, кто наблюдал явление магнитного резонанса (выделено мной. — Н.З.). Думаю, что я не ошибусь, Блоху был выдан патент на основании юридических тонкостей патентного закона США. Я также слышал, что у Блоха в записной книжке имелись очень ранние записи [11], но у меня нет об этом точных сведений. Патент Блоха был оспорен в суде фирмой Перкин-Эльмер [12], связанной как-то с Пёрселлом, который разделил нобелевскую премию с Блохом. Это ни к чему не привело. Я контактирую с доктором Мартином Паккардом, который, будучи бакалавром, налаживал эксперимент по ЯМР. Я спрошу его, помнит ли он, как они впервые узнали о работах Вашего отца».

На этом наша переписка закончилась.

22 мая 2003 г. Джон Райджен взял у Р.В. Паунда интервью [13], в котором есть эпизод, касающийся патента Ф. Блоха. Если из письма, написанного мне Паундом, неясно, почему, собственно говоря, он был так раздосадован патентом Блоха, то в интервью ситуация объяснена чётко: патент Блоха мешал Паунду запатентовать свой так называемый «Round box», а ЭПР Завойского рассматривался им как возможный рычаг для аннулирования патента Блоха. Так что установление истины, кто же первым наблюдал магнитный резонанс, не было целью Паунда. Альтруизм, увы, — явление непопулярное. Однако это значит, что имя Завойского в США было на слуху и что время от времени о нём вспоминали. Видимо, также с юридической целью с докторской диссертации Завойского была снята и копия для фирмы «Varian» (см. выше) [14].

Я не специалист в патентном деле, но считать, что раз не было сделано ни одной иностранной заявки, то Патентное ведомство США тут же получило право на выдачу патента, по крайней мере, несерьёзно. Как обыватель изложу своё понимание ситуации: Блох попросту воспользовался обстановкой, зная, что никакой Завойский не посмеет и пикнуть из-под своего железного занавеса о праве на патент, а государству, в котором последний жил, было глубоко наплевать на какие-то иностранные патенты. Я стопроцентно уверена, что мой отец и слыхом не слыхивал о расширении патента Блоха, что захватывало и его ЭПР, как и о самом патенте: это обязательно проскочило бы дома в каком-то разговоре. Сейчас подобное «заимствование» назвали бы интеллектуальным рейдерством.

История с патентом Блоха-Хэнсена описана в статье В.А. Эндерсона в «Энциклопедии ЯМР». Для российского читателя это издание остаётся недоступным, поэтому приведу объёмистую цитату:

«Расселл (Вэриэн. — Н.З.) тут же понял, что ЯМР может иметь важные приложения как метод химического анализа... Расселл сказал об этом Ф. Блоху и В. Хэнсену, он убеждал их сделать заявку на патент. Блох же считал, что это представит интерес только для немногих академических физиков, кто захочет измерить поля или магнитные свойства ядер. Так как Блох проявил незначительный интерес к заявке, Расселл предложил, что он сам подготовит эту заявку и переработает её регистрацию взамен исключительной лицензии для него самого и его брата Сигурда с тем, чтобы лицензия могла быть передана его компании, когда та будет создана. Они согласились, и Расселл написал значительную часть патентной заявки с помощью Блоха, Хэнсена и патентного адвоката Пола Хантера [15]. Расселл включил идею химического анализа в формулу и назвал патент «Метод и средства для химического анализа с помощью ядерной индукции». Патент был зарегистрирован 23 декабря 1946 г., а выдан был в июле 1951 г.» [16].

Однако к этому, как рассказывает Эндерсон, присоединилось небольшое, но чреватое последствиями событие, произошедшее в Голландии: сотрудник исследовательской фирмы «Philips» Бернгард Д. Теллеген разработал математическую концепцию гиратора и опубликовал свою работу, а сотрудник лаборатории «Bell» К.Х. Хоган воплотил эту идею в жизнь и даже запатентовал её. Оказалось, что Хоган посягнул на блоховскую ядерную индукцию. Тогда Блоху и Вэриэну (Билл Хэнсен к тому времени уже умер), пришлось расширить их патент, включив в него и ЭПР, который, как мы знаем, им явно не принадлежал. И, несмотря на трения с Патентным ведомством США, патент был им выдан.

По словам нобелевского лауреата Николааса Блумбергена, Блох получал «хорошие лицензионные платежи» [17].

В своей книге «Учреждая науку: производство, возвращённое на научных дисциплинах» [18], историки Т. Ленуар и К. Лекюэр, имевшие доступ к специальной коллекции университетской библиотеки Стэнфорда, где хранится фонд Ф. Блоха, писали, что в 1953 г. он настоял, чтобы его лицензионный платёж в фирме «Вариан» включил и ЯМР-спектрометры, и оборудование к ЯМР-флюксометрам, и ЯМР-стабилизаторы, и электромагниты, и постоянные магниты, а также другое оборудование. *«Очевидно, что Блох был не тем человеком, который не одобрял возможность личных финансовых вознаграждений от своих работ. Он был готов закрепить эти формулы юридически...»* Двумя годами позже он возразил представителям фирмы, что *«она вообще не была бы в бизнесе, если бы не его изобретение»* [19]. Те же авторы писали, что Блох проявлял внимание и к спорным вопросам, касавшимся приборов ЯМР от конкурирующих фирм, которые не платили ему лицензионных платежей. В последующие годы Блох получил значительную сумму от своего ЯМР-патента. В 1956 г. его вознаграждения достигли 52 тыс. долларов, а к 1965 г. Блох должен был получить, по подсчётам авторов, по крайней мере, 740 тыс. долларов только от продажи магнитов. В дальнейшем сумма составляла уже 1 571 тыс. долларов. Так что ЯМР и нобелевский лауреат Ф. Блох обошёл человечеству в копеечку (о Э.М. Пёрселле сведений обнаружить не удалось).

В 1957 г., т.е. спустя 13 лет после открытия ЭПР, мой отец получил отечественную награду — Ленинскую премию в 75 тысяч рублей. Желающие могут сопоставлять цифры.

МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В ДЕНЕЖНОМ ИНТЕРЬЕРЕ

Практичные-прагматичные американцы обожают всё ставить на денежные рельсы. Займёмся и мы этим, чтобы можно было на этой основе сравнивать работы по магнитному резонансу Е.К. Завойского и американцев.

Вначале рассмотрим случай родоначальника магнитной радиоспектроскопии. Помните, Анна Ахматова писала: *«Когда б вы знали, из какого сора /Растут цветы, не ведая стыда, /Как жёлтый одуванчик у забора, /Как лопухи и лебеда...»* Вот так и ЭПР Завойского вырос, как одуванчик у забора: первая установка и все другие (они, естественно, постоянно совершенствовались по ходу работы) были самодельными, собранными в буквальном смысле слова из подручных материалов, т.е. из того, что наличествовало в физическом кабинете университета или привлекалось со стороны. Единственной ценной по стоимости, но неполноценной с точки зрения физики был стародавний лабораторный магнит Дюбуа фирмы Гартман-Браун, уцелевший в перипетиях времени, скорее всего, из-за своей громоздкости и невостребованности. Всё остальное в установках Завойского было в переводе на деньги копеечным. Ему, как позднее будущему нобелевскому лауреату Чарльзу Таунсу, никто не мог сказать, что он тратит государственные деньги зря.

В 1957 г. в Комитет по Ленинским премиям поступило письмо от некоего советского сельского жителя (А.С. Суркова), который заявил претензию на открытие ЭПР. Комитетский чиновник ему вежливо ответил: для наблюдения явления ЭПР необходимо определённое оборудование, и в этом он был, безусловно, прав.

Короче говоря, была умная голова, в которой зародилась идея экспериментального обнаружения магнитного резонанса, что именно нужно сделать, чтобы наблюдать фундаментальное физическое явление. Имелись в том или ином виде необходимые детали для создания самодельной установки. Так что разорённый войной Казанский университет всё-таки смог стать *alma mater* открытия.

Теперь взглянем на другую сторону медали: какую зарплату получал доцент Завойский, и что на неё можно было купить на момент открытия, т. е. на середину 1944 года. Зарплата научных работников была грошовой, причём её, случалось, выдавали одной водкой или воблой. В магазинах полки были пустые (сама тому свидетель). Наличие «продовольственных карточек» не гарантировало присутствия продуктов на прилавке. За хлебом занимали очереди с вечера. Хлеб был с лебедой и картошкой, с клёклой, кислой сердцевинкой (чему я сама свидетель). Хорошо помню котлеты из жесткого мяса несчастных грачей, гнилые листья капусты, поджаренные на касторовом масле. Цены на базаре были базарные, а зарплаты доцента хватало на четверть молока... И здесь государство не перестаралось...

Говоря современным языком, понятным теперешней молодёжи: эту работу никто не спонсировал. И установки, и сам автор открытия, включая его зарплату, командировки в Москву (случались и неоплаченные, т.е. за свой счёт), Казанскому университету да и стране почти ничего не стоили. Таким образом, ЭПР можно считать грошовым открытием и щедрым даром учёного человечеству, как профессионалам, так и тем, кто не имеет представления о физической сути ЭПР-ЯМР, но слышал, что есть на свете магнитно-ядерная томография, лазеры и прочее. Фактически работы Е.К. Завойского являются истоком обширнейшей области исследований — магнитной радиоспектроскопии.

Как говорится, не в деньгах счастье. Для учёного счастье — в познании тайн Природы и в признании...

А как обстояло дело у американцев, которые наблюдали ЯМР? Предоставим слово Мартину Паккарду, участнику группы Ф. Блоха:

«В 1945 г. я был одним из трёх членов команды, которая провела первый эксперимент в Стэнфорде, приведший к доказательству того, что называется ядерным магнитным резонансом... Это был эксперимент малой стоимости, несколько сотен долларов стоил осциллограф. Эксперимент в Гарварде был также недорогим. Важной была интеллектуальная составляющая» [20].

Кстати сказать, практичный Ф. Блох говорил о 450 долларах, в которые он оценил стоимость своего эксперимента [21].

М. Паккард был прав: интеллектуальная составляющая — это самое ценное как в случае ЭПР-ЯМР, так и в любом другом открытии. Но известно, что у крупного открытия всегда находится много отцов. Как нельзя лучше, это видно на примере ЭПР-ЯМР.

СКОЛЬКО НАЧАЛ У МАГНИТНОЙ РАДИОСПЕКТРОСКОПИИ?



Иллюстрация 18: Всесоюзная юбилейная конференция по парамагнитному резонансу. Казань, 1969 г.

24 — 29 июня 1969 года в Казани состоялась юбилейная конференция, посвящённая 25-летию открытия электронного парамагнитного резонанса Е.К. Завойским. Формально она именовалась всесоюзной, но незадолго до этого с Казани был снят статус закрытого для иностранцев города, и сюда смогли приехать учёные Голландии, Англии, Франции, США, ФРГ, ГДР, Польши, Чехословакии, Швейцарии, Румынии. Не говоря о том, что большую часть участников составили физики СССР. Из иностранных гостей были К. Я. Гортер, А. Кастлер, А. Абрагам, А. Бенуа, К.Д. Джеффрис, Дж.С. Хайд, М. Стрэдберг, К.А. Мюллер (позднее нобелевский лауреат), Г. Пфайфер. Работая над этой книгой, я задала вопрос Ю.В. Яблокову, одному из организаторов конференции, были ли приглашены нобелевские лауреаты Пёрселл и Блох. Ответ был отрицательным. Общее число участников конференции составило около 600 человек. От Казани как от родины ЭПР участвовали университет, Физико-технический, Педагогический, Авиационный институты, Институт органической и физической химии имени А.Е. Арбузова. От Москвы — университет и НИИ Ядерной физики, ФИАН, Институт радиотехники и электроники, Институт биофизики, Институт геохимии и аналитической химии, Институт тонкой химической технологии, Институт общей и неорганической химии, Институт органической химии, Институт элементо-органических соединений, Педагогический институт, Институт геологии. От Ленинграда — Физико-технический институт, Политехнический институт, Институт полупроводников, Институт химии силикатов, Технологический институт и Государственный оптический институт. Прислали своих представителей и Свердловский институт металлургии, Уральский и

Пермский университет, институты Сибирского отделения Академии наук СССР, институты Киева, Харькова, Донецка, Одессы, Днепропетровска, а также институты других союзных республик [22].



Иллюстрация 19: Участники юбилейная конференция. Казань, 1969 г. Слева направо: К.Я. Горттер (Голландия), Е.К. Завойский (СССР), К.Д. Джеффрис (США), А. Абрагам (Франция) и Б.М. Козырев (СССР)

«Эта конференция, — сказал Е.К. Завойский, — большого, крупного масштаба, которая, несомненно, оставит свой след в душе у каждого из её участников, а значит, и в науке. Прежде всего, надо сказать об очень высоком уровне представленных работ. Это, кстати, отмечают все иностранцы — Абрагам, Горттер, Кастлер и другие. По их признанию, они даже не ожидали, хотя, разумеется, всегда внимательно следят за текущей литературой, что размах радиоспектроскопических исследований в Советском Союзе так велик.



Иллюстрация 20: Участники Всесоюзной юбилейной конференции. Казань, 1969 г. Слева направо: Г. Пфайфер (ГДР), Г. Бенуа (Франция), К. Франкони (Италия), А. Лёше (ГДР), Е.К. Завойский, Б.М. Козырев и Н.С. Гарифьянов (СССР)

Вызвало у них удивление и то громадное количество людей, занимающееся у нас этими проблемами. Но таковы же, видимо, наши российские масштабы. Кроме того, проблемы, как бы сфокусированные в явлении электронного парамагнитного резонанса, так жизненно необходимы, разнообразны и многолики и так необычайно велик спектр самых различных применений ЭПР, что иные, более малые, масштабы исследований и трудно представить. Хорошо сказал по этому поводу лауреат нобелевской премии француз Кастлер. “Первый раз в жизни, — говорил он, — я перелетал Волгу, великую русскую реку, и как Волга начинается с маленького источника, с ручейка, постепенно превращаясь в великую водную артерию, так и магнитная радиоспектроскопия, родившись когда-то в Казани, представляет сейчас столь же широкую, сильно развитую и очень разветвлённую область человеческого знания”. Конечно, трудно сравнить, вопрос этот очень тонкий, но радиоспектроскопическая школа по масштабу и глубине исследований и поныне, я думаю, занимает первое место в мире. Если же выразиться немножко скромнее, то мы работаем на мировом уровне.

Очень высоко оценивается физиками мира казанская школа, возглавляемая организаторами целых научных направлений — членом-корреспондентом АН СССР Борисом Михайловичем Козыревым и профессором Семёном Александровичем Альтигулером. Это, я думаю, польстит самолюбию казанского читателя, как льстит и моему, конечно, самолюбию — когда-то я окончил здесь университет, а потом семнадцать лет проработал в нём. Работами этих моих товарищей и работами их многочисленных учеников, выросших до докторов физико-математических наук, и, наконец, работами их уже как бы «внуков» и «правнуков» по научной линии создана самая сильная и мощная в стране радиоспектроскопическая школа. Семёном Александровичем Альтигулером была, например, впервые разработана теория совершенно нового явления — акустического магнитного резонанса. Замена же радиоволн звуком открыла в

принципе целый спектр дополнительных возможностей изучения внутренних свойств вещества, дала поле работы для практических приложений, свидетельство тому — появившиеся акустические мазеры и квантовые акустические генераторы, подобные лазерам. Именем же Б. М. Козырева отмечены выдающиеся исследования в области электронного парамагнитного резонанса радикалов жидких растворов, стёкол и т. д.

В то время, когда я работал в Казани, соответствующе оснащённых лабораторий, разумеется, ещё не было; не было, например, низких температур. Всё приходилось делать своими руками, использовать старое оборудование, — словом, фантазировать и изощряться, чтобы провести эксперимент. Сейчас, конечно, проблемные лаборатории и Казанского физико-технического института, и университетские превосходно оснащены самыми современными приборами, жидким гелием и прочими необходимыми материалами. Талантливые люди, богатые новыми идеями, отличное оборудование, где можно опытным путём проверить эти идеи на научную прочность, — всё это стартовая площадка для новых и новых открытий.

Круг практических применений, которые уже дало открытие электронного парамагнитного резонанса, весьма широк. Можно привести, например, хотя бы высказывание американского физика Таунса, которому вместе с А.М. Прохоровым и Н.Г. Басовым была присуждена нобелевская премия за создание тех же лазеров и мазеров. Так вот, он пишет, в частности, в одной из своих статей, что рождение лазеров в начале 50-х годов было прямым следствием развития такой отрасли фундаментальной науки как радиоспектроскопия. Без ЭПР не может теперь работать ни одна станция дальней космической радиосвязи, ни один радиотелескоп. Его методами исследуются сейчас не только неживая материя, но и биологические системы микробного, растительного и животного происхождения. Глубокие применения резонансные явления находят в отраслях промышленности, в радиационной медицине и радиационной химии.

Конференция, собравшаяся в эти дни в Казани, подвела черту, определила в какой-то мере границы проделанной работы. Но этот метод, эти новые, говоря банально, «глаза», которыми наблюдает теперь человечество в лице учёных за многими тайнами природы, скрывавшимися прежде, позволит ещё увидеть и открыть немало и иных — тонких и крупных подробностей мироздания. Так что не одному поколению учёных предстоит ещё приложить к этой области знания свои руки, ум и сердце» [23].

На конференции 1969 г. Евгений Константинович впервые смог встретиться и поговорить (через переводчика) с К.Я. Гортером, работы которого он отлично знал и очень высоко ценил.

В своём докладе Гортер сказал:

«Среди ранних попыток наблюдать ЯМР, а также магнитные резонансы и релаксации нужно отметить те, которые были выполнены в Голландии до Второй мировой войны и в первую половину военного времени... После 1942 г. условия в Голландии не позволяли нам проводить любые исследования нестандартного свойства. Только что здесь, на конференции было рассказано, как Завойский, живя в этом городе, возможно, в таких же трудных условиях, сделал своё важное открытие. Мы всегда восхищались чувствительностью его установки и высокой точностью его измерений... Я всегда сожалел о том, что

до 1947 г. не знал о казанском открытии и исследованиях, которые были так тесно связаны с нашими проблемами и интересами» [24].

Так как казанская конференция проходила почти год спустя после советской оккупации Чехословакии, то физик англичанин Брэбис Блини послал на приглашение свой отказ принять в ней участие в знак протеста. Безусловно, он имел полное право быть несогласным с действиями советских властей, но кто сказал, что советские учёные были с властью заодно? Его ответ был настолько не по адресу, что во избежание неприятностей письмо вынуждены были отдать в 1-ый отдел, где его письмо, по всей видимости, и пропало [25].

Как итог конференции был издан сборник «Парамагнитный резонанс. 1944 — 1969» [26], в котором в качестве первой части были представлены труды Е.К. Завойского по ЭПР, включая главы из его докторской диссертации «Парамагнитная абсорбция в перпендикулярных и параллельных полях для солей, растворов и металлов». Публикация этих глав была связана с тем, что в них впервые было сообщено об открытии электронного парамагнитного резонанса. Кроме глав диссертации, в сборник были включены девять статей Е.К. Завойского, опубликованных в 1944 — 1947 гг. Это было необходимо, так как советский журнал «J. of Phys. USSR» уже сделался к тому времени редкостью, не говоря о подлиннике диссертации, которая раньше никогда не публиковалась.

В 1969 г. начал выходить «Journal of Magnetic Resonance», и его редактор В.С. Брей в первом его номере, на первой странице писал:

«Область магнитного резонанса выросла со скоростью, в науке почти беспрецедентной. Число статей, посвящённых различным его аспектам, удивительно велико. В самом деле, несомненно, что немногим больше, чем за два десятилетия, начиная с пионерских работ Завойского (выделено мной. — Н.З.), Блоха, Хэнсена и Паккарда, Пёрселла и Паунда, а также Блумбергена, магнитный резонанс достиг совершеннолетия» [27].

Мельбурн, 1969 год

Вот и верь, что наука и политика — если и родня, то очень-очень дальняя. Через полтора месяца после конференции в Казани, в августе того же 1969 г., в Мельбурне, в университете Монаш состоялся симпозиум по магнитному резонансу, который спонсировала Академия наук Австралии. Примерно через год в США был издан сборник трудов симпозиума, в котором в качестве вводной статьи была опубликована статья будущего нобелевского лауреата Дж. Ван Флека (1977 г.).

Вот что писал тогда Ван Флек:

«Обычно говорится, и это правильно, что первое наблюдение было сделано Завойским в СССР в 1944 году в соединениях железа ... Завойский проводил свои пионерские эксперименты в последние годы войны, возможно, в очень тяжёлых условиях ... Довольно странно, что Завойский не продолжил работ в области ЭПР после своих блестящих успехов 1944 и 1945 годов, а обратился к другим областям исследований» [28].

В действительности в первой работе по ЭПР, отправленной Завойским в марте 1945 г. в

журнал «J. of Phys. USSR» и опубликованной в нём же, речь вообще не шла о каком-то химическом соединении [29]. Совершенно напрасно американский учёный сомневался в тяжести условий, в которых работал Завойский. Конечно, условия военного, а также довоенного и послевоенного времени были трудными как для научной работы, так и вообще для жизни. Тем ценнее его научный подвиг — открытие электронного парамагнитного резонанса и первое в мире наблюдение ядерного магнитного резонанса. Никакой странности в переходе Завойского, равно как и других советских физиков, на другую тематику не было: в августе 1945 г. США уже расправились с Японией, а в СССР работы по созданию собственной атомной бомбы были ещё далеки от завершения.

Кратко помянув Гортера и Завойского, Ван Флек перешёл к американской паре:

«Я спрашивал у Пёрселла, почему он в то время не проводил исследований по электронному резонансу. Он ответил, что в основном он был заинтересован в расцветающей области ядерного магнитного резонанса и что он был достаточно сыт микроволновыми приборами, так как долго работал с ними во время войны.

Если, однако, — продолжал Ван Флек, — как это обычно делается, ограничиться термином ядерный резонанс, имея в виду скорее непосредственное наблюдение абсорбции или преломления электромагнитной волны, чем отклонение молекулярного пучка, то первые успешные эксперименты не были сделаны до тех пор, пока сразу после окончания войны, в 1946 г. независимо и практически одновременно их не выполнили Пёрселл, Торри и Паунд, а также Блох и Хэнсен» [30].

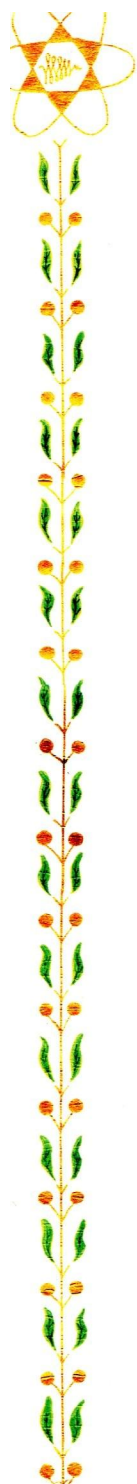
Далее Ван Флек пространно подтверждал свои слова о независимости и одновременности работ американской пары, что вряд ли у кого-то вызывало сомнение. Так Ван Флек подтвердил свою позицию двадцатилетней давности, когда в 1948 г. он предложил члену Нобелевского комитета М. Сигбану номинировать на нобелевскую премию американскую пару [31]. Помимо Ван Флека Пёрселл и Блох были номинированы К. Сигбаном и Д. Вильямсом (Колумбийский университет, штат Огайо) [32].

ЕЩЁ ОДНО НАЧАЛО

Постепенно-понемногу затихли отдельные слабые всплески обсуждений «первородства» ЯМР и ЭПР. По молчаливому согласию, мировое физическое сообщество установило «два начала»: одно — для ЭПР, другое — для ЯМР. Причём оба эти «начала» блуждали и продолжают хронологически блуждать как в отечественной, так и в западной литературе: датой открытия ЭПР называют то 1944 (по диссертации), то 1945, то 1946 годы, а дату открытия ЯМР относят то к 1945, то 1946 году, хотя в научном мире издавна существует джентльменское соглашение, что определяющей является дата поступления статьи в редакцию журнала или, на худой конец, дата появления журнала.

В августе 1971 г. в Реховоте в Научном институте им. Вейцмана и в Еврейском университете в Иерусалиме (Израиль) отмечалось 25-летие магнитного резонанса. В юбилейных торжествах должен был принять участие А. Абрагам, который в 1969 г. присутствовал на 25-летнем юбилее ЭПР в Казани. Должен был приехать и Э.Р. Эндрю, с

которым я впервые встретила в 1994 г. на АМПЕР-Конгрессе в Казани, и Даниэль Фиат, на долю которого выпало подписать грамоту о посмертном присуждении премии Международного общества магнитного резонанса моему отцу (21 мая 1977 г.). Были приглашены с докладами Ф. Блох, Э.М. Пёрселл, В.А. Эндерсон, Г. Герц, Д.Дж. Инграм, Г.С. Гутовский, Ч.П. Сликтер и многие-многие другие.



