ЧАРОДЕЙ ЭКСПЕРИМЕНТА

·НАУКА·

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ И АСТРОНОМИИ
Российский научный центр "Курчатовский институт"

ЧАРОДЕЙ ЭКСПЕРИМЕНТА

Сборник воспоминаний об академике Е.К.ЗАВОЙСКОМ

МОСКВА
"НАУКА"
1993

УДК 92 Завойский Е.К.

Чародей эксперимента: Сборник статей об академике Е.К. Завойском. – М.: Наука, 1993. – 255 с. – ISBN 5-02-007009-2.

Книга представляет собой сборник воспоминаний о выдающемся ученом-физике Евгении Константиновиче Завойском (1907–1976), авторе открытия электронного парамагнитного резонанса. Воспоминания написаны коллегами, друзьями и близкими ученого. Они дают живое и яркое представление о Е.К. Завойском, блестящем экспериментаторе, человеке большой души.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся историей науки.

Magician of experiment: Reminiscences about Academician E.K. Zavoisky. – Moscow: Nauka, 1993. – 255 p.

This book is a collection of memoirs about a prominent Russian physicist Academician Evgenii Konstantinovich Zavoisky (1907–1976). The memoirs are written by his friends, colleagues and pupils. They contribute to a portrait of a brilliant researcher and a great soal man.

The book is addressed to a broad public.

Редколлегия

академик С.Т. БЕЛЯЕВ (РНЦ "Курчатовский институт", Москва) – ответственный редактор

доктор физико-математических наук Г.П. ВИШНЕВСКАЯ
(Физико-технический институт им. Е.К. ЗАВОЙСКОГО, Казань),

кандидат физико-математических наук Г.А. КОТЕЛЬНИКОВ
(РНЦ "Курчатовский институт", Москва),

доктор физико-математических наук И.В. ОВЧИННИКОВ
(Физико-технический институт им. Е.К. Завойского, Казань),

академик В.Д. РУСАНОВ (РНЦ "Курчатовский институт", Москва),

доктор физико-математических наук Г.В. ШОЛИН
(РНЦ "Курчатовский институт", Москва),

доктор физико-математических наук Ю.В. ЯБЛОКОВ
(Физико-технический институт им. Е.К. Завойского, Казань)

Редакторы-составители

В.Д. Новиков, Н.Е. Завойская

Рецензенты

академик *В.Л. Гинзбург*, академик *К.А. Валиев*,
член-корреспондент РАН *В.Д. Шафранов*

Ч $\frac{1604020000-211}{042(02)-93}$ 216-93, II полугодие

ISBN 5-02-007009-2

© Коллектив авторов, 1993

© Российская академия наук, 1993

ПРЕДИСЛОВИЕ

В рассказе "Пассажир 1-го класса" А.П. Чехов со свойственным ему мягким юмором затронул едва ли не трагическую по своей сути традицию в развитии русского общества XIX в., которое оставляло за бортом известности и признания людей, подлинных творцов прогресса. Среди непризнанных, устами своего героя, Чехов называет мореплавателей, химиков, физиков, механиков, "сельских хозяев", художников, скульпторов, "литературных людей". Надо сказать, что этот список в наше время несколько сократился, но сама традиция, увы, сохранилась. Претерпев множество изломов в течение бурного XX в., она продолжает существовать...

Об ученых писать непросто. Их творчество не столь доступно для широкого читателя, как произведения писателей, художников, композиторов... Однако нельзя ни на минуту забывать, что именно активное творчество представителей точных наук в значительной мере определяет развитие человеческого общества в целом.

Выпуская в свет воспоминания об академике Евгении Константиновиче Завойском (1907–1976), редакционной коллегии хотелось представить не только специалисту, но и широкому кругу читателей одного из выдающихся физиков страны, автора несколько крупных открытий, Героя Социалистического Труда, лауреата Государственной и Ленинской премий. Большой круг авторов откликнулся на просьбу написать воспоминания о Е.К. Завойском. Статьи, расположенные в хронологическом порядке относительно описываемых событий, охватывают практически все периоды жизни и творчества Е.К. Завойского и дают довольно полное представление о его вкладе в науку. Кроме того, в сборник вошли материалы из архива Е.К. Завойского и его небольшая статья об И.Е. Тамме, опубликованная ранее.

Собранный материал почти не подвергался редактированию, что позволило сохранить в неприкосновенности стиль авторов. Удивительно, но за редким исключением в статьях не получилось повторений, хотя авторы заранее не договаривались между собой, кто о чем будет писать, и к тому же не читали написанных коллегами статей.

Из рассказов большого круга коллег, учеников, друзей и близких, а также из публикуемых в сборнике рукописных материалов ученого возникает словесный портрет Евгения Константиновича Завойского. И не только его одного: вместе с ним читатель сможет увидеть галерею портретов физиков–современников Завойского, нарисованных на фоне общественной жизни страны.

Редакционная коллегия приносит благодарность всем участникам сборника. Кроме того, она выражает свою признательность Э.Ю. Гайнуллиной и Р.С. Гайнуллину (Архив КГУ), В.И. Башкирову, Л.В. Гороховой и Т.И. Игошиной (ЦГА РТ), И.В. Жизневской, Н.В. Пельникевич, С.В. Писаревой, Л.Г. Рязановой (Музей истории КГУ), Н.М. Цариковой (Архив РАН), О.Н. Копыловой (ГАРФ), Н.П. Жуковской, П.А. Иванову, Д.П. Шергину (РВИА), Е.В. Лобановой (Областная библиотека им. А.И. Герцена, Киров), В.И. Шишкину (Научная библио-

тека КГУ), И.С. Воробьевой, Г.А. Земцовой, А.В. Колотову, М.С. Судовикову, Р.С. Шиляевой (ГАКО), Ю.А. Изместьеву (Краеведческий музей, г. Слободской), А. Симаковой (ИКЦ В.И. Ленина, Ульяновск), В.В. Резниковой и Л.М. Момот (ГАХО), С.Т. Беляеву, Б.Б. Кадомцеву, С.Д. Фанченко, А.Е. Цыгановой, В.Д. Шафранову, Г.Н. Шестериковой (РНЦ "Курчатовский институт"), И.В. Деткову и В.А. Любимову (Музей краеведения, Киров), В.В. Чернокульскому и Е.И. Красноштейну (Краеведческий музей, г. Могилев-Подольский), а также Т.Н. Новаковской, М.А. Козыревой, Ф.Д. и В.Д. Поткиным, Н.А. Жилиной, Н.А. и И.И. Изумрудовым, В.И. Андрееву и Й. Форреру за огромную помощь и поддержку в работе над сборником.

С.А. Альтшулер

О ЖИЗНИ И НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АКАДЕМИКА Е.К. ЗАВОЙСКОГО*

Евгений Константинович Завойский родился на Украине в г. Могилеве-Подольском 28 сентября 1907 г. Когда ему исполнился год, его отец – военный врач – переехал с семьей в Казань. Главная причина переезда – возможность в Казани дать детям высшее образование.

Еще в школьные годы проявились у Е.К. Завойского склонности к занятиям физическим экспериментом. В последних классах средней школы он становится страстным радиолюбителем.

В 1926 г. Евгений Константинович поступает в Казанский университет. Здесь он не ограничивается занятиями в соответствии с требованиями ученого плана, а принимает самое деятельное участие в работе студенческого научного физико-математического кружка. Мне помнится одно из заседаний этого кружка, на котором Завойский сделал сообщение об эффекте Косоногова. На меня и на других слушателей доклад произвел большое впечатление. Это не был пересказ того, что такое эффект Косоногова. Такими и были обычно студенческие сообщения. Завойский рассказал о собственных экспериментах, высказал свои соображения о возможности дальнейших исследований. Примечательно, что, еще будучи студентом, Завойский получает авторские свидетельства о двух своих изобретениях.

В 1930 г. Евгений Константинович заканчивает университет и его оставляют в аспирантуре. Аспирантские годы не были легкими. Его руководитель проф. В.А. Ульянин вскоре скончался, и Евгению Константиновичу пришлось полагаться на самого себя. Правда, большую помощь ему оказали длительные командировки в Ленинград, в Центральную радиолабораторию. В 1933 г. Завойский заканчивает аспирантуру и успешно защищает кандидатскую диссертацию. Вскоре он становится доцентом, а затем заведующим кафедрой физики.

---

* Парамагнитный резонанс. Казань: Изд-во КГУ, 1984. Вып. 20. С. 13–23. Речь, произнесенная на Первых Завойских чтениях в Казанском университете 15 окт. 1982 г. (с небольшими сокращениями).

г. Могилев-Подольский, улица Владимирская. Изд-во Контрагентства А.С. Суворина и К°, 1916 г. Фототипия Шерер, Набгольц и К°. Москва. – Из собрания Российской государственной библиотеки (РГБ)

В начале 30-х годов с кадрами физиков в Казанском университете дело обстояло плохо. Профессор В.А. Ульянин умер, А.Д. Гольдгаммер уехал в Ленинград, и Евгению Константиновичу пришлось возглавить преподавание и научную работу.

Еще будучи аспирантом, Завойский разрабатывает исключительно чувствительный метод регистрации ничтожных воздействий на генератор. Евгений Константинович рассказывал, что достаточно было в соседней комнате упасть на пол карандашу, как стрелка прибора резко отклонялась. Для того чтобы измерить чувствительность установки, Евгению Константиновичу пришлось поехать за город, в обсерваторию Казанского университета, где легко было избавиться от помех: там имелась комната, заэкранированная гофрированным железом. (Этой весной И.И. Силкин решил попытаться поискать в подвалах обсерватории – не остались ли какие-нибудь следы опытов Завойского. Поиски увенчались неожиданным успехом. Ему удалось найти в целости одну из первых установок Завойского.)

После того как метод исследования был разработан, нужно было найти объекты, к которым этот метод мог бы быть применен. Евгения Константиновича не интересовали задачи чисто радиотехнического толка. Он решил заняться изучением поглощения радиоволн различными веществами, в частности электролитами. Кстати, работа в этой области могла привести к важным практическим приложениям, иначе получить средства для ведения научной работы от Наркомпроса, которому тогда подчинялись все университеты, было невозможно. Работа в этом направлении продолжалась несколько лет. Евгений Константинович привлек к исследованиям некоторых молодых научных работников, не только физиков, но и химиков. Много сил Евгений Константинович затратил также на изучение заинтересовавшего его явления факельного разряда. По этим проблемам были получены интересные результаты.

Важный поворот в научной деятельности Евгения Константиновича происходит в 1940 г. Связан он со следующим обстоятельством. В 1939 г. среди физиков буквально произвело сенсацию сообщение об опытах американского ученого И.И. Раби, применившего впервые для определения магнитных моментов ядер резонансный метод и измерившего с огромной точностью моменты протона и дейтрона. Целый ряд методов измерения магнитных моментов, которыми пользовались до Раби, давали точность в лучшем случае порядка 10%. А резонансный метод позволяет получить данные с точностью до 6-го знака. Метод Раби, однако, очень сложен, требует использования молекулярных пучков в вакууме и может быть применен к небольшому числу ядер. У Евгения Константиновича возникла идея применить свой высокочувствительный метод измерения поглощения радиоволн для резонансного определения магнитных моментов атомных ядер в конденсированных средах, в твердых и жидких телах. Очень скоро Евгений Константинович весь ушел в решение этой задачи. Он привлек к этой работе своего друга и сотрудника Б.М. Козырева. К этой работе был привлечен и я. Весной 1940 г. начались измерения.

Поиски ЯМР продолжались вплоть до июня 1941 г. и были прерваны войной. К сожалению, уверенных сигналов ЯМР наблюдать не удалось. В записях Завойского иногда встречаются утверждения: "резонанс наблюден в поле... столько-то эрстед".

В начале войны в Казань были эвакуированы многие академические институты. Они разместились в зданиях университета. Вернуться к своим исследованиям Завойскому удалось лишь через два года.

В 1943 г. Евгений Константинович не стал продолжать поиски ЯМР, а занялся изучением парамагнитной релаксации в перпендикулярных полях. Для измерений парамагнитной релаксации полностью подходила установка, собранная для поисков ЯМР. Ничего не нужно было переделывать. Разница между этими двумя экспериментами заключалась в том, что для наблюдения ЯМР нужны диамагнитные вещества типа воды, парафина и т.п., а для наблюдения парамагнитной релаксации – парамагнитные вещества, например соли марганца, меди. Евгения Константиновича не оставляет мысль вернуться к поискам ЯМР. Мы имеем этому документальное доказательство. В первой статье, вышедшей из печати в 1944 г. и посвященной новому методу исследования парамагнитной релаксации, написано: "...имел, кроме того, в виду попытаться в дальнейшем измерить ядерные магнитные моменты..."

В конце 1943 г. Евгений Константинович придумал и осуществил очень важное усовершенствование своей установки. Он ввел низкочастотную модуляцию статического магнитного поля. Благодаря этому чувствительность метода возросла на несколько порядков. В настоящее время низкочастотная модуляция магнитного поля используется повсеместно в магнитной радиоспектроскопии.

В процессе измерений парамагнитной релаксации в перпендикулярных полях Евгений Константинович в начале 1944 г. получил исключительно важный и интересный результат. Опыты ставились на различных частотах переменного магнитного поля. И вот на относительно высоких частотах был обнаружен резкий пик поглощения, положение которого соответствует совпадению частоты переменного поля с частотой прецессии маг-

нитных электронных моментов парамагнитных частиц. Таким образом, было открыто явление электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) – одно из крупнейших научных открытий нашего времени.

Эксперименты Завойского вызвали большой интерес у работавшего в КГУ в военные годы известного физика-теоретика Я.И. Френкеля. Ему принадлежит первая попытка создания теории ЭПР. Евгений Константинович с благодарностью вспоминал Якова Ильича, оказавшего ему в те тяжелые времена серьезную поддержку.

В мае 1944 г. Евгений Константинович подает в ФИАН докторскую диссертацию, защита состоялась в начале 1945 г. Евгению Константиновичу присваивается ученая степень доктора физико-математических наук и ученое звание профессора. Евгений Константинович организовывает исследования ЭПР в ФТИ КФАН, где он работает по совместительству.

Перед Евгением Константиновичем открылось широкое поле деятельности по изучению открытого им эффекта, и в ближайшие годы им было сделано поразительно много. Прежде всего удалось на несколько порядков повысить частоту переменного поля, довести длину волны до сантиметров. А это было крайне важно, ибо только на высоких частотах резонанс становится вполне четким, значительно возрастает чувствительность, открывается возможность изучения сложных спектров. Далее, помимо резонансного поглощения, Евгений Константинович впервые наблюдает кривые дисперсии. Затем он проводит первый эксперимент на монокристалле, первые эксперименты при низких температурах. Ему удается наблюдать аналог штерновского эксперимента по пространственному квантованию в твердых телах.

С 1941 г. вся научная деятельность Евгения Константиновича в Казани тесно переплеталась с тем, что делалось в далекой Голландии под руководством Гортера. Вначале ведущая роль в исследованиях принадлежала голландцам, однако с 1944 г. Казань вырывается далеко вперед. В 1969 г. К. Гортер приезжал на конференцию в Казань, в своем выступлении он с некоторой грустью сказал: "После 1942 г. условия в Голландии были слишком тяжелыми, чтобы проводить исследования любого необычного вида... Нас всегда поражали чувствительность экспериментальной установки Завойского и высокая точность его измерений, и мы будем счастливы узнать об этом больше так же, как и о широком продолжении работы, осуществляемой его коллегами и последователями в Казани". На Международном конгрессе по низким температурам в 1968 г. Гортеру была вручена премия имени Фр. Лондона. Его выступление по этому поводу было озаглавлено "Научные открытия, которых я не сделал"[1]. В числе этих открытий был и ЭПР.

В своем рассказе о том, как был открыт ЭПР, я не могу не упомянуть о большом открытии, мимо которого почему-то прошел Евгений Константинович. Речь идет о ЯМР. Благодаря энтузиазму и большой работе И.И. Силкина недавно удалось восстановить одну из установок Евгения Константиновича в том виде, в каком она была почти 40 лет тому назад.

---

[1] Bad luck in attempts to make scientific discoveries // Phys. Today. 1967. Vol. 20, N 1. P. 76–81; N 4. P. 13.

На этой установке мы попробовали получить сигналы ЯМР. Оказалось, что наблюдаются очень четкие сигналы, если включена модуляция статического магнитного поля. Без модуляции сигналы не видны. Таким образом, понятно, почему поиски ЯМР в 1940–1941 гг. не увенчались успехом. Но вместе с тем совершенно непонятно, почему Евгений Константинович, который придумал и осуществил модуляцию в 1943 г., не попытался наблюдать ЯМР. Ведь это было проще, чем наблюдение ЭПР. Ничего не нужно было менять, достаточно было сунуть пробирку с водой в работающую установку. По-видимому, Евгений Константинович так увлекся исследованием ЭПР, что все остальное осталось без внимания. В 1946 г. появились статьи Перселла и Блоха, в которых сообщалось о наблюдении ЯМР. Эти статьи Евгений Константинович просматривал при мне. Их появление не вызвало у него досады. Наоборот, он был доволен, что установки примерно такие же, как у него. Появление этих статей он рассматривал как продолжение и развитие его исследований ЭПР. Первые статьи по ЭПР со ссылками на Завойского появились в 1946–1947 гг. в США. В 1947 г. Евгений Константинович переезжает из Казани в Москву, в Лабораторию № 2 АН (будущий Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова). Мне не раз задавали вопрос не только советские физики, но и видные зарубежные ученые, почему Завойский прекратил свои блестящие исследования ЭПР и начал работу совсем в новой области? Причина состоит в том, что Завойский был ученым, который не любил идти проторенными путями, ему всегда хотелось придумать что-то существенно новое. Вероятно, переход Евгения Константиновича в ИАЭ открывал перед ним намного более широкие возможности. Нужно сказать, что с переездом в Москву у Евгения Константиновича не пропал интерес к парамагнитному резонансу. Он постоянно следил за тем, что делается в данной области, в особенности в Казани.

Уже через пять лет после открытия Завойского начался удивительно быстрый рост числа исследований в области ЭПР. При помощи ЭПР изучаются ионные кристаллы, полупроводники, металлы, сверхпроводники, сегнетоэлектрики, жидкие растворы и т.д. Некоторые считают, что самые важные применения ЭПР нашел в химии. Метод ЭПР широко используется также в минералогии, биологии, медицине. Как всякое большое научное открытие, ЭПР нашел применение в технике. От наших юристов я узнал, что в одном научном учреждении Министерства внутренних дел демонстрируется ЭПР-спектрометр, используемый для решения важной задачи криминалистики.

Возникла целая ЭПР- и ЯМР-индустрия. ЭПР-спектрометры выпускаются в нашей стране, в Чехо-Словакии, известными фирмами США ("Вариан"), Японии ("Джеол") и Германии ("Брукер"). Выходит международный журнал по магнитному резонансу. Через каждые два года созываются общесвропейские, а через каждые три года всемирные конференции по магнитному резонансу. Несмотря на то, что с момента открытия ЭПР прошло почти 40 лет, ежегодно появляются новые интересные исследования, которые никак не назовешь рутинными. Общее же количество научных статей по ЭПР с каждым годом растет и исчисляется тысячами. Но хватит об ЭПР.