THE INTERNATIONAL SOCIETY
OF MAGNETIC RESONANCE

hereby confers posthumously
to

PROFESSOR E.K. ZAVOISKY
OF MOSCOW, USSR

THE INTERNATIONAL SOCIETY OF
MAGNETIC RESONANCE AWARD
FOR THE YEAR 1977

IN RECOGNITION OF HIS DISCOVERY
OF THE ELECTRON PARAMAG-
NETIC RESONANCE PHENOMENON
IN KASAN, USSR IN 1944

Alfred Kastler

ALFRED KASTLER
CHAIRMAN, PRIZE COMMITTEE

Daniel Fiat

DANIEL FIAT, CHAIRMAN
INTERNATIONAL SOCIETY OF
MAGNETIC RESONANCE

AWARDED IN BANFF, CANADA ON MAY 21, 1977

Иллюстрация 21: Свидетельство о посмертном присуждении Е.К. Завойскому премии Международного сообщества магнитного резонанса (1977 г.).

Иерусалимское торжество было примечательно ещё и тем, что на нём организовали Международное общество магнитного резонанса (ISMAR), а год спустя оно было зарегистрировано законодательно. Основной его целью было проводить международные конференции по магнитному резонансу и его применениям. ISMAR процветает и сейчас. Его спонсируют многие крупные корпорации, такие, как «Varian», «Jeol», «Bruker» и другие.

Зададим простой вопрос: сколько же начал у магнитной радиоспектроскопии? Выходит, что два! А теперь рассмотрим, как нежданно-негаданно у Завойского нашёлся и соавтор в открытии ЭПР.

«Е.К. ЗАВОЙСКИЙ НЕПРАВИЛЬНО ПРИПИСЫВАЕТ СЕБЕ ОТКРЫТИЕ ЭПР»

Перенесёмся во времени в середину 50-х годов XX века, на свой континент, за свой родной порядком обветшавший в хрущевскую Оттепель «железный занавес». В 1956 г. советское правительство приняло решение возобновить присуждение Ленинских премий, которые прекратили своё существование в 1935 году. Евгений Константинович Завойский был представлен многими научными учреждениями как претендент на эту премию. К тому времени уже прошли тринадцать лет, как ЭПР был открыт. Уже появилось большое количество научных работ по этой тематике, как у нас, так и за рубежом. ЭПР успел проникнуть и в химию, и в биологию, и в медицину, и в геологию. Американцы Пёрселл и Блох уже получили нобелевскую премию за свои более поздние по сравнению с работами Е.К. Завойского достижения.

Кандидатура Завойского не вызывала никаких сомнений. С 1944 г. скептики, сомневавшиеся в существовании магнитного резонанса, имели достаточно времени, чтобы расстаться со своими сомнениями. Но для автора открытия наступило новое испытание: оказалось, что у него есть соавтор!

Незадолго до принятия решения в Комитет по Ленинским премиям поступило пространное заявление Я.Г. Дорфмана, которое, как и другие документы, приведённые ниже, в течение тридцати лет лежало без движения в архиве РГАЭ. Все эти документы, за исключением письма Дорфмана и ответа С.А. Альтшулера и Б.М. Козырева, не были известны моему отцу. Когда я обратилась в РГАЭ, могу ли я ознакомиться с этими документами, мне было сказано, что мои выписки я должна буду давать администрации архива на просмотр. Каюсь! Я завела две тетради для выписок: одну аккуратно сдавала на просмотр, а другую незаметно прятала в сумку. Каждый раз делала в первой тетрадке запись о том, что документы имеют научную ценность и должны быть опубликованы. Может быть, администрация и не заглядывала в сдаваемую мною тетрадь, только по завершении переписывания дела эта тетрадь была мне возвращена со словами: «Можете публиковать».



Иллюстрация 22: Я.Г. Дорфман
(https://www.peoples.ru/science/physics/jakov_dorfman/index.html)

Дорфман писал следующее:

«В связи с тем, что Комитетом рассматривается в настоящее время работа Е.К. Завойского «открытие и изучение парамагнитного резонанса», я позволю себе направить Вам для сведения копию заявления, поданного мною в Комиссию по магнетизму при АН СССР. Проф. Я.Г. Дорфман».

Председателю Комиссии по магнетизму

при АН СССР чл.-корр. С.В. Вонсовскому

от проф., д-ра физ.-мат. наук Дорфмана Я.Г.

ЗАЯВЛЕНИЕ

На днях я впервые смог познакомиться с текстом доклада Е.К. Завойского, С.А. Альтшулера и Б.М. Козырева на тему «Парамагнитный резонанс», представленного Советанию по магнитной спектроскопии в Казани в 1955 г., на котором я лично присутствовать не мог. Доклад опубликован в Изв. АН СССР.

Сер. физ., 20, № 11, 1956. Он посвящён в основном истории открытия парамагнитного резонанса и развитию его исследований.

История этого открытия в изложении авторов имеет следующий вид. В.К. Аркадьев открыл в 1911-1913 гг. избирательное поглощение энергии переменного поля ферромагнетиков в отсутствие внешних постоянных магнитных полей. Это явление (естественный ферромагнитный резонанс) авторы обзора не причисляют ни к парамагнитному, ни к ферромагнитному резонансу. Далее они утверждают, что в 1923 г. Дорфман "высказал идею о существовании явления магнитного резонанса" якобы на основе работ Аркадьева. Затем Гортнер безуспешно пытался открыть магнитный резонанс, поскольку ему "было ясно, что в случае взаимно перпендикулярного расположения постоянного и переменного магнитных полей поглощение должно носить резонансный характер". Затем утверждается, что этой "идеей Гортнера воспользовался Раби, применив её к измерению ядерных магнитных моментов".

И вот в 1944 г., по словам обзора, Е.К. Завойский наконец "открыл" (не экспериментально обнаружил, а именно открыл!) явление парамагнитного резонанса. Далее из текста доклада вытекает, будто на основании работ Е.К. Завойского впервые была вскрыта природа эффекта и получена формула, которой в простейшем случае подчиняется этот эффект: $g\beta H = h\nu$. Далее указывается, что в 1935 г. Ландау и Лифшицем предсказан ферромагнитный резонанс, который был будто бы "открыт" в 1946 г. Гриффитсом.

Естественным продолжением исследований Е.К. Завойского и его сотрудников авторы обзора считают работы Пёрселла и Блоха по ядерному магнитному резонансу. Это изложение истории открытия парамагнитного резонанса в докладе Е.К. Завойского, С.А. Альтушлера и Б.М. Козырева мне представляется совершенно неправильным.

В особенно искажённом виде и наиболее резком противоречии с историческими фактами представлена здесь моя роль в открытии парамагнитного резонанса. Столь же неправильно изложена, на мой взгляд, история открытия парамагнитного резонанса в статье "Парамагнитный резонанс" (автор не указан во 2-ом издании БСЭ, т. 32, с. 69-70), где мне приписывается некое указание на "возможность" такого эффекта, а тов. Завойскому — "открытие" эффекта.

История науки показывает, что явления природы открываются двояким путём. Один путь теоретический, другой экспериментальный.

Так, например, существование электромагнитных волн и их основные свойства были в 1865 г. открыты и предвычислены теоретически Максвеллом, а в 1888 г. это открытие было экспериментально подтверждено Г. Герцем.

Смещение спектральных линий Солнца в красную область было открыто и рассчитано теоретически Эйнштейном в 1914 г., а в 1914 — 1917 гг. оно было подтверждено наблюдениями Шварцшильда, Сен-Джона и др., поэтому указанный эффект называется "эффектом Эйнштейна".

Существование и местонахождение планеты Нептун было открыто теоретическим путём в 1846 г. Леверье, а затем обнаружено и подтверждено

наблюдениями Галле.

Все эти открытия сделаны теоретическим путём, и никому не приходит в голову утверждать, будто существование электромагнитных волн открыл Герц, а не Максвелл, будто “эффект Эйнштейна” открыл Шварцшильд, а не Эйнштейн, будто планету Нептун открыл Галле, а Леверье лишь высказал некую идею о возможности существования Нептуна.

История науки признаёт, что все эти открытия сделаны теоретическим путём. Напротив, например, эффект расщепления спектральных линий в магнитном поле был, как известно, открыт Зееманом экспериментально, а затем теоретически объяснён Лоренцом, и носит название эффекта Зеемана.

Открытий, сделанных экспериментальным путём, гораздо больше, чем открытий, сделанных теоретическим путём, но число последних всё возрастает по мере развития теории.

Из приведённых ниже фактов следует, на мой взгляд, что Е.К. Завойский неправильно приписывает себе открытие в 1944 г. парамагнитного резонанса экспериментальным путём, поскольку этот эффект был в действительности открыт теоретическим путём и притом в 1923 г., т. е. за 21 год до появления работ т. Завойского.

Я позволю себе в подтверждение этих слов привести несколько цитат (в переводе с немецкого языка) из моей статьи, опубликованной в 1923 г. (Zft. f. Phys., 17, H. 2, 1928. S. 105): «Экспериментально доказанное недавно Штерном и Герлахом пространственное квантование электронных орбит должно отныне стать основой теории магнитных явлений. Эйнштейн и Эренфест объясняют процесс установления (орбит) как переход между стационарными состояниями, который мог бы быть связан с испусканием или поглощением монохроматического излучения определённой частоты. Если обозначить энергию без поля через E_0 , а энергию в поле через E_H , то из вышесказанного следует согласно теории эффекта Зеемана

$$E_{\pm H} - E_0 = \pm h\nu = \pm \{(j_1 - j_2) \epsilon H\} / mc4\pi.$$

Здесь h — планковская постоянная; ν — частота монохроматического излучения; $j_1 - j_2$ — так называемые экваториальные квантовые числа; ϵ — заряд электрона; m — его масса; c — скорость света и H — напряженность действующего поля. При нормальном зеемановском дублете $j_1 - j_2 = \pm 1$ ”.

Далее приводится рассуждение Эйнштейна и Эренфеста, а затем сказано: “При опрокидывании (намагничивании) каждая орбита должна выделять энергию $E_{+H} - E_{-H}$ в форме $\nu = \{(j_1 - j_2) \epsilon H\} / 2\pi mc$.”

Итак, можно себе представить, что под действием того же поля H пучок света той же частоты ν должен перебрасывать ориентированные параллельно полю элементарные магнетики в их первоначальное положение. Неизбежно должно при этом происходить селективное поглощение в области ν . Этот априори ожидаемый эффект мы склонны назвать “фотомагнитным эффектом” (с. 106).

Я особо обращаю Ваше внимание на то, что этот эффект здесь рассматривается как неизбежно ожидаемый, т.е. эффект, который должен происходить.

Далее в моей статье указывается, что открытый в 1911 г. Аркадьевым, а затем Гансом и Лойярте [33] новый эффект такого рода в радиоволнах у ферромагнетиков был ими неправильно интерпретирован и должен быть истолкован на основе вышеприведённых соображений.

Далее мною было сказано: «Согласно нашему предположению следует также ожидать, что свет длины волны, вычисляемой непосредственно из мультиплетных расщеплений может переводить атом из одной конфигурации в другую». Далее идут численные примеры, опирающиеся на теорию мультиплетов Д.С. Рождественского и А. Зоммерфельда, и сказано: “Экспериментальная проверка эффекта покамест отсутствует. Я хотел бы обратить здесь внимание ещё на одно следствие из вышесказанного, которое могло бы быть проверено экспериментальным путём. Если находящееся в магнитном поле вещество обнаруживает у некоторых из его спектральных линий нормальный зеемановский дублет, то он должен одновременно обладать линией поглощения при длине волны $\lambda = 2\pi c / \{(\epsilon/mc)H\}$, где H обозначает приложенное внешнее поле. При наибольших достижимых полях ($H=40000$ Гс) длина волны λ должна составлять около 0,25 см. При меньших полях λ попадает в область технических волн, где было бы вероятно возможно обнаружить поглощение. Во всяком случае, такого рода квантовые перескоки (опрокидывание орбит) следует считать вероятными только у парамагнитных тел...” (с. 108). И, наконец: “Развитый здесь ход мыслей предусматривает, что атомные процессы, связанные с наименьшими изменениями энергии, т.е. с поглощением или испусканием самых длинных технических волн, должны протекать по основным постулатам квантовой теории” (с. 110). На основании всего вышеизложенного следует:

1) что в 1923 г. мною был теоретическим путём открыт парамагнитный резонанс;

2) что данное мною описание эффекта сделано вовсе не на основе опытных данных В.К. Аркадьева, а на основе теоретических соображений Эйнштейна и Эренфеста, данные же В.К. Аркадьева я рассматривал как частный случай парамагнитного резонанса (во внутренних полях);

3) что описание эффекта дано мною в 1923 г. не в виде некой неопределённой идеи о существовании магнитного резонанса, а в виде отчётливого указания на то, что парамагнитный резонанс, названный мною «фотомангнитным эффектом», является неизбежным и необходимым следствием из квантовой теории;

4) что природа эффекта изложена мною примерно в том виде, как это делается и теперь, если, разумеется, учесть уровень науки в 1923 г., причём приведённая мною формула $h\nu = \epsilon H h / 2\pi m c = \beta H$ отличается от современной $h\nu = g\beta H$ лишь множителем Ланде, утвердившимся в науке уже после 1923 г.

Таким образом, я считаю документально доказанным, что парамагнитный резонанс был открыт теоретическим путём в 1923 г мною, а в 1937 г. он был

обнаружен экспериментально Раби на молекулярных пучках и в 1944 г. Е.К. Завойским на жидких и твёрдых телах; частичным подтверждением его явился и эффект, открытый Аркадьевым уже в 1911-1913 гг. Эти опытные работы в основном подтвердили мои теоретические соображения. Е.К. Завойскому бесспорно принадлежит большая заслуга разработки экспериментальной методики, позволившей поставить широкие исследования этого эффекта.

Однако претензия Е.К. Завойского на открытие им парамагнитного резонанса является, на мой взгляд, необоснованной и несправедливой.

Направляя Вам своё заявление, я обращаюсь в Комиссию по магнетизму с просьбой рассмотреть поднятый мною вопрос и дать своё заключение. Это заключение я прошу во всяком (выделено Дорфманом. — Н.З.) случае опубликовать в одном из физических журналов.

Поскольку мне стало известно, что Комитет Ленинских премий по науке и технике рассматривает в данный момент представленную работу Е.К. Завойского под заглавием “Открытие и изучение парамагнитного резонанса”, в которой т. Завойский фактически претендует на официальное признание за ним открытия парамагнитного резонанса, я очень прошу Комиссию по магнетизму не задерживать рассмотрения настоящего заявления, а своё заключение по возможности срочно препроводить в Комитет Ленинских премий по науке и технике, который я поставил уже в известность о данном моём заявлении.

Ленинград. 27 февраля 1957 г. Проф. Я.Г. Дорфман» [34].

Комитет по Ленинским премиям обратился к ряду крупных отечественных физиков с просьбой высказать мнение по поводу заявления Дорфмана. Ответы прислали академики П.Л. Капица, В.А. Фок, А.Ф. Иоффе, В.П. Линник, Н.В. Белов, члены-корреспонденты М.С. Зверев, С.В. Вонсовский, профессор Д.И. Блохинцев и соратники Завойского С.А. Альшулер и Б.М. Козырев. Ниже приведены выдержки из их ответов [35].

Из ответа профессора Д.И. Блохинцева [36]

«...Представляется существенным, что именно работы Завойского дали доказательство существования явления парамагнитного резонанса и послужили источником большого числа новых исследований. Я вижу в данном случае центр вопроса в экспериментальном обнаружении явления».

Из ответа академика Н.В. Белова [37]

«Что касается заявления и претензий проф. Я.Г. Дорфмана, то вряд ли их нужно принимать во внимание при присуждении премии. Чего только нельзя высказать при изложении общей теории вопроса. Случайно можно сказать и что-нибудь, что впоследствии окажется существенным, но что вовсе таковым не представлялось излагающему в те давно прошедшие времена... Е.К. Завойский премируется именно за создание действенного инструмента, уже приведшего к значительным результатам...»

Из ответа академика П.Л. Капицы [38]

«Решающим при определении авторства нужно, по-видимому, считать, кто из учёных приложил больше всего усилий для доказательства как теоретически,

так и экспериментально значимости явления (выделено П.Л. Капицей. — Н.З.). В случае с парамагнитным резонансом, несомненно, имеет место авторство Завойского».

Из ответа академика В.А. Фока [39]

«Я.Г. Дорфман не дал расчёта вероятностей квантовых переходов, обуславливающих парамагнитный резонанс, и не дал указаний об условиях для его наблюдения. Экспериментальное обнаружение явления было весьма трудным делом и не сводилось к одной только разработке методики. Поэтому претензию Я.Г. Дорфмана на то, что в 1923 г. им был теоретическим путём открыт парамагнитный резонанс, следует признать неосновательной».

Из ответа члена-корреспондента С.В. Вонсовского [40]

«Только в работах Е.К. Завойского, благодаря разработке оригинального экспериментального метода было действительно впервые открыто это важное явление. В этих работах была выяснена необходимость одновременного наложения постоянного и переменного магнитного поля, а также показано, что из положения резонансной частоты можно судить об эффективных полях внутри вещества и что форма резонансной линии поглощения связана с релаксационными явлениями (спин-спиновая и спин-решёточная релаксация). Всё это и предопределило тот бурный рост новой отрасли радиоспектроскопии, свидетелями которого мы являемся.

В силу всего сказанного считаю, что работы Е.К. Завойского заслуживают быть отмеченными Ленинской премией в области физики...»

Из ответа профессоров С.А. Альтшулера и Б.М. Козырева [41]

«6 апреля сего года мы получили... копию заявления Я.Г. Дорфмана, в котором он оспаривает приоритет члена-корреспондента АН Е. К. Завойского в открытии парамагнитного резонанса и считает неправильным освещение истории этого открытия в докладе Е.К. Завойского, С.А. Альтшулера и Б.М. Козырева (Изв. АН СССР. Сер. физ., 20, 1190. 1956). Проф. Дорфман полагает, что это открытие принадлежит ему, поскольку ещё в 1923 г. он дал теорию этого эффекта (Zft. Phys., 17, 98. 1923).

Однако анализ названной статьи проф. Дорфмана показывает следующее.

1. Возможность квантовых переходов между магнитными подуровнями атомов под влиянием излучения вытекает уже из рассмотрения Эйнштейна и Эренфеста (Zft. f. Phys., 11, 31. 1922), на которое опирается в своей статье проф. Дорфман. Необходимость же этих переходов проф. Дорфманом доказана не была. Он механически использовал теорию эффекта Зеемана, не учитывая того, что электрические дипольные переходы в рассматриваемом им «фотомагнитном эффекте» запрещены; вероятность же магнитных дипольных переходов совершенно не обсуждалась.

2. Вследствие сказанного он не указал и основного условия, при котором может происходить явление, а именно — наличие компоненты переменного магнитного поля, перпендикулярного статическому магнитному полю.

3. Предсказание положения линий резонансного поглощения, сделанное проф. Дорфманом, неправильно и не могло быть правильным, поскольку спин электрона в 1923 г. не был ещё известен.

4. Никакой количественной оценки интенсивности эффекта проф. Дорфманом не было дано. Более того, им даже не было отмечено, что переменное электромагнитное поле наряду с поглощением должно с равной вероятностью стимулировать и вынужденное излучение, так что конечный эффект должен быть разностным.

5. Резонансное парамагнитное поглощение может происходить лишь при наличии механизма, обеспечивающего переход в тепло энергии, выделяемой при переориентации атомных магнитных моментов относительно внешнего поля (“спин-решёточное взаимодействие”). Необходимость такого механизма проф. Дорфманом указана не была.

Из сказанного вытекает, что теории парамагнитного резонанса проф. Дорфман не дал, а статья его содержит лишь некоторые идеи о возможности магнитных резонансных явлений вообще. Последнее и было указано в нашем, совместном с Е.К. Завойским, докладе. Нам хочется при этом отметить, что в 1923 г. сколько-нибудь серьёзная теория парамагнитного резонанса вообще не могла быть построена. Может быть, поэтому в интересной в целом статье проф. Дорфмана “фотомагнитному эффекту” в парамагнетиках уделено лишь несколько фраз.

Мы считаем излишним останавливаться здесь подробно на научных заслугах чл.-корреспондента АН СССР Е.К. Завойского, поскольку как в советской, так и в зарубежной литературе открытие парамагнитного резонанса всегда связывается с его именем...

Принимая во внимание эти и многочисленные другие аналогичные высказывания, нам непонятно, почему проф. Дорфман только теперь нашёл нужным предъявить претензию на открытие им парамагнитного резонанса и упрекать нас в искажении истории этого открытия. Последнее особенно странно, если учесть, что в литературе, посвящённой специально парамагнитному резонансу, его имя до сих пор упоминалось только нами (см., например, вступительную статью С.А. Альтиулера и Б.М. Козырева к переводу книги Гортера «Парамагнитная релаксация». М., Л., 1949, статью тех же авторов в *Nuovo Cim. Suppl.* № 4, 614 (1956) и др.). Поэтому мы были весьма удивлены, что проф. Дорфман, имеющий так много действительных и важных научных заслуг в области магнетизма, счёл нужным выступить со столь необоснованным заявлением.

В заключение нам хотелось бы указать, что именно работы Е.К. Завойского стимулировали то бурное развитие магнитной радиоспектроскопии, которое наблюдается за последние 10 — 12 лет. Поэтому нам представляется, что физико-математическое отделение АН СССР совершенно правильно сформулировало представление Е.К. Завойского к Ленинской премии “За открытие и исследование парамагнитного резонанса”».

Из выступления академика Л.А. Арцимовича [42]

«Работа Завойского представляет собой одно из самых выдающихся экспериментальных открытий, сделанных в нашей стране за последние 15 лет. Когда мы говорим «открытие» — это есть действительно открытие — это есть экспериментальное обнаружение нового явления, которое сыграло большую роль в науке — на этом основан целый ряд отраслей физики твёрдого тела. В этом смысле ни у одного из физиков не может быть сомнения, что первая работа, которая заслуживает присуждения Ленинской премии, является работа Завойского».

А как сам Е.К. Завойский реагировал на демарш Дорфмана? В архиве Евгений Константиновича сохранились варианты его ответа на заявление Дорфмана, которые ранее не публиковались. Два из них воспроизведём здесь.

«Рассмотрев работу Я.Г. Дорфмана (Zft. f. Phys., 17, 98, 1923), ссылаясь на которую, он претендует на открытие им парамагнитного резонанса, нужно сказать следующее:

1. Работа Я. Дорфмана была написана им (1923 г.) до работ Гаудсмита и Уленбека (1925 г.), показавших наличие спина и магнитного момента у электрона. Поэтому Я. Дорфман, не подозревая о существовании спина электрона, рассматривает переходы, обязанные квантованию орбитального момента атома во внешнем магнитном поле. Между тем, как известно, чисто орбитального магнетона не существует. Во всех телах он имеет или чисто спиновой, или спин-орбитальный характер.

Уже в первых сообщениях Е. Завойского об открытом им явлении на солях группы железа указывается, что основную роль в явлении играют спины электронов, а орбитальный момент атомов не участвует в явлении парамагнитного резонанса, так как орбита «вморожена» в решётку тела.

Таким образом, явление парамагнитного резонанса, обнаруженное Е. Завойским в 1944 г., не могло быть предсказано Я. Дорфманом.

2. Можно поставить вопрос: не принадлежит ли Я. Дорфману заслуга предсказания возможности существования радиочастотных переходов между зеемановскими подуровнями?

По этому поводу Я. Дорфман пишет (перевод, сделанный Я. Дорфманом): «Экспериментально доказанное недавно Штерном и Герлахом “пространственное квантование электронных орбит должно отныне стать основой теории магнитных явлений. Эйнштейн и Эренфест объясняют процесс установления орбит как переход между стационарным состоянием, который мог бы быть связан с испусканием или поглощением монохроматического излучения определённой частоты. Если обозначить энергию без поля через E_0 , а энергию в поле через E_H , то из вышесказанного следует, что согласно теории эффекта Зеемана

$$E_{\pm H} - E_0 = \pm h\nu = \pm \{(j_1 - j_2) \epsilon H\} / mc4\pi.$$

Здесь h — планковская постоянная; ν — частота монохроматического излучения; $j_1 - j_2$ — так называемые экваториальные квантовые числа; ϵ — заряд электрона; m — его масса; c — скорость света и H — напряженность

действующего поля”.

Этот текст статьи Я. Дорфмана в полном соответствии с истиной показывает, что существование резонансных переходов между зеемановскими подуровнями, о которых говорят Эйнштейн и Эренфест, являлось очевидным следствием квантовой теории того времени, а частоты этих переходов были уже хорошо известны из эффекта Зеемана. Поэтому Я. Дорфману не принадлежит честь теоретического предсказания этих переходов. Более того, Я. Дорфман не внёс в эти представления ничего нового, и его слова «этот априори ожидаемый эффект мы склонны называть “фотомагнитным эффектом”» (с. 106) не могут претендовать больше, чем на установление особого названия для априори следующего из квантовой механики явления, на которое обратили внимание Эйнштейн и Эренфест в связи с опытами Штерна и Герлаха.

3. Но, может быть, Я. Дорфманом теоретически доказано, что переходы между зеемановскими подуровнями, вызванные радиочастотным полем, могут сопровождаться в реальных телах резонансным поглощением этих полей? В этом главнейшем вопросе Я. Дорфман показал своё непонимание проблемы селективного поглощения радиоволн веществом: поглощение он рассматривает как **единичный акт на одном атоме** (выделено Е.К. Завойским. — Н.З.), не учитывая, что такой механизм не может привести к резонансному поглощению радиочастотного поля телом. При таком механизме поглощение будет полностью компенсироваться индуцированным излучением, и результирующее поглощение всегда будет тождественно равно нулю.

Таким образом, в схеме явления Я. Дорфмана принципиально нет резонансного поглощения радиоволн веществами.

Как известно, для учёта поглощения необходимо ввести функцию статистического распределения атомов по уровням энергии в реальном теле. Этого Я. Дорфман не сделал.

4. Я. Дорфман не понял, что переходы между зеемановскими подуровнями являются магнитными дипольными, поэтому не смог описать условий, в которых может наблюдаться эффект: как известно, парамагнитный резонанс может наблюдаться только в магнитных радиочастотных полях и при условии перпендикулярности высокочастотного поля постоянному полю H .

Наконец, следует указать на этическую сторону заявления Я. Дорфмана. Дорфман сделал вид, что он впервые узнал о том, что Е. Завойский претендует на открытие парамагнитного резонанса в связи с докладом Е. Завойского с его сотрудников на магнитной конференции в г. Казани в 1955 г., и он пытается восстановить истину. Общеизвестно, что приоритет Е. Завойского в открытии парамагнитного резонанса признан во всём мире, о чём заявляется в большом количестве работ и обзоров, начиная с 1945 года, когда была опубликована первая его работа. Почему же Я. Дорфман молчал столько времени и сделал вид, что не замечает этого? Разве научные работы не были официальным признанием приоритета Е. Завойского в открытии парамагнитного резонанса?»

И второй вариант ответа на заявление Я.Г. Дорфмана:

«Я. Дорфман утверждает, что им “теоретически открыто” явление парамагнитного резонанса в 1923 г. (Zft. f. Phys., 17, 98, 1923), существование которого экспериментально подтверждено Е. Завойским в 1945 г.

Следует отметить, что “теоретически открыть” явление в физике нельзя, но можно предсказать явление.

В какой же мере работа Я. Дорфмана предсказала явление, обнаруженное Е. Завойским?

Работа Я. Дорфмана была написана (1923 г.) до работ Гаудсмита и Уленбека (1925 г.), показавших наличие спина и магнитного момента у электрона. Поэтому Я. Дорфман рассматривает магнитные переходы, обязанные квантованию орбитального момента атома во внешнем магнитном поле.

Уже в первых сообщениях Е. Завойского об открытом им явлении указывается, что орбитальный момент атомов в твёрдых телах не участвует в явлении парамагнитного резонанса, т.к. орбита “заморожена” в решётку тела, а за явление резонанса ответственны спины электронов.

Таким образом, природа обнаруженного Е. Завойским парамагнитного резонанса оказалась отличной от указанной Я. Дорфманом.

Кроме того, работа Я. Дорфмана не содержит ни теоретического, ни экспериментального доказательства возможности существования переходов между магнитными подуровнями атомов в твёрдых телах [43].

Только большое число теоретических и экспериментальных исследований по поглощению радиочастот, приведённых главным образом Гортером и его многочисленными сотрудниками в период 1936 — 1945 гг., показало, насколько сложен вопрос о поглощении радиоволн конденсированными средами.

К началу работ Е. Завойского по парамагнитному резонансу реальность переходов между зеемановскими подуровнями уже была полностью доказана работами Раби и его учеников и теоретически разобрана Раби, Майорана и др., но оставались неясными величины времён релаксации, от которых должна была зависеть возможность наблюдения парамагнитного резонанса вообще.

Этот вопрос был изучен Гортером и Завойским, и только после этого Завойским был открыт парамагнитный резонанс.

Из изложенного видно, что нет прямой связи работ Е. Завойского по парамагнитному резонансу и работой Я. Дорфмана 1923 г.

Почему же Я. Дорфман не претендует на открытие ядерного и ферромагнитного резонансов? [44] Это объяснить просто: он знает, что ничего не выйдет из этого, так как уверить мировое общественное мнение в этом он бессилён! Ведь Пёрселл и Блох получили за открытие ядерного резонанса и ядерной индукции нобелевскую премию, почему же Я. Дорфман не оспаривает право на эту премию, по крайней мере, у Пёрселла? А почему Раби получил нобелевскую премию и ссылался на Гортера, давшего ему идею опытов?!

Ведь Я. Дорфман полагает, что, указав на пространственное квантование орбитального магнитного момента атома, открытое Штерном и Герлахом, и сославшись на Эйнштейна и Эренфеста, которые «объясняют процесс установления орбит как переход между стационарными состояниями, который мог бы быть связан с испусканием или поглощением монохроматического излучения определённой частоты» (Я. Дорфман, *Z.f. Phys.*, 17,112.1923), он открыл парамагнитный и заодно и все другие виды магнитных резонансов.

Таким образом, техника открытия Я. Дорфманом всех видов магнитного резонанса оказалась простой: Эйнштейн и Эренфест показали, что каждому положению орбиты отвечает определённая энергия атома. Планк показал, что переходы атома из одного энергетического состояния в другое приводят к поглощению или излучению кванта энергии, а Зееман дал значение частоты перехода

$$\nu = (j_1 - j_2) \cdot eH / 2\pi mc.$$

где все виды резонанса открыты! Но, может быть, Дорфмана могло смутить то, что следует указать, при каких условиях этот эффект можно искать в реальных веществах? Из этого положения он выходит, экономя труд: эффект следует искать там, где можно наблюдать зеемановское расщепление линий, т.е. там, где должны осуществляться указанные Эйнштейном и Эренфестом переходы!

Очень комически выглядит попытка Я. Дорфмана (она явно рассчитана на неподготовленность читателя) показать, что он дал в 1923 г. для частоты переходов между зеемановскими подуровнями формулу $h\nu = \beta H$, а современная физика даёт малоотличную формулу $h\nu = g\beta H$! Во-первых, Дорфману не стоит брать греха на душу за первую формулу, так как она принадлежит не ему, а Зоммерфельду (проверить!), а малое отличие между формулами 1-ой и 2-ой совсем пустяковое для Дорфмана: к этому времени был открыт спин электрона и изменились все представления о природе парамагнетиков и особенно ферромагнетиков, вот и получилась маленькая разница в формулах!

Такая “невинность” Я. Дорфмана в этом деле заставляет задать ему вопрос: как он может писать книги по магнетизму?» [45].

Примечания к ч.4

[1] Nobel Lectures Including Presentation Speeches and Laureates Biographies. Physics. 1942-1962. Amsterdam, 1964. P. 197.

[2] Bloch and Purcell Receive 1952 Nobel Physics Prize // *Nucleonics*. 1952. Vol. 10, no. 12. P. 84-85.

См. также: *Science*. 1953. Vol. 118, no. 3068. P. 425-436; *Physikalische Blätter*. 1953. Bd. 9. S. 442-463.

[3] Oral History Transcript – Felix Bloch... P. 58, 61.

[4] Grant D.M., Harris R. K. *Encyclopedia of Nuclear Magnetic Resonance*. Chichester-N. Y.-Brisbane-Toronto-Singapore. 1996. Vol. 1. P. 396-397.

[5] Wolfgang Pauli. Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg u. a. Band III, 1940-1949. Brl.-Heidelberg, 1993. P. 320-321 (No 780) и в письме к И.А. Раби (P. 280-281, No 738) от 14 июня 1945 г. он писал, что за несколько недель до этого он, как и некоторые другие физики США, получил приглашение принять участие в праздновании 220-летия АН СССР. Из-за сложностей с паспортом Паули приглашения не принял. В том же письме он упомянул, что на приглашение откликнулся математик, сотрудник Принстонского Института перспективных исследований Дж.В. Александер (1888-1971). Американские учёные были доставлены в Москву на советском самолете через Дальний Восток. Известно также, что на тех торжествах побывал директор Астрономической обсерватории Гарварда Харлоу Шепли (1906-1966). Номер «J. of Phys.» со статьями Е.К. Завойского вполне мог быть привезён в США кем-то из участников торжеств.

[6] Эта фраза впервые встречается в совместной статье Е.К. Завойского, С.А. Альтшулера и Б.М. Козырева «Парамагнитный резонанс» // Изв. АН СССР. 1956. Т. XX, № 11. С. 1199-1200 и затем повторяется:

- в статье С. А. Альтшулера и Б.М. Козырева «Some Problems of Paramagnetic Resonance» //Suppl. al Vol. III, Serie X del Nuovo Cimento. 1956, no. 4. P. 614;

- в книге С. А. Альтшулера и Б. М. Козырева «Электронный парамагнитный резонанс». М.: Гос. Изд-воФиз.-мат. лит., 1961. С. 27;

- в сборнике «Парамагнитный резонанс. 1944-1969. Всесоюзная конференция». М.: Наука, 1971. С. 30;

- в сборнике «Парамагнитный резонанс. Казанская школа радиоспектроскопии. 1944-1971». М.: Атомиздат, 1974. С. 13;

- в книге С.А. Альтшулера и Б.М. Козырева «Электронный парамагнитный резонанс соединений элементов промежуточных групп». М.: Наука, 1972. С. 30;

- в сборнике «Проблемы магнитного резонанса». М.: Наука, 1978. С.

- «Экспериментальные установки, применённые для получения сигналов ЯМР, мало отличались от установок Е.К. Завойского в его первых экспериментах с ЭПР. Хотя в статьях Блоха и Парселла нет ссылок на работы Евгения Константиновича, которые ещё в 1945 г. были опубликованы на английском журнале «J. Phys. USSR» (т. 9), и нет сомнений, что американские эксперименты выполнены независимо, всё же они явились естественным продолжением исследований Е.К. Завойского. Открытие Евгения Константиновича положило начало огромной области исследований, которую можно назвать магнитной радиоспектроскопией» // Рассказы о казанских учёных. Казань, 1983. С.69-70.

[7] Moscow News. 1957, 24 April. P. 2.

[8] Советская авиация. 1957, 23 апреля. С. 2.

[9] Merton R.K. The Matthew Effect in Science, II: Cumulative Advantage and the Symbolism of Intellectual Property // ISIS, 1988. Vol. 79. P. 606-623.

[10] Невозможно себе представить, чтобы человек, работая в закрытых учреждениях, отправил бы заявку на патент за рубеж! Сейчас это было бы само собой разумеющимся, но в 1950 –е годы закончилось бы трагически.

- [11] Очевидно, имеются в виду записные книжки Ф. Блоха 1941-1948 гг., хранящиеся в архиве Стэнфордского института (box 24, folders 1, 2).
- [12] Было бы интересно заглянуть в том же фонде Ф. Блоха в box 15, folders 4-8 – Bloch and Hansen v. Perkin-Elmer: correspondence, 1956-1959. Но, увы, это для меня недоступно.
- [13] Oral History Transcript – Dr. Robert Pound. http://www.org/ohilist/28021_1.html
- [14] В личном архиве Е.К. Завойского имеется письмо из Государственной библиотеки им. Ленина с просьбой разрешить копировать его докторскую диссертацию для пересылки в ЧССР.
- [15] В дальнейшем Ф. Блох пользовался услугами юриста Альдо Дж. Тэста.
- [16] Anderson W. A. Early NMR Experiences and Experiments // Encyclopedia of Nuclear Magnetic Resonance... P. 168-176. Патент был получен Ф. Блохом и П.В. Хантером 24 июля 1951 г. Он содержал 41 формулу изобретения и был снабжён шестью чертежами. Получать патент за каждую, даже незначительную деталь, стало традицией Стэнфордского университета ещё в 1930-е годы. Особая заслуга в этом принадлежала Фреду Терману.
- [17] Личный архив Н.Е. Завойской.
- [18] Lenoir T., Lécuyer Ch. Instituting Science: The Cultural Production of Scientific Disciplines. Stanford, 1997.
- [19] Ibid.. P. 338.
- [20] <http://egi.stanford.edu/group/wais/egi-bin/?p=5760>
- [21] Oral History – Felix Bloch. 1968.
- [22] Всесоюзная юбилейная конференция по парамагнитному резонансу. 24-29 июня 1969 г. Тезисы докладов. Казань, 1969.
- Summaries of Papers to be Presented at the National Jubilee Conference on Paramagnetic Resonance. June 24-29, 1969. Kazan, 1969.
- [23] Советская Россия. 1969, 1 июля.
- [24] Фотокопия факсимильной записки К.Я. Гортера. Личный архив Е.К. Завойского.
- [25] Известно, что в 1978 г. тот же Б. Блини писал Эдварду Р. Эндрю по поводу организации протеста против суда над советским диссидентом-математиком Юрием Орловым на конгрессе AMPÈRE в Таллине (сейчас: Таллинн).
- [26] Парамагнитный резонанс. 1944-1968. Всесоюзная конференция. М.: Наука, 1971.
- [27] Brey W.S., Ju. Editor`s Introduction // J. Magnetic Resonance. 1969. Vol. 1. P. 1.
- [28] J.H. Van Vleck. A third of a Century of Paramagnetic Relaxation and Resonance // Magnetic Resonance. Proc. of the Intern. Symposium on Electron and Nuclear Magnetic Resonance, held in Melbourne, August 1969. N.Y.-Lnd., 1970. P. 7).
- [29] При желании можно определить, какая статья Завойского побывала в руках у Ван Флека.
- [30] J.H. Van Vleck. A third of Century of Paramagnetic Relaxation... P. 8.

[31] W.F. Meggers Gallery of Nobel Laureates. Письмо Ван Флека М. Сигбану от 15 декабря 1948 г. (отрывок). Само письмо находится в архиве Ван Флека в Американском институте физики (Box 23. Folder 494).

[32] Royal Swedish Academy of Sciences Center for History of Science. Stockholm. Архив Нобелевских комитетов по физике и химии за 1952 г. С. 312-315. Копия была подарена мне Абрамом Моисеевичем Блохом.

[33] Gans R., Loyarte R.G. // Ann. Phys. 1921. Bd. 64. Hft. 3. S. 209.

[34] РГАЭ. Ф. 180. Оп. 3. Д. 23. Л. 39-47.

[35] Полностью эти материалы опубликованы в сборнике «Чародей эксперимента» в статье Махмуда М. Зарипова.

Ответ И. Е. Тамма был получен канцелярией Комитета, но в архивном деле он отсутствует.

[36] РГАЭ. Ф. 180. Оп. 3. Д. 23. Л. 68.

[37] РГАЭ. Ф. 180. Оп. 3. Д. 23 Л. 69.

[38] РГАЭ. Ф. 180. Оп. 3. Д. 23. Л. 72.

[39] РГАЭ. Ф. 180. Оп. 3. Д. 23. Л. 74.

[40] РГАЭ. Ф. 180. Оп. 3. Д. 32. Л. 64.

[41] РГАЭ. Ф. 180. Оп. 3. Д. 23. Л. 77-81.

[42] РГАЭ. Ф. 2. Оп. 1. Д. 1. Л. 101. Теперь не узнать, помнил ли Лев Андреевич, что им были высказаны слова от имени небольшой академической комиссии, отдавшей распоряжение разрушить первую установку Е.К. Завойского. С.Ю. Лукьянов к концу жизни совершенно забыл этот эпизод, о чем и сказал мне. Документов о деятельности этой комиссии я не выявила.

[43] «Кстати, указание Я. Дорфмана на совпадение его вычислений с экспериментами В.К. Аркадьева (табл. 3, с. 107) является очевидным недоразумением. Строгую теорию ферромагнитного резонанса дали Л. Д. Ландау и Е.М. Лифшиц». (Примечание Е.К. Завойского).

[44] На левом поле листа запись Е.К. Завойского, сделанная чернилами: «Сохранить для ответа Дорфману. 18 февраля 1957 г.».

[45] Личный архив Е.К. Завойского.

Мне представляется, что причина неприсуждения Е.К. Завойскому нобелевской премии была не одна. Это был целый клубок, скрученный из множества больших и мелких, объективных и чисто субъективных обстоятельств. И чтобы попытаться понять, в чём же было дело, не имея под рукой практически никаких официальных документов, а только журнальные публикации и книги, надо рассмотреть, по крайней мере, две стороны в механизме присуждении премии.

Часть V.

[\(https://i.7iskusstv.com/y2019/nomer4/zavojskaja/\)](https://i.7iskusstv.com/y2019/nomer4/zavojskaja/)

ПОСЛЕДСТВИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ «ОТПОВЕДИ»

В апреле 1957 г. Е.К. Завойский был удостоен Ленинской премии, о чём возвестили сначала газеты «Правда» и «Известия», а за ними великое множество отечественных газет и журналов, к которым присоединились средства массовой информации стран социалистического лагеря, т. е. Польши, Чехословакии, ГДР, Румынии, Венгрии. В остальном мире — тишина...

Несмотря на «отповеди», которые получил Я.Г. Дорфман в связи со своим заявлением в Государственный комитет по Ленинским премиям, разубеждённым в своей правоте он себя не посчитал. В 1967 г. к 50-летию юбилею Октябрьской революции (у нас тогда была традиция вести наше советское существование от 1917 г.) Академия наук СССР, Отделение общей и прикладной физики совместно с Институтом истории естествознания и техники, где в то время работал Я.Г. Дорфман, выпустили солидный двухтомник, посвящённый успехам советской науки и техники. В редакционную коллегия, состоявшую из девяти человек, вошли трое из участников скандальной истории 1957 г.: Л.А. Арцимович, И.Е. Тамм и Я.Г. Дорфман. Последний написал для сборника главу «Магнетизм» [1]. И что же? Снова была возрождена фраза о предсказании им, Дорфманом, электронного парамагнитного резонанса [2]. Два академика, члены редколлегии, забыли дискуссию 1957 г.? Или не видели ни рукописи, ни гранок? Во всяком случае, сборник вышел в свет с утверждением, что Дорфман предсказал ЭПР.

Двухтомник был издан тиражом 7200 экземпляров. Если каждый из них читали хотя бы два человека, то искажённую информацию по поводу ЭПР только от этого издания получали свыше 14000 человек. Не так давно двухтомник был переиздан, и издатели не удосужились сделать хотя бы сноску относительно дорфмановского «предсказания». А книг и статей с подобной, мягко выражаясь, дезинформацией достаточно [3].

В начале 1974 г. в редакцию журнала «Успехи физических наук» поступил «Очерк истории открытия явлений магнитного резонанса. К 60-летию открытия В.К. Аркадьева», написанный И.М. Дунской. Заместитель главного редактора журнала С.Г. Суворов направил очерк Е.К. Завойскому на рецензию. Дунская снова повторила слова «о теоретическом предсказании ЭПР» Дорфманом, а также о правильности теории Я.И. Френкеля. Евгений Константинович писал в заключении своего отзыва: «Считаю очерк И.М. Дунской тенденциозным, неправильно и примитивно излагающим историю магнитной радиоспектроскопии. Он вряд ли украсит «УФН» [4]. Очерк Дунской опубликован не был.

В 1975 г. в журнале «УФН» был напечатан некролог Я.Г. Дорфмана, подписанный академиками С.В. Вонсовским, П.Л. Капицей, И.К. Кикоиным, Н.Н. Семёновым, членом-корреспондентом Я.С. Шуром и доктором технических наук М.Н. Михеевым и, хотя первые трое из них были вполне осведомлены о скандальной истории 1957 г., фраза о Дорфмане-предсказателе всплыла вновь [5].

Так до конца жизни дорфмановское предсказание преследовало Е.К. Завойского.

В 1979 г., после кончины брата Вячеслав Константинович Завойский, доктор физико-математических наук, встречался для записи интервью с академиком А.С. Боровиком-Романовым, и было решено, что они вместе напишут статью об открытии парамагнитного резонанса для журнала «Вопросы истории естествознания и техники». Цель статьи состояла именно в том, чтобы пресечь дезинформацию о «предсказателе». В соавторы был предложен молодой кандидат физико-математических наук, в то время сотрудник ИАЭ им. Курчатова Б.Е. Явелов. Когда статья была написана и согласована с Андреем Станиславовичем, она была отдана третьему соавтору, который внёс в неё свою правку, а затем её снова просмотрел В.К. Завойский.

Когда же статья была опубликована [6], Вячеслав Константинович увидел, что в текст вопреки его воле была вставлена фраза с утверждением, что Дорфман предсказал ЭПР. Взбешённый самоуправством Б.Е. Явелова, он приехал в ИИЕТ, который выпускал журнал, и попытался исправить дело. Но слово уже вылетело. Явелов сделал ход конём: будучи поклонником таланта Дорфмана, не вникая в суть проблемы, он воспользовался тем, что соавторы возложили на него миссию подготовки статьи к печати, и вот так подготовил. «Запачканным» в признании роли Дорфмана-«предсказателя» оказался и брат моего отца.

Спустя несколько лет я перешла на работу в ИАЭ, где и встретила Явелова. При удобном случае я напомнила ему ситуацию со статьёй. Борис Ефимович несколько не смутился и сказал, что он только переставил слова...

Спустя много лет я по настоянию Виталия Лазаревича Гинзбурга начала готовить к изданию труды моего отца и одновременно занялась сбором материалов для книги воспоминаний о нём. У меня к тому времени уже имелись копии документов из Комитета по Ленинским премиям, связанные с вышеприведённым заявлением Я.Г. Дорфмана. Меня раздражало, что и после смерти отца в научной и «околонаучной» литературе к его имени как автора открытия ЭПР неизменно присоединялось имя «предсказателя» Дорфмана.

ВИЗИТ К АКАДЕМИКУ А.М. ПРОХОРОВУ

Я решила побывать на приёме у академика А.М. Прохорова и спросить его мудрого совета, что нужно сделать, чтобы остановить дезинформацию о «предсказателе» Дорфмане, и, кроме того, я слегка надеялась, что он согласится написать статью по этому поводу. Слегка — так как я помнила, что у них с моим отцом были отношения, чем-то омрачённые [7]. Отец никогда не делился, что было тому причиной.



Иллюстрация 23: А.М. Прохоров (википедия)

Александр Михайлович принял меня не сразу. Около месяца я звонила его секретарю относительно визита. Наконец, секретарь высказала академику, что больше откладывать встречу неудобно (о чём добрая душа мне и поведала), и 27 мая 1989 г. он меня принял.

Вряд ли он ожидал, что я буду говорить о Дорфмане. Обычно к людям такого высокого ранга обращаются совсем с другими просьбами. Я изложила своё недоумение относительно «предсказаний» Дорфмана и спросила издалека: «Может быть, стоит написать статью, чтобы это больше не повторялось?» Александр Михайлович, уже согбенный годами, безо всякого интереса выслушал меня и произнёс: «Ничего делать не надо. Пусть пишут». И, помолчав, добавил: «Я же этого не пишу». Когда с этим вопросом мне всё стало понятно, я спросила, не сможет ли он написать что-то для будущего сборника воспоминаний, и также получила отрицательный ответ: «Я ни о ком не пишу». Слукавил Александр Михайлович, слукавил: к тому времени, уже имелись его воспоминания об Арцимовиче, которого он сменил на посту в Академии наук.

Мой последний вопрос к Александру Михайловичу касался его статьи о нобелевских лауреатах и «субъективных причинах», по которым мой отец не стал таковым. Я спросила, что именно он имел в виду. «Я диктовал статью по телефону», — сказал он, уйдя от прямого

ответа.

Мой визит к академику закончился очень быстро. На листе бумаги, где у меня были записаны вопросы, которые я должна была ему задать, я тогда же записала: «Бесполезный разговор». Но умный собеседник всегда наводит на умную мысль: на самом же деле разговор оказался полезным: я ещё больше убедилась, что легенду о «предсказателе» надо развенчивать. И сделать это надо не эмоциями, а при помощи документов.