Почти 30 лет Евгений Константинович проработал в Москве, в

Институте им. И.В. Курчатова. Здесь прошли его зрелые годы. Здесь им было сделано очень много. Я коснусь этого очень коротко, ибо мне трудно входить в подробности малознакомый мне области науки. Я думаю, что правильней всего будет пригласить московских сотрудников Евгения Константиновича, чтобы они на будущих чтениях памяти Завойского рассказали нам об этом. Центральное место в научной работе Завойского в Москве заняла проблема термоядерного синтеза и связанная с ней физика плазмы. Важной задачей оказалась разработка метода регистрации чрезвычайно коротких и крайне слабых световых сигналов. Задача была блестяще решена, был создан так называемый каскадный электронно-оптический преобразователь (ЭОП), позволивший измерять сигналы длительностью 10^{-12}–10^{-14} с. Это настолько короткие промежутки времени, что свет, распространяющийся с огромной скоростью, успевает пройти путь длиной в 0,01 мм. ЭОПы Завойского нашли применение не только в исследованиях плазмы, но и в ядерной физике, лазерной технике, астрономии и даже биологии.

В начале 60-х годов чрезвычайное значение приобрела задача создания новых эффективных методов нагрева плазмы. Евгений Константинович разработал совершенно оригинальный метод турбулентного нагрева, сыгравший исключительную роль в развитии как теории, так и экспериментальных исследований в области физики плазмы. В 1968 г. Евгений Константинович первым указал на возможность осуществления термоядерного синтеза при помощи пучка релятивистских электронов. Синтез большой массы термоядерного топлива Евгений Константинович предложил заменить большим числом мелких взрывов, вызываемых релятивистскими электронами. Осуществление этой идеи Завойского стало одним из краеугольных камней термоядерной программы исследований в нашей стране и за рубежом. Работая в ИАЭ, Евгений Константинович положил начало по крайней мере трем важным научным направлениям.

Я слышал, что некоторые иностранцы задавали нашим физикам вопрос, сколько у нас Завойских. Они не представляли себе, что столь крупные результаты в самых разнообразных областях науки получены одним человеком. Почему же Евгению Константиновичу удалось так много сделать, что отличало его как ученого? Евгений Константинович был блестящим экспериментатором, человеком богато одаренным природой, исключительно талантливым физиком. Он обладал удивительной интуицией. Ведь наличие парамагнитного резонанса он сначала скорее почувствовал, чем увидел. Масса, казалось бы, серьезных и хорошо аргументированных возражений была выдвинута против идей Завойского об ЭОПе и о турбулентном нагреве плазмы. Однако Евгений Константинович был уверен в своей правоте и доказал это.

Евгений Константинович не любил заниматься административной работой. Ему нравилось самому принимать непосредственное участие в осуществлении его собственных идей. Он любил работать руками даже тогда, когда стал академиком. А руки у него были золотые.

Евгения Константиновича, как правило, интересовали только крупные проблемы. Если возникала интересная идея, он стремился на другой же день перейти к эксперименту. Он умел находить простые решения, кото-

рые не требовали создания сложных установок, привлечения больших коллективов ученых.

В жизни Евгения Константиновича наука была всегда на первом месте. Но это не значит, что его больше ничего не интересовало, что все остальное ему было безразлично. Евгений Константинович был очень хорошим, очень добрым человеком. Он всегда с вниманием, горячей готовностью помочь относился к своим близким, друзьям, сотрудникам и даже малознакомым людям. Евгений Константинович был высокопринципиальным человеком, он никогда не поступал против совести, не делал малейших уступок, хотя не раз это обходилось ему очень дорого. Евгений Константинович был на редкость скромным человеком, скромным до застенчивости. Ему совершенно чуждо было высокомерие. Он одинаково прост был в обращении с людьми самых разных званий и рангов. К нему относились с огромным уважением и любовью.

2 октября 1976 г. я был в Москве проездом из Гейдельберга, где участвовал в Международной конференции по магнитному резонансу. По предложению Евгения Константиновича, мы с ним встретились в ФИАНе, где отмечалось 60-летие В.Л. Гинзбурга. Я передал Евгению Константиновичу, что меня в Гейдельберге просили у него разузнать, согласится ли он принять премию Международного общества магнитного резонанса. Кроме того, желательно было его присутствие для получения премии либо в будущем году в Канаде, либо через три года в Голландии. Евгений Константинович сказал, что чувствует себя хорошо и с удовольствием прокатится в Канаду. Ровно через неделю Евгения Константиновича не стало.

Огромные заслуги Евгения Константиновича были высоко оценены. В 1953 г. он был избран членом-корреспондентом Академии наук, а в 1964 г. – академиком. Ему было присвоено звание Героя Социалистического Труда, были присуждены Ленинская и Государственная премии. Посмертно ему была присуждена премия Международного общества магнитного резонанса.

Имя Завойского принадлежит мировой науке. Но для нас, казанцев, оно особенно дорого. Мы горды тем, что плеяда знаменитых ученых, работавших в Казанском университете, пополнилась славным именем Евгения Константиновича Завойского.

С.А. Альтшулер, Б.М. Козырев

К ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА*

Электронный парамагнитный резонанс органически связан со многими разделами физики и прежде всего с учением о парамагнетизме и с радиоспектроскопией. Для того чтобы проследить историю открытия парамагнитного резонанса, необходимо обратиться к исследованиям парамагнитной релаксации и к первым радиоспектроскопическим экспериментам. Удачное объединение основных идей этих двух областей физики и привело к созданию нового научного направления, двадцатипятилетие которого мы теперь отмечаем. Само название "парамагнитный резонанс" хорошо отражает двоякое происхождение эффекта Завойского.

В 1932 г. появился фундаментальный труд профессора Валлера [1] "О намагничении парамагнитных кристаллов в переменных полях", который положил начало современной теории парамагнитной релаксации. Систематические экспериментальные исследования поведения парамагнетиков в переменных полях, начатые в середине 30-х годов профессором Гортером [2] и его школой, показали, что основные идеи Валлера верны, но предложенный им механизм спин-фононных взаимодействий малоэффективен. По сравнению с валлеровской модуляцией – колебаниями решетки магнитных диполь-дипольных взаимодействий – рассмотренная Гайтлером и Теллером [3], Фирцем [4] и Кронигом [5] модуляция электрического поля кристалла оказалась намного эффективнее.

Наиболее полная и строгая теория этого вопроса содержится в классических статьях Ван Флека [6, 7], опубликованных в 1939–1940 гг. Казимиру и Дю Пре [8], предложившим феноменологическую теорию парамагнитной релаксации, мы обязаны установлением таких важных понятий, как спин-система, система колебаний решетки, температура спин-системы и т.д. Благодаря огромной работе Гортера с сотрудниками и ряда теоретиков учение о парамагнитной релаксации в начале 40-х годов приобрело до известной степени законченный вид.

К этому времени в области радиоспектроскопии имелись лишь одиночные исследования. Интересно отметить, что еще в 1922 г. Эйнштейн и Эренфест [9], обсуждая известные эксперименты Штерна и Герлаха по пространственному квантованию, рассматривали возможные квантовые переходы между магнитными подуровнями под влиянием равновесного излучения. В 1937 г. очень большое впечатление произвели опыты с молекулярными пучками Раби [10], в которых впервые была претворена в жизнь идея магнитного резонанса. Отметим кстати, что эти опыты увенчались быстрым успехом благодаря консультациям Гортера.

Следует подчеркнуть, что в опытах Раби приходится иметь дело с резонансными переходами между магнитными подуровнями свободных парамагнитных частиц. Парамагнитный же резонанс, обладая, как и метод молекулярных пучков Раби, всеми преимуществами спектроскопии,

---

* Парамагнитный резонанс. 1944–1969 гг. М.: Наука, 1971. С. 25–31.

является в то же время, подобно парамагнитной релаксации, эффектом, принципиально связанным с многообразными взаимодействиями парамагнитных частиц друг с другом и со средой. Этим и объясняются необычайно широкий диапазон применения парамагнитного резонанса и богатство информации, получаемой с его помощью.

Давая краткий очерк предыстории открытия электронного парамагнитного резонанса, мы коснулись только тех работ, которые фактически оказали влияние на открытие Завойского. Следует, однако, упомянуть, что еще в 1913 г. профессор В.К. Аркадьев [11] изучал избирательное поглощение радиочастотного поля в ферромагнетиках, а профессор Я.Г. Дорфман в 1923 г. высказал мысль о возможности "фотомагнитного эффекта" [12].

Обратимся теперь к научным событиям, происходившим в первой половине 30-х годов в Казанском университете. Молодой физик Евгений Константинович Завойский чуть ли не со студенческих лет вынашивал мысль об использовании электромагнитных полей радиочастотного диапазона для изучения строения и свойств вещества. Речь шла при этом не о чем другом, как о спектроскопии на радиочастотах.

Первые эксперименты, предпринятые Завойским в 1933 г. и последующих годах в этом направлении, относились к поискам резонансного поглощения электрической компоненты радиочастотных полей различными жидкостями [13] и газами [14]. Начав с попыток обнаружить электрическое поглощение с помощью определения скорости нагревания жидкостей в высокочастотном поле конденсатора и быстро убедившись в несостоятельности такой методики, Завойский перешел к созданию более чувствительных косвенных методов измерения поглощения энергии высокочастотного поля веществом. Разработанный им в 1934 г. [14, 15] метод заключался в учете изменения величины одного из параметров колебательного контура генератора высокой частоты, например сеточного или анодного тока, при изменении ваттной нагрузки на генератор.

Как известно, при соблюдении некоторых условий изменения тока сетки или тока анода с достаточной степенью точности можно считать пропорциональными изменениям ваттной нагрузки и, таким образом, они могут быть использованы для определения относительной величины потерь энергии радиочастотного поля в веществе.

Здесь не место останавливаться на опытах Завойского по электрическому поглощению. Существенно для нас то, что созданный им метод дал ему в руки весьма эффективное средство изучения различных видов магнитного резонансного поглощения. Дело в том, что при осуществлении экспериментов по магнитному поглощению не было необходимости плавно изменять частоту колебаний генератора, что являлось в высшей степени осложняющим обстоятельством при изучении электрического поглощения. В опытах же с магнитными веществами для достижения условий резонанса можно было изменение частоты заменить изменением напряженности постоянного магнитного поля, создающего расщепление спиновых подуровней.

Первая смелая задача, поставленная в области магнитной радиоспектроскопии Завойским в 1940 г., заключалась в попытке обнаружить резонансное магнитное поглощение на протонах.

Основной вопрос, который лежал перед Завойским, заключался в том, достаточно ли эффективными будут релаксационные механизмы системы ядерных магнитных моментов для того, чтобы обеспечивать отток энергии из этой системы в тепловой резервуар.

Что же было известно относительно этого перед началом казанских экспериментов по ядерному магнитному резонансу? Опытами Гортера было установлено, что времена электронной спин-решеточной релаксации в кристаллах парамагнитных солей при температуре жидкого воздуха имеют порядок 10^{-7} с, а при комнатной температуре еще значительно короче.

О временах ядерной магнитной релаксации не было никаких экспериментальных сведений. Грубые же теоретические оценки этих времен, приведенные в работе Гайтлера и Теллера [3], имели поистине зловещий характер и, по сути дела, могли отбить всякую охоту к постановке опытов: время ядерной спин-решеточной релаксации для диэлектриков получалось равным по порядку величины миллиону лет и лишь для ядер атомов в металлической решетке оценивалось секундами. Неудача эксперимента Гортера [16] по обнаружению ядерного магнитного резонансного поглощения, казалось, подтверждала эти прогнозы.

И все-таки Завойский, имея в качестве сотрудников авторов настоящего сообщения, решился попытать счастья. Для укорочения времени релаксации нами были приняты две меры: во-первых, исследованию подвергалась не чистая вода, а растворы парамагнитных солей; во-вторых, была использована проточная система.

Первоначальные опыты производили на частоте ~10 МГц путем измерения относительной величины протонного магнитного поглощения методом сеточного тока для разных напряженностей постоянного магнитного поля вблизи ожидаемого резонансного значения. Однако такой путь не привел к положительным результатам. Тогда Завойский существенно улучшил методику, применив впервые в истории радиоспектроскопии модуляцию постоянного магнитного поля полем звуковой частоты (модуляция была широкополосной). После этого нововведения он смог в мае-июне 1941 г. неоднократно наблюдать протонный магнитный резонанс. Довольно огорчительно рассказывать об этом почти через 30 лет после нигде официально не зафиксированных наблюдений, и, разумеется, мы не претендуем на какое-нибудь утверждение приоритета; просто нам показалось небезынтересным, говоря о ходе одного крупного открытия, упомянуть о несостоявшемся другом, несомненно, не менее значительном.

Почему же все-таки это открытие не состоялось? Дело в том, что Завойскому не удалось до начала войны добиться хорошей повторяемости результатов: эффект то появлялся, то исчезал, причем чаще его не было на месте. Теперь-то нам понятно, что главной причиной этого была топография постоянного магнитного поля, которое создавалось старомодным электромагнитом невысокого качества. Когда образец попадал в относительно более однородный участок поля, сигнал появлялся, а на участках, менее однородных, он уширялся настолько, что становился ненаблюдаемым. Имей Завойский еще 2–3 месяца времени для экспериментов, он, без сомнения, нашел бы причину плохой воспроизводимости результатов и, таким образом, мы получили бы полную уверенность в реальном существовании резонансного магнитного поглощения на про-

тонах. Но начало войны заставило прекратить опыты. Сообщению же в печати о единичных успешных наблюдениях ЯМР на фоне частых неудач препятствовала еще и неполная уверенность в самой возможности этих наблюдений, если вспомнить о статье Гайтлера и Теллера [3] и о неудаче Гортера [16]. Поэтому мы ограничились лишь осторожным намеком в статье, написанной в начале 1944 г., о проведенных нами методом сеточного тока измерениях нерезонансного электронного парамагнитного поглощения. Мы писали там [17]: "Принимая во внимание малую изученность парамагнитной абсорбции и имея, кроме того, в виду попытаться в дальнейшем измерить ядерные магнитные моменты, мы решили повторить упомянутые опыты Гортера..." Эта фраза осталась единственным следом нашей работы по ЯМР в печати.

Только через два года после начала войны, в 1943 г., Завойский смог вернуться к научным исследованиям. Но на этот раз, разочаровавшись в возможности вполне надежно детектировать сигналы ядерного магнитного резонанса с помощью имевшейся у него аппаратуры, он решил предпринять аналогичную попытку по отношению к электронному парамагнитному резонансу; эта попытка, как известно, увенчалась полным успехом.

Первым этапом работ Завойского в области электронного парамагнитного поглощения было продолжение опытов Гортера по парамагнитной релаксации. Исследования велись Завойским на неразбавленных парамагнитных солях марганца, хрома и меди. Оказалось, что метод сеточного тока весьма удобен для этой цели и позволяет проводить измерения при более высоких температурах, вплоть до комнатной, и на более высоких частотах (~10 МГц), чем это было доступно раньше [17].

Воодушевленный этой удачей, в конце 1943 г. Завойский перешел к области еще более высоких частот, порядка 100 МГц, и тут ему впервые удалось наблюдать пики резонансного поглощения в безводных хлориде хрома и карбонате марганца, в двухводном хлориде меди и в ряде других неразведенных парамагнитных солей, характеризующихся сильным обменным сужением линий ЭПР.

Прямым доказательством резонансной природы наблюдавшихся пиков было закономерное смещение их по полю с изменением частоты [18, 19]. Уверенность Завойского в открытии электронного парамагнитного резонанса была подкреплена полезными дискуссиями его с профессором Я.И. Френкелем. Френкель быстро оценил важность нового эффекта и сделал первую попытку теоретической интерпретации опытов Завойского (один из нас, теоретик Альтшулер, в это время находился на фронте).

Первое публичное выступление Завойского, посвященное ЭПР, состоялось 30 января 1945 г. на защите его докторской диссертации в Физическом институте им. Лебедева в Москве. Подана же диссертация была в мае 1944 г. Эта дата и должна считаться официальной датой открытия электронного парамагнитного резонанса.

Перед защитой и после нее Завойский провел недолгую, но очень эффективную экспериментальную работу в Институте физических проблем, где академик Капица дал Завойскому возможность изучить его эффект при водородных и гелиевых температурах: здесь же были осуществлены опыты на частоте 3000 МГц, позволившие получить вполне разрешенные линии ЭПР. Кстати, именно московские опыты попали первыми в печать в

1945 г. [19], вследствие чего иногда возникало неправильное представление, что парамагнитный резонанс был открыт Завойским в Москве.

Вернувшись в Казань, Завойский с большой энергией продолжал изучение своего эффекта. Из полученных им в 1945–1964 гг. результатов в первую очередь должно быть отмечено измерение действительной части комплексной парамагнитной восприимчивости в области резонанса [20] и открытие в соединениях марганца очень слабых резонансных линий, соответствующих кратным переходам [21].

В 1947 г. Завойский покинул Казань, но созданное им научное направление продолжало развиваться.

Укажем, в частности, что в 1947 г. здесь был впервые наблюден парамагнитный резонанс в свободном радикале [22], а в 1948 г. было открыто влияние ядерного спина парамагнитного атома на линии ЭПР [23].

Этот первый случай проявления сверхтонких взаимодействий в ЭПР был обнаружен в водных растворах солей марганца в условиях слабых полей (статическое магнитное поле меньше константы сверхтонкого расщепления). К сожалению, эта работа, доложенная Академии наук 7 марта 1948 г., смогла появиться в печати только в 1950 г.

В конце 40-х годов эффект Завойского стал глубоко и многосторонне изучаться во многих лабораториях мира. Первоначально узкий круг объектов исследования необычайно расширился, включив в себя к настоящему времени, пожалуй, все возможные типы веществ, содержащих парамагнитные центры. Ионные кристаллы и стекла, свободные радикалы и внутрикомплексные соединения, металлы и полупроводники, продукты действия проникающего излучения и света, жидкие растворы и газы, наконец, биохимические объекты различной степени сложности – таков диапазон исследуемых в наше время с помощью ЭПР веществ.

Анализ тонкой и сверхтонкой структуры спектров ЭПР, а также формы и ширины линий ЭПР и параметров парамагнитной релаксации позволил выяснить многие тончайшие детали структуры веществ и изучить существующие в этих веществах взаимодействия: электрические, магнитные, дипольные и обменные. С помощью сверхтонкой структуры спектров ЭПР были также определены ядерные спины ряда изотопов. Таким образом, метод ЭПР оказался весьма плодотворным как для физики конденсированных систем, так и для ядерной физики, химии органической и неорганической, биохимии и т.д.

С другой стороны, ЭПР явился новым этапом в развитии теории магнетизма. Он дал возможность глубже изучить природу носителей парамагнетизма и установить механизмы парамагнитной релаксации.

Весьма продуктивным оказалось применение метода ЭПР совместно с другими резонансными методами. Сочетание ЯМР и ЭПР дало широкоизвестные способы динамической поляризации ядер. Другим аспектом этого союза является получивший в последнее время значительное распространение метод двойного электронного ядерного резонанса. Исключительно интересным направлением работ является магнитная радиоспектроскопия с оптической подкачкой.

Как всякое крупное открытие, ЭПР оказал влияние и на развитие техники. Достаточно упомянуть о квантовых парамагнитных усилителях, являющихся принципиально наилучшими устройствами такого рода.

Использование их оказалось весьма важным в радиоастрономии и космической связи.

Наконец, нельзя не отметить, что естественным продолжением изучения ЭПР явилось открытие аналогичного эффекта на атомных ядрах – ЯМР, а также ферромагнитного, антиферромагнитного и ядерного квадрупольного резонансов.

Двадцать пять лет – огромный срок для физики XX в. Это видно и на примере развития учения о парамагнитном резонансе. Если в первые годы мы радовались появлению каждой новой статьи на эту тему (их были единицы!) и знали их чуть ли не наизусть, то теперь, по нашим грубым (и, вероятно, заниженным) подсчетам, ежегодно публикуется около 1000 работ, посвященных ЭПР и его многообразным приложениям. Наряду с оптической спектроскопией, рентгеноструктурным анализом и другими методами ЭПР стал мощным средством изучения вещества и протекающих в нем процессов. Войдя в число классических методов физики, ЭПР не потерял способности развиваться дальше.

В заключение – два слова pro domo sua. Очень немногим ученым удается добиться счастья начать новую страницу в истории своей науки. Это счастье в полной мере испытал Евгений Константинович Завойский.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Waller I.* // Ztschr. Phys. 1932. Bd. 79, H. 5/6. S. 370.
2. *Гортер К.* Парамагнитная релаксация. М.: Изд-во иностр. лит., 1949.
3. *Heitler W., Teller E.* // Proc. Roy. Soc. A. 1936. Vol. 155, N 886. P. 629.
4. *Fierz M.* // Physica. 1938. Vol. 5, N 5. P. 433.
5. *Kronig R. de L.* // Physica. 1939. Vol. 6. P. 33.
6. *Van Vleck J.H.* // J. Chem. Phys. 1939. Vol. 7. P. 72.
7. *Van Vleck J.H.* // Phys. Rev. 1940. Vol. 57, N 5. P. 426.
8. *Casimir H.B.G., Du Pre F.K.* // Physica. 1938. Vol. 5. P. 503.
9. *Einstein A., Ehrenfest P.* // Ztschr. Phys. 1922. Bd. 11. S. 31.
10. *Rabi I.I.* // Phys. Rev. 1937. Vol. 51, N 8. P. 652.
11. *Аркадьев В.К.* // Журн. Рус. физ.-хим. о-ва. 1913. Т. 45. С. 103.
12. *Dorfman J.G.* // Ztschr. Phys. 1923. Bd. 17. S. 98.
13. *Завойский Е.К., Козырев Б.М., Несмелов А.В.* // Уч. зап. Казан. ун-та. 1934. Т. 94, кн. 3. Вып. 1. С. 25.
14. *Завойский Е.К.* // ЖЭТФ. 1936. Т. 6. С. 38.
15. *Завойский Е.К.* // Уч. зап. Казан. ун-та. 1935. Т. 95, кн. 5. С. 9.
16. *Gorter C.J.* // Physica. 1936. Vol. 3. P. 995.
17. *Альтшулер С., Завойский Е.., Козырев Б.* // ЖЭТФ. 1944. Т. 14, № 10/11. С. 407.
18. *Завойский Е.К.* Парамагнитная абсорбция в перпендикулярных и параллельных полях для солей, растворов и металлов: Докт. дис. М.: ФИАН, 1944.
19. *Zavoisky E.* // J. Phys. 1944. Vol. 9. P. 211, 245.
20. *Завойский Е.К.* // ЖЭТФ. 1947. Т. 17, № 2. С. 155.
21. *Завойский Е.К.* // ДАН СССР. 1947. Т. 57, № 9. С. 887.
22. *Козырев Б.М., Салихов С.Г.* // ДАН СССР. 1947. Т. 58, № 6. С. 1023.
23. *Альтшулер С.А., Козырев Б.М., Салихов С.Г.* // ДАН СССР. 1950. Т. 71, № 5. С. 855.

А. Кастлер

К ВОПРОСУ О ПРЕДЫСТОРИИ ОТКРЫТИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА*

Мы собрались на эту конференцию, чтобы отпраздновать открытие электронного парамагнитного резонанса, сделанное доктором Е.К. Завойским в Казанском университете 25 лет назад. Позвольте мне сказать несколько слов о предыстории этого открытия.

Первым общим количественным исследованием магнитного поведения вещества была диссертация П. Кюри, опубликованная в 1895 г. [1]. Кюри показал, что в соответствии с их магнитными свойствами вещества можно разделить на три класса: диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Большая часть веществ, например вода и органические соединения, диамагнитны. Помещенные во внешнее магнитное поле, они приобретают магнитный момент, который пропорционален полю, имеет направление, противоположное полю, и не зависит от температуры. Напротив, момент парамагнитных веществ, который пропорционален полю, направлен вдоль поля и обратно пропорционален абсолютной температуре. Эта последняя зависимость от $1/T$ известна как закон Кюри. Наконец, ферромагнитные вещества обнаруживают спонтанную намагниченность, очень сильные моменты в приложенном магнитном поле и сложное нелинейное поведение при изменении поля.

Экспериментальные результаты Кюри, касающиеся парамагнетиков, были теоретически объяснены в 1905 г. П. Ланжевеном [2], который показал, что ионы, атомы или молекулы этих веществ обладают постоянным магнитным моментом и что суммарный магнитный момент, который они приобретают во внешнем магнитном поле, возникает в результате противоборства между ориентирующим действием поля и внутренним тепловым движением, нарушающим упорядоченность. Применяя уравнение Больцмана к этому динамическому равновесию, он дал теоретическое обоснование закону Кюри и показал, что при низких температурах должны наступать эффекты насыщения. Эти эффекты были обнаружены позднее, когда стали доступны температуры жидкого гелия.

Дальнейшим шагом в исследовании парамагнетизма был знаменитый эксперимент Штерна и Герлаха, выполненный в 1922 г. [3] на пучках парамагнитных атомов, который дал надежное экспериментальное подтверждение концепции пространственного квантования. Введя эту концепцию в теорию Ланжевена, П. Дебай [4] и Л. Бриллюэн [5] вывели квантовые соотношения, которым подчиняется температурная зависимость парамагнитных моментов.

Со времени открытия эффекта Зеемана (1896 г.) и создания квантовой теории Бора (1913 г.) вводится идея о магнитных подсостояниях атомных уровней энергии и их связи с пространственным квантованием. Полная квантово-механическая теория парамагнетизма была затем разработана

---

* Парамагнитный резонанс. 1944–1969 гг. М.: Наука, 1971. С. 9–15. Доклад на Всесоюзной юбилейной конференции. Казань, 24 июня 1969 г. с небольшими сокращениями.

Дж. Ван Флеком в его известной книге "Электрическая и магнитная восприимчивость", первое издание которой было опубликовано в 1932 г. [6].

Представление о спектральных переходах между магнитными подсостояниями электронного уровня энергии (которое сегодня мы называем магнитным резонансом) было впервые рассмотрено в 1922 г. Эйнштейном и Эренфестом [7] и развито в 1923 г. Дорфманом, который применил для этого термин "фотомагнитный резонанс" [8].

Первым физиком, начавшим исследование таких переходов, был К.Я. Гортер, который сначала в 1936 г. [9], а затем еще раз в 1942 г. [10] поставил эксперименты, чтобы обнаружить парамагнитный резонанс на ядерных спинах. Однако чувствительность методов детектирования в то время была недостаточной и результат экспериментов Гортера оказался отрицательным. Тем не менее усилия Гортера имели весьма положительные аспекты. С одной стороны, в 1937 г. Гортер убедил Раби воздействовать радиочастотным полем на парамагнитные атомы и ядра в атомном пучке и успех этого метода хорошо известен [11]. С другой стороны, в 1936 г. Гортер начал и систематически развивал эксперименты по парамагнитной релаксации, исследуя процессы возвращения к тепловому равновесию, когда в парамагнитных веществах создается неравновесная ситуация [12]. Первая теория парамагнитной релаксации была дана И. Валлером в 1932 г. [13].

Результаты работы голландских физиков по парамагнитной релаксации были суммированы Гортером в его маленькой книжечке в красной обложке, написанной во время немецкой оккупации Нидерландов (когда экспериментальная работа стала невозможной) и опубликованной в самом конце второй мировой войны [14]. Эти исследования привели к важной концепции спиновой температуры, выраженной Казимиром и Дю Пре [15], которая фиксирует тот факт, что спины живут в своем собственном мире, изолированном от остального мира, называемом решеткой. По существу эта концепция является следствием того обстоятельства, что время установления внутреннего теплового равновесия между спинами (время спин-спиновой релаксации T_2) часто гораздо короче, чем время достижения равновесия с решеткой (время спин-решеточной релаксации T_1).

Для измерения релаксации Гортер в его статье 1936 г. [12] использовал следующую технику: он воздействовал на вещество осциллирующим радиочастотным полем (в доступном тогда диапазоне частот 10^7 Гц) и измерял поглощенную в веществе РЧ-мощность количеством возникающего при этом тепла. Прикладывая постоянное магнитное поле перпендикулярно к переменному полю, он наблюдал уменьшение этого поглощения и его полное исчезновение при определенном значении постоянного поля. Чем выше была частота переменного поля, тем больше было значение постоянного поля, при котором исчезало поглощение. Гортер проводил эксперименты на твердых парамагнитных солях.

В 1944 г. такие эксперименты предпринял Е.К. Завойский, заменив калориметрический метод детектирования чувствительным электронным методом [16]. Он работал с водными и неводными растворами солей марганца, используя, подобно Гортеру, частоты порядка 10^7 Гц для переменного поля и прослеживая за коэффициентом парамагнитного поглощения как функцией приложенного постоянного поля. Некоторые из по-

лученных им кривых показывали максимум поглощения в области слабых полей. При применении более высокой частоты осциллирующего поля ($1{,}5 \cdot 10^8$ Гц) этот максимум сдвигался в область более сильных полей: для частоты $1{,}5 \cdot 10^8$ Гц он наблюдался при 54 Э и оставался на том же месте для различных исследованных парамагнитных ионов (Mn^{2+}, Cu^{2+}, Cr^{3+}). При еще более высоких частотах ($\nu = 3 \cdot 10^9$ Гц) максимум сместился к полям 10^3 Э. Это показало, что отношение ν/H, равное по порядку величине 2,8 МГц на 1 Э и остававшееся постоянным, соответствует в приложенном H ларморовской частоте, если принять для фактора Ланде значение $g = 2$, ожидавшееся для этих ионов. Было очевидно, что максимум поглощения обязан магнитному резонансу (магнитным дипольным переходам между квантовыми состояниями электронного спина). Теория этого магнитного резонансного поглощения была разработана Я.И. Френкелем [17] в непосредственной связи с экспериментальными результатами Завойского.

Независимо от открытия Завойского Э.М. Перселл [18] и Ф. Блох [19] в Соединенных Штатах развили методы электронного детектирования ядерного магнитного резонанса.

Как было подчеркнуто профессором А. Абрагамом [20], магнитный резонанс представляет собой взаимодействие между веществом и полем электромагнитного излучения. В процессе этого взаимодействия изменяются свойства и вещества, и поля. В соответствии с этим методы детектирования магнитного резонанса можно подразделить на два класса: детектирование изменений, происходящих в веществе, и детектирование изменений, происходящих с полем (или в свойствах радиочастотного контура, создающего РЧ-поле). К первому классу относятся калориметрический метод Гортера, метод атомных пучков Раби и методы оптического детектирования. Ко второму классу методов детектирования принадлежат электронные методы, развитые Завойским, Перселлом и Блохом.

Отметим, что при взаимодействии вещества и поля происходит обмен не только энергией, но и моментом количества движения. В процессе магнитного резонанса момент количества движения переходит от РЧ-поля к образцу вещества. Если образец, находящийся в условиях резонанса, подвешен на нитке, механический момент, действующий на образец, вызывает его вращение, и это вращение можно измерить. С помощью этого очень простого метода А. Гоццини и его сотрудники [21, 22] зафиксировали магнитный резонанс.

Дорогие коллеги! Когда вчерашним вечером мы подлетали к казанскому аэропорту, чтобы присутствовать на этой конференции, наш самолет пролетел над Волгой. Увидеть эту реку было для нас волнующим событием. Волга начинается с небольшого источника, растет все 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 привел к тысячам экспериментов и публикаций. Теперь самое подходящее время оглянуться назад и обозреть совершенное.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Curie P.* // Ann. chim. et phys. 1895. Vol. 5. P. 289; Oeuvres. Paris, 1908. P. 232.
2. *Langevin P.* // J. Phys. 1905. Vol. 4. P. 678; Ann. chim. et phys. 1905. Vol. 5. P. 70.
3. *Gerlach W., Stern O.* // Ztschr. Phys. 1922. Bd. 9. S. 349; Ann. Phys. 1924. Vol. 74, N 4. P. 673.
4. *Debye P.* // Handbuch der Radiologie. Leipzig, 1925. Bd. 6. S. 713.
5. *Brillouin M.L.* // J. Phys. 1927. Vol. 8, N 1. P. 74.
6. *Van Vleck J.H.* The theory of electric and magnetic susceptibilities. Oxford: Univ. press, 1932.
7. *Einstein A., Ehrenfest P.* // Ztschr. Phys. 1922. Bd. 11. S. 31.
8. *Dorfman Y.G.* // Ztschr. Phys. 1923. Bd. 17. S. 98.
9. *Gorter C.J.* // Physica. 1936. Vol. 3, N 9. P. 995.
10. *Gorter C.J., Broer L.J.F.* // Physica. 1942. Vol. 9, N 1. P. 591.
11. *Rabi I.I., Zacharias J.R., Millman S., Kusch P.* // Phys. Rev. 1938. Vol. 53. P. 318.
12. *Gorter C.J.* // Physica. 1936. Vol. 3. P. 1006.
13. *Waller I.* // Ztschr. Phys. 1932. Bd. 79, H. 5/6. S. 370.
14. *Gorter C.J.* Paramagnetic relaxation. London: Elsevier Publ. Co., 1947.
15. *Casimir H.B.G., Du Pre F.K.* // Physica. 1938. Vol. 5, N 6. P. 507.
16. *Zavoiski E.K.* // J. Phys. 1945. Vol. 9. P. 211, 245.
16. *Zavoiski E.K.* // J. Phys. 1946. Vol. 10. P. 170, 197.
17. *Frenkel J.* // J. Phys. 1945. Vol. 9. P. 299.
18. *Purcell E.M., Pound R.V., Torrey C.* // Phys. Rev. 1946. Vol. 69, N 1/2. P. 37.
19. *Bloch F., Hansen W.W., Packard M.* // Phys. Rev. 1946. Vol. 69, N 3/4. P. 127.
20. *Abraham A.* The principles of nuclear magnetism. Oxford: Univ. press, 1961.
21. *Fornacà G., Gozzini A., Strumia F.* Magnetic resonance and related phenomena // Proc. XII Coll. Ampere on magnetic resonance. Bordeaux, 1963. P. 554.
22. *Alzetta G., Ascoli C. Gozzini A., Arimondo E.* // Convegno sulle risonanze magnetiche. Paris. 1966. P. 3.

С.В. Вонсовский

ВОСПОМИНАНИЯ ОБ АКАДЕМИКЕ Е.К. ЗАВОЙСКОМ

Мое знакомство с Евгением Константиновичем Завойским произошло совершенно случайно и уже очень давно – летом 1931 г. в Ленинграде. В это время я был еще студентом физического факультета ЛГУ. И в эти месяцы начала лета был на практике в ЦРЛ (Центральной радиолаборатории), где мы работали в лаборатории Г.А. Остроумова вместе с моим товарищем А.А. Смирновым, ныне академиком АН Украины. Евгений Константинович в это же время работал тоже в ЦРЛ, он уже окончил тогда университет и был аспирантом. Я, конечно, теперь не помню, с кем именно он работал в ЦРЛ. Помню только, что от сотрудников той лаборатории, где мы работали, тогда впервые и услышали самые лестные отзывы об этом казанском физике, талантливом экспериментаторе, который целыми днями работал в маленькой комнате в здании ЦРЛ на Каменном острове. Мы тогда в общем и не познакомились как следует, видимо, считали себя не очень интересными собеседниками, так как были еще совсем "желторотыми юнцами" в науке. После окончания ЛГУ весной 1932 г. я был направлен на работу в Свердловск, в открывшийся тогда Уральский физико-технический институт, и поэтому наши пути с Евгением Константиновичем тогда не пересекались. Так продолжалось почти до конца Великой Отечественной войны. Только один раз в конце 1942 г., когда я на несколько дней приезжал в Казань защищать доктор-

скую диссертацию в Ленинградском физико-техническом институте, который тогда был в эвакуации в Казани, я опять услышал о Евгении Константиновиче, но тогда мы не виделись с ним. И вот только накануне окончания войны, когда Евгений Константинович продемонстрировал свои знаменитые работы по открытию ЭПР в Институте физических проблем в Москве у П.Л. Капицы, я снова включил его, теперь уже навсегда, твердо в свой список знаменитых физиков, который навсегда хранится в моей памяти. И в послевоенные годы я сблизился не с самим Евгением Константиновичем, а сперва только с его ближайшими учениками и верными сподвижниками, Б.М. Козыревым и С.А. Альтшулером. От них я, конечно, много узнавал о Евгении Константиновиче и как о замечательном ученом, и не менее интересном и значительном человеке. Научный совет Академии наук по магнетизму был той организацией, в которой я встречался с моими казанскими друзьями и в котором устанавливалась прочная связь с идеями, работами и самим Евгением Константиновичем, а также с физиками его казанской школы. В задачу Совета входила организация систематических научных конференций по магнетизму. И вот одна из конференций в середине 50-х годов проводилась в Казани, и я очень близко общался с Евгением Константиновичем, тогда и состоялось наше прочное знакомство и установились взаимные (я надеюсь) симпатии.

Еще один из косвенных заочных контактов с Е.К. Завойским, точнее с его именем, у меня появился совсем по неожиданной линии. Дело в том, что в 1967 г., после того как в 1966 г. я был избран действительным членом Академии наук, мне стали систематически присылать ежегодно из Стокгольма из Нобелевского комитета по физике письма с предложением прислать в этот Комитет свои предложения о кандидатах в нобелевские лауреаты по физике на следующий очередной год. И вот я начиная с 1967 г. и по 1976 г. настойчиво посылал свои предложения о присуждении Нобелевской премии Евгению Константиновичу за открытие ЭПР. Я представлял всегда троих претендентов, стоявших у истоков этого открытия: Е.К. Завойского, шведа И. Валлера и голландца К. Гортера. Вот как я написал в Комитет представление именно на Евгения Константиновича в первый раз в 1967 г.: "В ответ на Ваше любезное предложение представить кандидатуру на Нобелевскую премию по физике на 1968 г. я хочу рекомендовать хорошо известного в мире ученого – советского физика, академика Е.К. Завойского, который является главным автором экспериментального открытия в 1944 г. весьма важного физического явления – электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Основные работы по этой проблеме были опубликованы в Журнале физики СССР (J. Phys.) в 1944 и 1945 гг. и реферируются в монографиях, в которых обсуждаются все возможные применения ЭПР. В настоящее время методы ЭПР нашли широчайшее применение во всех естественных науках, а именно в чистой и прикладной физике, химии, молекулярной биологии. Во многих случаях информация, полученная с помощью ЭПР, дает единственную возможность сделать заключение об электронной структуре, силах связи и физическом механизме различных процессов в терминах атомно-молекулярной структуры. В чистой и прикладной науке метод ЭПР становится таким обычным и привычным, что мы, к сожалению, забываем о пионерах-ученых, которые открыли этот секрет природы и тем самым дали воз-

можность использовать его для нужд и процветания людей. Поэтому мне представляется, что присуждение Нобелевской премии академику Е.К. Завойскому будет справедливой и объективной оценкой его огромного вклада в развитие современной науки".

Мое тройное представление на И. Валлера, К. Гортера и Е.К. Завойского (см. прил. 1) в Нобелевский комитет приведено в конце статьи. К сожалению, моя настойчивость не смогла привести к положительному решению. Позже, когда я узнавал о причине, почему же мои представления не сыграли роли, то приводились доводы, что по резонансу были уже даны премии И. Раби в 1944 г. и Ф. Блоху и Э. Перселлу в 1952 г. Но мне кажется это неубедительным, так как эти премии касаются ядерной физики и ядерного резонанса, а ЭПР – великолепный и оригинальный метод в физике, химии и биофизике электронных систем конденсированной фазы и имеет совершенно иную область применения, отличную от работ указанных ученых.

Другое мое участие в представлении открытия Евгения Константиновича к Ленинской премии в 1957 г. (см. прил. 2, 3) оказалось более результативным. Премия была присуждена, хотя и здесь были некоторые сложности, которые можно видеть из прилагаемых мною писем в Комитет по Ленинским премиям.