Вот тогда-то я и решила найти такого автора, который не побоялся бы поработать над материалами из архива ЦГАНХ (ныне РГАЭ), переписанными мною, и опубликовать их в запланированном сборнике воспоминаний. Конечно, это могла бы сделать я и сама, но лучше, чтобы это был физик. Таким автором согласился стать первый аспирант моего отца Махмуд Мубаракшиевич Зарипов, который к тому времени состоял заведующим кафедрой физики в Казанском педагогическом институте (ныне университете). Просмотрев копии архивных документов, он сказал, что материал, хотя и тридцатилетней давности, но достаточно конфликтный, и что статью он напишет: «Мне терять нечего. Я это сделаю», — сказал он. И сдержал своё обещание [8].

Не могу не присоединить к написанному совсем маленький эпизод: когда сборник «Чародей эксперимента» был уже почти собран, я побывала у милейшего человека, академика Николая Николаевича Сироты. Он согласился написать статью, и я привезла ему материалы, чтобы показать, кто и что уже сделал. Привезла и архивные копии о дорфмановском демарше. И неожиданно услышала: «Жаль, что Евгений Константинович не согласился взять в соавторы Дорфмана. Они бы получили нобелевскую премию. У Дорфмана были такие связи». От неожиданности я только и выпалила: «А за что его было брать в соавторы?» Разъяснения не последовало. В то время я еще не знала о знакомстве Дорфмана с Ф. Блохом.

Заканчивая этот небольшой раздел книги, хочу сказать, что **пути Е.К. Завойского и Я.Г. Дорфмана никогда не пересекались в виде непосредственной, открытой научной дискуссии** (выделено мной. — Н.З.). Дорфман предпочёл другой путь.

ВЫДВИЖЕНИЕ НА НОБЕЛЕВСКУЮ ПРЕМИЮ

В 1959 году Е.К. Завойский выдвигался на нобелевскую премию от Академии наук СССР. В ту пору в Нобелевский комитет Академия наук послала развёрнутое обоснование своей рекомендации, научную характеристику учёного, биографическую справку и библиографию трудов с оттисками работ. Было выдвижение и в 1964 г. Последнее представление в комитет было сделано в 1976 г.

Среди тех, кто в СССР был в курсе выдвижения, а, следовательно, и «задвижения» советских учёных, были Президиум и Иностранный отдел Академии, посольство СССР в Швеции во главе с послом, советское Министерство иностранных дел и, конечно, Идеологический отдел ЦК КПСС.

Известно, что в 1954-м хрущёвском году, за два года до поездки в Хэруэлл, академик И.В. Курчатов был одним из 29 учёных СССР, кому Нобелевский комитет присылал предложения выдвинуть кандидатуру советских учёных на соискание премии [9].

В январе 1959 года академиком И.В. Курчатовым был написан «Отзыв о работах лауреата Ленинской премии члена-корреспондента АН СССР Е.К. Завойского по открытию и изучению «ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА» [10]. Он писал:

«Открытие Е.К. ЗАВОЙСКИМ явления парамагнитного резонанса, безусловно, является одним из крупнейших открытий в атомной физике, сделанных за последние 20 лет. Дадим, прежде всего, краткое описание работ Е.К. Завойского по открытию и изучению парамагнитного резонанса (П.Р.).

1. Явление парамагнитного резонанса, состоящее в резонансном поглощении радиочастот веществом, находящимся в скрещенных магнитных полях, одно из которых является постоянным, а второе переменным во времени, было открыто Е.К. ЗАВОЙСКИМ в парамагнитных солях, жидких растворах и металлах.

2. Были изучены основные черты явления. Показано, что резонанс отвечает точному совпадению частоты внешнего магнитного поля с частотой прецессии [11] Лармора магнитного момента в постоянном магнитном поле. Показано, что ширина линий резонанса практически не зависит от частоты поля в широком диапазоне частот (от 10^7 до $3 \cdot 10^9$ Герц). Явление П.Р. изучено в диапазоне температур от 3 К до 4 К.

3. Определены гиромагнитные отношения для ряда ионов группы железа в кристаллах и растворах.

4. Подробно изучены времена релаксации в твёрдых парамагнетиках [12].

5. П.Р. в металлах, полупроводниках, на F и V центрах и, в последнее время, в газовых разрядах, обещает дать много нового в изучении этих важных в технике веществ и явлений.

6. Применение метода П.Р. в химии уже позволило решить ряд важнейших вопросов строения органических веществ и растворов, но по существу эта область только ещё начинает осваиваться химиками.

Открытое Е.К. Завойским явление парамагнитного резонанса по существу явилось открытием радиоспектроскопии, в которой всегда П.Р. будет играть роль первой и основной главы (выделено мной. — Н.З.). Парамагнитный резонанс является первым открытым типом широкого класса явлений, могущих быть названными магнитными резонансами. Открытие П.Р. Е.К. ЗАВОЙСКИМ стимулировало работу по обнаружению новых видов магнитного резонанса. К ним принадлежит:

1. Ядерный магнитный резонанс (ядерная индукция). За открытие этого явления Блох и Парселл в 1952 г. [13] были удостоены Нобелевской премии.

2. Ферромагнитный резонанс.

3. Циклотронный резонанс в твёрдых телах. Это явление в настоящее время необычайно расширило возможности изучения полупроводников и позволило точно определить эффективную массу электрона в поле решётки.

4. Антиферроманитный резонанс.

Исходя из вышесказанного становится ясным, что Е.К. ЗАВОЙСКИЙ является достойным кандидатом для получения международной премии имени Нобеля по физике за 1959 год. «дата отсутствует» января 1959 г. Академик И.В. Курчатов».

Надо отдать должное Академии наук СССР, что в 1959 г. она сделала всё, что могла, для представления открытия Е.К. Завойского на нобелевскую премию.

О его выдвижении отец мой знал, так как должен был подготовить для институтского начальства бумаги с объяснением сути своего открытия. О выдвижении 1959 г. сохранились три документа: представление И.В. Курчатова, телеграмма академика А.В. Топчиева в Нобелевский комитет и коротенькая запись в дневнике моей мамы, сделанная в тот день, когда стало ясно, что премия присуждена другим (Э. Сегре и О. Чемберлену).

Выдвижение Е.К. Завойского на нобелевскую премию в 1959 г. фактически было уже запоздалым, так как за семь лет до этого премия была вручена двум американцам Ф. Блоху и Э.М. Пёрселлу за ядерный магнитный резонанс, открытый ими в 1946 г. — даты публикаций и того, и другого лауреата относятся к январю и февралю. Надо сказать, что и в те времена было принято определять приоритет работы учёного именно по дате публикации. Несмотря на то, что для мирового физического сообщества в 1950-е годы уже не было секретом, что работы Завойского появились в печати раньше работ обоих американцев, Нобелевский комитет в 1952 г. всё-таки присудил последним премию. Академик И.В. Курчатов хотел всё же отстоять приоритет отечественного открытия. Нобелевский же комитет кандидатуру Завойского отверг. Причина отказа останется неизвестной, так как эти сведения вроде бы не подлежат разглашению. Возможно, отказ мотивирован тем, что, награждая Завойского, комитет как бы сам себя дискредитировал: ведь было неоспоримо очевидно, что работы Евгения Константиновича предшествовали работам Пёрселла и Блоха, уже удостоенными нобелевской премии.

Присуждение нобелевской премии американцам и отклонение кандидатуры Завойского, прошедшее незаметно и не сопровождавшееся публичным обсуждением и сбором подписей в его защиту, как в недавнем случае с Р. Дамадьеном, привело к тому, что по умолчанию у магнитного резонанса и радиоспектроскопии получились «два начала»: одно — от американского ЯМР, другое — от советского ЭПР (именно в такой последовательности). «Первое начало» обросло массой воспоминаний шестерых участников работ: Пёрселла-Торри-Паунда и Блоха-Хэнсена-Паккарда, а также учеников и сотрудников лидеров этих групп. «Второе начало» осталось и до сей поры продолжает оставаться в тени, и до меня не было сделано попыток исследовать причины неприсуждения престижной премии моему отцу, хотя упоминание его имени как «отказника» сделалось, можно сказать, традиционным.

Попутно приведу письмо профессора Зигмунда Брандта (г. Зиген, Германия), которому по электронной почте я послала благодарность, узнав, что он в своей только что появившейся в свет книге «Урожай века. Открытия в современной физике в ста эпизодах» [14] упомянул имя моего отца.

«Дорогая Наталия Завойская, — писал З. Брандт, — я был очень обрадован Вашему сообщению, а также тому, что Вы написали его по-немецки. Интересно познакомиться с потомками или родными моих «героев». У меня уже

образовались связи с родственниками Виктора Гесса и Вилли Вина.

Мой сын Мартин С. Брандт, работающий в Техническом университете в Мюнхене, для многих своих исследований использует ЭПР, который впервые наблюдал Ваш отец. Он-то и указал мне на то, чтобы в главе о магнитном резонансе я обязательно остановился на достижении Евгения Константиновича Завойского. В изложении истории я придерживался книги Кочелаева и Яблокова [Примечание Р.А.Н, по-видимому речь идет об этой книге: В.И. Kochelaev, Yu.V. Yablokov. The Beginning of Paramagnetic Resonance. World Scientific, Singapore, Hong Kong, 176 pp, 1995.]. С сердечным приветом из Германии. Ваш Зигмунд Брандт» [15].

В феврале 1960 г. академик И.В. Курчатов скончался, и несколько лет АН СССР не предпринимала никаких попыток повторно выдвинуть работы Е.К. Завойского на нобелевскую премию. Следующее выдвижение состоялось в 1964 г. В рекомендации академик А.П. Александров писал:

«В Нобелевский комитет, профессору Э. Рудбергу. Открытие Е.К. Завойским явления парамагнитного резонанса в 1944 году, безусловно, является одним из крупнейших открытий в атомной физике, сделанных за последние двадцать лет... Явление парамагнитного резонанса всё более и более широко изучается во всём мире и находит всё более широкие области нового применения. Так, в последние годы на основе явления ПР появилась новая область знания — квантовая электроника. Успехи квантовой электроники необычайно велики, и её результаты уже широко используются в таких фундаментальных направлениях науки, как зондирование планет солнечной системы, космическая радиосвязь, радиоастрономия и др. Возникнув на основе явления ПР, квантовая электроника, в свою очередь, вызвала большой интерес к ПР и парамагнитной релаксации, и за последнее время число работ в этой области сильно возросло.

Исходя из изложенного, считаю возможным выдвинуть работы по открытию и изучению парамагнитного резонанса на соискание нобелевской премии по физике за 1964 г.

Учитывая большое принципиальное значение работ профессора К. Гортера из Лейденской лаборатории низких температур, подготовивших научную почву для последующих открытий электронных и ядерных резонансов, я считаю правильным выдвинуть профессора К. Гортера совместно с профессором Е.К. Завойским на соискание нобелевской премии по физике в 1964 г.» [16].

Однако и в 1964 г. кандидатура Завойского была отвергнута. Премия была присуждена Ч. Таунсу (США), Н.Г. Басову и А.М. Прохорову (СССР) за фундаментальные работы по квантовой электронике.

В связи с выдвижением 1964 г. учёный секретарь ФИАНа Н.А. Ирисова вспоминала, что директор академик Д.В. Скобельцын оперативно собрал все документы на двух сотрудников своего института и направил их в Нобелевский комитет, посчитав, что кандидатура Завойского не пройдёт.

Следующее выдвижение произошло уже в 1976 г. Сохранилось представление А.П. Александрова, написанный рукой Завойского:

«Вариант для А.П.

Декабрь 1975 г.

В Нобелевский комитет по физике

Дорогой председатель...

Предлагаю присудить нобелевскую премию по физике за 1976 год академику АН СССР Е.К. Завойскому за открытие и исследование явления электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), сделанного им в 1944 г. в Казанском университете (СССР).

ЭПР является крупнейшим открытием в области атомной физики за последние 30 лет.

Приоритет Е.К. Завойского общепризнан в научной литературе всего мира и никем не может оспариваться. Приоритет доказывают:

1) диссертация Е.К. Завойского на учёную степень доктора физико-математических наук, поданная к защите в мае 1944 г. в Физическом институте им. Лебедева и защищённая там 30 января 1945 г., содержащая первые результаты наблюдения ЭПР в конденсированных средах на частотах 10^7 - 10^9 Герц;

2) девять статей Е.К. Завойского, напечатанных в разных журналах (J. Phys., ЖЭТФ, Доклады АН СССР) в период с 1945-1947 гг., содержащих исследования ЭПР на частотах до $3 \cdot 10^9$ Гц в разных веществах при разных температурах. Все эти материалы в настоящее время собраны в книге «Парамагнитный резонанс. 1944-1971». М.: Атомиздат. 1974, которая здесь прилагается. Здесь прилагается также книга «Парамагнитный резонанс (1944-1969)», вышедшая к 25-летию юбилею открытия ЭПР Е.К. Завойским.

В диссертации и в этих статьях было впервые описано явление ЭПР во многих парамагнетиках, определены точные значения гиромагнитного отношения для разных ионов, доказана неожиданная независимость положения максимума кривой ЭПР от температуры, установлена необычайная узость кривых резонанса, измерена дисперсия восприимчивости при ЭПР, обнаружены запрещённые квантовые переходы с $m = 2, 3, \dots$, а также на низких частотах показана независимость ЭПР от направления магнитного поля относительно осей монокристалла гидратированного медного купороса.

Эти работы Е.К. Завойского вызвали немедленный отклик в США, Англии, Голландии, и число работ по ЭПР, выходящих во всём мире, стало увеличиваться необычайно быстрыми темпами.

Приоритет Е.К. Завойского признан официально Комитетом по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР, и его открытие ЭПР зарегистрировано в Государственном реестре 23 июня 1970 г. за № 85 с приоритетом 12 июля 1944 г.



ДИПЛОМ НА ОТКРЫТИЕ

В соответствии с Положением об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР установил, что гражданин СССР ЗАВОЙСКИЙ Евгений Константинович сделал открытие, определяемое следующей формулой:

„Установлено неизвестное ранее явление квантовых переходов между электронными энергетическими уровнями парамагнитных тел под влиянием переменного магнитного поля резонансной частоты (явление электронного парамагнитного резонанса)“.

* * *

Настоящее открытие зарегистрировано в Государственном реестре 23 июня 1970 г. за № 85 с приоритетом — 12 июля 1944 г.



Председатель Комитета

Ю. Максарев

14 сентября 1971 г.

Иллюстрация 24: Диплом на открытие Е.К. Завойского, 1970 г.

Основополагающие работы Е.К. Завойского по ЭПР были выполнены на 2 года раньше работ Пёрселла, Паунда [17] и Блоха, которым в 1952 г. присуждена нобелевская премия за открытие ядерного парамагнитного резонанса.

Следует заметить, что успех работы последних авторов был достигнут использованием методики измерений, предложенной и описанной Е. К. Завойским ещё в 1944 г. (ЖЭТФ, 14, 407, 1944). Эта методика Е.К. Завойского, базирующаяся на измерении высокочастотного поля при наблюдении ЭПР, а не нагревании тела, лежит в основе практически всех современных методов радиоспектроскопии конденсированных сред, с её помощью выполнено несколько десятков тысяч радиоскопических работ в разных странах мира.

Фундаментальный характер работ Е.К. Завойского по ЭПР следует из того факта, что явление было открыто первым в радиоспектроскопии конденсированных сред и послужило стимулом наблюдения: ядерного парамагнитного резонанса, ферромагнитного и антиферромагнитного резонансов, ядерного и электронного акустических резонансов, ряда двойных резонансов и др.

Электронный парамагнитный резонанс как фундаментальное физическое явление открыл новые возможности не только в физике и кристаллографии, но и в химии, биологии, медицине, а также в космической технике как средство связи (мазеры) и радиоастрономии. В настоящее время изучению и приложениям ЭПР посвящено несколько десятков тысяч работ и число их непрерывно возрастает.

Таким образом, 30 лет, прошедших с момента открытия ЭПР Е.К. Завойским, мне кажется, достаточно убедительно показали, что его работы имели фундаментальное значение для науки и заслуживают высокой нобелевской премии.

С уважением...» [18].

О судьбе последнего выдвижения мне больше ничего неизвестно. Мой отец скончался 9 октября 1976 года.

В 1977 г. Международное общество магнитного резонанса — ISMAR — на Шестом симпозиуме в Банффе (Канада) присудило премию двум учёным: профессору университета Любляны Роберту Блинку и Завойскому (последнему — посмертно). Доля Завойского составила 1000 долларов. Грамота и денежный чек были подписаны доктором Даниэлем Фиатом. Мне неизвестно, чья это была идея и как это всё происходило. Потеря отца была для меня трагедией жизни: друзья нас в шутку называли сиамскими близнецами. Мне было не до того: на моих руках, кроме десятилетней дочки, оказались тяжело заболевшая мама и пожилая папина сестра. Теперь же спросить не у кого. Знаю, что в этом принимал участие Семён Александрович Альтшулер. В Отделении общей физики и астрономии на Ленинском проспекте, 14 мне были вручены и свидетельство, и чек. От события осталось ощущение горечи и неловкости...

«ПОЕДУ-КА Я БУДУЩИМ ЛЕТОМ В ЕВРОПУ И СПРОШУ У ПАУЛИ...»

Наверное, так мог говорить любой европейский физик [19]. Из сообщества советских учёных — единицы.

Даже краткое рассмотрение специфики советских обстоятельств того времени внесёт свою лепту в понимание причин неприсуждения нобелевской премии Е.К. Завойскому.

К 1930-м годам, когда Евгений Константинович закончил университет, контакты физиков, работавших у нас и за рубежом, несмотря на сталинский режим, полностью не были ещё прерваны. Советские физики более старшего чем Завойский, поколения, были тесно связаны с зарубежными не только профессиональными, но и дружескими отношениями. По традиции они общались, обмениваясь письмами. Так, например, известно, что переписку вели: П. Эренфест и А.Ф. Иоффе; супруги Л.В. Шубников и О.Н. Трапезникова и Э.К. Вирсма [20]; Я.И. Френкель, Д.Д. Иваненко, В.А. Фок, И.Е. Тамм и П. Дирак; Я.Г. Дорфман и Ф. Блох [21]. Постепенно и это общение было сведено усилиями советских «спецслужб» на нет, о чём остаётся только сожалеть. Но проливать запоздалые слёзы всё же не стоит. Это должно стать уроком и для российских учёных в XXI веке. Научное сообщество должно научиться энергично реагировать на любое вмешательство в своё ведомство нежелательных «ведомств».

Не всё уцелело из переписки и зарубежных учёных того времени (две Мировые войны), но имеются же три объёмистых тома научной переписки В. Паули [22], огромный рукописный фонд Х.А. Крамерса, куда вошли письма многих физиков того времени. Архивы полны документами учёных XX века...

В СССР ещё удавалось проводить физические конференции и съезды с участием зарубежных учёных (например, VI съезд 1928 г., конференция по теоретической физике в Харькове в 1931 г.). В последней — с советской стороны принимали участие: Д.Д. Иваненко, Л.Д. Ландау, Ю.Б. Румер, И.Е. Тамм, А.В. Фок, Я.И. Френкель; с зарубежной стороны: Ф. Блох, Н. Бор, И. Валлер, Э.Дж. Вильямс, В. Гордон, М.С. Плессет, Л. Розенфельд, Л. Тисса.

Сказанное относится к тридцатым годам. И можно было бы считать «полубедой», если в этом отношении что-то изменилось бы после смерти Сталина. Но и тогда для многих учёных (в том числе и для Завойского) выезд на зарубежные конференции, чтобы пообщаться с себе подобными, не стал более доступным. А вот нобелевский лауреат Эдвард Р. Эндрю вспоминал о 1950-х и дальнейших годах, что это был настоящий перпетум мобиле в среде радиоспектроскопистов: у них не было препятствий ни в посещении лабораторий зарубежных коллег, ни в приглашении их к себе. Сам Эндрю, начавший заниматься резонансом в 1947 г., был лично знаком и с Гортнером, и с Блохом, и с Блумбергеном, и с Паундом, и с Пёрселлом, и с Торри, и с Гутовским. Но только в 1994 г. смог посетить Казань — родину радиоспектроскопии, где увидел магнит установки Завойского, а также встретил его дочь и внуку. Полагаю, что беседа с Завойским доставила бы ему больше удовольствия...

Но вернёмся к Харьковской конференции. Поскольку рассказ посвящён истории открытия магнитного резонанса, то обратим внимание на одного из упомянутых участников — Ф. Блоха. Ему-то, как мы видели, повезло: задолго до присуждения нобелевской премии он сумел пообщаться почти со всеми ведущими физиками Европы и США. Всего этого — посещения зарубежных лабораторий и конференций, личного знакомства или научной переписки с кем-то из ведущих физиков мира — был начисто лишён Е.К. Завойский. Тем внимательнее он относился к иностранным публикациям... На эту особенность советских физиков обратил внимание в одном из своих интервью И.А. Раби. Человек широкого

кругозора, Завойский не мог довольствоваться только отечественными научными журналами. Он хотел знать, чем вообще дышит современная физика, тем более (что греха таить?), во многих отношениях дела за рубежом обстояли гораздо лучше. Тем более что он считал науку интернациональной.

Если заглянуть в Именной указатель этой рукописи, то сразу бросается в глаза отличие советских и зарубежных физиков: у последних нет амбициозных отечественных премий, у них — значительное число нобелевских. У наших же физиков (и химиков) — амбициозные отечественные и редко нобелевские.

КТО ЗА РУБЕЖОМ ВЫДВИГАЛ Е.К. ЗАВОЙСКОГО НА НОБЕЛЕВСКУЮ ПРЕМИЮ

Как сообщил мне крупнейший российский знаток Нобелевского архива Абрам Моисеевич Блох, в 1958 г. Завойского вместе с Л. Неелем номинировал на нобелевскую премию 1959 г. по физике К.Я. Гортнер [23]. В 1959, 1962, 1963, 1965 гг. — нобелевский лауреат-химик Леопольд Ружичка. В 1966 г. — шведский физик, член Нобелевского комитета Э.Г. Рудберг. В 1958 г. на нобелевскую премию по химии его номинировал профессор Дж.Дж. Вайсс, специалист по радиационной химии (университет Ньюкасл-эпон-Тайн, Великобритания), а в 1960 г. шведский учёный Арне Эландер. Нобелевский комитет рассекречивает подобные данные через полвека.

АРХИВЫ К.Я. ГОРТЕРА, Е.К. ЗАВОЙСКОГО, Э.М. ПЁРСЕЛЛА, Ф. БЛОХА

Вопрос о причинах неприсуждения нобелевской премии первооткрывателю магнитного резонанса так и останется не полностью открытой тайной, пока историки физики не обратятся к архивам вышеназванных учёных. То, что я могла сделать, я сделала, но до архивов Гортера, Пёрселла и Блоха мне не добраться.

Об архиве голландского физика К.Я. Гортера мне ничего неизвестно: сведения отсутствуют. Работавшие в Лейдене казанские физики не смогли ничего узнать ни о его архиве, ни об установке. Известно, что в ноябре 1962 г Гортер дал интервью Дж. Л. Хайлбронну.

У родоначальника магнитной радиоспектроскопии Е.К. Завойского сохранился солидный научный архив, как личный, так и служебный. Одна его часть — это документы казанского периода, в том числе документы, связанные с открытием электронного парамагнитного резонанса. Существенная его часть хранится в Госархиве Республики Татарстан [24], часть находится во временном пользовании у хранителя музея-лаборатории Е.К. Завойского И.И. Силкина. Вторая часть архива связана с его работой в Институте атомной энергии имени И.В. Курчатова (1951 — 1971 гг.) [25]. Надо напомнить, что это научное учреждение имело и имеет высокую степень секретности, так что бумаги, хранившиеся моим отцом дома, — это только скромная верхушка айсберга (и, по тому времени, наверное, не очень законная), а сам «айсберг» по уставам закрытых учреждений частично уничтожен. Какая-то часть, вероятно,

находится в архиве Министерства среднего машиностроения (Мин-атом [26]). До 2017 г., до того, как я передала в Архив РАН значительное количество документов, кое-что имелось и в нём [27].

Надо сказать, что Евгений Константинович очень бережно относился к своим записям, но не оттого, что был тщеславен, а лишь потому, что мог всегда посмотреть, как он решал ту или иную проблему. Никакого секретаря, который следил бы за его домашним архивом, у него, конечно, не было. Время от времени эту должность исполняла моя мама. На работе в ИАЭ ему полагалась дама-секретарь, но это был чисто административный компонент, к его научной работе секретарь не имела никакого отношения, кроме того, что должна была печатать на пишущей машинке (компьютеров в то время не было) его статьи, когда они направлялись в редакции журналов, всевозможные служебные отчёты и т.д.