О научном подвиге Евгения Константиновича я написал в своей монографии "Магнетизм", изданной в Союзе издательством "Наука" в 1971 г. и за рубежом в 1974 г. Там (с. 278–280), в частности, написано: "Резонансный характер этого поглощения (энергии внешнего электромагнитного поля) открыт экспериментально Завойским в солях ионов группы железа... Заслугой Завойского... является то, что он разработал косвенные радиотехнические методы измерения поглощаемой энергии в парамагнитных телах. В этих методах используется обнаруженная на опыте линейная связь между сеточным и анодным током электронного генератора и ваттной нагрузкой на последний при условии, что величина этой нагрузки равна очень малой части мощности генератора. Чувствительный и простой метод Завойского (наверное, автор уже начинал думать об этом еще во время практики в ЦРЛ!) дал возможность расширить измерения до частот порядка $3 \cdot 10^9$ Гц и производить их при комнатной температуре даже в жидких растворах. Все это позволило обнаружить *резонансную* природу парамагнитного поглощения в присутствии постоянного подмагничивающего поля, перпендикулярного к переменному магнитному полю.

Завойский усовершенствовал также методику измерения динамической восприимчивости χ при частотах порядка 10^9 Гц. Вместе с тем он не только открыл явление ЭПР, но и изучил ряд его закономерностей, а также значительно расширил область исследования парамагнитной релаксации... Работы Завойского положили начало как широкому развитию теоретических и экспериментальных исследований по ЭПР и парамагнитной релаксации, так и практическому применению этих явлений для изучения структуры твердых тел, природы химической связи и структуры молекул и кристаллов и т.п. В настоящее время ЭПР представляет собой один из важнейших разделов современного учения о магнетизме".

Евгений Константинович был ученым необычайной эрудиции. Это был человек высокой культуры с разносторонними интересами, необычайно

строго относившийся ко всему, что выходило из-под его пера. Вот эта черта, хорошо известная всем его коллегам-физикам и другим ученым, не случайно заставила И.В. Курчатова привлечь Евгения Константиновича к работе в области ядерной энергетики. Здесь он также внес много нового и оригинального.

Бесконечно горько, что мы потеряли замечательного ученого, большого человека, внесшего такой большой вклад в мировую науку. И самое тяжкое, что произошло это, когда его сверкающий талант физика был в полном расцвете, его творческие возможности таили в себе еще такие ценные идеи, которыми он мог обогатить нашу физическую науку. А ей он был предан всю свою жизнь.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

I. Waller, C.J. Gorter, E.K. Zavoisky

I. W a l l e r — Professor
Stokholm, Sweden

C.J. G o r t e r — Professor
Kamerlingh Onnes Laboratory, Leiden
Netherlands

E.K. Z a v o i s k y — Professor, Academician
Institute of Atomic Energy Academy of Sciences of the USSR,
Moscow, USSR

Great importance of the phenomenon of electron paramagnetic resonance (EPR) and electron paramagnetic relaxation having the widest application in the modern science namely in both pure and applied physics, in chemistry, in molecular biology etc.

The groundworks in this important brunch of sciece are the following ones:

1) The work of Ivar WALLER on quantum theory of paramagnetic relaxation (in Zeitschrift für Physik, 79, 370 (1932)) which form a fondation for a posterior development of the theory of dynamic phenomena in paramagnets.

2) The systematic investigation of absorption and dispersion of RF waves in the presence of static fields in paramagnets pioneered by C.J. GORTER far back in thirties (Paramagnetic relaxation. Amsterdam: Elsevier Publ. Co., 1947).

3) The works of E.K. ZAVOISKY in which was developed the new original method of a high sensitivity allowing firstly to discover and to study EPR without any limitations (Journal of Physics USSR, 9, 245 (1945); JETP, 16, 603 (1946)).

S.V. V o n s o v s k y — Professor, Academician
Institute of Metal Physics Academy of Sciences of the USSR
18 S. Kovalevskaja str., K-66 Sverdlovsk, USSR
10.01.71

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Отзыв о работах члена-корреспондента АН СССР Евгения Константиновича Завойского, представленных на соискание Ленинской премии в области науки по разделу физики*

Вопросы дисперсии и поглощения высокочастотных электромагнитных колебаний в парамагнитных телах давно уже привлекали внимание физиков (В.К. Аркадьев, Я.Г. Дорфман – СССР, К. Гортер – Голландия). Однако существенный прогресс в этой области был получен после известных работ Е.К. Завойского (1944–1947 гг.), в которых удачное решение методических вопросов парамагнитных высокочастотных измерений позволило открыть резонансный характер магнитного поглощения в присутствии постоянного подмагничивающего поля, перпендикулярного высокочастотному полю. Открытие этого эффекта имеет огромное значение не только для узкой области парамагнитных явлений, но представляет необычайный интерес для всей современной физики и химии конденсированных систем и газообразных тел. Значение этого эффекта определяется тем, что по местоположению, форме, тонкой и сверхтонкой структуре линий парамагнитного резонанса поглощения радиочастотного излучения можно судить о внутренней структуре тел, о природе их межатомных и межмолекулярных взаимодействий. Можно без преувеличения сказать, что за последнее время практические методы магнитного резонанса совершили целый переворот в методах физико-химического исследования самых разнообразных веществ.

До работ Е.К. Завойского существовал прямой калориметрический метод измерения поглощаемой энергии высокочастотного поля парамагнетиком. Е.К. Завойский предложил весьма чувствительные косвенные радиотехнические методы измерения поглощения в парамагнитных телах, которые позволили, несмотря на большие омические и диэлектрические потери в конденсированных телах, четко выделить магнитные потери в парамагнетике и, самое главное, установить для определенных конфигураций постоянного и переменного поля резонансный характер этого поглощения энергии. В методе, предложенном Е.К. Завойским, используется связь между сеточным или анодным током электронного генератора и ваттной нагрузкой на последний (при условии, что эта нагрузка составляет малую долю мощности генератора).

Высокая чувствительность и простота метода Е.К. Завойского позволили очень сильно расширить диапазон частот, используемых при измерениях (до $3 \cdot 10^9$ Гц), и производить эти измерения в широких интервалах температур (при комнатных и выше) как в твердых, так и в жидких телах (растворах).

В своих работах Е.К. Завойский, как правило, исследовал комплексную парамагнитную восприимчивость как в перпендикулярных поляризующих полях

$$\chi_\perp = \chi'_\perp + i\chi''_\perp,$$

так и в параллельных полях

$$\chi_\parallel = \chi'_\parallel + i\chi''_\parallel.$$

Здесь динамическая восприимчивость χ' определяет дисперсию магнитной восприимчивости при изменении частоты или величины постоянного магнитного поля, а χ'' – коэффициент при мнимой части определяет поглощение высокочастотного поля в парамагнетике.

В работе "Новый метод исследования парамагнитной абсорбции" (ЖЭТФ, **14**, 407–409, 1944) впервые дается описание нового чувствительного "метода сеточного тока" для измерения парамагнитного поглощения и его практического применения в железоаммонийных и хромовых квасцах, а также в ряде парамагнитных солей серной кислоты.

В работе "Спиновый магнитный резонанс в дециметровой области длин волн" (J. Phys., **10**, 197–198, 1946) изложены результаты одного из первых наблюдений парамагнитного резонансного поглощения в соединениях $CrCl_3$ и $MnSO_4$.

Работа "Парамагнитная релаксация в жидких растворах при перпендикулярных полях" (ЖЭТФ, **15**, 344–350, 1945) очень интересна тем, что в ней впервые наблюдался пара-

---

*Российский государственный архив экономики (далее: РГАЭ). Ф. 180, оп. 3. № 32. Л. 27–30.

магнитный резонанс для жидких растворов некоторых солей марганца и что она положила начало широкому исследованию парамагнитного резонанса в такого типа жидкостях.

В работе "Измерение магнитной восприимчивости парамагнетиков на дециметровых волнах" (ЖЭТФ, 17, 155–161, 1947), кроме исследований резонансного поглощения в безводном сернокислом марганце, дан также новый метод измерения динамической восприимчивости, основанный на использовании анизотропии (магнитной), возникающей в парамагнетике при его поляризации.

Работа Е.К. Завойского "Определение магнитных и механических моментов в твердых телах" (ДАН, 57, 887–888, 1947) представляет принципиальный интерес, так как в ней впервые было дано непосредственное доказательство пространственного квантования спина ионов в кристаллической решетке твердого тела для конкретного случая двух веществ: $MnSO_4 \cdot 3H_2O$ и $CuCl_2 \cdot 2H_2O$.

Значение работ Е.К. Завойского заключается прежде всего в том, что они положили начало новому разделу в современном учении о магнетизме – парамагнитному резонансу и открыли новый мощный метод физического исследования структуры вещества, столь ценный как для физиков, так и для химиков.

Кроме того, значение этих работ велико и потому, что автор их Е.К. Завойский при их выполнении собрал около себя группу активных физиков-магнитологов (в КГУ и в Физико-техническом институте Казанского филиала АН СССР), которые с большим успехом развивают исследования по парамагнитному и ферромагнитному резонансу.

Большой творческий вклад, который был внесен представленными работами Е.К. Завойского по парамагнитному резонансу в современную физику и химию конденсированных систем, позволяет с полным основанием присудить ему Ленинскую премию в области науки по разделу физики.

7 января 1957 г. Свердловск — Член-корреспондент АН СССР *С.В. Вонсовский*

ПРИЛОЖЕНИЕ 3*

25 марта 1957 г.

В ответ на Ваше письмо от 6 марта с/г за № 4/207 сообщаю следующее: ознакомившись с содержанием письма профессора Я.Г. Дорфмана, считаю, что его претензии на приоритет открытия явления парамагнитного резонанса в конденсированных веществах не имеют достаточных оснований.

В интересной работе профессора Я.Г. Дорфмана, опубликованной в журнале Zs. f. Physik, 17, 98 (1923), им высказана идея, что между зеемановскими уровнями энергии в атомах с отличным от нуля орбитальным магнитным моментом возможны процессы перехода, индуцируемые внешним электромагнитным полем. Это явление профессор Я.Г. Дорфман предложил назвать "фотомагнитным эффектом".

По существу это высказывание профессора Я.Г. Дорфмана являлось конкретным применением боровского постулата частот, высказанного его автором Нильсом Бором еще в 1913 г., для частного случая квантовых переходов между уровнями в зеемановских мультиплетах, а не между основными энергетическими уровнями атомов.

Однако от такого высказывания до фактического открытия парамагнитного резонанса в конденсированных веществах лежал трудный путь исследований, в которых принимали участие ученые многих стран. За время с 1923 г. до наших дней были открыты многие новые фундаментальные факты в атомной физике, такие, например, как электронный спин, установлены и объяснены правила отбора для спектральных переходов и многое другое, без чего явление парамагнитного резонанса не могло быть открыто и которые, естественно, не упоминались в работе профессора Я.Г. Дорфмана.

Первая действительная попытка открыть парамагнитный резонанс в конденсированных веществах была предпринята известным голландским физиком Гортером. Однако эта попытка оказалась неудачной. О работах Гортера имеется детальное упоминание во всех трудах Е.К. Завойского.

Только в работах Е.К. Завойского благодаря разработке оригинального эксперименталь-

*РГАЭ. Ф. 180, оп. 3. № 32. Л. 64.

ного метода было действительно впервые открыто это важное явление. В этих работах была выяснена необходимость одновременного наложения постоянного и переменного магнитного полей, 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-решеточная релаксация). Все 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, как я уже писал об этом в своем отзыве для Комитета.

В качестве дополнений к упомянутому отзыву хочу только добавить следующие два замечания:

1) название работы Е.К. Завойского следовало бы сделать таким: "Экспериментальное обнаружение и исследование явления парамагнитного резонанса в конденсированных веществах";

2) вместе с Е.К. Завойским активно и творчески работали еще два его ближайших сотрудника – профессор, доктор С.А. Альтшулер и кандидат наук Б.М. Козырев. Мне представляется целесообразным включить в авторы этой работы, представленной на соискание Ленинской премии, и этих двух ученых.

На остальные замечания профессора Я.Г. Дорфмана, которые не имеют прямого отношения к затронутому вопросу о приоритете открытия парамагнитного резонанса в конденсированных веществах, я позволю себе ответить в другом письме лично профессору Я.Г. Дорфману.

Член-корреспондент АН СССР *С.В. Вонсовский*

*М.М. Зарипов**

ВОСПОМИНАНИЯ

Впервые я увидел Евгения Константиновича в начале 1935/36 учебного года в университете, где он организовал встречу кафедры с учениками старших классов школ Казани. Им была прочитана интересная лекция с эффектно поставленными опытами. Эта встреча и решила вопрос, куда мне поступить учиться.

В 30-е годы в вузах был испробован целый ряд форм обучения, а в 1936/37 уч.г. в Казанском университете занятия начались по стабильным учебным планам, в которых были указаны как количество часов для определенных курсов (дисциплин), так и времена зачетов, экзаменов и т.д. В течение пяти лет я слушал лекции Евгения Константиновича. Поэтому я начну мои воспоминания о нем как о педагоге.

В первые два с половиной года он читал нам лекции по курсу общей физики. Эти лекции оставили у меня неизгладимое впечатление – мне казалось, что на каждой лекции чудесным образом раскрывается какая-то тайна природы, причем это раскрытие можно было сравнить с рождением солнечного дня. Евгений Константинович был прекрасным лектором – говорил о физических явлениях с восхищением, восторгался умом, талантом, трудолюбием крупнейших ученых, изучивших эти явления и объяснивших их суть. У него был чистый, приятный (я бы сказал даже в некотором смысле музыкальный) голос, и он говорил, рассказывал, используя

*Казанский педагогический институт.

обилие стилистических возможностей и словарное богатство русского языка. Содержание лекций было глубоко продумано, материал их излагался в строгой логической связи, что облегчало понимание сути явлений. Лекция начиналась обычно с демонстрационного опыта, поставленного эффектно. Эти демонстрации вызывали у студентов живой интерес и озадачивали их – появлялась проблема объяснения увиденного. Говоря о такой лекции понятиями сегодняшнего дня, можно сказать, что Евгений Константинович, намного опережая время, использовал методы проблемного обучения, так интенсивно развиваемые и разрабатываемые сейчас. Естественно, лекции Евгения Константиновича с большой охотой посещались студентами.

Преподавательской работе Е.К. Завойский уделял много времени. Он часто посещал лабораторные занятия по физике, беседовал со студентами, расспрашивал о том, как представляет студент данную лабораторную работу, как намеревается выполнить ее. Лабораторные работы включали в себя исследовательские элементы; выслушав ответы студентов, Евгений Константинович давал интересные, полезные советы. Во время этих бесед он выявлял научные интересы студентов и учитывал их при составлении предлагаемых студентам тем курсовых работ. Он растил научную смену.

В довоенные годы учебная нагрузка преподавателей была значительно большей, чем теперь. Евгений Константинович читал весь курс общей физики всем студентам физико-математического факультета (физикам, математикам, механикам, астрономам, геофизикам). Кроме того, он читал еще "Дополнительные главы физики", спецкурс "Теория колебаний" и курс по выбору – "Электротехнические измерения" и "Радиотехнические измерения" для физиков.

По читаемым курсам предлагались лучшие учебники и учебные пособия того времени[1] (правда, в те годы число их было невелико). Так, по общему курсу физики – по механике и молекулярной физике – это был учебник В.К. Фредерикса и А.П. Афанасьева, по электричеству и магнетизму – учебник А.И. Тудоровского, по оптике – учебник Г.С. Ландсберга, а по дополнительным главам физики – книги Дж.П. Гарнвелла и Дж.Дж. Ливингуда, О. Блеквуда и Э. Хэтчисона и новая редакция книги О.Д. Хвольсона. Дополнительно к этим книгам предлагались еще – курс физики К.А. Путилова, курс физики Э. Гримзеля, курсы физики, составленные А.Ф. Иоффе, Н.Н. Семеновым и Д.А. Рожанским и др., три тома прекрасного курса Р.В. Поля, курс физики профессора Казанского университета Д.А. Гольдгаммера и еще целый ряд книг научно-популярной се-

---

[1] *Фредерикс В.К., Афанасьев А.П.* Курс общей физики. Л., 1935; *Тудоровский А.И.* Электричество и магнетизм. Л.; М., 1933–1935; *Ландсберг Г.С.* Курс оптики. М.; Л., 1940; *Гарнвелл Дж.П., Ливингуд Дж.Дж.* Экспериментальная атомная физика. М., 1935; *Blackwood O.H., Hutchisson E.* An outline of atomic physics. New York; London, 1933; *Хвольсон О.Д.* Курс физики. Л.; М., 1933; *Путилов К.А.* Курс физики. М., 1934; *Гримзель Э.* Курс физики для студентов, преподавателей и для самообразования. М.; Л., 1931–1932; *Иоффе А.Ф., Семенов Н.Н.* Курс физики. Л.; М., 1932; *Рожанский Д.А.* Курс физики. Л.; М., 1935; *Pohl R.W.* Einführung in die Physik. Bd. 1–3; *Гольдгаммер Д.А.* Курс физики. Пг., 1917; *Андронов А.А., Хайкин С.Э.* Теория колебаний. М.; Л., 1937; *Мандельштам Л.И., Папалекси Н.Д., Андронов А.А., Витт А.А., Горелик Г.С., Хайкин С.Э.* Новые исследования нелинейных колебаний. М., 1936; Нелинейные системы / Под ред. акад. М.В. Шулейкина. М., 1939.

рии. По курсу "Теория колебаний" мы пользовались книгой А.А. Андронова и С.Э. Хайкина, сборниками статей по нелинейным колебаниям "Новые исследования нелинейных колебаний" и "Нелинейные системы".

Как видно из истории физико-математических наук, большинство крупных ученых были блестящими педагогами. Педагогу приходится искать новые методические приемы на пути к сердцу и разуму студента, логичные, простые и содержательные объяснения лекционного материала. Стремление к единству всего излагаемого в курсе материала, попытка связать этот материал с жизнью, с производством рождают в сознании преподавателя множество идей. Поэтому настоящий преподаватель не может не заниматься научными исследованиями.

Евгений Константинович привлекал студентов к научным исследованиям. По многим интересным темам выполнялись курсовые работы, большинство тем было экспериментального характера. Евгений Константинович частенько заглядывал в лаборатории и интересовался ходом работы. Обычно он приходил в 15.00–16.00, перед тем как начать научные исследования в своей лаборатории, и часть времени посвящал студентам. Некоторые студенты работали в лабораториях и вечерами и знали, что Евгений Константинович тоже работает у себя в лаборатории и уходит не раньше 23.00.

В те годы физики усиленно работали над развитием нелинейной теории колебаний, занимались вопросами квантовой теории, строения вещества. Евгений Константинович организовывал по этим вопросам студенческие научные конференции. Студенты под его руководством готовили доклады. Выполнялись и договорные научные работы. Например, перед войной Евгений Константинович заключил договор с Волжским пароходством. Университет должен был сделать установку для обнаружения и подъема затонувших цепей, якорей, тросов и иных металлических предметов.

Одной из характерных черт педагогической деятельности Евгения Константиновича было то, что он интересовался, как студенты изучают и осваивают не только его, но и другие дисциплины, каковы их успехи по математике, механике, теоретической физике. Евгений Константинович интересовался и многими делами студентов. Так, он одобрил и всячески помогал советами, когда я совместно с ассистентом С.Г. Салиховым писал научно-популярную книгу по радиотехнике. Несмотря на чрезмерную занятость, он находил время для ее обсуждения по ходу работы, причем замечания им делались в очень мягкой, доброжелательной форме.

Евгений Константинович отличался исключительной добротой, благожелательностью и уважением к личности студента. Был такой случай. В первом полугодии III курса мы студенты-физики работали в оптической лаборатории. Мне была поставлена задача – собрать установку для фотографирования спектров (на физмате имелся единственный цейсовский спектроскоп, а спектрографа не было). Меня очень заинтересовало устройство спектроскопа, и я его разобрал, как говорится, до последнего винтика, да, кроме того, сломал один узел (не смог вывинтить). На лабораторном столе лежала груда деталей. Попытаться собрать спектроскоп уже не осталось времени. Я незаметно ушел.

Целую неделю я переживал, прочитал немало литературы об устройстве спектроскопов и собирался его отремонтировать. Когда я пришел на

следующее занятие, то увидел, что на моем лабораторном столе стоит спектроскоп в прежнем виде – собранный и отремонтированный. В лаборатории был Евгений Константинович, его ассистент С.Г. Салихов и лаборантка. Евгений Константинович, переходя от одного лабораторного стола к другому, беседовал со студентами, давал советы. Подошла и моя очередь. Я ждал этого момента с большой тревогой в душе. Он спросил меня, какая передо мной поставлена задача и как я ее собираюсь решить. После этого последовали его советы... и лишь в конце беседы, как бы вскользь, он заметил: "Будем считать, что вы с устройством спектроскопа уже ознакомились, и я надеюсь, вы его больше разбирать на части не будете!" – и улыбнулся. А я-то ждал... После этого случая мне поручали собирать еще некоторые лабораторные работы, составлять описания и т.д. С этого момента началась моя студенческая научная работа.

Весной 1941 г. Евгений Константинович решил открыть аспирантуру и предложил мне поступить в нее. Я этому очень обрадовался. Хотя Евгений Константинович предварительно согласовывал и обсуждал с ректором университета этот вопрос, когда начали рассматривать список возможных кандидатов в аспиранты, ректор, не возражая против моей кандидатуры, захотел включить в число кандидатов двух своих. Евгений Константинович не согласился. Так вопрос об аспирантуре остался открытым. Вскоре состоялось предварительное распределение выпускников на работу, и я был оставлен Евгением Константиновичем для работы ассистентом его кафедры.

Однако судьба распорядилась по-иному: началась Великая Отечественная война, и 23 июня состоялось новое распределение, где я получил путевку на Казанский завод авиационного моторостроения. Там меня определили в центральную заводскую лабораторию и поручили заняться магнитной дефектоскопией. Готовых установок, приборов не было, и пришлось их создавать, для чего оказалось необходимым ознакомиться с массой литературы. В связи с этим я часто обращался к Евгению Константиновичу и пользовался его советами.

Во время войны условия работы Евгения Константиновича сильно изменились; университет стал похож на улей, так как туда эвакуировались многие институты Академии наук. Теснота в помещениях достигла предела...

Несколько раз я случайно встречал Евгения Константиновича у ворот дома, где он жил (напротив университета), когда нес обязанности дежурного ПВО. В последнюю встречу он мне сообщил, что договаривается о моем переводе с завода на ассистентскую должность кафедры физики Казанского авиационного института, которой он заведовал по совместительству. Но это не состоялось, ибо вскоре (29 октября 1941 г.) я был арестован.

В Казань я вернулся только в начале 1956 г. Через несколько лет я был избран заведующим кафедрой физики Казанского педагогического института. Пришлось вникать в тонкости этой работы, изучать суть работы других заведующих кафедрами. Вспоминал я и работу Евгения Константиновича заведующим кафедрой экспериментальной и теоретической физики Казанского университета. Кафедра Евгения Константиновича состояла из небольшого числа сотрудников. Учебные нагрузки

преподавателей были большие. В 1936/37 уч.г. на кафедре, кроме Евгения Константиновича, работали доцент С.А. Альтшулер, который вел курс теоретической физики в отделении физики физмата и курс общей физики на всех других факультетах, старший преподаватель Ф.И. Удалов (по методике преподавания физики), ассистенты Ю.Я. Янсон (практические занятия по решению задач), С.Г. Салихов (по проведению лабораторных знанятий). Были ассистенты по лекционным демонстрациям и замечательный учебный мастер. На кафедре работал еще польский физик, профессор М.Г. Матисон. Постепенно кафедра расширялась, появились новые преподаватели – доценты А.Я. Никифоров и И.Г. Шапошников, из выпускников 1940 г. несколько человек были оставлены работать лаборантами.

Особенно трудные времена для университета начались после публикации в "Правде" статьи "Перехват-залихватские в Казанском университете"[2]. Университет охватила удушливая атмосфера, накаленная до предела собраниями по "выкорчевыванию врагов народа", арестом ряда заведующих кафедрами, профессоров, доцентов, студентов. Распространились невероятные слухи (причем они периодически возобновлялись) о том, что "очередь" подходит до такого-то и такого заведующего кафедрой. Эти слухи коснулись и кафедры физики (назывались даже фамилии будущих заведующих кафедрой – Гогоберидзе, Обреимов и др.). Мы, студенты, очень переживали за Евгения Константиновича, но не замечали, чтобы эти слухи беспокоили его. Можно только удивляться силе его характера. Несмотря на тревожные дни трудных лет этого периода, когда университет был охвачен волной репрессий, Евгений Константинович упорно работал.

В годы работы Евгения Константиновича заведующим кафедрой физики в Казанском университете были сильные школы математиков, механиков, астрономов и химиков с их традициями как по преподавательской, так и по научной работе. У истоков школ математики и механики стоял великий русский математик Н.И. Лобачевский. В 30-е годы нашего столетия во главе математиков и механиков работал общепризнанный их старейшина профессор Н.Н. Парфентьев, кафедрой алгебры руководил член-корреспондент АН СССР, профессор Н.Г. Чеботарев, кафедрой геометрии – известный геометр, профессор П.А. Широков, кафедрой математического анализа – профессор Б.М. Гагаев, кафедрой дифференциальных уравнений – профессор К.П. Персидский (впоследствии академик АН КазССР), на математических кафедрах работали еще профессора В.А. Яблоков и Е.И. Григорьев. Кафедрой теоретической механики заведовал Н.Г. Четаев (впоследствии член-корреспондент АН СССР). Кафедрой астрономии руководил профессор Д.Я. Мартынов, там же работали астрономы профессора В.А. Крат, А.Д. Дубяго, В.А. Баранов, И.А. Дюков. Была сильна и Казанская школа химиков академика А.Е. Арбузова, под руководством которого работал ряд крупных профессоров-химиков.

По-видимому, Евгений Константинович тщательно изучил историю раз-

---

[2] *Окулов Г.* Перехват-залихватские в Казанском университете // Ленинец. 1938. 21 сент. № 23(107). С. 2. Перепечатка из газеты: Правда. 1938. 28 авг.

вития этих школ, проанализировал пути установления определенных традиций и пришел к выводу, что необходимо и физикам последовать по этому пути. Об этом говорят его стремления усовершенствовать учебные планы, программы физического отделения КГУ. Под его руководством были созданы новые учебные лаборатории и было обращено самое серьезное внимание на научно-исследовательскую работу. Надо было добиться повышения качества преподавания физики до уровня преподавания наук математического цикла. Эта задача была многопланова. Кафедра физики обратила внимание и на необходимость подготовки абитуриентов, о чем говорят организованные Евгением Константиновичем встречи кафедры со школьниками, где он выступал с интересными докладами, с показом многих интересных опытов. Усиленно велась и научная работа.

Несмотря на то что в предреволюционные годы и в первые годы советской власти в Казанском университете работали известные профессора – физики Д.А. Гольдгаммер и В.А. Ульянин, все же казанской школы физиков не сформировалось. Эта школа была создана Е.К. Завойским.

Открытие Евгением Константиновичем в 1944 г. явления электронного парамагнитного резонанса явилось кульминационным пунктом в истории кафедры.

Хотя Евгений Константинович в 1947 г. и переехал в Москву для работы в Академии наук, он часто приезжал в Казань и интересовался исследованиями по магнитному резонансу и релаксации, проводимыми в Казанском университете, Казанском физико-техническом институте, Казанском пединституте, Казанском химико-технологическом институте и Казанском авиационном институте. Вся работа, проводимая в Казани его ближайшими сотрудниками С.А. Альтшулером и Б.М. Козыревым, осуществлялась под его руководством. И Альтшулер, и Козырев часто ездили к нему в Москву, переписывались – все исследования в Казани проводились под непосредственным руководством и по советам, а также при всесторонней помощи Евгения Константиновича. Так шло становление казанской школы физики – школы Завойского. Не только благодаря открытию им электронного парамагнитного резонанса, но и благодаря педагогическому таланту ему удалось создать впервые в истории Казани школу физики – школу магнитной спектроскопии, прославившую Казань и Казанский университет на весь мир.

После моего возвращения в Казань с Евгением Константиновичем я встретился в 1958 г., когда он приехал в Казань. Я не искал с ним встречи, хотя очень хотелось его увидеть. Неожиданно его бывший сотрудник С.Г. Салихов сообщил мне, что Евгений Константинович хочет меня видеть. Это меня удивило (ведь меня избегали не только довоенные друзья-приятели, даже некоторые родственники смотрели на меня как на прокаженного). Знал же Евгений Константинович, что знаменитого алгебраиста профессора Казанского университета члена-корреспондента Н.Г. Чеботарева не избрали академиком лишь потому, что он не отказался от своих репрессированных коллег! Предстоящая встреча очень волновала меня. Не следует ли мне отказаться от этой встречи? После долгих раздумий решил все же пойти.

В сквере у памятника Лобачевского я подошел к нему. Он пристально посмотрел на меня и сказал: "Вот каким вы стали!" Да, 17 лет в особых

условиях изменили меня. Перед ним вместо худого парнишки стоял мужчина почти 40 лет.

Евгений Константинович расспрашивал, захотел узнать подробности моей жизни в эти 17 лет. Я рассказывал... И об ужасных условиях следствия, и о решении особого совещания, согласно которому мне предстояло собраться "в дальний путь, на долгие года..." Тайшетлаг. Лесоразработки. Строжайший режим. Работа от темна до темна без выходных, без праздничных дней. Голод, холод, голые нары, никаких санитарных условий... Высокая смертность косила наш контингент... Там, в аду, я провел военные годы... Евгения Константиновича интересовали подробности. Он сильно переживал, слушая меня.

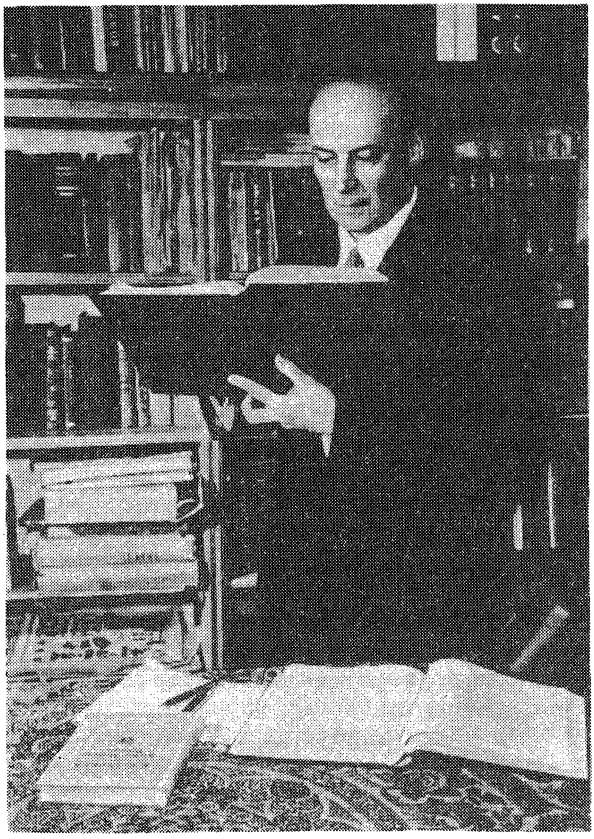
Я рассказал, что осенью 1945 г. меня срочно перевезли в Москву в Бутырки. Был вызван на беседу к начальнику IV спецотдела НКВД генералу Кравченко, после чего отправлен для работы в конструкторском бюро Р.Л. Бартини в Таганрог. Там меня определили в бригаду по изучению вибраций самолета. Начальником бригады оказался один из крупнейших физиков Юрий Борисович Румер (как и Бартини, тоже заключенный). Юрий Борисович был не только крупным физиком, но и очень широко образованным человеком (владел двенадцатью языками, прекрасно знал литературу Востока). А уж о человеческих качествах и говорить не приходилось – это был чудный идеал. Очень быстро установились хорошие отношения, он с исключительной педагогичностью взялся за мое совершенствование (это и физика, и западная классика, и Ж.Ж.Э. Реклю, и Фирдоуси, и Низами, и Омар Хайям, и многое, многое другое). Так мне улыбнулось счастье, я попал в рай в аду заключения.

Нас, "заключенных специалистов" (как нас называли), было здесь около ста человек. Жилищные условия были вполне нормальные, кормили хорошо, одевали по-цивильному. Работали по 10 часов в день, и была эта работа не в труд, а (после пережитого в лагерях) в одно удовольствие. Кроме Юрия Борисовича, я близко общался еще с геттингенским математиком Карлом Степановичем Сцилардом.

В 1948 г. по окончании срока заключения Юрий Борисович был отправлен в Сибирь на поселение. Наше конструкторское бюро тогда сдало сконструированный нами самолет правительственной комиссии, а коллектив "специалистов" был переведен в Москву для выполнения нового задания. В Москве я работал в бригаде аэродинамики, руководимой Сцилардом.

В октябре 1951 г. закончился и мой срок заключения, и я тоже был отправлен в Сибирь на поселение (на этот раз на Ангару в Бочуганский район). Опять лесоразработки. Общежитие. 50–60-градусные морозы. Нормы большие, а заработки малы.

Весной открыли курсы шоферов, куда я и поступил учиться (в вечернее время). Все лето строил из отходов каркасно-насыпной домик... И ждал приезда любимой девушки, с которой я дружил еще до войны в университете, а в годы моего заключения переписывался. Она приехала! Не было в моей жизни более счастливого дня, чем этот! Слишком трудны были жизненные условия, но мы были уже вдвоем в нашем маленьком домике в глубине тайги и верили в будущее.



Е.К. Завойский, 1957 г.

Весной 1953 г. умер Сталин... Народ ссыльный воспрянул духом – в Москву полетели заявления, просьбы. Я тоже писал в "Правду". Надеялись и ждали... В эти дни ожиданий мы получили печальную весть – на 61-м году жизни в Казани скончался мой отец... В декабре 1955 г. мы получили освобождение и, несмотря на запреты врачей (мы ждали ребенка), вырвались из тайги в Казань. Вернулись на родину!

Но еще не было XX съезда КПСС. Устроиться на работу оказалось проблемой. Больные бабушка и мать были в беспомощном состоянии, ютились в маленькой избушке на далекой окраине города (в селе Борисково), куда мы и приехали. В марте родился сын. Наконец, я устроился на работу в конструкторское бюро главного конструктора Г.И. Бакшаева. Жизнь постепенно налаживалась.

И вот эта встреча. Мой рассказ, часто прерываемый вопросами, продолжался более двух часов. Причины обостренного интереса Евгения Константиновича к моей одиссее остались для меня тайной. Тогда я не знал, что в большой семье Завойских были репрессированы четверо и только одна родственница вернулась из заключения.

После этого я встречался с Евгением Константиновичем в каждый его приезд в Казань. По его совету я входил в курс проблем магнитного

резонанса и его применений. Но он интересовался и вопросами, которыми я занимался в конструкторском бюро, давал дельные советы. Он окружил меня исключительным вниманием, и это давало мне силы для преодоления жизненных трудностей.

В 1959 г. молодой талантливый физик К.А. Валиев (тогда доцент, ныне академик) был назначен заведующим кафедрой физики Казанского педагогического института. Он пригласил меня работать преподавателем его кафедры. Главный конструктор не хотел меня отпускать и только после долгих уговоров согласился при условии, что я останусь работать у него по совместительству.

В институте я занимался изучением жидких систем методами магнитного резонанса под руководством К.А. Валиева. Евгений Константинович был в курсе дела. Когда я подготовил диссертацию, он прислал отзыв на мою работу.

Мне приходилось к нему обращаться за советом не только по вопросам магнитного резонанса, но и по вопросам иного рода. Так, например, по вопросу атеистического воспитания на материале курса физики. Возможно, Евгению Константиновичу и не очень хотелось обсуждать этот вопрос, но он от него не отказался. Суть долгой беседы можно, по-видимому, резюмировать в следующем виде. Развитие человечества обязано науке, основывающейся на материализме. Слепая вера абсурдна. Заповеди, приписываемые Богу, вовсе не от Бога, они появились как результат общения, сосуществования людей. Наука в своем развитии объяснит все. Евгений Константинович был человеком высокой нравственности. Он считал нравственность первым условием развития. Ньютон, Фарадей, Дарвин, Павлов (которых мы называли стихийными материалистами) были религиозными людьми. Возможно, религиозность была данью времени, обстоятельствам, а, возможно, Бог ими понимался по Спинозе, и они являлись пантеистами.

Однажды беседовали о музыке, в частности о цветомузыке Скрябина. Евгений Константинович считал ее грубым механическим соединением, хотя и полагал возможным некоторое усиление восприятия музыки при цветовом сопровождении. Главное здесь заключалось в тайне воздействия музыки на человека (да и не только на человека, но и на все живое). Он считал, что классическая музыка Баха, Бетховена, Вагнера, имея истоком национальную, становится общечеловеческой, интернациональной. Говоря о естественных науках, он и их считал вообще интернациональными и высмеивал тех, которые перед названием науки ставили прилагательные, указывающие на определенную национальность. Судя по всему, он был интернационалистом. Одновременно он восхищался произведениями русских художников и писателей и смотрел с некой опаской на произведения ряда современных художников.

С Евгением Константиновичем приятно было беседовать. Он внимательно слушал собеседника, свою точку зрения излагал убедительно (но не навязывал ее собеседнику).

Ни в коей мере не желая принизить огромную важность научной деятельности Евгения Константиновича в московский период его жизни, мне хочется все же заметить, что его юность, молодость и становление как педагога и ученого состоялись в Казани. Ведь таких открытий, как

электронный парамагнитный резонанс, прославивших Казанский университет и отечественную науку на весь мир, за историю советской физики раз-два и обчелся! Евгений Константинович очень и очень любил Казань.

В начале лета 1976 г. я приехал в Москву, мне хотелось встретиться с Евгением Константиновичем. Оказалось, что он на даче. Ему сообщили о моем приезде, и на другой день в 11.00 мы встретились. Я рассказал ему о состоянии моих научных исследований, которыми он очень интересовался. Обсуждали ряд вопросов. Я собирался уйти, но он меня не отпустил. Дальнейший разговор касался его воспоминаний о Казани, казанском периоде его жизни и работы. Сколько яркого, изумительно красивого, очаровательного было высказано им о Казани, о казанском периоде жизни! Только хорошее, только прекрасное. Я был восхищен всем этим. Неужели не было мрачных, трудных дней? Наверное, были. Но они стерлись из его памяти... О! Казань! Казань! Воистину: "Как сердце, полное тобой, забьется от красы другой!" Он собирался тем летом в Казань на отдых, любоваться как городом, так и волжскими просторами. Но приехать летом по каким-то причинам ему не удалось. Уже поздней осенью он с Верой Константиновной приезжал в Казань. Я их встретил, но сложились такие обстоятельства, что они быстро собрались домой. Я провожал их...

После этого я поехал на научную конференцию в г. Томск. На обратном пути в Новосибирске я узнал из газет о кончине Е.К. Завойского. Не только в пути от Новосибирска до Казани, но и долгие последующие дни не мог думать ни о чем, кроме как об этой потере...