Кроме того, за годы, прошедшие со дня смерти Е.К. Завойского, И.И. Силкиным, В.К. Завойским (братом учёного), Е.Б. Завойской и мной было выявлено множество документов, касающихся жизни и творчества учёного, в архивах Казани (ГА РТ, РГА ИПД РТ, Архив КГУ), Москвы (РГАЭ, МГУ, РАН, НИЦ «Курчатовский институт», ГАРФ и даже РГАЛИ [28]), Санкт-Петербурга (РГИА), Самары (РГАНТД), Кирова (ГАКО [29]). На данный момент самые крупные коллекции документов Е.К. Завойского сосредоточены в Госархиве Республики Татарстан и в Архиве РАН.

О документальном архиве Э.М. Пёрселла трудно сказать что-то определённое: по его собственным словам, он не вёл записей. Мои попытки найти его документы в Гарвардском университете оказались безрезультатными. Однако известны его интервью, данные Катарине Собке (23 ноября 1976 г., 8 и 14 июня 1977 г.), Паулю Хэнриксену (29 июня 1982 г.) и Джону Брайанту (14 июня 1991 г.).

Бумаги Г.К. Торри за 1935 — 1976 гг. сосредоточены в отделении физики и астрономии университета Ратджерса.

Видимо, Р.В. Паунд не успел распорядиться судьбой своего документального архива. Известны его интервью (23 мая, 4 ноября 2006 г. и 19 февраля 2007 г.).

Архив документов Ф. Блоха огромен и прекрасно сформирован. Известно, что у него работала секретарь, Марион Мидделтон. Кроме того, интервьюерами Блоха были Томас С. Кун (14 мая 1964 г.), Чарльз Вайнер (15 августа 1968 г.) и Лилиан Ходдесон (15 декабря 1981 г.). Все вышеназванные интервью (Oral Histories- устные истории) доступны в интернете.

Архив Ф. Блоха включает также документы правой его руки — экспериментатора Вильяма Вэбстера Хэнсена.

Значительный архив имеется и у Мартина Паккарда [30]. Он охватывает время с 1946 по 1990 гг. Бумаги были переданы архиву в 1990 г. самим фондообразователем.

Если в США с начала 1960-х гг. велась работа по линии «Oral History», то в СССР и тут был провал. Звукозаписи у нас, конечно, велись. Но не учёных, а певцов, исполнителей опер и т.п. Благодаря инициативе В.К. Завойского были сделаны магнитофонные записи воспоминаний Б.М. Козырева и С.А. Альтшулера. Но сделаны они были непрофессионально, и на данный момент, вероятно, невозпроизводимы. Да и возникший в Перестройку «Народный архив», куда были определены документы В.К. Завойского, давно упразднён. По слухам, он был доставлен в РГАСПИ.

СХЕМЫ И УСТАНОВКИ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА ГОРТЕРА, ЗАВОЙСКОГО, ПЁРСЕЛЛА И БЛОХА

Схемы и фотографии установок учёных многократно описывались в статьях и книгах, но никогда не воспроизводились вкуче. А сопоставить эти схемы было бы весьма интересно.

Что сохранилось от установок тех учёных, которым человечество обязано появлению лазеров, мазеров, томографии и всего другого?

Установка К.Я. Гортера, по-видимому, не сохранилась. Во всяком случае, о ней ничего неизвестно.



Иллюстрация 25: Создатель Музея-лаборатории Е.К. Завойского И.И. Силкин(сайт Института Физики КПФУ)

Одна из первых установок Е.К. Завойского была героически [31] восстановлена И.И. Силкиным и работает в созданном им музее-лаборатории Казанского университета, в той же самой комнате, где до нападения Германии на СССР Завойский с сотрудниками Б.М. Козыревым и С.А. Альтшулером наблюдал сигналы ядерного магнитного резонанса, а уже во время войны в одиночестве — сигналы электронного парамагнитного резонанса. Музей-лабораторию посещают сотни посетителей, в том числе и нобелевские лауреаты, приезжающие в Казань. Видное место в экспозиции Музея истории КГУ занимает магнит Дюбуа, который входил в установку Завойского. На заре моего существования я бывала у отца в лаборатории и видела этот магнит. Тогда он был покрыт синим сукном. Теперь он

имеет другой «наряд» — тёмно-зелёный. Его часто величают магнитом Завойского, что, конечно же, не так.

Установок Э.М. Пёрселла и Ф. Блоха в целом виде, как я поняла из литературы, не существует. Детали их установок находятся в Смитсоновском музее.

МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС. ГЕНЕАЛОГИЧЕСКИЕ ДРЕВА

Казалось бы, кому-кому, а казанскому первооткрывателю и составлять древо магнитного резонанса. Ведь он глава рода радиоспектроскопистов. Но его открытие было рождено не на пустом месте, что он с благодарностью и отразил в литературе к своей диссертации и первым статьям.

Уже в 1970-е годы мой отец начал писать историю этого древа, но успел составить только конспект, в котором писал: «История (ЭПР) начинается с фундаментальной работы Валлера, в которой дана квантовая теория парамагнитной релаксации для спинового парамагнетизма. Эта работа заложила основы динамики парамагнетиков и благодаря разбору конкретных механизмов релаксации спинов сохранила своё значение до наших дней (существует так называемый механизм Валлера).

Работы: Гортера, Майораны, Раби, термодинамическая теория релаксации спинов Казимира-Дю Пре. Наш метод, наша работа с С.А. Альтшулером и Б.М. Козыревым. Описание установки. Проточная система по ядерному резонансу...» [32].

Листочки на *Древе Магнитного Резонанса* должны быть не простым перечислением имён в библейском стиле: Исаак родил Якова, а Яков — и т. д. Здесь надо написать, чем именно Исааки — Яковы и пр. благодетельствовали развитие магнитной радиоспектроскопии.

Оказалось, однако, что, несмотря на явное первородство открытия ЭПР и вместе с ним магнитной радиоспектроскопии, вопрос о казанском «начале начал» был смещён в сторону американцев Пёрселла и Блоха. Да и не в этой последовательности, как бы следовало: ведь в науке по уже упоминавшемуся мной джентльменскому соглашению, первый тот, кто первым опубликовал результат своих исследований, и это просто доказывается датой поступления статьи в редакцию журнала или по датам выпуска журнала. В паре Пёрселл-Блох первым был, неоспоримо, Пёрселл. Но если обратиться к литературе, включая и нобелевские события, то первым почти всегда называют Блоха. Может быть, просто по алфавиту?..

ЗНАЛ ЛИ Ф. БЛОХ О РАБОТАХ К.Я. ГОРТЕРА И Е.К. ЗАВОЙСКОГО?

К сожалению, имеется только одно интервью, которое голландский физик К.Я. Гортер дал представителю Американского физического института Дж.Л. Хайлбронну в 1962 году [33]. Но о своих работах по парамагнитной релаксации знаменитый голландец почти ничего не сказал. Зато он с упоением говорил о работах других учёных. Из интервью всё же понятно, что Гортер был хорошо знаком с Ф. Блохом, которого он называл своим другом.

В 1971 г. в Реховоте/Иерусалиме (Израиль) на IV Международном симпозиуме по

магнитному резонансу (ISMAR) Ф. Блох выступил со вступительной речью [34]. Симпозиум был приурочен к 25-летию ядерного магнитного резонанса. Он избрал темой выступления историю открытия ЯМР, что, весьма вероятно, было ответом на изложение истории на юбилейной конференции в Казани, где побывали А. Кастлер, А. Абрагам и другие иностранные знаменитости. Он коснулся именно тех вопросов, которые возникали уже в те годы и будут возникать в связи с присуждением ему нобелевской премией. Его речь была наполнена такими пассажами, как вот этот: «... даже в засушливой Калифорнии у нас было достаточно воды, чтобы снабдить нас протонами, и было ясно, что при магнитном резонансе они будут вести себя так же, как протоны у Раби». Было также упомянуто, что он сам жил неподалёку от дома Раби, что идея наблюдения магнитного резонанса пришла ему во время не очень приятной поездки в Чикаго, что первые черновые расчёты были сделаны им на конверте...

Вступительное слово Ф. Блоха сродни Oral Histories. Американские историки предваряют такие интервью предупреждением, что к личным воспоминаниям (речь идёт о воспоминаниях крупных учёных-физиков) желательно относиться с осторожностью. И это вполне справедливо: интервью берутся через много лет после кардинального события, интервьюируемые корифеи к записи вряд ли готовятся, т.е. не уточняют ни дат, ни имён, ни событий. Хорошо, если интервьюер знаком с их работами, а также с общей обстановкой в науке.

На симпозиуме в Израиле Блоху пришлось упомянуть имена и Гортера, и Завойского: в среде физиков эти имена были хорошо известны, и, конечно, неупоминание работ и того, и другого могло вызвать в среде радиоспектроскопистов, собравшихся по поводу юбилейной даты, недоумение. Блох заявил, что он не знал работ ни того, ни другого и что «это было, возможно, одним из редких обстоятельств, когда незнание помогло». Близкие к Блоху современники отмечали, что Блох вообще не любил читать научную литературу, а до всего предпочитал доходить сам [35]. К сожалению, наука — это не лунная поверхность, где пока что каждый след уникален. Обширные поля науки бороздят умы многих стран и народов, и свои «следы» они закрепляют в виде публикаций. К 1971 году Блох, видимо, забыл, что в его собственной статье 1946 г. имя Гортера было-таки им упомянуто. Статья же Блоха была опубликована до визита Гортера в США (1947 г.). Так что ссылка на незнание его работ недостоверна.

Когда Блох познакомился с работами Е.К. Завойского, опубликованными в советском «J. of Phys. USSR» (1945 г.)? Пока на этот вопрос у меня нет ответа. Выше мы видели, что, по мнению Дж.С. Хайда, этого журнала в США не было. Опровергнуть это мнение мне не составило труда. Номер этого журнал в США определённо был.

Интервьюер нобелевского лауреата Н.Ф. Рэмзи Урсула Пэвлиш [36] задала ему вопрос, как получилось, что с разницей в несколько недель группы Блоха и Пёрселла получили идентичные результаты. Рэмзи рассказал ей следующее: и тот, и другой были хорошими друзьями И.И. Раби и его собственными. Рэмзи специально остановился на публикациях К.Я. Гортера, в которых говорилось о его неудачных попытках наблюдать магнитный резонанс.

Кстати сказать, Завойский был хорошо знаком с работами Гортера, хотя их «добывание» было для него делом непростым: Казанский университет не имел подписки на журнал «Physica», где печатался Гортер. Из-за того, что со смертью профессора В.А. Ульянина (1931

г.) физмат полностью лишился физиков старшего поколения, Завойский, осознававший свою гражданскую ответственность как преподаватель вуза и как активно работавший физик и вместе с тем заведующий кафедрой, взял за правило взаимодействовать с другими научными учреждениями страны. Так сложилось, что чаще всего он ездил в Москву (в МГУ, ФИАН, а в 1944 — 1946 гг. в ИФП к П.Л. Капице). Скорее всего, в библиотеке ФИАН он и заказал фотокопии статей Гортера.

Возвращаясь к интервью Рэмзи, заметим, что, по его словам, в самом начале ни Пёрселл, ни Паунд не имели представления об экспериментах Гортера. Когда же Раби и Рэмзи рассказали им о них, они расстроились, но всё же решили продолжать работу. Что касается группы Блоха, то, по словам того же Рэмзи, они знали о неудачах Гортера, но считали, что причина его неудач им уже понятна.

Почему стоит прислушаться к словам Рэмзи? Дело в том, что вместе с И.И. Раби они задолго до Пёрселла и Блоха задумали поставить эксперимент, аналогичный гортеровскому. Но ни той, ни другой группе они об этом ничего не сообщали, так что их планы вряд ли могли стимулировать опыты того и другого.

КРАТКО ОБ ОТЕЧЕСТВЕННОМ ИНТЕРЬЕРЕ

В 1982 г. Казанское физическое общество, КГУ и КФТИ КФАН СССР учредили Завойские чтения. Чтецами были: член-корреспондент С.А. Альтшулер, академики В.Л. Гинзбург (позднее нобелевский лауреат), Р.З. Сагдеев, Л.В. Келдыш, К.А. Валиев, А.С. Боровик-Романов и другие. В 1991 г. по инициативе директора КФТИ К.М. Салихова (ныне академик РАН) после консультаций с Международным сообществом ЭПР была учреждена Международная премия имени Е.К. Завойского. Премия присуждается за выдающийся вклад в применения или развитие электронного парамагнитного резонанса в любой области науки. Лауреат получает диплом, медаль и одну тысячу долларов (США). Лекция лауреата о его работе публикуется в журнале «Applied Magnetic Resonance». Церемония вручения премии происходит в Казани, где в его/её супруга/супруг являются почётными гостями Правительства Республики Татарстан. Лауреат избирается международным комитетом.

В этом году лауреатом премии им. Завойского избран Дэвид Бритт, профессор Калифорнийского университета, Дейвис, США. В конце сентября ему будет вручена премия «за новаторское применение методологии ЭПР для изучения металлоферментов».



Иллюстрация 26: Р. Дэвид Бритт

Торжественная церемония вручения премии проходит осенью в самых красивых залах Казани под председательством официального представителя Республики Татарстан. В ней участвуют зарубежные гости, гости из бывшего СССР, а также учёные и студенты университетов. За вручением премии следует приём от имени Республики Татарстан.

11 ноября 2004 г. перед зданием физического факультета Казанского Федерального университета (в то время Казанский государственный университет, с 2010 года физический факультет преобразован в Институт Физики К(П)ФУ) был установлен памятник Е.К. Завойскому работы выдающегося российского скульптора академика А.А. Бичукова.



Иллюстрация 27: Казань. Памятник Е.К. Завойскому у здания физического факультета университета (с 2010 Институт Физики)

В сентябре 2007 г. Казань — родина радиоспектроскопии — торжественно отметила столетие со дня рождения Евгения Константиновича.



Иллюстрация 28: Участники «Недели Завойского» в Музее-лаборатории. Казань, сентябрь 2007 г. Фото Н.З.

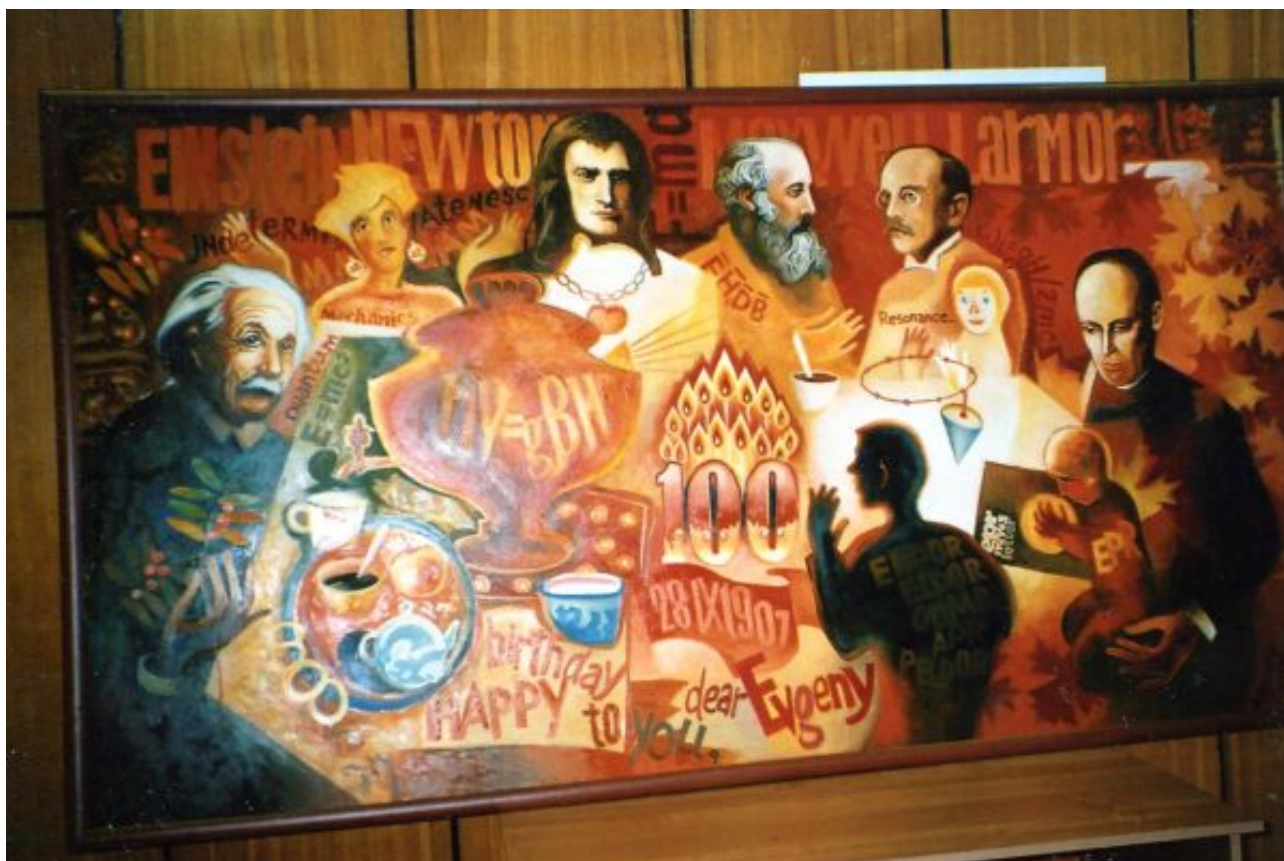


Иллюстрация 29: Картина является коллективным творением: идея и композиция принадлежат д.ф.-м.н. Н.И. Силкину; компьютерный дизайн — Г. Мамину, а исполнение в масле — художнику В. Аршинову. Картина была продемонстрирована в Казани на закрытии «Недели Завойского» 29 сентября 2007 г. Слева направо: Эйнштейн, мадам Квантовая механика, Ньютон, принцип неопределённости Гейзенберга, Максвелл, Лармор и Завойский. Фото Н.З.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У одного из фундаментальных открытий в физике XX века, электронного парамагнитного резонанса, непростая судьба. Чего только я не слышала о причинах неприсуждения моему отцу нобелевской премии: некоторые со смехом говорили и говорят: «Ну, тоже мне тематика...», кто-то говорит, что идея уже витала в воздухе (возможно, и витала, но от идеи до наблюдения явления — путь непростой), кто-то видит источником «беды» секретность, в которой якобы произрос ЭПР, чего в действительности не было; называют также краткость занятия резонансом: то, что физики получили первоклассный метод исследования, а также были проведены многие работы, кому-то казалось недостаточным; в 1983 г. К.Г. Хауссер (Институт им. Макса Планка, Германия) писал, что Завойский прекратил работы по ЭПР [37], чего никогда не было, — он до конца дней своих работал по ЭПР, постоянно общался с казанскими учёными, так что был полностью в курсе событий; кто-то считал открытие ЭПР чистой случайностью, что опровергают дневниковые записи Е.К. Завойского и последовательность его публикаций; кто-то винит переход моего отца на военную тематику: якобы в жизни лауреата столь престижной премии такого «пятна» не должно быть. Однако

достаточно вспомнить «динамитное прошлое» самого основателя фонда, да и Пёрселл с Блохом также были участниками оборонных работ. Не так давно нашёлся ещё один «знаток», который прямо написал: «Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) открыл советский учёный Е.К. Завойский, но не понял, что же он открыл. Ф. Блох и Э.М. Пёрселл поняли и получили за это нобелевскую премию» [38]. Если не читать серьёзную историческую литературу, то можно придумать и что-то ещё в этом же духе. Полагаю, что фантазия пишущих ещё не истощилась...

Абрам Моисеевич Блох, глубоко занимавшийся советскими нобелевскими лауреатами, высказал предположение, что расстрел брата моего отца в 1937 г. был причиной препятствия с советской стороны в присуждении премии. Может быть, это и так.

Иногда пишут, что американцы не знали о научном прорыве Завойского, и это явилось причиной неприсуждения ему премии. Но между открытием американцами ЯМР и присуждением им нобелевской премии прошли долгие семь лет, за которые можно было всё выяснить, тем более что советский научный журнал со статьями Завойского у них был.

Академик В.Л. Гинзбург, никогда не упускавший возможности напомнить о несправедливости Нобелевского комитета по отношению к моему отцу, сам ставший нобелевским лауреатом в преклонном возрасте, писал:

«Вполне вероятно, что проживи Завойский дольше, он получил бы вполне заслуженную им нобелевскую премию. Вместе с тем никто другой премию за электронный резонанс не получил» [39].

В 2009 г., будучи уже глубоким старцем, он написал следующее:

«Я подробно изучал эту проблему и должен сказать, что заведомо мы потеряли лишь одну нобелевскую премию, которую должен был получить Евгений Завойский за открытие электронного парамагнитного резонанса» [40].

Мне представляется, что причина неприсуждения Е.К. Завойскому нобелевской премии была не одна. Это был целый клубок, скрученный из множества больших и мелких, объективных и чисто субъективных обстоятельств. И чтобы попытаться понять, в чём же было дело, не имея под рукой практически никаких официальных документов, а только журнальные публикации и книги, надо рассмотреть, по крайней мере, две стороны в механизме присуждения премии: позицию Нобелевского комитета по отношению к советским учёным, и, в частности, конкретно к открытию Е.К. Завойского, и «хитросплетения» выдвиганий у нас, в нашем отечестве.

Что касается выдвигания Евгения Константиновича в 1959 году, то отказ, вероятнее всего, произошёл не с советской стороны, так как телеграмма академика А.В. Топчиева свидетельствует о том, что документы были высланы за рубеж и высланы вовремя. В случае выдвигания 1964 года были местные препятствия, о которых из-за недостижимости документальных данных сообщить ничего не могу.

Кто-то из читателей упрекнул меня в том, что я не привела в книге чёткого перечня причин неприсуждения престижной премии моему отцу. Должна сказать, что я сделала это преднамеренно. На данном этапе я не могу этого сделать: хотелось бы ещё посмотреть другие документы (например, записные книжки Ф. Блоха, его правой руки — В.В. Хэнсена — и Э.М. Пёрселла и его команды, а также сокрытые в недрах архива ЦК КПСС бумаги,

касающиеся моего отца). Однако я надеюсь, что всего написанного мною выше достаточно, чтобы приблизиться к разгадке «тайны» неприсуждения нобелевской премии академику Е.К. Завойскому, моему отцу.

Примечания к ч.5

[1] Развитие физики в СССР. М.: Наука, 1967. С. 344-357.

[2] Там же. С. 351.

[3] Храмов Ю.А. Физики. Биографический справочник. Киев, Наукова Думка, 1977. С. 107, 378.

Храмов Ю.А. Физики. Биографический словарь. 2-ое изд. М.: Наука, 1983. С. 107, 378.

Вонсовский С.В. Юбилейная сессия научного совета по проблеме «Физика магнитных явлений» АН СССР // УФН. 1983. Т. 140, вып. 4. С. 729.

Who's Who in the Soviet Union. A Biographical Encyclopedia of 5000 Leading Personalities in the Soviet Union // Edited by B. Lenytskyi. Munchen-N.-Y.-Lnd.-Paris, 1984. P.80.

Френкель В.Я. Яков Григорьевич Дорфман. Материалы к биографии // Чтения памяти А. Ф. Иоффе. 1980. Л.: Наука, 1988. С. 57.

Храмов Ю.А. Научные школы в физике. Киев: Наукова думка, 1987. С. 230.

Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твёрдого тела. М.: Высшая школа. 2-ое изд. 2000. С. 397.

Наука и техника СССР. 1917-1987. Хроника. М.: Наука, 1987. С. 124.

Wolfgang Pauli. Wissenschaftlicher Briefwechsel. Bd. 2. Springer-Verlag. Brl.-Hedelberg-N.Y.-Tokio, 1985. S. 87.

[4] Чародей эксперимента... С. 209-212.

[5] УФН. 1975. Т. 117, вып. 4. С. 705-706.

[6] Вопросы истории естествознания и техники. 1980, № 2. С. 118-126.

[7] Архив РАН. Ф. 2. Оп. За. Д. 475. Как следует из этого документа, А.М. Прохоров решил переориентировать Казанский физико-технический институт на чисто прикладные задачи, превратив его по сути дела в заводскую лабораторию КАМАЗа, что смог удачно отвоевать член-корреспондент Б.М. Козырев. Теперь КФТИ носит имя Е.К. Завойского.