Н.Н. Сирота

О Е.К. ЗАВОЙСКОМ

Осенью 1941 г. многие институты Академии наук были эвакуированы в Казань и разместились в помещениях Казанского университета им. В.И. Ульянова-Ленина. В комнатах университета было расставлено оборудование академических институтов, сплошь и рядом вперемешку с оборудованием университета.

Размещение институтов Академии наук в одном здании располагало к тесному общению сотрудников институтов и университета. После работы многие сотрудники занимались военной подготовкой рядом со зданием университета. Бросали деревянные "гранаты", "бутылки с зажигательной смесью", окапывались, ползали на животах по лужам, затем по снегу. Рядом со мной обычно ползали С.Я. Френкель, О.Н. Вавилов, К.С. Шифрин, иногда Е.К. Завойский.

С первых же дней эвакуации в Казани продолжалась общественная научная жизнь. С интересными, содержательными и своеобразными лекциями выступал Е.В. Тарле. Проводились расширенные заседания ученых советов ФИАНа, ИОНХа и других институтов. Активно работал научный семинар Института физических проблем П.Л. Капицы. На этих научных форумах иногда появлялся молодой, симпатичный заведующий кафедрой физики КГУ Е.К. Завойский.

Невзирая на суровые военные годы, напряженную работу в урочные часы, неизбежные заботы о пропитании (поездки за город на добывание "картошки" для сотрудников и семьи, отбывание повинностей в очередях), после трудового дня в лабораториях университета и институтов шла интенсивная научная работа, часто "для души".

В КГУ наряду с плановой работой развертывались, например, опыты по проверке и подтверждению эффектов, предсказываемых теорией относительности. В комнате, в которой я работал (в "моей лаборатории"), В.П. Барзаковский приготавливал образцы титанатов бария, различных, им самим намеченных составов, сыгравших решающую роль в открытии Б.М. Вула и его сотрудников уникального сегнетоэлектрика $BaTiO_3$.

На кафедре физики КГУ Е.К. Завойский начал серию опытов по генерации и поглощению коротких и ультракоротких радиоволн в различных средах. Вскоре вокруг Евгения Константиновича образовался небольшой коллектив его единомышленников и последователей. Этот коллектив явился центром, основой организации в последующем Казанского физико-технического института.

В годы войны в условиях, казалось бы исключающих нормальную научную работу, Е.К. Завойским было открыто резонансное поглощение ультракоротких волн в некоторых веществах, правильно интерпретированное как ЭПР, и тем самым фактически заложены основы магнитной радиоспектроскопии. В своих замечательных исследованиях Евгений Константинович пользовался аппаратурой, как правило, им самим изготовленной. Он впервые применил генератор в качестве спин-волнового детектора.

Открытое Завойским явление стало основой его докторской диссертации, защищенной в 1945 г. в ФИАНе, практически сразу же после возвращения ФИАНа в Москву.

В период эвакуации академических институтов в Казань в Казанском университете читал лекции по курсу теоретической (статистической) физики Я.И. Френкель. Так как Я.И. часто отсутствовал, то его обычно заменяла Т.А. Конторова. Я.И. Френкель с большим вниманием и интересом следил за научной жизнью физиков в Казани и был в курсе работ Е.К. Завойского. Некоторое время Я.И. Френкель заведовал кафедрой физики, заняв место Е.К. по его предложению. Первая, достаточно детальная теория ЭПР была развита Я.И. Френкелем.

Вскоре после открытия ЭПР Е.К. Завойский открыл ферромагнитный резонанс. Однако публикация задержалась. Появилась статья Дж. Гриффитса.

Теперь общеизвестно, какую исключительную роль в развитии современной физики играют работы в области ЭПР, магнитных резонансов и их многочисленных важнейших приложений. Многие приборы квантовой электроники фактически основаны на применении открытого Е.К. Завойским эффекта.

Выборы Евгения Константиновича в члены-корреспонденты, а затем академики, переезд в Москву, работа в ИАЭ открыли, несомненно, новые возможности и перспективы в его работе. Его выдающиеся исследования в области плазмы, диагностики турбулентного нагрева ее подсистемы имеют далеко идущее влияние на развитие науки о плазме.

На меня огромное впечатление произвели идеи, высказанные Евгением Константиновичем на выездной научной сессии Отделения общей физики и астрономии АН, проходившей в Минске в июне 1972 г. совместно с Отделением физико-математических наук АН Белоруссии[1]. Насколько меня эти идеи заинтересовали и заинтриговали, станет понятным, если учесть, что в то время я был директором крупного Института физики твердого тела и полупроводников АН Белоруссии. В это время я проектировал и мы строили большой радиационный блок в институте, радиационную лабораторию на реакторе, я намечал постройку микротрона С.П. Капицы. Значительно раньше я вел переговоры с Л.А. Арцимовичем об организации группы по осуществлению термоядерной реакции, создании установки предлагавшейся нами конструкции.

На секции Академии наук я высказал соображения о возможности поджига термоядерной реакции в малых объемах концентрированным излучением лазеров. Поэтому четко сформулированные Евгением Константиновичем соображения о трудностях, связанных с осуществлением термоядерных реакций в больших объемах с созданием больших термоядерных реакторов, мне представлялись весьма важными и убедительными.

Оценивая перспективы создания термоядерных реакторов в период около 2000 г., Евгений Константинович особое внимание обратил на их огромную, как ныне принято говорить, экологическую опасность. Он указывал и обосновывал возможность взрывов больших термоядерных установок, сопровождаемых выбросами в окружающую среду радиоактивных веществ, в том числе трития.

Теперь после Чернобыльской трагедии еще с большей ясностью, очевидностью становятся понятными предостережения об опасности, которые таят в себе крупные термоядерные установки.

В качестве альтернативы развития термоядерной энергетики Евгений Константинович указывал на эффективные возможности нагрева малых мишеней (микромишеней), содержащих дейтерий и тритий, релятивистскими электронами и осуществления в них термоядерной реакции. Таким путем может быть создан термоядерный реактор, в котором пульсирующая термоядерная реакция протекает в микрообъемах. При этом, по-видимому, существует ряд конкретных преимуществ по сравнению с лазерным инициированием термоядерной реакции.

Эти идеи Е.К. Завойского представлялись мне весьма актуальными, интересными, перспективными. Думаю, что они являются животрепещущими и сейчас. Существенными явились также соображения об актуальности и практической необходимости развития работ по получению мощных пучков релятивистских электронов. Кроме возможностей осуществления термоядерной реакции в малых объемах мощные электронные пучки находят и могут найти самое различное применение в практике: генерация мощных радиоволн, осуществление различных технологических процессов, в оборонной технике и пр.

К сожалению, убедительно изложенные идеи Е.К. Завойского до сих пор не нашли должного развития. Вместе с тем, как показала история

---

[1]УФН. 1972. Т. 108, № 4. С. 752–755.

прошедших лет, актуальность этих идей не только не уменьшилась, но значительно возросла.

В последние годы жизни Евгений Константинович был серьезно болен. Но он всегда был спокоен, доброжелателен. Окружающие отмечали трогательную заботу, которую он проявлял к своему другу и спутнику, к своей жене, замечательной женщине Вере Константиновне, к своей семье, и внимание, тепло, которым окружала его Вера Константиновна.

Ф.М. Ишмаев

ДАЛЕКИЕ СОРОКОВЫЕ

Я часто прохожу мимо портрета Евгения Константиновича работы казанского художника Е. Симбирина. Со стены смотрит незнакомый мне широколобый человек в летах. Я же помню его молодым, красивым, стройным и общительным...

Как-то раз уже в 60-е годы он приезжал в Казань, и мне говорили, что Евгений Константинович интересовался, существует ли дача Ишмаева. Было это в далекие сороковые, перед войной. Первый раз я встретил Евгения Константиновича в физической лаборатории. Я хотел посоветоваться насчет освещения дачи при помощи сухих батарей. Обратился к С.Г. Салихову, сотруднику физфака, но он разочаровал меня, сказав, что у меня ничего не получится. Тогда мне посоветовали обратиться как к самому знающему к Е.К. Завойскому. Он сразу вник в идею и дал полезные советы. Потом, уже после войны, я все это осуществил.

По-настоящему я познакомился с Евгением Константиновичем в 1942 г. В июне я был вызван к ректору университета К.П. Ситникову и он сказал: "Идите в Гортоп. Как самого молодого и сильного доцента я назначаю вас бригадиром. Организуйте работу бригады по дровозаготовкам", – и дал мне список из 20 человек. В их числе значился и Евгений Константинович. В Гортопе мне предложили на выбор работу в Васильеве или в Ташевке. Я с радостью выбрал последнюю, так как там, на берегу Волги, стояла моя дача, построенная в виде волжского корабля. 16 июня 1942 г., в солнечный день, мы высадились с парохода на волжский берег. Человек 10 устроились в деревне, а остальных я поместил в своей "кают-компании", в том числе и Евгения Константиновича. Мы принялись за работу. Вставали в 5 утра, и после скромного завтрака, двумя рейсами (все сразу в лодке не умещались) на своей лодке я переправлял членов бригады на противоположный левый берег. Евгений Константинович всегда переправлялся в первой партии и, не дожидаясь приплытия всех, сразу начинал работать. Работа была тяжелой, там на песке, во время паводка, застрял плот. Его-то нам надо было распилить и баржей отправить в город. Нам сказали, что дрова пойдут в госпитали, детские учреждения, а 10% – в университет. Мы с утра до самой вечерней зари пилили, кололи дрова, таскали тяжелые плахи. Да еще при очень скудном питании. Я вынужден был поехать в университет к ректору и от имени бригады настоятельно просить о дополнении к нашему голодному рациону. И как же радостно встретили меня коллеги, когда я появился на берегу с большим мешком картошки, с кирпичами хлеба впридачу. По-

том мы вечерами стали ловить рыбу (тогда ее было гораздо больше на Волге, чем нынче). А как вкусно пахла уха из свежей рыбы на вольном волжском ветру. Аппетит у всех был отменный. Мы все ожили, даже повеселели. Мы ведь тогда все были молоды, и, несмотря на тревожные вести с фронтов (немцы уже рвались в направлении к Сталинграду, пал Севастополь), на досуге, в часы вечернего отдыха мы любовались волжскими зорями, веселились. Правда, было несколько "ноющих паникеров", но Евгений Константинович был бодр, нередко шутил, рассказывал забавные истории.

Ходил он как-то плавно, мягко и ритмично шагал. Помню, раз я с ним пилил бревна в паре. Я всегда был порывистый, и он даже мне заметил: "Фарит, не торопись и не дергайся, пили спокойнее". И работа пошла более плавно и ритмично. В начале июля ко мне на неделю приехала моя жена (мы только что перед войной поженились, и она была тогда молоденькой студенткой-медичкой). Она была энергичной и сразу к нашему приезду с работы стала готовить ужин. Всем это очень понравилось, а Евгений Константинович начал собирать на месте работы самые сухие дровишки. Потом он прямо с лодки подносил свою ношу, шутливо и галантно кланяясь, подавал, говоря: "Вот лучшие дровишки для молодой хозяюшки". Моя жинка даже раз заметила: "Вы все как-то огрубели, как истые волжские грузчики, только Евгений Константинович и тут остался интеллигентом. Посмотрите, как он как галантный кавалер мне подносит даже полешки дров". Евгений Константинович любил с ней и пошутить. Иногда к шутке присоединялся и я да говорил: "Вы, Евгений Константинович, что-то много внимания стали уделять моей Фаузичке, смотрите, я вызову вас на дуэль и будем драться на поленьях и думаю, исход будет не в вашу пользу". Молодость брала свое, и даже в трудных условиях мы не теряли чувства юмора. Это помогло нам, и к концу июля, выполнив работу, мы погрузили дрова на баржу и отправили в Казань тепло и сами поехали домой. Позднее мне с Евгением Константиновичем встречаться не пришлось...

Р.Ш. Нигматуллин

НАИБОЛЕЕ ЯРКИЕ ВПЕЧАТЛЕНИЯ ОБ УЧИТЕЛЕ – АКАДЕМИКЕ Е.К. ЗАВОЙСКОМ

Я поступил в Казанский университет на физико-математический факультет (тогда он был единым) в начале 1945/46 уч.г., после службы в армии. Приехал с большим желанием учиться. Желание поступить на физико-математическое отделение диктовалось тем, что с детства я был увлечен точными науками и радиотехникой. В старших классах в свободное от учебы время пропадал на казанской детской технической станции – был увлеченным радиолюбителем, призером казанских и московских выставок.

С первого курса меня потянуло работать в физические лаборатории, и в течение пяти лет учебы мне удалось поработать практически во всех физических лабораториях КГУ. Работа в лаборатории, где велись экспе-

рименты по парамагнитному резонансу у ныне покойных доцента С.Г. Салихова и первого аспиранта Евгения Константиновича И.М. Романова (в последующем профессора), меня сразу увлекла. Там я занимался монтажом радиоэлектронной аппаратуры. Тут-то меня и приметил Евгений Константинович и дал мне первое задание: собрать источник питания для трехсантиметрового клистрона. Выпрямитель – высоковольтный, с различными выходами по напряжению (и переменным, и постоянным), притом для редкого американского (для всех нас нестандартного) прибора, с трудом добытого им в Москве. Задание было ответственным, мне удалось с ним справиться, и клистрон заработал. После этого было следующее, более ответственное задание: собрать источник питания для импульсного магнетрона, также СВЧ-диапазона. Сложность состояла в том, что этот источник был импульсным, а импульсные схемы были в тот период (50-е годы) плохо освоены. Мне удалось справиться и с этой задачей. По-видимому, решение этих задач, необходимых для Евгения Константиновича, чтобы создать новые экспериментальные установки, произвело на него положительное впечатление, так как позднее, после его отъезда из Казани, я ощущал теплое отношение и проявление интереса к моей последующей судьбе со стороны его коллег С.А. Альтшулера и Б.М. Козырева.

Первый курс был для меня знаменателен тем, что я слушал блестящие лекции Евгения Константиновича. В отличие от некоторых других он не "вдалбливал материал", не "клал с ложечки в рот разжеванную кашицу", не "школярствовал"... Его лекции будили интерес к физике, науке, естествознанию. Мы проникались желанием познавать тайны природы, глубоко их изучать. Он умел поражать воображение физическими парадоксами. Действительно, для первокурсника парадоксально проникновение микрочастицы через потенциальный барьер или дуальность материальных частиц, выражающаяся в корпускулярных и волновых свойствах, о которых он увлекательно говорил. Своими яркими лекциями он укреплял в юношеских умах и сердцах, что "не боги горшки обжигают", хотя сам для нас за кафедрой был неким божеством и кудесником. Он умел нас заинтриговать явлением (например, непредсказуемым с позиций "здравого смысла" поведением гироскопов под действием внешних сил), постепенно приближать к раскрытию тайн физических явлений и делал нас как бы соучастниками удивительного процесса, который называется творческим пониманием. По складу ума, по одухотворенности он воистину был воспитателем творцов науки.

Но не только слово его было действенным. На всю жизнь запомнились его чудодейственные опыты: демонстрации на лекциях с жидким воздухом (когда он замороженным ртутным молотком забивал гвозди, когда свежезамороженная роза рассыпалась при падении на пол в пыль и т.д.), с гироскопами, с крутящимися стульями для реализации различных моментов инерции, с маятниками, со связанными колебательными системами и т.д.

Конечно же, всех нас студентов (в последующем, как я узнал, и коллег) он поражал удивительным тактом в обращении, корректностью, вежливостью, доброжелательностью. Притом он всегда был очень чисто, опрятно, красиво одет, всегда при галстуке..., а ведь это был 1945 год –

год страшной послевоенной нужды. Он был для нас не только образцом Интеллигента, но эталоном педагога, ученого, человека с большой буквы. Все, кто его окружал, чувствовали, что переезд из родных пенатов дорогого всем нам человека в Москву был большой потерей для Казанского университета. Мне трудно судить сейчас, может быть, наука от этого и выиграла. Именно там он стал академиком, но почему-то мне кажется, что при хороших (подобно московским) технических и бытовых условиях он мог бы еще больше прославить новыми открытиями наше отечество, хотя сделанное им и так громадно, эпохально для современной науки и техники.

Очень короткое (по времени), но чрезвычайно сильное, безмерно яркое впечатление его личности в той или иной степени я ощущал всю жизнь. К идеалу такого Педагога, Ученого, Человека я по мере сил, отпущенных мне природой, стремился.

Л.М. Покровская

МОЙ УЧИТЕЛЬ

Евгений Константинович Завойский относится к плеяде замечательных людей, которые оставляют неизгладимый след в памяти тех, кому посчастливилось с ним встретиться. Вот и нам, первому послевоенному набору студентов, повезло. Евгений Константинович читал нам первую часть курса общей физики. Это был последний год его пребывания в Казанском университете. По программе тех лет на первом курсе физика не читалась. Студентам всех специальностей физмата преподавалась математика и ряд других дисциплин. Университет тогда славился математической школой. Уровень преподавания математики был чрезвычайно высок. Некоторые из наших товарищей, среди которых было много фронтовиков, не скрывали своих намерений заняться научной деятельностью после окончания университета. Им казалось, что, избрав математику, они надежнее и быстрее придут к заветной цели. И даже те из них, которые поступали на физическое отделение, стали всерьез подумывать о переходе на отделение математики.

И вдруг лекции по физике доцента Е.К. Завойского! Мы, привыкшие к академизму математиков, сидим как на интереснейшем спектакле. Увлеченность физикой передается всей аудитории. Кажется, что лучше, интереснее и значительнее физики нет ничего на свете.

С первых дней знакомства Евгений Константинович заворожил нас не только как лектор, но и как необыкновенный человек. Высокая культура и интеллигентность сочетались в нем с демократичностью, доброжелательностью, с исключительным личным обаянием и скромностью. Эти качества проявлялись во всем. Отчетливо запомнилось, как он шел по университету. Всегда элегантно и аккуратно одетый, он быстрой походкой входит в вестибюль, снимает шляпу. Видно, что торопится, занят. Но при этом не забывает тепло поздороваться с вахтером тетей Пашей, справиться о ее здоровье. Затем направляется на физмат. Приветствует коллег. Останавливается около группы студентов, беседует с ними. По-

том идет на кафедру. За руку здоровается с техническими служащими, что-то у них спрашивает. Проходит к себе, надевает халат.

И вот Евгений Константинович перед нами. Начинает читать лекцию. Мы перестаем замечать время. Над нами властвует ее величество Физика.

За один семестр мы узнали очень много нового не только по разделу "Механика", но и получили представление о состоянии физической науки того периода. Диапазон интересов Евгения Константиновича был необычайно широк, и тяга ко всему новому удивительнейшая. Нередко перед изложением очередного вопроса он говорил нам: "Об этом вы можете прочитать у Хайкина, у него этот вопрос очень хорошо рассмотрен. А я, если не возражаете, предлагаю по этой теме посмотреть опыты, а затем расскажу о том, чем сейчас занимаются физики". Мы с радостью воспринимали такой поворот событий.

Работавший в то время лекционным лаборантом Борис Дмитриевич Пец вспоминает, что Евгений Константинович большое внимание уделял демонстрационному кабинету вообще и подготовке демонстраций к каждой лекции в частности. Мы же видели результат их совместного труда. Молча колдует над установкой Б.Д. Пец. Евгений Константинович объясняет опыт живо, интересно, иногда сопровождая его оригинальными репликами, из-за чего опыт запоминается надолго. Вот один из примеров. Перед демонстрацией закона сохранения момента импульса Евгений Константинович с серьезным видом обращается к аудитории: "Нужен помощник". Выходит студент (теперь известный физик). Ему дают в руки гантели, сажают на скамью Жуковского. Евгений Константинович объясняет, что нужно делать студенту во время опыта. Затем на его лице появляется лукавая улыбка, следует изящный вращательный жест рукой и слова: "А теперь мы его будем развращать!". Взгляд в аудиторию и... смущение. По-видимому, увидев лица девушек, он решил, что его каламбур излишне смел. Зато опыт нам запомнился на всю жизнь.