[8] Чародей эксперимента... С. 137-153.

[9] Архив РАН. Ф. 579. Оп. 1. Д. 639. Л. 28. Фонд был мне любезно указан А.М. Блохом, автором солидной книги «Советский Союз в интерьере нобелевских премий». СПб.: Изд-во Гуманистика. 2001.

[10] Архив РАН. Ф. 579. Оп. 1. Д. 639. Л. 124-126.

[11] В подлиннике ошибочно записано «процессии».

[12] В подлиннике ошибочно записано «парах».

- [13] В подлиннике ошибочно поставлен 1953 г.
- [14] Brandt S. The Harvest of Century. Discoveries in Modern Physics in 100 Episodes. Oxford Press. 2009. P. 292.
- [15] Личный архив Н.Е. Завойской.
- [16] Личный архив Е.К. Завойского. Машинописная копия. Текст этого письма составлял для А.П. Александрова член-корреспондент И.И. Гуревич, о чём он сам мне и поведал. Сотрудница сектора Завойского Е.А. Смирнова случайно обнаружила и сохранила один лист рукописи И.И. Гуревича.
- См. также Архив РАН. Ф. 579. Оп. 1. Д. 639. Л. 129-132. Датировано 22.01. 1964 г.
- [17] Нобелевская премия была присуждена только Пёрселлу и Блоху.
- [18] Личный архив Е.К. Завойского.
- [19] В данном случае это был физик М.В. Земански.
- [20] О.Н. Трапезникова // Л. В. Шубников. Избранные труды. Воспоминания. Киев, 1990. Ольга Николаевна писала, что 15 листов, полученных мужем от Э. К. Вирсмь, она уничтожила, равно как и свою с ним же переписку (с. 290).
- [21] Завойская Н.Е. Неизвестные письма Ф. Блоха // Десятые Петряевские чтения. Материалы Всероссийской научной конференции (Киров, 25-26 февраля 2010 г.) С. 294-299.
- [22] Pauli W. Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg u. a. N. Y.-Heidelberg-Berlin. Springer-Verlag, 1979-1993.
- [23] Блох А.М. Не благодаря, а вопреки // Поиск. 2009, 29 мая.
- [24] ГА РТ. Ф. Р-1337. Оп. 31. Д. 154. На 346 л.
- [25] Архив РНЦ. Ф. 1. Оп. 3 л/д. Д. 9362. На 51 л.
- [26] Архив Государственной корпорации «Росатом». Ф. 2. Оп. 1 л/д. Д. 116. На 21 л.
- [27] Архив РАН. Ф. 411. Оп. 3. Д. 359. На 57 л.
- [28] Российский госархив литературы и искусства. Ф. 2456. Оп.1. Д. 273.Л. 48а-64. «Рецепт лака, предупреждающего электролизацию плёнки». 1937 г.
- [29] Госархив Кировской области. В нем имеются документы по истории рода Курочкиных-Завойских.
- [30] Guide to Martin Packard Papers. <http://oac.cdlib.org/findaid/ark:/13030/c808662x>. Коллекция была передана архиву в 1990 г. самим Паккардом.
- [31] Героически – потому что с момента работ Е.К. Завойского до идеи С.А. Альтшулера восстановить установку прошло более 30 лет.
- [32] Чародей эксперимента... С. 223-224.
- [33] <http://www.aip.org/history/ohilist/4639.html>
- [34] Bloch F. Opening Lecture // Forth International Symposium on Magnetic Resonance. 1972. P. 1-8.

На этом симпозиуме было организовано само сообщество, а в 1972 г. оно было законодательно зарегистрировано. Блох принимал в этом активнейшее участие.

[35] Erwin H. Felix Bloch and Magnetic Resonance // Bulletin of Magnetic Resonance. 1985. Vol. 7, no. 2/3. P. 85.

[36] Oral History Transcript – Dr. Norman Ramsey.
http://www.aip.org/history/ohilist/31413_2.html.

[37] Bulletin of Magnetic Resonance. 1984. Vol. 6, no.1/2. P. 6.

[38] Миронин С. Почему русским учёным не дают нобелевские премии. // contr-tv.ru, 31 августа 2010.

[39] Вестник РАН. 1998 Т. 68, № 1. С. 51-54; см. также «Поиск» 2007, 23 ноября.

[40] Известия. 2009, 29 апреля.

Именной указатель

Аббот Чарльз Грили (Charles Greeley Abbot) (1872-1973), американский астрофизик, метеоролог.

Абрагам Анатолий (Anatol Abragam) (1914-2011), французский физик, профессор. Исследования в области магнетизма, физики твёрдого тела.

Александров Анатолий Петрович (1903-1994), физик, академик РАН. В 1960-1987 гг. – директор Института атомной энергии имени И. В. Курчатова, в 1975-1986 гг. – президент АН СССР, лауреат четырёх Сталинских (1942, 1949, 1951, 1953) и Ленинской (1959) премий, трижды Герой Социалистического Труда. Научные труды по ядерной физике, диэлектрикам, электрическим и механическим свойствам полимеров.

Альварес Луис Уолтер (Luis Walter Alvarez) (1911-1988), американский физик, лауреат нобелевской премии (1968). Работы по магнетизму, навигационным системам, ускорителям.

Альтшулер Семён Александрович (1911-1983), физик-теоретик, член-корреспондент АН СССР, заслуженный деятель РСФСР, профессор. Труды по электронному парамагнитному и акустическому резонансу.

Андроникашвили Элевтер Луарсабович (1910-1989), физик-экспериментатор, академик АН Грузинской ССР, профессор, лауреат Государственной премии (1978). Работы посвящены физике низких температур, физике космических лучей, радиационной физике твёрдого тела, ядерной технике, биофизике.

Андронов Александр Александрович (1901-1952), физик, академик АН СССР. Работы по теории нелинейных колебаний и её приложениям в радиофизике.

Арбузов Александр Ерминингельдович (1877-1968), химик-органик, академик АН СССР, лауреат Сталинских премий (1943, 1947), Герой Социалистического Труда, профессор. Исследования по таутомерии, химической технологии.

Аркадьев Владимир Константинович (1884-1953), физик, член-корреспондент АН СССР, профессор. Основные работы относятся к области магнетизма.

Арцимович Лев Андреевич (1909-1973), физик, академик АН СССР, лауреат Сталинской (1953) и Ленинской (1956) премий, Герой Социалистического Труда. В 1957-1973 гг. – академик-секретарь Отделения общей физики и астрономии АН СССР. Работы в области электронной оптики, электромагнитному разделению изотопов, управляемому термоядерному синтезу.

Афанасьев Юрий Николаевич (1934-2015), историк, доктор исторических наук, академик РАН, политик. Области исследований – история исторической науки, французская историография, история России, политология.

Ахломов Виктор Васильевич (1938 -2017), фотохудожник, с 1960 г. специальный корреспондент газеты «Известия», лауреат премии Союза журналистов России, заслуженный работник культуры РФ.

Ахматова Анна Андреевна (1889-1966), поэтесса, писательница, литературный критик, переводчик.

Баркгаузен Генрих Георг (Heinrich Georg Barkhausen) (1881-1956), немецкий физик, профессор. Исследования относятся к магнетизму, радиотехнике и электронной физике 31

Басов Николай Геннадиевич (1922-2001), физик, академик РАН, лауреат нобелевской премии (1964, совместно с А. М. Прохоровым и Ч. Таунсом), лауреат Государственной (1989) и Ленинской премии (1959), дважды Герой Социалистического Труда. Работы по квантовой электронике, полупроводниковым лазерам, теории мощных импульсов твёрдотельных лазеров, квантовым стандартам частоты, взаимодействию мощного лазерного излучения.

Белов Николай Васильевич (1891-1982), кристаллограф, геохимик, академик АН СССР, лауреат Сталинской (1953) и Ленинской (1974) премий, Герой Социалистического Труда. Работы по теории плотнейшей упаковки атомов в кристаллах, кристаллохимии силикатов.

Бенэ Жорж (Georges Béné) (р. 1919), французский физик, издатель «Bulletin AMPÈRE» в 1959-1989 гг., а в 1970-1972 гг. президент сообщества «AMPÈRE».

Бенуа Анри Шарль (Henri Charles Benoît) (1921-2009), французский химик и физик, профессор. Работы в области физической химии макромолекул, в частности, растворов высокополимерных соединений.

Блатт Михаил Львович (1909-1996), фотохудожник, заведующий фотолaborаторией Казанского филиала Академии наук, член Союза журналистов

Блини Брэбис (Brebis Bleaney) (1921-2006), английский физик-экспериментатор, лауреат премии им. Е. К. Завойского (1992), профессор. Почётный профессор Казанского университета. Исследования в области физики твёрдого тела, физики низких температур, микроволновой спектроскопии, электронного парамагнитного резонанса.

Блинк Роберт (Robert Blinc) (р. 1933 г.), словенский физик, академик Академии наук и искусств Словении, в 1980-1999 гг. – её вице-президент, профессор. Работы по ЯМР для исследования фазовых переходов и жидких кристаллов.

Блох Абрам Моисеевич (1927-2015), геолог, член-корреспондент РАЕН. Труды по геологии и разведке месторождений, в частности, гипса, урана, а также по истории нобелевского движения. Большой успех принесла ему книга «Советский Союз в интерьере нобелевских премий».

Блох Феликс (Felix Bloch) (1905-1983), американский физик, лауреат нобелевской премии (1952, совместно с Э.М. Пёрселлом), профессор. Биографические данные до 1952 г. см. в тексте. 1954-1955 – генеральный директор ЦЕРНа (Женева, Швейцария); член Национальной академии наук США, Американской академии искусств и наук, Королевской Датской академии наук, Королевского общества (Эдинбург), Швейцарского академического естественно-научного общества, АФО (1965-1966, президент), Американского философского общества, Швейцарского физического общества; почётный доктор университетов: Гренобля (1959), Оксфорда (1960), Иерусалима (1962), Цюриха (1966), Павии (1977); почётный член Института им. Вейцмана (1958). Труды по атомной и ядерной физике.

Блохинцев Дмитрий Иванович (1908-1979), физик-теоретик, член-корреспондент АН

СССР и АН УССР, лауреат Сталинской (1952), Государственной (1971) и Ленинской (1957) премий, Герой Социалистического Труда, профессор, член редакционной коллегии журнала «Nuovo Cimento». Работы по теории твёрдого тела, физике полупроводников, оптике, акустике, квантовой электродинамике, ядерной физике, теории ядерных реакторов, квантовой теории поля, физике элементарных частиц, философским и методологическим вопросам физики.

Блумберген Николаас (Nicolaas Bloembergen) (1920-2017), американский физик, лауреат нобелевской премии (1981, совместно с А. Шавловым), профессор. Работы относятся к ЯМР, ЭПР, квантовой электронике, нелинейной оптике, лазерной спектроскопии.

Бондаревский Евгений Иванович (1906-?), физик-экспериментатор, доцент Марийского Педагогического института.

Бор Нильс Хендрик Дэвид (Niels Hendrik David Bohr) (1885-1962), датский физик, лауреат нобелевской премии (1922), профессор. Труды в области теоретической физики, философии естествознания.

Боровик-Романов Андрей Станиславович (1920-1996), физик-экспериментатор, академик РАН, в 1984-1990 гг. директор ИФП, профессор. Научные интересы в области физики магнитных явлений и физики низких температур.

Брандт Зигмунд (Siegmund Brandt) (р. 1936 г.), немецкий физик-экспериментатор, профессор. Работы по физике высоких энергий.

Брандт Мартин С. (Martin Brandt) (р. 1963 г.), немецкий физик, профессор. Труды по полупроводникам и ЭПР.

Браун Вунибальд (Wunibald Braun) (1839-1912), немецкий купец, совладелец фирмы Hartmann-Braun.

Брэдбери Норрис Эдвин (Norris Edwin Bradbury) (1909-1997), американский физик, профессор. Труды по ядерной физике, атмосферному электричеству.

Брэй Вэллис Зигфрид (Wallace Siegfried Brey), американский химик, профессор.

Бур Ян Хендрик де (Jan Hendric de Boer) (1899-1971), датский физико-химик, профессор.

Основатель датской школы катализа.

Бэггьюли Дэсмонд Мартин Слингсби (Desmond Martin Slingsby Bagguley), английский физик, сотрудник Кларендонской лаборатории (Оксфорд). Работы в области магнетизма.

Вавилов Сергей Иванович (1891-1951), физик, академик АН СССР, президент АН (1945-1951), лауреат Сталинских премий (1941, 1943, 1951). Основные работы по физической оптике, люминесценции, философии естествознания, истории науки.

Вайль Герман (Herman Weyl) (1885-1955), немецкий математик, профессор. Основные работы в области математики и математической физики.

Вайсс Джозеф Джошуа (Joseph Joshua Weiß) (1905-1972), австрийский химик, профессор Ньюкаслского университета. Работы по радиационной химии.

Вайскопф Виктор Фредерик (Viktor Frederick Weißekopf) (1908-2002), американский физик-теоретик, профессор. Работы в области ядерной физики, физики элементарных частиц, квантовой теории поля, квантовой электродинамики, физики твёрдого тела.

Валлер Ивар (Ivar Waller) (1898-1988), шведский физик-теоретик, член Шведской Академии наук, член Нобелевского комитета по физике (1945-1971), профессор. Работы по физике твёрдого тела, ядерной физике, квантовой электродинамике.

Ван Флек Джон Хасбрук (John Hasbrouck van Vleck) (1889-1980), американский физик-теоретик, лауреат нобелевской премии (1977, совместно с Ф. В. Эндерсоном и Н. Моттом), профессор. Труды в области квантовой теории атомной структуры, магнетизму, теории валентности, атомных и молекулярных спектров, ферро- и ферримагнитного резонанса.

Вэбстер Дэвид Локк (David Locke Webster) (1888-1976), американский физик, профессор. Работы в области физики рентгеновских лучей.

Вейцель Вальтер Фридрих Карл (Walter Friedrich Karl Weizel) (1901-1982), немецкий физик, профессор. Труды по теоретической физике, физике газового разряда, физике плазмы.

Вейцман Хаим (Chaim Weizman) (1874-1952), президент государства Израиль.

Векслер Владимир Иосифович (1907-1966), физик, академик АН СССР, лауреат Сталинской (1951) и Ленинской (1959) премий. Исследования в области физики и техники ускорителей, физики высоких энергий, ядерной физики, физики космических лучей.

Вестон Эдвард (Edward Weston) (1850-1936), американский изобретатель и промышленник.

Вилльямс Ивэн Джеймс (Evan James Williams) (1903-1945), английский физик, профессор. Работы в области атомной физики.

Вин Вильгельм Карл Вернер Отто (Wilhelm Carl Werner Otto Wien) (1864-1928), немецкий физик, лауреат нобелевской премии (1911). Работы по гидродинамике, теории теплового излучения, оптике, электрическим разрядам в газах.

Вирсма Элиза Корнелис (Elisa Cornelis Wiersma) (1902-1944), голландский физик. Работы по парамагнитной релаксации.

Владимирский Константин Васильевич (р. 1913 г.), физик, доктор физ.-мат. наук. Работы по ядерному магнитному резонансу, теории твёрдого тела.

Власов Анатолий Александрович (1908-1973), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Ленинской премии (1970), профессор. Работы по физике плазмы, оптике, теории кристаллического состояния, теории гравитации, статистической теории рождения частиц. Предложил новое кинетическое уравнение плазмы, учитывающее коллективные взаимодействия между частицами (уравнение Власова). Развил метод исследования свойств плазмы.

Вонсовский Сергей Васильевич (1910-1998), физик, академик РАН, лауреат Государственных премий (1975, 1982), Герой Социалистического Труда, профессор. Труды по физике магнитных явлений и физике твёрдого тела.

Вул Бенцион Моисеевич (1903-1985), физик, академик АН СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Сталинской (1946) и Ленинской (1964) премий. Работы по физике диэлектриков и полупроводников.

Высоцкий Николай Федорович (1843-1922), хирург, доктор медицины, профессор.

Вэриэн Расселл Хэррисон (Russell Harrison Varian) (1898-1959), американский физик.

Работы в области оборудования по ядерному и электронному резонансу, основатель приборостроительной фирмы «Varian».

Вэриэн Сигурд (Sigurd Varian) (1901-1961), американский физик, брат Р.Х. Вариана. Работы в области приборостроения.

Гааз Вандер Йоханнес де (Wander Johannes de Haas) (1878-1960), нидерландский физик, профессор. Труды в области физики низких температур, сверхпроводимости, магнетизма.

Гагаринский Андрей Юрьевич, доктор физ.-мат. наук, советник директора НИЦ «Курчатовский институт».

Гайтлер Вальтер Генрих (Walter Heinrich Heitler) (1904-1981), физик-теоретик, профессор. Труды посвящены квантовой теории, квантовой механике, квантовой электродинамике, физике космических лучей. Теории ядерных сил, мезонной физике, философии науки.

Галле Иоганн Готфрид (Johann Gottfried Galle) (1812-1910), немецкий астроном. Исследования по кометам и метеоритам.

Гамов Джордж (Георгий Антонович) (1904-1981), американский физик, профессор. Работы в области квантовой механики, атомной и ядерной физики, астрофизики, космологии, биологии, истории физики. Автор многих научно-популярных книг.

Ганс Рихард (Richard Gans) (1880-1954), физик-экспериментатор, профессор. Работы по статистической теории диамагнетизма и парамагнетизма, векторному анализу, математической физике, ультрафильтрам.

Гартман Вильгельм Евгений (Wilhelm Eugen Hartmann) (1853-1915), немецкий электротехник.

Гаудсмит Сэмюэл Абрахам (Samuel Abraham Goudsmit) (1902-1979), датско-американский физик-теоретик, профессор. Труды посвящены квантовой механике, атомной и ядерной физике, спектроскопии.

Гейзенберг Вернер Карл (Werner Karl Heisenberg) (1901-1976), немецкий физик-теоретик, лауреат нобелевской премии (1932), профессор. Работы по квантовой механике, квантовой электродинамике, релятивистской квантовой теории поля, теории ядра, магнетизму, физике

космических лучей, теории элементарных частиц, философии естествознания.

Герлах Вальтер (Walter Gerlach) (1889-1979), немецкий физик-экспериментатор, профессор. Исследования в области атомной и ядерной физики, спектроскопии, квантовой теории магнетизма, истории физики.

Герц Густав Людвиг (Gustav Ludwig Hertz) (1889-1979), немецкий физик-экспериментатор, лауреат нобелевской премии (1925, совместно с Дж. Франком) и Сталинской (1951) премий. Работы в области спектроскопии.

Гесс Виктор Франц (Viktor Franz Hess) (1883-1964), физик-экспериментатор, лауреат нобелевской премии (1936, совместно с К. Эндерсоном). Исследования по космическим лучам и радиоактивности.

Гинзбург Виталий Лазаревич (1916-2009), физик-теоретик, академик РАН, лауреат нобелевской премии (2003, совместно с А.А. Абрикосовым и Э. Лэггеттом), Сталинской (1953) и Ленинской (1966) премий, профессор. Труды посвящены квантовой электродинамике, физике элементарных частиц, теории излучения, оптике, теории конденсированных сред, физике плазмы, радиофизике, радиоастрономии, астрофизике, истории физики.

Горди Уолтер (Walter Gordy) (1909-1985), американский физик, профессор. Работы по инфракрасной спектроскопии, дифракции электронов, микроволновым радарам, микроволновой и радиочастотной спектроскопии, ядерным моментам.

Гордон Вальтер (Walter Gordon) (1893-1939), немецкий физик-теоретик, профессор. Труды по механике и математической физике.

Гортер Корнелис Якобус (Cornelis Jacobus Gorter) (1907-1980), нидерландский физик, родился в Утрехте. После окончания лицея в Гааге окончил Лейденский университет, где слушал лекции Пауля Эренфеста. Над диссертацией работал под руководством профессора В. Й. де Гааза, директора криогенной лаборатории им. Г. Каммерлинга Оннеса. В 1936-1940 гг. читал лекции в университете Гронингена. С 1936 г. начал печатать статьи по парамагнитной релаксации. Летом 1937 г. поехал в США. В сентябре того же года он побывал в лаборатории И. Раби. Вот что он написал об этом визите: «Возвращаясь домой, я посетил Колумбийский университет. Один из сотрудников Раби показал мне разные установки по атомным пучкам. Осматривая установку, в которой пучок проходил через магнитное поле, направление которого вращалось в пространстве так, что могли быть определены и знак, и приближённая величина магнитных моментов ядер, я понял, что замена

этого магнитного поля постоянным и перпендикулярным радиочастотным полем сразу же сделает установку пригодной для наблюдения ядерного магнитного резонанса. Я попросил пригласить Раби, которому я когда-то показывал в Лейдене лабораторию, и посоветовал ему внести в установку радиочастотное поле, показав простым расчётом, что будет достаточно небольшого усилителя, чтобы получить сильную деполяризацию пучка. Мне не удалось убедить его в пользу моего предложения относительно его постоянного поля, вращающегося в пространстве, однако он обещал на досуге рассмотреть этот вопрос. Я понял, что вскоре он собирался посетить нас в Голландии и тогда продолжить разговор. Но спустя несколько месяцев я смог поздравить его и его сотрудников с открытием ядерного магнитного резонанса, о чём было сообщено в письме к редактору журнала «The Physical Review». Я не могу отрицать, что ощутил некую гордость, смешанную с чувством, что мой вклад был несколько недооценён, несмотря на то что он был признан в письме» (Physics today. 1967. Vol. 20, January. P. 77). Ср. этот же эпизод в интерпретации И. А. Раби: Ridgen J. S. Rabi. Scientist and Citizen. N. Y., 1987. P. 96, 120.

В 1940-1946 гг. Гортер был профессором Амстердамского университета и занимал должность директора Зеемановской лаборатории. В 1946-1973 гг. он был профессором Лейденского университета и директором лаборатории им. Г. Камерлинга Оннеса.

Публикации К.Я. Гортера: Paramagnetische Eigenschaften von Salzen; Paramagnetische Relaxation. N. Y.-Amsterdam- London-Brussels. 1947; ред.: Progress in Low Temperature Physics. Vol. 1-6 (1955, 1957, 1961, 1967, 1970); многочисленные статьи в физических журналах.

Гортер являлся президентом Королевской Нидерландской академии наук (1960-1966), вице-президентом Международного Союза чистой и прикладной физики (1946-1951, 1960-1966), членом Сольвеевской комиссии по физике (Брюссель, 1956-1976), председателем Нидерландской Организации по исследованию вещества (1954-1960), членом Совета Нидерландского реакторного центра, председателем Комиссии по сверхнизким температурам. Входил в редакционную коллегию журнала «Physica» (1948-1975).

Гортер был награждён орденом Нидерландского льва, орденом «За заслуги в области исследований и изобретений» (Франция). Был лауреатом премии им. Ф. Лондона (1966).

Гортер являлся почётным доктором университетов: Гренобля (1955), Нанси (1966), Кордовы (Аргентина, 1968), Кентербери (1969), доктором прав университета Галифакса (Канада, 1960), почётным членом Королевской Шведской и Королевской Фламандской академий наук, Финской академии наук, Национальной академии наук США (1967), Американской академии искусств и наук (Бостон, 1952), Американского философского общества (Филадельфия, 1970), Королевских научных обществ (Тронхейм, Норвегия, 1972 и Льеж, Бельгия), а также почётным президентом Международного института холодильной промышленности (Париж). Труды по парамагнитной релаксации, антиферромагнетизму, сверхпроводимости.

Гриве Пьер А. (Pierre A.Grivet), (1911-1992), французский физик, профессор, член Французского, Британского и Американского физических обществ, Французского общества специалистов по электронике и радиоэлектронике. Работы по радарам, теории шумов, электронной оптике, квантовой электронике и магнитному резонансу.

Гриффитс Джеймс Говард Игл (James Howard Eagle Griffith) (1908-1981), английский физик, профессор. Работы по радиоспектроскопии.

Грошев Леонид Васильевич (1907-1975), физик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Ленинской премии (1969), профессор, иностранный член Датской Королевской академии наук (1965). Работы в области физики атомного ядра, в частности, ядерной спектроскопии.

Гуревич Исай Израилевич (1912-1994), физик, член-корреспондент РАН, лауреат Сталинской премии (1949), профессор. Труды в области ядерной физики, физики атомных реакторов, теории элементарных частиц.

Гутовский Герберт Сэндер (Herbert Sander Gutowsky) (1919-2000), американский физико-химик, профессор. Работы по применению ЯМР в химии и биологии.

Давыдов Борис Иосифович (1908-1963), физик, доктор физ.-мат. наук. Исследования по теории ионизированных газов и газового разряда, теории электронных явлений в однородных проводниках, общим вопросам статистической физики и квантовой теории, истории науки.

Дамадьян Раймонд В. (Raymond Damadian) (р. 1936 г.), американский биофизик. Работы по магнитно-резонансной томографии.

Дебай Петер Йозеф Вильгельм (Peter Joseph Wilhelm Debye) (1884-1966), физико-химик, лауреат нобелевской премии (1935). Работы в области квантовой теории твёрдых тел, теории теплопроводности кристаллов, теории строения молекул, квантовой теории атома.

Джеффрис Карсон Даннинг (Carson Dunning Jeffries) (1922-1984), американский физик, профессор. Работы по ЯМР и ЭПР, по физике полупроводников.

Дирак Поль Адриен Морис (Paul Adrien Maurice Dirac) (1902-1984), английский физик-теоретик, лауреат нобелевской премии (1933, совместно с Э. Шрёдингером). Труды относятся к квантовой механике, квантовой электродинамике, квантовой теории поля, теории элементарных частиц, теории гравитации.

Дорфман Яков Григорьевич (1898-1974), физик, доктор физ.-мат. наук, профессор. Исследования в области твёрдого тела, магнетизма, истории физики.

Дунская Ирина Михайловна, кандидат физ.-мат. наук. Эмигрировала в Израиль. Работы по истории естествознания.

Духов Николай Леонидович (1904-1964), генерал-лейтенант, доктор техн. наук, награждён пятью Сталинскими премиями, трижды Герой Социалистического Труда, инженер-конструктор.

Дэрроу Карл Кельхнер (Karl Kelchner Darrow) (1891-1982), американский физик, многолетний секретарь Американского физического общества (1941-1967), сотрудник лабораторий Белл Телефон, ассоциативный издатель журнала «Review of Scientific Instruments».

ДюБридж Ли Элвин (Lee Alvin DuBridge) (1901-1994), американский физик. Работы по фотоэлектрической и термиссионной эмиссии, усилителям постоянного тока, теории фотоэлектрического эффекта, радарам.

Дюбуа Вильям Дадделл (William du Bois Duddell) (1872-1917), английский электрофизик и инженер.

Дю Пре Фриц Карел (Frits Karel Du Pré) (1912 -?), американский физик. Работы в области микроволновой физики, криогеники.

Завойский Борис Константинович (1902-1937), брат Е.К. Завойского, инженер. Незаконно репрессирован 5 ноября 1937 г. в Киеве и 26 декабря того же года расстрелян.

Завойский Вячеслав Константинович (1916-2001), физик, доктор физ.-мат. наук, профессор. Научные труды по физике реакторов. Автор книг о Е.К. Завойском: «Е.К. Завойский». Казань, 1980; «Академик Е.К. Завойский». Казань, 1986; «Минувшее». Казань, 1996.

Завойский Евгений Константинович родился 28 сентября 1907 г. в г. Могилёв-Подольский Подольской губернии. Скончался 9 октября 1976 г. в Москве. 1926 г. – окончил школу № 10 г. Казань; 1926-1930 – студент физико-математического факультета Казанского государственного университета; 1930-1933 – аспирант кафедры экспериментальной физики; 1933-1947 – доцент, с 1946 – профессор кафедры экспериментальной физики КГУ; 1946-1947 – заведующий сектором физики КФАН СССР; 1947-1951 – начальник отдела Базы 112 в системе Главгорстроя СССР (КБ-11, Арзамас-16); 1951-1971 – начальник сектора ИАЭ им.

И.В. Курчатова; 1971 – подал директору ИЭА им. Курчатова академику А.П. Александрову заявление об уходе и больше ни разу не был в институте. 5 августа 1972 г. у него случился тяжелейший сердечный приступ, давший обширный инфаркт задней стенки сердца. На пенсию официально вышел с 1974 г.

Открытия: 1944 – электоронный парамагнитный резонанс. Заявка № ОТ-7468 от 10.12 1969. Приоритет открытия 12.07. 1944. Оpubл. 03.09.1970; 1961 – явление турбулентного и аномального сопротивления плазмы (совместно с сотрудниками возглавлявшегося им сектора в ИАЭ им. Курчатова). Заявка № ОТ-7595 от 30. 03. 70. Приоритет открытия 09.09. 1961. Оpubл. 23.10. 1972. 1945 – в ознаменование 25-летия ТА ССР объявлена благодарность за высококачественную работу и награждён почётной грамотой Верховного Совета ТА ССР; 1949 – Сталинская премия III степени «за рахработку электромагнитных методов регистрации быстрых процессов по исследованию центральной части заряда атомной бомбы»; 1953 – избран в члены-корреспонденты АН СССР; 1954 – награждён орденом Ленина за выслугу лет и безупречную работу; 1957 – присуждена Ленинская премия за открытие и изучение парамагнитного резонанса; 1964 – избран в действительные члены АН СССР; 1969 – присвоено звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина и золотой медали «Серп и молот» за большие заслуги в развитии советской науки; 1970 – награждён медалью «За доблестный труд»; 1975 – награждён орденом Трудового Красного Знамени за заслуги в развитии советской науки и в связи с 250-летием АН СССР; 1977 – присуждена премия Международного общества магнитного резонанса ISMAR в признание открытия им явления ЭПР в Казани в 1944 г. (посмертно); 1984 – имя академика Е.К. Завойского присвоено Казанскому ФТИ, учреждены для студентов КГУ две стипендии его имени; одна из улиц в Казани названа его именем; 1991 – учреждена Международная премия им. Е.К. Завойского, которой были удостоены физики США, Великобритании, Германии, России, Швейцарии, Израиля.

Зарубежные командировки: 1961 – Международная конференция по физике плазмы и управляемым термоядерным реакциям (Австрия), выступил с докладом «Поглощение плазмой энергии переменных электромагнитных полей большой амплитуды»; 1965 – 2-ая Международная конференция по физике плазмы и УТС (Великобритания), выступил с докладом «Турбулентный нагрев плазмы током прямого разряда»; 1967 – Симпозиум по взаимодействию пучков быстрых частиц с плазмой» (Чехословакия).

Зарипов Максут Мухамедзянович (1929-2016), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, профессор, лауреат Государственной премии (1988). Труды по спектроскопии ЭПР в твёрдых телах, рекристаллизации поверхности кристаллов под воздействием мощного лазерного импульса.

Зарипов Махмут Мубаракшиевич (1918-1998), физик, доктор физ.-мат наук, профессор. Труды по электронному парамагнитному резонансу.

Захарченя Борис Петрович (1928-2005), физик, академик РАН, лауреат Ленинской (1966) и Государственной (1977) премий, профессор. Труды по физике твёрдого тела, оптическим методам исследования электронных процессов в твёрдом теле.

Зверев Митрофан Степанович (1903-1991), астроном, астрофизик, член-корреспондент РАН. Труды по астрометрии, службе времени.

Зеeman Питер (Pieter Zeeman) (1865-1943), датский физик, лауреат нобелевской премии (1902, совместно с Х. А. Лоренцем). Работы в области оптики, магнитооптики, атомной спектроскопии.

Зельдович Яков Борисович (1914-1987), физик, академик АН СССР, лауреат Сталинских (1943, 1949, 1951, 1953) и Ленинской премий, трижды Герой Социалистического Труда. Работы по химической физике, теории горения, физике ударных волн и детонации, физической химии, физике ядра и элементарных частиц, астрофизике и космологии.

Земански Марк Вальдо (Mark Waldo Zemansky) (1900-1985), американский физик, профессор, автор университетских учебников по термодинамике.

Зоммерфельд Арнольд Йоганн Вильгельм (Arnold Johann Wilhelm Sommerfeld) (1868-1951), немецкий физик-теоретик, профессор. Труды посвящены квантовой теории атома, спектроскопии, квантовой теории металлов, математической физике.

Иваненко Дмитрий Дмитриевич (1904-1994), российский и украинский физик-теоретик, лауреат Сталинской премии (1954), заслуженный профессор Московского университета. Работы относятся к ядерной физике, теории поля, синхротронному излучению, единой теории поля, теории гравитации, истории физики.

Инграм Дэвид Джон Эдвард (David John Edward Ingram) (1927-2001), английский физик, профессор. Работы по радиоспектроскопии.

Иоффе Абрам Фёдорович (1880-1960), физик, академик, вице-президент АН СССР, лауреат Сталинской (1942) и Ленинской (1961, посмертно) премий, Герой Социалистического Труда. Основные исследования в области физики твёрдого тела.

Ирисова Наталия Александровна (1927-2009), физик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственной премии (1980), профессор. Работы в области радиоспектроскопии.

Йериан Хьюберт Жозе (Hubert Jose Yearian) (1905-1995), американский физик, профессор. Работы в области дифракции электронов, проводимости газов, радарной электроники.

Казамир Хендрик Бругт Герхард (Hendrik Burgt Gerhard Casimir) (1909-2000), датский физик, профессор. Работы по квантовой механике, ядерной физике, физике низких температур, сверхпроводимости, термодинамике, магнетизму, прикладной математике.

Каммерлинг Оннес Гейке (Heike Kammerlingh Onnes) (1853-1926), нидерландский физик, профессор и директор криогенной лаборатории в Лейдене, которая носит его имя. Лауреат нобелевской премии (1913). Работы в области физики низких температур, сверхпроводимости.

Капица Пётр Леонидович (1894-1984), физик, академик АН СССР, лауреат нобелевской (1978), Сталинских (1941, 1943) премий, дважды Герой Социалистического Труда, профессор, главный редактор журнала ЖЭТФ. Работы посвящены ядерной физике, физике и технике сверхсильных магнитных полей, физике и технике низких температур, физике высокотемпературной плазмы.

Капица Сергей Петрович (1928-2012), физик, доктор физ.-мат. наук, академик РАЕН, лауреат Государственной премии (1980 г.), профессор. Научные труды в области аэродинамики, ускорителей, электродинамики, синхротронного излучения, ядерной физики, истории науки, проблем народонаселения.

Кастлер Альфред (Alfred Kastler) (1902-1984), французский физик, лауреат нобелевской премии (1966), профессор. Работы по оптике, атомной спектроскопии, квантовой электронике.

Кафтанов Сергей Васильевич (1905-1978), министр высшего образования в 1946-1951 гг.

Каш Поликарп, см. Куш Поликарп.

Кикоин Исаак Кушелевич (1908-1984), физик, академик АН СССР, лауреат Сталинских (1942, 1949, 1951, 1953) и Ленинской (1959) премий, дважды Герой Социалистического Труда, профессор. Работы по физике твёрдого тела, атомной и ядерной физике, ядерной технике.

Кикучи Чихиро (Chihiro Kikuchi) (1914-1988), японско-американский физик, профессор. Исследования в области ЭПР, рубиновых мазеров, квантовой электроники, квантовой электродинамики.

Киренский Леонид Васильевич (1909-1969), физик, академик АН СССР, Герой

Социалистического Труда. Работы относятся к физике магнитных явлений и биофизике.

Киселёв Л.Т., учёный секретарь Комитета по Ленинским и Государственным премиям.

Киттель Чарльз (Charles Kittel) (1916-2019 (дата смерти из wikipedia, прим. Р.А.Н.)), американский физик, профессор. Работы по физике твёрдого тела, теории ферромагнетизма, математической физике.

Коваленко Г.М., сотрудник ФИАН.

Козырев Борис Михайлович (1905-1979), физик, член-корреспондент АН СССР, профессор. Труды в области парамагнетизма. Известны также его литературные исследования о творчестве поэта Ф. И. Тютчева.

Комар Антон Пантелеймонович (1904-1985), физик, академик АН УССР, лауреат Сталинской премии (1951), профессор. Труды по ядерной физике, методике и технике ядерных экспериментов, физической электронике, физике и технике ускорителей, физике металлов и ферритов.

Кондорский Евгений Иванович (1908-1989), физик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственной премии (1984), заслуженный деятель науки РСФСР, председатель секции научного совета АН СССР по магнетизму, профессор. Работы в области ферромагнетизма.

Корнфельд Михаил Иосифович (1908-1993), физик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Сталинской премии (1954). Работы по физике рекристаллизации и пластичности металлов, по установкам для получения тяжёлой воды.

Кочелаев Борис Иванович (р. 1934 г.), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, заслуженный деятель науки РТ и РФ, лауреат Государственной премии РТ, профессор. Направления научной деятельности: резонансные свойства конденсированных сред, магнитный резонанс в сверхпроводниках и металлах, спиновая кинетика в конденсированных средах, физика твёрдого тела, физика магнитных явлений.

Кошлэнд Дэниэл Э. (Daniel E. Koshland) (1892-1979), в 1940-е гг. президент компании Levi Strauss (джинсы).

Крамерс Хендрик Антони (Hendrik Antony Kramers) (1894-1952), нидерландский физик-

теоретик, профессор. Работы в области атомной физики, квантовой механики, физики твёрдого тела, магнетизма, физической оптики, кинетической теории газы, физики низких температур.

Крониг Ральф де Лер (Ralf de Laer Kronig) (1904-1995), немецко-американский физик-теоретик, профессор. Работы в области спектроскопии, теории молекулярных структур, теории валентности, квантовой механики, ядерной физики, физики твёрдого тела.

Куммероу Роберт Леггетт (Robert Leggett Cummerow) (1915-2003), американский физик. Труды по радиоспектроскопии, полупроводникам.

Курчатов Игорь Васильевич (1903-1960), физик, академик АН СССР, лауреат Сталинских (1942, 1949, 1951, 1954) и Ленинской (1954) премий, трижды Герой Социалистического Труда, директор Лаборатории № 2 (ныне Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт») (1943-1960), организатор советской атомной промышленности и техники. Исследования в области сегнетоэлектричества, ядерной физики.

Куш (Каш) Поликарп (Polycarp Kusch) (1911-1993), американский физик, лауреат нобелевской премии (1955, совместно с У.Ю. Лэмбом), профессор. Труды по атомной, молекулярной и ядерной физике.

Кэннер Мортон (Morton Kanner) (1915-1943), американский физик, сотрудник Радиационной лаборатории МТИ. Участвовал в создании приборов для военных целей.

Ландау Лев Давыдович (1908-1943), физик-теоретик, академик АН СССР, лауреат нобелевской премии (1962), Сталинских (1946, 1949, 1953) и Ленинской (1962) премий, Герой Социалистического Труда, профессор. Работы по квантовой механике, физике твёрдого тела, теории фазовых переходов второго рода, теории ферми-жидкости и теории сверхтекучей жидкости, физике космических лучей, гидродинамике, физической кинетике, квантовой теории поля, физике элементарных частиц, физике плазмы.

Ланде Альфред (Alfred Landé) (1888-1975), физик-теоретик, профессор, Работы по изучению атомной структуры, атомных спектров и эффекта Зеемана, мультиплетной теории, квантовой теории, термодинамике, квантовой механике.

Ландсберг Григорий Самуилович (1890-1957), физик, академик АН СССР, лауреат Сталинской премии (1941), профессор. Работы по физической оптике, молекулярной физике, прикладной спектроскопии.

Ланжевен Поль (Paul Langevin) (1872-1946), французский физик. Труды по теории относительности и релятивистской электродинамике.

Ларк-Горовиц Карл (Karl Lark—Horovitz) (1892-1958), американский физик, профессор. Работы в области электронной дифракции, физики диэлектриков, поверхностных слоёв, абсорбции, рентгеновских лучей и кристаллической структуры, физики стёкол.

Лармор Джозеф (Joseph Larmor) (1857-1942), английский физик-теоретик и математик. Работы по электродинамике движущихся тел, термодинамике, магнетизму, изучению структуры атома.

Лауэ Макс Феликс Теодор фон (Max Felix Theodor von Laue) (1879-1960), немецкий физик-теоретик, лауреат нобелевской премии (1914), профессор. Работы в области оптики, кристаллофизики, сверхпроводимости, квантовой теории, атомной физики, физики твёрдого тела.

Лебедев Пётр Николаевич (1866-1912), физик-экспериментатор, создатель первой русской научной школы физиков. Труды в области магнетизма, электромагнитных волн.

Леверье Урбан Жан Жозеф (Urban Jane Joseph LeVerrier) (1811-1877), французский астроном.

Лёвшин Вадим Леонидович (1896-1969), физик, доктор физ.-мат. наук, профессор, лауреат Сталинских премий (1951, 1952), заслуженный деятель науки и техники РСФСР. Работы по люминесценции.

Лекюэр Кристоф (Christophe Lécuyer), историк науки, освещающий проблемы взаимоотношений университетов с индустрией, развития электроники (в частности, Силиконовой долины) и научного приборостроения.

Ленуар Тимоти (Timothy W. Lenoir), американский историк науки, профессор.

Леонтович Михаил Александрович (1903-1981), физик-теоретик, академик АН СССР, лауреат Ленинской премии, профессор. Работы по электродинамике, физической оптике, статистической физике, термодинамике, квантовой механике, теории колебаний, акустике, радиофизике, физике плазмы, проблеме управляемого термоядерного синтеза.

Лехер Эрнест (Ernst Lecher) (1856-1926), австрийский физик-экспериментатор, профессор. Исследования в области электричества, электромагнитных колебаний и волн.

Линник Владимир Павлович (1889-1984), физик, академик АН СССР, лауреат Сталинской (1946) и Государственной премий (1960) премий, Герой Социалистического Труда. Работы в области оптики.

Лифшиц Евгений Михайлович (1915-1985), физик-теоретик, академик АН СССР, лауреат Сталинской (1954) и Ленинской (1962) премий. Работы в области физики твёрдого тела, теории гравитации, космологии.

Лойярте Рамон Годофредо (Ramón Godofredo Loyarte) (1888-1944), аргентинский физик, директор Физического института (Ла-Плата, Аргентина), профессор. Труды в области магнетизма.

Лондон Фриц (Fritz London) (1900-1954), физик-теоретик, профессор. Работы посвящены спектроскопии, квантовой механике, физике низких температур, теории сверхпроводимости и сверхтекучести в жидком гелии.

Лоренц Хендрик Антон (Hendrik Antoon Lorentz) (1853-1928), нидерландский физик-теоретик, лауреат нобелевской премии (1902, совместно с П. Зееманом). Труды по электродинамике, термодинамике, статистической механике, оптике, теории излучения, теории металлов, атомной физике.

Лукьянов Степан Юрьевич (1912-1996), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, профессор. Область научных интересов – электромагнитный метод разделения изотопов, физика плазмы.

Майорана Этторе (Ettore Majorana) (1906-1938), итальянский физик. Работы относятся к атомной, молекулярной и ядерной физике.

Максвелл Джеймс Клерк (James Clark Maxwell) (1831-1879), английский физик, профессор. Труды посвящены электродинамике, молекулярной физике, оптике, механике, теории упругости.

Маликов Васил Маликович (1923-1992), народный художник Татарской ССР, лауреат

республиканской премии им. М. Джаилия

Малликен Роберт Сэндerson (Robert Sanderson Mulliken) (1896-1986), американский физико-химик, лауреат нобелевской премии (1966). Труды посвящены молекулярной спектроскопии, теории валентности, изучению молекулярных структур, разделению изотопов.

Мандельштам Леонид Исаакович (1879-1944), физик, академик АН СССР, лауреат Сталинской премии (1942). Работы относятся к оптике, радиофизике, теории нелинейных колебаний, квантовой механике, истории и методологии физики.

Марков Моисей Александрович (1908-1994), физик-теоретик, академик РАН, академик-секретарь Отделения ядерной физики (1968-1988), советник президиума РАН, Герой Социалистического Труда, профессор. Основные работы в области атомной спектроскопии и её приложений, внеатмосферной астрономии.

Мертон Роберт Кинг (Robert King Merton, Meyer R. Schkolnik) (1910-2003), американский социолог, профессор.

Миронин Сигизмунд Сигизмундович (другой псевдоним А. Миров), публицист.

Михеев Михаил Николаевич (1905-1989), физик, член-корреспондент АН СССР, лауреат Сталинской премии (1951). Основные работы в области магнетизма.

Мотт Невилл Фрэнсис (Nevill Francis Mott) (1905-1996), английский физик-теоретик, лауреат нобелевской премии (1977, совместно с Ф. Эндерсоном и Дж. Х. Ван Флеку), профессор. Работы относятся к квантовой механике, физике твёрдого тела, теории атомных столкновений, ядерной физике, физике металлов и полупроводников.

Мюллер Карл Александр (Karl Alexander Müller) (р. 1927 г.), швейцарский физик, лауреат нобелевской премии (1987, совместно с Й. Г. Беднорцем). Труды по структурным фазовым переходам и высокотемпературной сверхпроводимости.

Неель Луи Эжен Фелис (Louis Eugée Félix Néel) (1904-2000), французский физик, лауреат нобелевской премии (1970, совместно с Л. Альваресом), профессор. Работы по физике твёрдого тела.

Несмеянов Александр Николаевич (1899-1983), химик, академик АН ССР, президент АН

СССР (1951-1961), лауреат Сталинской (1943) и Ленинской (1966) премий, дважды Герой Социалистического Труда. Работы по химии металлоорганических соединений.

Нобель Альфред Бернхард (Alfred Bernhard Nobel) (1833-1896), шведский химик, инженер, изобретатель динамита, учредитель нобелевских премий.

Нордсик Арнольд Теодор (Arnold Theodore Norsieck) (1911-1971), американский физик, Работы в области релятивистской квантовой теории и ядерной физики.

Оппенгеймер Дж. Роберт (J. Robert Oppenheimer) (1904-1967), американский физик-теоретик, профессор. Работы относятся к ядерной физике, квантовой механике, теории относительности, физике космических лучей, физике элементарных частиц, теоретической астрофизике.

Ораевский Павел Сергеевич (р. 1920 г.), начальник Управления внешних сношений при Президиуме АН СССР (до 1988 г.).

Орлов Юрий Федорович (р. 1924 г.), математик, профессор Корнельского университета (США), участник диссидентского движения в СССР.

Пайерлс Рудольф Эрнст (Rudolf Ernst Peirels) (1907-1995), английский физик-теоретик, профессор. Работы посвящены математической физике, квантовой механике, квантовой электродинамике, ядерной физике, магнетизму.

Пайк Джордж Эдвард (George Edward Pake) (1924-2004), американский физик, профессор, директор-основатель компании Xerox PARC. Работы по ЯМР, ЭПР свободных радикалов.

Паккард Мартин Эверетт (Martin Everett Packard) (1921-2007), американский физик, профессор. Биографические сведения до 1946 г. см. в тексте; 1945-1951 – в Стэнфордском университете; 1951-1981 – в фирме «Вариан», с 1989 г. в Институте генетического контроля болезней животных; 1971 – премия за выдающийся вклад за применение ЯМР для измерения магнитных полей. Исследования в области ЯМР, молекулярной спектроскопии.

Пастернак Евгений Борисович (р. 1923 г.), научный сотрудник отдела рукописей и книжного фонда ИМЛИ РАН.

Паули Вольфганг (Wolfgang Pauli) (1900-1958), австрийско-швейцарский физик, лауреат

нобелевской премии (1945), профессор. Работы относятся к квантовой механике, квантовой электродинамике, теории относительности, квантовой теории поля, теории твёрдого тела, ядерной физике, физике элементарных частиц.

Паунд Робер Вивиан (Robert Vivian Pound) (1919-2010), американский физик, профессор. Биографические сведения до 1946 г. см. в тексте; 1968-1972 – заведующий физическим отделением в Гарвардском университете; 1975-1983 – директор физических лабораторий; с 1989 – почётный профессор в отставке; 1991 – Национальная медаль за научные достижения. Публикации по ядерному магнетизму, корреляции направления гамма-лучей, влияние сил тяготения на гамма-лучи.

Пенроуз Роджер П. (Rodger P. Penrose), (?-1950), студент Б. Блини. Работы по магнитному резонансу.

Пёрселл Эдвард Миллс (Edward Mills Purcell) (1912-1997), американский физик, лауреат нобелевской премии (совместно с Ф. Блохом), профессор. Биографические данные до 1952 г. см. в тексте. В 1945-1986 – в физической лаборатории им. Лаймана (Гарвард); 1947, 1948, 1953-1957 – член научного консультационного комитета Военно-воздушных сил США; 1957-1960 и 1962-1966 – научный советник и член Президентского научно-консультативного комитета США; член Национальной академии наук, Американской академии искусств и наук, АФО (1970-1971 – президент), Американского философского общества; 1950-1971 – старший член Общества выпускников Гарварда; 1953 – почётный доктор-инженер университета Пердью; 1980 – почётный профессор Гарварда в отставке; иностранный член Королевской академии наук; 1967 – награждён медалью Эрстеда «за отличную педагогическую работу»; награждён Национальной медалью за научные достижения (вручал президент США Дж. Картер «в знак признания его работ по ЯМР в конденсированных средах и в области межпланетных магнитных полей» (Physics today. 1980, no. 3); 1985 – Гарвардская медаль; 1984 – премия по биофизике от АФО (совместно с Г. Бергом); 1988 – премия Б. М. Тайсли (совместно с Г. Ивеном) за работу по астрофизике 1951 году

Публикации: 1965 – издание учебника «Electricity and Magnetism», «для тех, кто в течение двух лет приобщался к экспериментальной физике»; второе издание 1985 г., а также статьи в журналах.