Рассказы Евгения Константиновича о последних достижениях физики не оставляли никого равнодушным. Восторженно отзываясь о работе физиков, он никогда не говорил о себе. Он читал нам лекции в год открытия им парамагнитного резонанса. Об этом мы узнали гораздо позже, когда Евгения Константиновича уже не было в Казани.

Затем мне посчастливилось слушать Евгения Константиновича спустя много лет, когда он, знаменитый ученый, академик, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии во время коротких визитов в Казань выступал с лекциями по проблемным вопросам физики. Материал излагался с таким знанием дела, что было очевидно, он причастен к нему. И опять увлеченный разговор о достижениях других и ни слова о себе и своих работах.

Высокие звания и всемирная известность не убавили в нем скромности и доброжелательности. Вот сейчас много говорят о дефиците милосердия. Так и этим качеством Евгений Константинович не был обделен. В один из приездов в Казань он случайно узнал о болезни преподавателя кафедры общей физики Т.И. Волоховой, с которой он раньше работал. Несмотря на занятость, он немедленно поспешил к ней в больницу. "На меня это

подействовало лучше всех лекарств", – потом говорила Татьяна Ивановна и все удивлялась, откуда он узнал о ее болезни, и чувствовала себя неловко, что такой большой и занятый человек потратил на нее время. Все же, кто знал Евгения Константиновича, ничего удивительного в этом не усмотрели. Демократичность, доброта и отзывчивость были органично присущи этому интеллигентному до мозга костей человеку, человеку с большой буквы.

Б.Д. Пец

ТРУДНЫЕ, НО МОЛОДЫЕ ГОДЫ...

Я познакомился с Е.К. Завойским в начале 30-х годов. Это было на популярной лекции по физике, которую он проводил в третьей аудитории физмата КГУ. Это была блестящая лекция с экспериментом, оставившая след на всю мою жизнь. Тогда я работал в Казанском институте охраны труда ВЦСПС, и мне не раз приходилось обращаться за консультацией к Евгению Константиновичу, так как профиль моей работы был близок к области его исследований, и это сотрудничество позволило в конце 30-х – начале 40-х годов провести производственный эксперимент, что было письменно им одобрено.

Начавшаяся война прервала работу, меня перевели на оборонный завод, а летом 1944 г. я поступил на работу в университет, где и проработал до 1962 г. Первое поручение, которое мне дал Евгений Константинович, было восстановление аккумуляторной.

Тут я позволю себе сделать небольшое лирическое отступление: однажды, находясь в аккумуляторной, я услышал в коридоре топот бегущих ног и детский крик. Не успел я выйти на площадку, как мимо меня пробежала маленькая девочка и скрылась за дверью кабинета Завойского. И вот теперь, через 45 лет, эта девочка разыскала меня и прислала письмо с просьбой написать несколько слов о Евгении Константиновиче...

Он был человеком высоко интеллектуальным, широко эрудированным, в работе сосредоточенным. В свободное от дел время он был приветливым и улыбчивым человеком. Я никогда не видел его в раздраженном состоянии. В деловых оценках Евгений Константинович был строг и краток. Задания излагал исчерпывающе ясно, переспрашивать его уже не приходилось. К примеру, когда в конце войны из Казани уезжали московские и ленинградские ученые, то из второй аудитории был выставлен умформер и было сказано, что неисправен и поэтому оставлен здесь. Через несколько дней Евгений Константинович попросил меня собрать установку с этим умформером. Я ему сказал, что умформер брошен как неисправный, на что он ответил: "Надо знать, как он работает, – и добавил, – вон там в углу среди радиоламп найдите газотрон и соберите схему для запуска от сети 220 В". Или другой пример: как-то Евгений Константинович попросил меня изготовить ему пару трубочек с внешним диаметром 2,5 мм из листового железа. В мастерской я нашел материал, рассчитал развертку, отрезал материал, согнул полузакрытые лоточки, затем в старом напильнике (в его хвосте) просверлил

отверстие и протянул через него с помощью плоскогубцев заготовки трубок. В это время в мастерскую зашел Завойский, и я подал ему готовые трубки. Он молча посмотрел, потом спросил у меня: "Как же вы их делали?" – Я показал ему дырку в напильнике и плоскогубцы. Он улыбнулся, поблагодарил, трубки унес.

Я помню Завойского как очень доброго и отзывчивого человека. Время было тяжелое, многие производства обращались в Казанский университет за помощью, так как это был центр научной мысли. Так, приносили исправлять различные приборы, делать ртутные барометры и т.д. Евгений Константинович откликался даже на частные просьбы. К нему обратился известный в то время в Казани адвокат А.В. Бирилев, слепой с детства, которому пришла в голову идея создания цветного кино по новому принципу. По поручению Завойского мною совместно с Бирилевым был разработан и поставлен эксперимент. Вскоре в связи с увольнением лаборанток, занимавшихся лекционным демонстрированием, этим делом пришлось заняться мне. Вот там-то я действительно попал "в свою тарелку". Вместе с вернувшимся в университет после тяжелого ранения на войне И.М. Романовым мы разобрали и систематизировали весь богатейший арсенал демонстрационных приборов. Помню, что иногда в конце лекции Евгений Константинович мог рассказать студентам парочку интересных историй, если до звонка оставалось время. Если ему хотелось, чтобы эксперимент был поэффектнее, то просил показать его так, чтобы у зрителей "в носу защипало"...

С легкой руки Евгения Константиновича почти двадцать лет работы я отдал Казанскому университету. Это был лучший период моей жизни и творческого труда. Мне посчастливилось узнать и общаться с крупными учеными, имевшими мировые имена, среди которых были академики А.Е. и Б.А. Арбузовы, А.Ф. Иоффе, П.Л. Капица, С.А. Альтшулер и другие.

Последняя моя встреча с Завойским была летом 1961 г., когда он с делегацией зашел ко мне в недавно отстроенную криогенную лабораторию...

Р.А. Даутов

ЛАМПА Р-5

Впервые с Е.К. Завойским я встретился, когда осенью 1940 г. стал студентом Казанского университета. Под руководством Евгения Константиновича я "написал" курьезную курсовую работу, которая заключалась... в добывании радиолампы Р-5 с вольфрамовым катодом. Эта радиолампа в схеме генератора слабых колебаний (автодина) имела сравнительно немалые сеточные и анодные токи, что позволяло по их изменению регистрировать ваттные нагрузки на контур, включенный в схему работавшего на этой лампе генератора, так называемого генератора Завойского – Мини.

Война приближалась к концу, и было разрешено пользоваться радиоприемниками. Я был радиолюбителем, и в мастерской, которая

помещалась на Кольце, мне пришлось обменять весь имевшийся у меня запас ламп серии СО (СО-118, СО-124 и т.д.) на эту радиолампу. Наконец, я стал обладателем Р-5. На этом этапе моя курсовая работа была завершена. Евгений Константинович оценил ее положительно. А лампа Р-5 заняла свое место в его установке...

Другой эпизод, оставшийся в моей памяти, связан с чтением лекций по оптике академиком Г.С. Ландсбергом. Е.К. Завойский, который до приезда в эвакуацию ученых из Ленинграда и Москвы, был заведующим кафедрой физики, стремился привлечь в качестве лекторов для студентов-физиков крупных специалистов. Было военное время, и слушателей на лекциях вообще собиралось немного. А нас физиков было всего трое (Яша Шнейдер, Шура Большакова и я). И мы в 100%-ном составе присутствовали на лекциях Ландсберга. После двух лекций профессор отказался от занятий, сказав, что его лекции посещает слишком мало студентов. Тогда Евгений Константинович взял эту заботу на себя, сославшись на то, что в жизни встречаются и более тяжелые испытания, чем чтение лекций для троих студентов...

После окончания университета в 1946 г. я вместе с К. Фаттаховым поступил к Е.К. Завойскому в аспирантуру. Но осенью 1947 г. наш руководитель уехал из Казани в Москву...

Н.Н. Непримеров

Е.К. ЗАВОЙСКИЙ КАК ПЕДАГОГ

Когда в 1946 г. после фронта я приступил к учебе на физико-математическом факультете Казанского университета, лекции по общей физике нам читал профессор Е.К. Завойский. Свой курс он начал с того, что вспомнил, как в конце 20-х, будучи студентом первого курса, он слушал лекции профессора Д.А. Гольдгаммера. Однажды лектор прочитал первокурсникам что-то непонятное и очень интересное. Все слушали как завороженные. Только в конце профессор понял, что лекцию, предназначенную для старших курсов, он по ошибке прочитал новичкам! Этот случай врезался в память Завойского, и когда он сам стал лектором, то сознательно начинал свой курс с рассказа о наиболее выдающихся достижениях современной физики, а также о том, чем он сам как ученый жил в это время. Это давало возможность показать перспективу развития науки и побуждало юные умы к размышлению.

Я запомнил этот эпизод и дал себе слово, если сам стану преподавателем, то буду пользоваться этим лекторским приемом. С 1953 г. по настоящее время этой историей я начинаю вводную лекцию своего курса. Думаю, что и у меня будут последователи и начало, положенное Гольдгаммером–Завойским, будет передаваться из поколения в поколение.

Другой, запомнившейся чертой Завойского-педагога был особый вид приема экзаменов у сильных студентов. Выслушав ответы на вопросы экзаменационного билета, Евгений Константинович начинал спрашивать детали, постепенно углубляясь в проблему, и задавал эти вопросы до тех

пор, пока выбитый из колеи студент не признавался, что дальше он не знает. Ставилась "пятерка", но Завойский четко представлял себе глубину знаний студента по своему курсу, а не только того, о чем он читал лекции.

У.Х. Копвиллем

РЕЗОНАНС НА РАССВЕТЕ

В зимние дни, когда над Европой клубятся облака и свет украдкой петляет по застланным загадочной дымчатой пеленой извилинам городов, во Владивостоке на фоне безоблачного голубого неба ослепительно сияет сверкающее солнце, разглядывая бескрайний и ни на что не похожий аквамариновый Тихий океан. Прямо из окна владивостокского небоскреба, являющегося продолжением острой сопки, видны форпосты материка – острова Стенина и Антипенко, являющиеся вершинами затонувших древних вулканов, и хозяин полуострова Гамова – сопка Туманная, притягивающая зловещими силами заблудившиеся облака, чтобы гнать их вниз по пропастям и утопить в океане. Еще дальше погружаются в горизонт силуэты уплывающих кораблей, о предстоящем пути которых известно только провидению.

Сегодня старый Новый год 1990, и со всеми, которые еще неисправимые романтики, приключатся самые невероятные, чудесные и загадочные происшествия... В почтовом ящике действительно лежит письмо. Жгучая струя воспоминаний мгновенно вихрем уносит меня в мир воспоминаний, где минувшее неотделимо переплетено с настоящим и будущим. Из тумана появляются колонны Казанского университета, куда я поднимаюсь из Ленинского садика. Далее садик с задумчивым Лобачевским и галерея входов в Казанский физико-технический институт. Нередко старые здания хранят в себе много тайн и преданий. Говорят, что в этом здании в брачную ночь когда-то погиб жених, после чего оно было покинуто своими хозяевыми и передано женской гимназии. Шли годы, здание перешло в собственность Академии наук. Во время ремонта пола одной из лабораторий был обнаружен вход в галерею, ведущую вниз, в сторону Ленинского садика. Некоторые из дежурных вахтеров института рассказывали, что ночью, они, якобы, однажды видели женщину, которая передвигалась по коридору и внезапно исчезла. Научные идеи тоже похожи на привидения, которые рождаются в водовороте людских страстей и мечтаний, захватывая своих авторов в гибельные сети призрачного счастья, чтобы в конце концов безжалостно вышвырнуть их в бездну забвения, оставляя нетронутыми только молчаливые стены, коридоры и комнаты в качестве свидетелей минувших научных сражений. Правда, идеям не для чего превращаться в привидения, так как они и без того неразрушимы и способны в каждый миг освободиться от оцепенения, чтобы заново раскручивать водоворот.

Неведомая сила, от которой нет спасения, приводит меня к двери № 43, за которой заживо погребены наши мечты юности о покорении неизвестного в природе. Сейчас все тихо, и молчит память этих стен. В 1955–1963 гг. мы встречали здесь рассвет, когда из научного наследия

Евгения Константиновича Завойского стали вырисовываться контуры его новых захватывающих перспектив. Завойского уже давно не было в Казани. Значительно позже я услышал из уст А.П. Александрова, что в тайных документах Пентагона год 1957 обозначался как год ядерного нападения на СССР и, как известно, Завойский с другими крупными физиками СССР принимал участие в оборонных работах. По коридорам Казанского университета и Физтеха в эпоху рассвета прогуливались ближайшие соратники Е.К. Завойского Борис Михайлович Козырев и Семен Александрович Альтшулер. При этом, весело беседуя, они так громко и заразительно смеялись, что заполняли оптимизмом не только наши умы, но и все окружающее пространство. Регулярно проводились магнитные семинары, где откровенно обменивались научными идеями, что способствовало "резонансному" захвату всей совокупности научной методологии Завойского. В университете развивали теорию спин-спиновой и спин-решеточной релаксации, а в физтехе проводили эксперименты по парамагнитному резонансу и релаксационному поглощению. Особняком стояли работы Р.А. Даутова, В.Д. Корепанова и А.И. Черницына по ядерному спиновому эху, что сыграло большую роль для нас. В мае 1958 г. я получил месячную аспирантскую командировку в Москву и в Ленинской библиотеке прочел работу Лоу и Норберга[1] о ядерной индукции. Мне стало ясно, что в магнитной спектроскопии развитие идет по двум ветвям: Завойский–Блини–Шамонин–Гарифьянов... и Раби–Блох–Хан... По первой ветви развивается физика фоковских состояний, где квантовые переходы меняют заселенности уровней энергии и вызывают поглощение в парамагнитном резонансе. По второй ветви развивается физика блоховских, или когерентных, состояний, где эффект когерентности позволяет детектировать индукцию и излучение спинов. Сперва успешнее развивалась ветвь Завойского, так как последний блестяще разработал идею эксперимента. Далее постепенно силу набрала вторая ветвь, и сейчас на вершине магнитной спектроскопии используются спектрометры фурье-преобразования сигнала спиновой индукции, чтобы изучать линию магнитного резонанса. Сравнение между собой этих двух ветвей позволяет глубже оценить открытие Завойского, которое началось с наблюдения ядерного магнитного резонанса в 1941 г. Однако эти результаты не были опубликованы потому, что до начала войны Завойскому еще не удалось добиться уверенного воспроизведения сигналов ядерного магнитного резонанса, по-видимому, из-за длинных времен спин-решеточной релаксации[2], которые он пытался укоротить путем "подсаливания" водных растворов. В связи с этим Е.К. Завойский заинтересовался физикой спиновой релаксации, что имело очень важные последствия. Гуляя по улицам Минска во время выездной сессии ООФА АН в 1972 г.,

---

[1] *Lowe I.J., Norberg R.E.* Free-induction decays in solids // Phys. Rev. 1957. Vol. 107, N 1. P. 46–61.

[2] Главной причиной того, что эффект то появлялся, то исчезал, была топография постоянного магнитного поля, которое создавалось в опытах Е.К. Завойского старомодным электромагнитом невысокого качества. На эту причину указали в 1969 г. в своем докладе на Всесоюзной юбилейной конференции по парамагнитному резонансу С.А. Альтшулер и Б.М. Козырев, принимавшие участие в опытах Е.К. Завойского (см. наст. изд.). – *Примеч. ред.*

Евгений Константинович сказал мне, что, размышляя над процессом спин-решеточной релаксации, когда фононы устремляются от спинов в решетку, в 1944 г. он понял, что должен идти и обратный процесс: можно резонансно загнать фононы[3] в спин-систему из решетки. Так Е.К. Завойский высказал идею акустического магнитного резонанса задолго до попытки А. Кастлера в 1967 г.[4] Этот переход Завойского от магнитного резонанса к акустическому был пророческим и пробудил в физике эпоху поиска всевозможных резонансов, возбуждаемых монохроматическими физическими полями. При этом сам Е.К. Завойский продемонстрировал, как в резонансных условиях добротность резонатора позволяет реализовать фантастическую чувствительность эксперимента.

Наш вклад в эпоху рассвета состоял в том, что мы обобщили идею Завойского по поиску новых резонансов, а одновременно и идею спиновой индукции и спинового эха Блоха–Хана. В результате родился алгоритм поиска новых физических эффектов, который мы немедленно стали реализовывать на практике. В нашем алгоритме можно проследить два очень продуктивных направления: 1) заменой слова "фотон" на "фонон" переформулировать все известные эффекты фотонной физики для фононной физики и наоборот. Теоретическая основа состоит в том, что и фононы, и фотоны являются бозонами, которые порождают единую бозонную физику. Развивать фононную физику, по существу, нам помог Е.К. Завойский. В один из дней 1963 г. открылась дверь комнаты № 43 Казанского физтеха, и в мою лабораторию вошел Евгений Константинович. Это был большой праздник для нас обсуждать наши планы, особенно экспериментальные, с основоположником магнитной радиоспектроскопии. В конце беседы я спросил Евгения Константиновича: "Скажите, пожалуйста, когда вам было лучше: в годы молодости в Казанском университете или теперь, когда вы академик и всемирно известный ученый?" Завойский очень загадочно улыбнулся, по его лицу, казалось, перекатилась волна воспоминаний, отчего-то непередаваемое грустно-тревожное передалось и нам. Какое-то время мы все молчали. Тогда Евгений Константинович сказал: "Все возрасты имеют свои прелести". Впоследствии я несколько раз беседовал с Завойским, особенно относительно возможности создания квантового детектора нейтрино и нейтронов на базе парамагнитных кристаллов. Вопрос был болезненным для меня, так как в это время в Казани откровенно смеялись над нашими замыслами и нашу лабораторию прозвали "великое – рядом". Е.К. Завойский поддержал нашу идею в теоретическом плане. Однако в рассуждениях Евгения Константиновича было много такого, что я не смог понять. Какие-то едва уловимые оттенки логики приводили его к неожиданным для меня выводам и оценкам. Время не позволило мне научиться понимать эти оттенки мыслей Завойского, и они оказались потерянными навсегда. Мне казалось, что некоторым выводам, которые были определяющими для нас, Завойский молчаливо возражает. Быть может, как я

---

[3] Точнее, энергию фононов. – *Примеч. ред.*

[4] В 1952 г. С.А. Альтшулер дал развернутую теорию явления акустического резонанса, что было зарегистрировано как открытие в 1974 г. А. Кастлер независимо в 1952 г. также высказал общую идею возможности акустического резонанса. – *Примеч. ред.*

думаю теперь, в моей тогдашней логике не учитывались правила беспощадной научной политики. С ними сталкивались куда более могущественные личности и терпели поражение.

В результате поддержки Е.К. Завойского в 1963 г. нам выделили новый ЯМР-спектрометр высокого разрешения, на котором были выполнены такие фундаментальные экспериментальные работы по замене фотонов фононами, как магнитоакустические двойные резонансы и фононное сверхизлучение. Принцип предсказания новых физических эффектов действительно стал выполняться вплоть до экспериментальной реализации. Это можно иллюстрировать анекдотическим случаем на конференции по квантовой акустике в Ашхабаде в 1969 г. Когда я подъехал к зданию, где проводилась конференция, я заметил, что многие участники что-то подсчитывают в книге тезисов докладов. Оказалось, что они подсчитывали число моих тезисов, которое оказалось равным 21.