Труды в области ЯМР, радиоастрономии, астрофизики, биофизики.

Пиппард Альфред Брайн (Alfred Brian Pippard) (1920-2008), английский физик, профессор. Работы по физике низких температур, сверхпроводимости, ядерной физике.

Пламpton Бетти Изабелл (Betty Isabelle Plumpton) (1926-2014), английский физик, супруга Б. Блини. Исследования по магнетизму.

Планк Макс (Max Planck) (1858-1947), немецкий физик, лауреат нобелевской премии (1918). Труды по термодинамике, теории относительности, философии естествознания.

Плессет М.С. (Milton Spinoso Pleccet) (1908-1991), американский физик. Исследования в области механики жидкости и ядерной энергии.

Пономарёв Леонид Иванович (р. 1937 г.), физик, член-корр. РАН. Труды по мезоатомным и мезомолекулярным процессам, квантовой теории многих тел, мюонному катализу.

Пост Ричард Фримен (Richard Freeman Post) (1918-2015), американский физик, профессор. Исследования посвящены физической электронике, ускорительной технике, физике плазмы, управляемому термоядерному синтезу.

Прайс Морис Генри Лекорни (Maurice Henry Lecornu Pryce) (1913-2003), английский физик, профессор. Труды по теоретической физике, ядерной физике.

Прохоров Александр Михайлович (1916-2002), физик, академик РАН, лауреат нобелевской премии (1964, совместно с Ч. Таунсом и Н. Г. Басовым), Государственной (1960) и Ленинской (1969) премий. Работы в области квантовой электроники, радиофизики, физики ускорителей, радиоспектроскопии, лазерного термоядерного синтеза, нелинейной оптики, физики твёрдого тела.

Пфайфер Гарри (Harry Pfeifer) (1929-2008), немецкий физик, профессор. В 1990-1994 гг. – член Совета ISMAR. Работы по ядерному магнитному резонансу.

Пэлвиш Урсула (Ursula Pavlish), венгерский историк науки, выпускница Принстонского университета (2005 г.). Изучала историю науки в Гарвардском университете. Провела интервью более чем с 25 физиками и астрономами.

Раби Исидор Айзек (Isidor Isaac Rabi) (1898-1988), американский физик, лауреат нобелевской премии (1944), профессор. Труды по магнетизму, ядерной физике, молекулярным пучкам, квантовой механике.

Райджен Джон С. (John S. Ridgen), американский физик, профессор. Исследования в области молекулярной физики, автор книг о науке и учёных.

Рождественский Дмитрий Сергеевич (1876-1940), физик, академик АН СССР, профессор.

Работы по физической и инструментальной оптике, атомной физике.

Розенкевич Лев Викторович (1905-1937), физик. Работы в области сверхпроводимости, физики медленных нейтронов, фотонейтронов, фотоэффекта, теории ядра.

Розенфельд Леон (Leon Rosenfeld) (1904-1974), бельгийский физик-теоретик, профессор. Работы в области квантовой электродинамики, квантовой механики, квантовой теории поля, ядерной физики, статистической механики, истории физики.

Рокар Ив-Андре (Yves-Andre Rocard) (1903-1992), французский математик и физик, профессор, отец французских атомной и водородной бомб.

Роллин Бернард Винсент (Bernhard Vincent Rollin) (1911-1969), английский физик. Исследования по сверхпроводникам, электронике, низким температурам.

Романов Игорь Михайлович (1915-1987), физик, доктор технических наук, профессор, участник Великой отечественной войны. Исследования в области радиофизики, ЭПР, истории ВОВ.

Росс Пирли Эстон (Perley Aston Ross) (1884-1938), американский физик, профессор. Работы в области атомной физики, приборостроения.

Рубинин Павел Евгеньевич (1925-2006), филолог, референт директора ИФП академика П.Л. Капицы, ответственный секретарь комиссии РАН по изданию и подготовке к печати научного наследия П.Л. Капицы.

Рудберг Эрик Густав (Erik Gustav Rudberg) (1902-1980), шведский физик, профессор, генеральный секретарь Королевской академии наук, председатель Европейского физического общества, член АФО, член Нобелевского комитета. Работы в области физики твёрдого тела, статистической механики, явлений ионизации в газах.

Ружичка Леопольд (Leopold Ružička) (1887-1976), швейцарский химик, лауреат нобелевской премии (совместно с А. Бутенандтом, 1939), иностранный член АН СССР (1958), профессор. Работы по полиметиленам и высшим терпенам.

Румер Юрий Борисович (1901-1985), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, профессор. Исследования в области квантовой механики.

Румянцев Александр Юрьевич (р. 1945 г.), физик и государственный деятель, доктор физ.-мат. наук, академик РАН, лауреат Государственной премии (1986). С 2006 г. Чрезвычайный и Полномочный посол РФ в Финляндской республике.

Рытов Сергей Михайлович (1908-1996), физик, член-корреспондент РАН, профессор. Работы по радиофизике.

Рэмзи Норман Форстер (Norman Forster Ramsey) (1915-2011), американский физик-экспериментатор, лауреат нобелевской премии (совместно с В. Паулем и Х.Г. Демельтом, 1989), профессор. Работы относятся к ядерной физике и физике элементарных частиц, главным образом к использованию метода молекулярных пучков для прецизионных измерений электрических свойств нуклонов, ядер, атомов и молекул.

Салихов Кев Минуллинович (р. 1936 г.), физик-теоретик, академик РАН, академик АН РТ, заслуженный деятель науки РФ, лауреат Ленинской премии (1986) и Международной премии им. Е. К. Завойского (2004). Работы в области магнитного резонанса, ЯМР- и ЭПР-томографии.

Салихов Саид Гареевич (1905-1968), физик, кандидат физ.-мат. наук. Работы в области ЭПР.

Сегре Эмилио (Emilio Segre) (1905-1989), физик-экспериментатор, лауреат нобелевской премии (1959, совместно с О. Чемберленом), профессор. Работы по атомной и ядерной физике, ядерной химии, физике элементарных частиц.

Семёнов Николай Николаевич (1896-1986), химик и физик, академик АН СССР, лауреат нобелевской (1956, совместно с С. Хиншелвудом), Сталинских (1941, 1949) и Ленинской (1976) премий, Герой Социалистического Труда, профессор. Работы посвящены ядерной физике, физике космических лучей, мезонной физике, квантовой теории поля, физике ускорителей, теории ядерных реакторов.

Сен-Джон Чарльз Эдвард (Charles Edward Saint John) (1857-1935), американский физик-теоретик и астроном, профессор. Работы по физике Солнца.

Сигбан Кай Манне Бёрье (Kai Manne Borje Siegbahn) (1918-2007), шведский физик, лауреат нобелевской премии (1981, совместно с Н. Блумбергеном и А. Шавловым), профессор. Работы по электронной спектроскопии.

Силкин Игорь Иванович (р. 1939 г.), хранитель музея-лаборатории Е.К. Завойского в Казанском университете. Научные интересы – история, в частности, история физики и ЭПР, владелец уникальной коллекции электро- и радиоприборов XIX-XX вв.

Силкин Олег Игоревич (р. 1965 г.), участник работ по восстановлению лаборатории Е. К. Завойского (ныне – музей-лаборатория).

Сирота Николай Николаевич (1913-2005), физик, академик республики Беларусь. Работы по физике и физической химии твёрдых тел.

Ситников Кирилл Прокофьевич (1899-1988), физик, кандидат физ.-мат. наук, ректор КГУ в 1937-1951 гг.

Скобельцын Дмитрий Владимирович (1892-1990), физик, академик АН ССР, лауреат Сталинской премии, Герой Социалистического Труда. Основные работы по физике атомного ядра и физике космических лучей.

Сликтер Чарльз Пенс (Charles Pence Slichter) (р. 1924 г.), американский физик, профессор. Труды в области физики твёрдого тела, ЯМР и сверхпроводимости.

Смирнова (Стриганова) Евгения Аркадьевна, физик.

Смит Генри ДеВольф (Henry DeWolf Smith) (1898-1986), американский физик, профессор. Исследования по спектроскопии, атомной физике.

Сморodinский Яков Абрамович (1917-1992), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Сталинских премий (1961, 1962), профессор. Труды в области атомной и ядерной физики, квантовой физики, теории относительности, общей теории нелинейных динамических систем.

Соколовский Леонид Леонидович, учёный секретарь НИЦ «Курчатовский институт».

Соминский Монус Самуилович (1908-2005), физик, д. физ.-мат. наук, публицист. Работы в области термоэлектрических и магнитных свойств полупроводников. С 1980 г. в эмиграции (Израиль).

Спенс Родерик В. (Roderic W. Spence) (1913-1996), американский физико-химик, руководитель группы радиохимиков в Лос Аламосской лаборатории, исследовавшей радиоактивные осадки от испытаний атомных бомб, в том числе и первой советской.

Старр Чоунси (Chauncey Starr) (1912-2007), американский физик, основатель Electrical Power Research Institute (EPRI). Работы в области температурной проводимости металлов, высоких давлений, криогеники, магнитной восприимчивости при низких температурах, явлений газового разряда, атомной энергии и ядерных реакторов.

Стась Константин Николаевич (1935-2014), кандидат технических наук, заслуженный машиностроитель РФ. Работы по радиометрии.

Стрэндберг Малькольм Вудроу Першинг (Malcolm Woodrow Pershing Strandberg) (р. 1919 г.), американский физик. Работы по конструированию микроволновых компонентов, радиопередатчиков и радиоприёмников, биофизике.

Суворов Сергей Георгиевич (1902-1994), философ. В 1904-1947 – заведующий отделом Управления и пропаганды и агитации ЦК ВКП(б), в 1954-1987 – заместитель главного редактора журнала «Успехи физических наук». Область научных занятий – философские проблемы физики.

Тамм Игорь Евгеньевич (1895-1971), физик-теоретик, академик АН СССР, лауреат нобелевской премии (1958, совместно с И. М. Франком и П. А. Черенковым) и Сталинских (1946, 1953) премий, герой Социалистического Труда. Работы по теории бета-сил, теории излучения Вавилова-Черенкова, по рэлеевскому и комбинационному рассеянию света в кристаллах, по квантовой теории металлов, термоядерному синтезу.

Таунс Чарльз Хард (Charles Hard Townes) (1915-2015), американский физик, лауреат нобелевской премии (1964, совместно с Н. Г. Басовым и А. М. Прохоровым), профессор. Труды в области микроволновой спектроскопии, квантовой электроники, создания лазеров и мазеров и их применения, нелинейной оптики, радио- и инфракрасной астрономии.

Тейниссен Петрус (Petrus Teunissen) (1870-1954), голландский физик, сотрудник К. Я. Гортера. Защитил диссертацию в 1939 г. в Гронингенском университете. Работы по парамагнитной дисперсии.

Тейтель Говард Эдвин (Говард Эдвин Tatel) (1913-1957), американский геофизик, соавтор

одной из ранних статей Ф. Блоха. Основные работы по сейсмологии.

Теллеген Бернард Д. Дж. (Bernard D. H. Tellegen) (1900-1990), датский инженер и изобретатель (в частности, пентода и гиратора). С 1923 г. в исследовательских лабораториях «Филипс», в 1942-1952 – президент и почётный член Нидерландского общества электроники и радио, член Королевской Нидерландской Академии наук, профессор.

Теллер Эдвард (Edward Teller) (1908-2003), американский физик, профессор. Труды по ядерной физике, термоядерным реакциям, астрофизике.

Теплов Михаил Александрович (1939-1998), физик-экспериментатор, профессор. Работы в области радиоспектроскопии.

Термен Фредерик Эммонс (Frederic Emmons Terman) (1900-1982), американский физик, профессор. Работы посвящены передаче энергии на большие расстояния, вакуумным трубкам, радиосхемам, детектированию и модуляции, выпрямителям, генераторам микроволн.

Тисса Ласло (László Tisza) (1907-2009), венгерско-американский физик-теоретик, профессор. Работы в области статистической термодинамики, физики низких температур, квантовой механики, физики полупроводников.

Топчиев Александр Васильевич (1907-1962), химик, академик АН СССР, лауреат Сталинской (1950) и Ленинской (1962) премий. Работы по нитрованию, галогенированию, алкилированию и полимеризации углеводов.

Торри Генри Катлер (Henry Cutler Torrey) (1911-1998), американский физик, профессор. Биографические сведения до 1947 г. см. в тексте. С 1946 г. в университете Раджерса (1946-1950, доцент; 1950-1977, профессор; 1976, почётный профессор; 1965-1974, декан аспирантуры); 1952-1964, консультант Калифорнийской исследовательской корпорации Standard Oil Corporation. Работы в области молекулярных пучков, ЯМР, полупроводников.

Трапезникова Ольга Николаевна (1901-1997), физик, доктор физ.-мат. наук. Работы по общим закономерностям теплового движения в твёрдом теле, физике низких температур

Тресиддер Дональд (Donald Tresidder) (1894-1948), президент Стэнфордского университета в 1943-1948 гг.

Трумэн Гарри (Harry Truman) (1884-1972), президент США в 1945-1953 гг.

Труфанова-Завойская Вера Константиновна (30 ноября 1914-01 ноября 1995), супруга Е. К. Завойского. Поступала на физический факультет Казанского университета. В связи с военизацией факультета была переведена на химический факультет, который и закончила. Работала в школе рабочей молодёжи и КФТИ (Казань), затем во Всесоюзном Институте научно-технической информации (Москва).

Туркевич Джон (John Turkevich) (1907-1998), американский физико-химик. Работы по катализу в структуре молекул, синтезу лекарственных средств для лечения рака и по изучению биохимии действия лекарственных средств. В 1947-1952 гг. Дж. Туркевич и его жена Людмила издавали «Guide to Russian Scientific Literature». Джон был советником делегации США на двух первых Женевских конференциях по мирному использованию атомной энергии и далее первым атташе по науке при посольстве США в Москве.

Тэст Альдо Дж. (Aldo J. Test) (1923-2005), американский юрист.

Тябликов Сергей Владимирович (1921-1968), физик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственной премии (1970, посмертно). Работы в области квантовой теории магнетизма.

Уленбек Джордж Ойген (George Eugen Uhlenbeck) (1900-1988), американский физик-теоретик, профессор. Труды по квантовой механике, атомной и ядерной физике, кинетической теории, статистической механике, нелокальной квантовой теории поля.

Ульянин Всеволод Александрович (1863-1931), физик, геофизик, профессор. Исследования в области поляризации и поглощения света.

Ферми Энрико (Enrico Fermi) (1901-1954), итальянский физик, лауреат нобелевской премии (1938), профессор. Работы в области атомной и ядерной физики, статистической механики, физики космических лучей, физики высоких энергий, астрофизики.

Фиат Дэниэль (Daniel Fiat), американский физик-теоретик. Труды по теории ядерного магнитного резонанса и его применениям к биомедицине.

Филлипс Мельба Невелл (Melba Newell Phillips) (1907-2004), американский физик, профессор. Работы в области комплексных спектров, теории лёгких ядер, атомных магнитных явлений, истории физики.

Флёров Георгий Николаевич (1913-1990), физик-экспериментатор, академик АН СССР, лауреат Сталинской (1946, 1949), Государственной и Ленинской премий (1967), Герой Социалистического Труда. Работы по физике ядра, ядерной энергетике, физике космических лучей.

Фок Владимир Александрович (1898-1974), физик-теоретик, лауреат Сталинской (1946) и Ленинской (1960) премий, Герой Социалистического Труда, профессор. Работы в области квантовой механики, квантовой электродинамики, квантовой теории поля, теории относительности, радиофизики, математической физики.

Фоккер Эдриэн Даниэль (Adrian Daniel Fokker) (1887-1972), нидерландский физик, профессор. Труды в области радиоактивности, рентгеновских лучей, электронной теории, теории относительности, гравитации, теории флуктуации.

Фрейман Рене (René Freymann) (1909-1995), французский физик, профессор, основатель сообщества AMPÈRE (1952).

Френкель Виктор Яковлевич (1930-1997), физик и историк науки, доктор физ.-мат. наук, профессор. Автор многих публикаций и монографий.

Френкель Яков Ильич (1894-1952), физик-теоретик, член-корреспондент АН СССР, лауреат Сталинской премии (1947). Труды по электронной теории металлов, ферромагнетизму, кинетической теории жидкости, ядерной физике, электродинамике, физике твёрдого тела.

Фрид Джек Хершель (Jack Herschel Freed) (р.1939 г.), американский физико-химик, профессор, член Американского физического общества, Американского химического общества, Американской академии искусств и наук, директор Национального биомедицинского центра, лауреат ряда премий, в том числе Международной премии им. Е.К. Завойского. Работы по магнитному резонансу.

Фуко Жан Бернар Леон (Jean—Bernard—Léon Foucault) (1819-1868), французский физик.

Хайд Джеймс Стюарт (James Stuart Hyde) (р. 1932 г.), американский физик-экспериментатор, лауреат Международной премии им. Е. К. Завойского (1995), профессор. Работы в области ЭПР.

Хайлброн Джон Левис (John Lewis Heilbron) (р. 1934 г.), американский историк, профессор, член Шведской королевской академии наук.

Хализева Марина Евгеньевна, журналист. Работы в области научной журналистики и русской филологии.

Хантер Пол В. (Paul W. Hunter), американский адвокат.

Харитон Юлий Борисович (1904-1996), физик, физико-химик, академик РАН, лауреат Сталинских (1949, 1951, 1953) и Ленинской (1956) премий, трижды Герой Социалистического Труда. Работы по физике горения и взрыва.

Харитонов Павел Иванович (1903-1939), химик, муж старшей сестры Е.К. Завойского Татьяны Константиновны. Незаконно репрессирован в 1937 г., был сослан и скончался от истощения в посёлке Хатынах Ягоднинского района Магаданской области.

Хауссер Карл Г. (Karl H. Hausser) (1920-2001), немецкий физик, президент сообщества AMPÉRE. Работы по оптической спектроскопии, магнитному резонансу.

Хирдман Хенрик Свен (Sven Henrik Hirdman) (р. 1939), Чрезвычайный и Полномочный Посол Швеции в РФ в 1994-2004 гг.

Хоган Кларенс Лэстэр Г. (Clarence Lester Hogan) (1920-2008), американский физик, специалист в микроволновой физике и технологии полупроводников.

Хопкинс Н. (N. Hopkins), американский физик.

Хоув Джон Д. (John D. Howe), американский физик, сотрудник К. Ларк-Горовица (университет Пердью, 1930-е гг.). Работы по металлическим плёнкам и физике высоких энергий.

Хэбб Малькольм Хайден (Malkolm Hayden Hebb) (1910-2009), американский физик. Работы по парамагнитной восприимчивости, эффекту Фарадея в солях редкоземельных металлов, магнитострикции, полупроводникам.

Хэллiday Дэвид (David Halliday) (1916-2010), американский физик, профессор.

Исследования в области бета-спектропии, парамагнитной абсорбции, ядерной физики.

Хэмермэш Мортон (Morton Hamermash) (1915-2003), американский физик, профессор. Работы в области ядерной физики, электромагнитной теории, физики элементарных частиц, нелинейных явлений, теории солитонов.

Хэнсен Вильям Вэбстер (William Webster Hansen) (1909-1949), американский физик-экспериментатор, профессор. Труды в области радарной техники, электронных ускорителей, ЯМР.

Циклинский Николай Николаевич (1884-1938), инженер-электрик, директор Центральной радиолaborатории (1926-1928), главный инженер Всесоюзного электрослаботочного объединения, председатель Научно-технологического совета электрослаботочной промышленности и научный консультант Главэкспрома по вопросам радиотехники.

Чемберлен Оуэн (Owen Chamberlain) (1920-2006), американский физик, лауреат нобелевской премии (1959, совместно с Э. Сегре), профессор. Работы посвящены ядерной физике, нейтронной физике, физике высоких энергий.

Шальников Александр Иосифович (1905-1986), физик-экспериментатор, академик АН СССР, лауреат Сталинских (1948, 1949, 1953) и Государственной премий (1986), профессор. Основные исследования в области физической химии, физики низких температур, научного приборостроения.

Шапошников Иван Григорьевич (1911-1999), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, заслуженный деятель науки РСФСР, профессор. В КГУ в 1939, 1944-1948 гг. Область научных интересов – общая теория неравновесных процессов и её использование в теории магнитного резонанса и магнитной релаксации.

Шварцшильд Карл (Karl Schwarzschild) (1873-1916), немецкий астроном.

Швыдкой Михаил Ефимович (р. 1948 г.), министр культуры РФ в 2000-2004 гг.

Шифф Леонард Айзик (Leonard Isaac Shiff) (1915-1971), американский физик, один из директоров фирмы «Varian».

Шмидт Отто Юльевич (1891-1956), математик, академик АН СССР, Герой Советского

Союза, профессор, полярник. Труды по высшей алгебре.

Шпольский Эдуард Владимирович (1892-1975), физик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственной премии (1970), один из основателей и в 1936-1975 гг. главный редактор журнала «Успехи физических наук». В 1976 г. журнал краткое время возглавлял Е.К. Завойский. Работы относятся к спектроскопии, биофизике, фотохимии, истории физики.

Шрёдингер Эрвин (Erwin Schwarzschild) (1887-1961), австрийский физик-теоретик, лауреат нобелевской премии (1933, совместно с П. Дираком), профессор. Основные работы в области статистической физики, квантовой теории, квантовой механики, общей теории относительности, биофизики.

Штауб Ганс Генрих (Hans Heinrich Staub) (1908-1980), швейцарский физик, профессор. Исследования в области ядерной спектроскопии.

Штерн Отто (Otto Stern) (1888-1969), физик-экспериментатор, лауреат нобелевской премии (1943), профессор. Исследования в области молекулярной физики, атомной и ядерной физики, квантовой теории.

Шубников Лев Васильевич (1901-1937), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук, профессор. Работы по физике металлов.

Шур Яков Савельевич (1908-1986), физик, член-корреспондент АН СССР, лауреат Государственной премии (1967), профессор. Работы в области физики магнитных явлений и магнитных материалов.

Эзау Абрахам (Abraham Esau) (1884-1955), немецкий физик. Работы по высокочастотной технике.

Эйнштейн Альберт (Albert Einstein) (1879-1955), физик-теоретик, лауреат нобелевской премии (1921), один из основателей современной физики.

Эмануэль Николай Маркович (1915-1984), физико-химик, академик АН СССР, лауреат Ленинской (1958) и Государственной (1983) премий, Герой Социалистического Труда. Работы по химической кинетике процессов окисления в газовой и жидкой фазах, старению и стабилизации полимерных материалов.

Эндерсон Вестон (Weston A. Anderson) (р. 1928 г.), американский физик, лауреат премии Рассела Вариана (2012). Работы по приборостроению.

Эндрю Эдвард Раймонд (Edward Raymond Andrew) (1921-2001), английский физик, профессор, президент общества «AMP?RE» (1974-1980, 1984-1987), председатель Британской группы радиоспектроскопии (1956-1959, 1981-1991), главный редактор журнала «Magnetic Resonance in Medicine» (1983-1991). Работы по радиоспектроскопии, ЯМР-томографии.

Эренфест Пауль (Paul Ehrenfest) (1880-1933), физик-теоретик, профессор. Труды по термодинамике, статистической механике, теории относительности, квантовой теории.

Эри Джордж Байделл (George Biddell Airy) (1801-1892), английский астроном, профессор, директор Кэмбриджской обсерватории. В 1824 г. открыл названные в его честь спирали в связи с поляризацией света в кварцевых кристаллах. В 1826 г. создал теорию радуги.

Эрнст Ричард Роберт (Ernst Richard Robert) (р. 1933 г.), швейцарский физик, лауреат нобелевской премии (1991). Труды по ЯМР-спектроскопии.

Яблоков Юрий Васильевич (1933-2012), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук, профессор. Работы в области физики магнитных явлений, радиоспектроскопии конденсированных сред, истории ЭПР.

Явелов Борис Ефимович, физик, кандидат физ.-мат. наук. Работы по истории науки.

Янус Рудольф Иванович (1903-1966), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук, лауреат Сталинской премии (1951), профессор. Область научных исследований – магнитная дефектоскопия, магнетизм.