В годы рассвета из комнаты № 43 вышло много интересных первоначинаний. Понятие и программа квантовой акустики были сформулированы в моей работе с В.Д. Корепановым в 1959 г. Первая в мире лаборатория и отдел квантовой акустики были реализованы в комнате № 43. В этой же комнате вместе с В.Р. Нагибаровым мы придумали термин "квантовая оптика" и "лазерная акустика" и заполнили их реальным содержанием в виде эффектов светового эха и бозонной лавины. Было показано, что чувствительность квантовых детекторов гравитонов беспредельна. Были предложены гравитационные аналоги лазеров, гамма- и рентгеновские лазеры. 1969 год был неким кульминационным пунктом в развитии зародышей периода рассвета. Мы тогда задумались над тем, что же все-таки происходит, почему нам, провинциалам с очень ограниченными возможностями, удается опережать метрополии.

В этом же году состоялась юбилейная конференция по ЭПР в Казани, на которой мы изложили свой взгляд на роль Е.К. Завойского в развитии мировой физики. Мы поняли, что в основе развития физики и вообще науки лежат некоторые вполне объективные закономерности в информатике. Такие фундаментальные открытия, как открытие ЭПР Завойским, вносят также фундаментальный вклад в динамику информатики. Он подталкивает исследователей искать новые резонансные эффекты при помощи методологии Завойского. Более того, открытие Завойского породило целую цепь новых взаимообусловленных открытий: отрицательные температуры, мазер-эффект, лазер-эффект... Стало ясно, как обращаться с новыми открытиями. Сам Е.К. Завойский, переходя от электронного к акустическому резонансу, показал блестящий пример в этом направлении. В математических терминах все это звучит так: в 1944 г. Завойский открыл практически очень значимую динамику углового момента SU(2). Эта абстрактная алгебра Ли, которую мы называем динамической алгеброй, помогает исследователям отыскивать новые конкретные реализации этой алгебры и тем самым открывать новые физические эффекты. Теперь много таких примеров: световое эхо, фононное эхо, поляризационное эхо, эхо на структурных центрах стекол... Разумеется, такое описание весьма абстрактное и доказать его справедливость возможно только столь же абстрактными методами.

В 1969 г. состоялась академическая проверка деятельности Казанского

физико-технического института, где наши работы получили высокую оценку. Казалось бы, эти позиции можно было не только удержать, но и развить дальше. К сожалению, это мнение не победило, и единственный в мире отдел, где были сконцентрированы установки эха всех диапазонов 10^3–10^{15} Гц для фотонов и фононов, был расформирован.

Недавние события в мире физики снова напомнили мне об этих реликтовых событиях годов рассвета резонансных методов. Случилось так, что все-таки я еще раз на страницах печати встретился с Е.К. Завойским. В наших работах 1963 и 1969 гг. мы пришли к выводу, что когерентно возбужденные парамагнитные кристаллы могут ускорять нейтральные элементарные частицы. Оказалось, что Е.К. Завойский разработал на аналогичных принципах модель ускорителя.

Неординарное мышление не позволило Завойскому остановиться на достигнутом. Что было дальше, о том можно только догадаться. Мне понятно значение того прорыва в области физики времени, который совершил Е.К. Завойский, переходя из области микросекундных процессов в область нано- и пикосекундных процессов. Развитие этого достижения привело нас теперь к фемтосекундной физике, которая на принципе светового эха позволяет создать оптические компьютеры на жидких красителях с производительностью 10^{15} операций в секунду.

В последние годы жизни Е.К. Завойский все еще чувствовал, что метод ЭПР далеко не исчерпан. Как стало ясно в 1987 г. после открытия высокотемпературной сверхпроводимости, в эти годы Завойский шел к раскрытию еще одного секрета твердых тел. Он считал, что при довольно высоких температурах во многих телах имеются вкрапления микроскопических областей, где существует сверхпроводящее состояние вещества. Евгений Константинович собирался это доказать методом ЭПР. В кругах физиков-теоретиков эти идеи не находили поддержки, и Завойскому приходилось работать в одиночестве. Завойский был прав, и керамические структуры действительно оказались сверхпроводящими при высоких температурах. Даже в последнее время в литературе появляются отдельные сообщения об обнаружении "горячей" сверхпроводимости при 500 К и выше, что потом другие исследователи не могут повторить. Можно предполагать, что эти явления обусловлены вкраплениями неустойчивых областей в веществе, где возможна сверхвысокотемпературная сверхпроводимость, которая быстро распадается. Действительно, лабиринты науки не имеют конца.

...Давно растворились сумерки ночи старого Нового года, исчезли тревожные видения, и кругом кипит жизнь с ее реалиями. Идеи Е.К. Завойского пробудили новые научные направления и на Дальнем Востоке. ЭПР и другие методы магнитной радиоспектроскопии с успехом используются для исследования океана, атмосферы и литосферы. При помощи ЭПР удалось показать, что экологическая катастрофа начинается с уровня молекулярных орбиталей кластеров молекул воды и биологических макромолекул. Обнаружена новая слоистая подструктура водных масс океана, которая является результатом деятельности природы. Запрещенные линии ионов марганца и европия в спектрах ЭПР оказались связанными с метаболическими процессами в живых организмах и являются естественными детекторами состояния окружающей среды.

Спонтанная модуляция спектров ЯМР и ЭПР в гидротермах перед землетрясениями оказалась предвестником этих опасных катастроф. Это новое научное направление – квантовая океанология – изучает природу на квантовом и молекулярном уровнях и существенно опирается на методологию Завойского.

Идеи Е.К. Завойского продолжают жить. Алгоритм поиска новых физических эффектов, который возник на базе обобщения хода мыслей Завойского, продолжает развиваться. Квантовая оптика, квантовая акустика, эхо и лавинная спектроскопия оформились в сильные научные направления. Возникает вопрос: как можно было это предвидеть в 1960-е годы? Размышления по этому поводу привели к идеям физико-информационного взаимодействия, согласно которым возможно объединенное рассмотрение естественных и гуманитарных эффектов окружающей действительности. Рождаются новые подходы в медицине и квантовой биологии, которые могут оказаться новыми резонансами в науке.

Б.А. Арбузов

МОИ ВОСПОМИНАНИЯ О Е.К. ЗАВОЙСКОМ

Среди научных достижений физики середины XX в. одним из главных несомненно является открытие явления парамагнитного резонанса – электронного (ЭПР) и ядерного (ЯМР). В то время трудно было предвидеть те широкие горизонты, которые открывал ЭПР не только в физике, но и в других областях естественных наук и в технике.

В настоящее время ЭПР и ЯМР широко используются не только в различных областях физики, но и в химии, биологии, медицине и технике. Этому способствовало быстрое развитие приборостроения, которое позволило создать в настоящее время приборы такой высокой степени разрешения, о котором трудно было еще недавно мечтать.

Открытие явления парамагнитного резонанса связано с именем замечательного ученого и человека Е.К. Завойского. В 1944 г. в трудных условиях второй мировой войны он открыл явление ЭПР в Казанском университете, а через два года в 1946 г. американские ученые Э.М. Перселл с сотрудниками и Ф. Блох с сотрудниками открыли явление ЯМР, за что им была присуждена Нобелевская премия.

В течение долгих лет я был в дружеских отношениях с ближайшим сотрудником Е.К. Завойского Б.М. Козыревым, химиком по образованию, участвовавшим в экспериментах Е.К. Завойского, приведших его к открытию ЭПР. Б.М. Козырев рассказал мне, что в мае 1941 г. они наблюдали сигналы ЯМР на ядрах водорода – протонах, но из-за недостаточного качества магнита – неоднородности магнитного поля сигналы ЯМР то проявлялись, то не наблюдались. Е.К. Завойский относился крайне щепетильно к данным эксперимента, что не позволило ему опубликовать полученные результаты.

Я помню лекцию С.А. Альтшулера, ближайшего сотрудника Е.К. Завойского, в актовом зале Казанского университета в 1982 г. Лекция была посвящена памяти Завойского, в ней он сообщил, что они разыскали

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

установку по изучению магнитного резонанса Е.К. Завойского, восстановили ее и показали, основываясь на лабораторных записях, что Е.К. Завойский действительно наблюдал на ней явление ядерного магнитного резонанса на ядрах водорода.

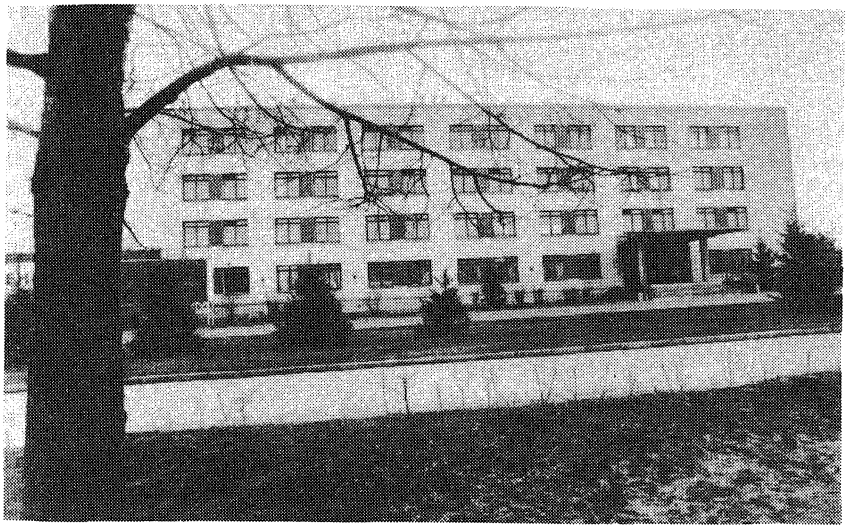
В июне 1941 г. началась вторая мировая война. Казанский университет был избран в качестве прибежища для эвакуированных институтов Академии наук. Все помещения университета были отданы для размещения приехавших институтов. Установку для изучения магнитного резонанса Е.К. Завойского пришлось разобрать, и только в 1944 г. создались условия для завершения работ, приведших к открытию ЭПР.

Я на четыре года старше Евгения Константиновича, и в 1926 г., когда он поступил в университет после окончания школы, я поступил в аспирантуру на кафедру органической химии. Одно время мы работали даже в одном здании – старой химической лаборатории, где на первом этапе размещалась кафедра органической химии, а на втором – кафедра физики, где Евгений Константинович слушал лекции по физике профессора В.А. Ульянина, а затем начал научную работу. В начале 1932 г. кафедру физики перевели в главный корпус университета.

В 1945 г. в Казани был организован Казанский филиал Академии наук и в нем Физико-технический институт, где Е.К. Завойский организовал и возглавил лабораторию радиоспектроскопии.

В 1947 г. Е.К. Завойский был приглашен на работу в Москву академиком И.В. Курчатовым и покинул Казань. Трудно сказать, что повлияло на решение Евгения Константиновича уехать из Казани. Возможно, что одной из причин были тяжелые жилищные условия. Если это так, то мы, казанцы, никогда не сможем простить себе, что не сделали усилий, чтобы создать нормальные условия жизни Евгения Константиновича в Казани.

Е.К. Завойский внес крупный вклад в область, разрабатываемую в



Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского

ИАЭ им. И.В. Курчатова, но ЭПР оставался его любимым детищем. Евгений Константинович внимательно следил за работами по ЭПР в ФТИ, в лаборатории, которую возглавлял его ближайший ученик и соратник, член-корреспондент Б.М. Козырев, и в Казанском университете, где работал другой его ученик – член-корреспондент С.А. Альтшулер. В настоящее время ФТИ носит имя Е.К. Завойского.

Я редко встречался с Е.К. Завойским. Во время войны научная работа не прекращалась, но все было направлено на помощь фронту. В период 1945–1947 гг., когда организовывался Казанский филиал Академии наук, мы иногда встречались. Встречался я с ним на общих собраниях Академии наук. Образ Евгения Константиновича навсегда запечатлелся в моей памяти – его интеллигентность, культура, его тихий ровный голос, умение слушать собеседника, слегка наклонив голову. Всегда чувствовалось, что в своих убеждениях он будет тверд. Его друг и соратник Б.М. Козырев был, наоборот, экспансивен, но у них было много общего: интеллигентность, широкий интерес не только к физике, но и к литературе, к искусству.

Е.К. Завойский уехал из Казани, но его работы по магнитному резонансу оставили глубокие корни не только у физиков, но и у химиков. Е.К. Завойский работал с неорганическими веществами. Впервые сигнал ЭПР в органическом свободном радикале пентафенилциклопентадиениле был обнаружен в 1947 г. Б.М. Козыревым и С.Г. Салиховым. Этот радикал был непрочным. Для исследований органических радикалов методом ЭПР требовался прочный эталон. Такой эталон дифенилпикрилгидразил был предложен А.Е. Арбузовым и исследован Б.М. Козыревым. Долгое время сотрудница А.Е. Арбузова Ф.Г. Валитова снабжала этим радикалом лаборатории нашей страны, занимавшиеся ЭПР. Был установлен контакт между химиками и физиками.

В 1957 г. при кафедре органической химии Казанского университета, которой я заведовал, была организована проблемная лаборатория. В ней,

по моей инициатие, Ю.Ю. Самитовым был сделан ЯМР-спектрометр и начаты впервые у нас (за рубежом эти работы были начаты несколько ранее) исследования строения достаточно сложных для того времени органических соединений методом протонного магнитного резонанса.

В 1959 г. мне было предложено построить и организовать Институт органической химии в Казани, где наряду с другими физическими методами была организована лаборатория радиоспектроскопии. В настоящее время эта лаборатория оснащена современным оборудованием. (Институт же органической химии входит как Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова в состав Казанского научного центра.)

Без применения методов магнитного резонанса наряду с другими физическими методами мы, химики-органики, не мыслим сейчас наших химических работ на современном научном уровне.

Последний раз я виделся с Е.К. Завойским на Общем собрании Академии наук в Москве, незадолго до его кончины. Он выглядел печальным. В это время, уже после болезни, он не работал в Институте им. И.В. Курчатова. С грустью он сказал мне, что ему пришла важная идея по его работам в институте, но для проверки этой идеи экспериментом требовалось вложить крупные суммы денег, на что руководство института не соглашалось, а через небольшой промежуток времени эти работы были сделаны в США.

Когда мы, казанцы, читаем научные статьи по физике, химии, биологии или наблюдаем успехи применения томографа, то всегда с гордостью вспоминаем, что начало всех этих работ было положено у нас в Казани замечательным ученым и человеком Евгением Константиновичем Завойским.

А.П. Александров

АКАДЕМИК ЕВГЕНИЙ КОНСТАНТИНОВИЧ ЗАВОЙСКИЙ

С начала войны моя лаборатория в Ленинградском физико-техническом институте занималась противоминной защитой кораблей на Балтийском, а потом на Черном море. К нам подключился И.В. Курчатов с частью своих сотрудников. Курчатов остался на Черноморском флоте, а я поехал на Северный флот.

В октябре 1941 г. работавшая со мной группа, состоявшая частично из сотрудников моей лаборатории в Физтехе – В.Р. Регеля, Д.В. Филиппова, а частично из сотрудников лаборатории И.В. Курчатова – Л.М. Неменова, Г.Я. Щепкина, закончила работы по защите от магнитных мин кораблей Северного флота в Мурманске, Полярном, Архангельске и Северодвинске (Молотовске), создала станцию безобмоточного размагничивания (СБР), подготовила группу офицеров и команды для дальнейшего развития противоминной защиты уже собственными силами Военно-морского флота. Командующий Северным флотом адмирал А.Г. Головко дал нам команду выехать в Москву с остановкой на неделю в Архангельске и Северодвинске для сдачи уже оборудованной нашей группой СБР и для выполнения работ по размагничиванию на Се-

веродвинском судостроительном заводе нескольких кораблей ВМФ. В Архангельске нас опекал И.Д. Папанин, он был там уполномоченным Комитета обороны и очень нам помог. В отличие от Мурманска и Полярного с их постоянными бомбежками жизнь в Архангельске была спокойной, и мы быстро закончили свою работу. Архангельский железнодорожный вокзал в то время был отделен от города Северной Двиной. Переходя через нее с моей командой по льду, я умудрился провалиться в битом льду и по грудь вымок, а был мороз около 30°! Но все обошлось, и мы все-таки часа через два уехали в Москву. С нами ехали офицеры из группы размагничивания. Однако через два дня военная обстановка под Москвой ухудшилась, и мы получили распоряжение ехать в Казань, куда уже месяца три назад был эвакуирован Физико-технический институт и наши семьи. Ехать было сложно, но помогли наши офицеры, и в конце концов нам был дан автобус из Кирова. Мы поехали в Йошкар-Олу и оттуда – в Казань. Наконец я поселился со своей семьей в спортзале Казанского университета.

Вскоре академик А.Ф. Иоффе поручил мне найти в Казанском университете научного сотрудника Е.К. Завойского. Дело в том, что Иоффе очень заинтересовался докладом Завойского об открытых им экспериментально необычных резонансных явлениях в диэлектриках. Евгений Константинович охотно рассказал мне о своих экспериментах, но поначалу я никак не мог вникнуть в их суть. Я подумал, что наблюдавшееся явление связано с диэлектрическими потерями, и Завойскому потребовалось три-четыре часа, чтобы убедить меня, что это вовсе не диэлектрические потери, а совершенно новый эффект – резонансное магнитное поглощение на протонах. Увидевшись с А.Ф. Иоффе, я сказал ему, что работа Завойского несомненно представляет большой интерес, открыты новые явления, на их основе могут быть построены замечательные аналитические методы.

В 1942–1943 гг. я бывал в Казани наездами, встречи с Е.К. Завойским были короткими, но каждый раз он мне рассказывал много нового и интересного о развитии своих работ. У него всегда изобиловали необычайно оригинальные идеи из самых разнообразных областей физики. Он поставил тонкие эксперименты по резонансному магнитному поглощению в парамагнетиках в безводном хлориде хрома, в сульфатах марганца и меди. Результаты превзошли все ожидания – в 1944 г. Е.К. Завойским было открыто новое фундаментальное явление – электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). И уже в то время, где-то в 1942–1943 гг., у него возникли новые революционные идеи в области построения и использования электронно-оптических преобразователей. В 1945 г. Е.К. Завойский защитил по ЭПР докторскую диссертацию и стал быстрыми темпами развивать это новое научное направление. Это сразу же позволило ему исследовать тонкие характеристики ряда твердых тел и жидкостей. Но тут в моей научной судьбе наступили большие перемены, и длительное время мы почти не встречались.

А дело было вот как. Начало 1942 г. – с января по май я провел в Ленинграде по корабельным делам, а с июня по сентябрь работал с В.Р. Регелем и Ю.С. Лазуркиным в Сталинграде. В это время ситуация в Физтехе сильно изменилась. Приехавший в Казань из Севастополя, где он

продолжал работы по размагничиванию, И.В. Курчатов долго болел воспалением легких, а в августе 1942 г. его вызвали в Москву. И только в сентябре мы с ним встретились в Казани. Оказалось, что в Москве Курчатов был в Комитете обороны и ему поручили организовать проведение прерванных с начала войны работ по ядерной физике с целью создания ядерного оружия. Напомню, что деление урана было открыто в Германии еще в 1939 г., причем оказалось, что деление сопровождается вылетом нейтронов в количествах, позволявших рассчитывать на осуществимость деления урана как цепной реакции, а это должно было привести к огромному энерговыделению. Ленинградские физики – Ю.Б. Харитон и Я.Б. Зельдович в 1940 г. разработали идею управляемого цепного деления урана и оценки того, как это реализовать. Все эти работы возглавлял И.В. Курчатов, но с началом войны их пришлось прекратить, и Курчатов с частью своей лаборатории включился в работы моей лаборатории по размагничиванию кораблей. Тогда это было необходимо для страны.

Нас, физиков, сильно удивляло, что во всех иностранных физических журналах вдруг пропали публикации по делению урана, разделению изотопов и т.д., причем привычные авторы этих публикаций вообще ни в каких аспектах больше не упоминались. Напрашивалась мысль, что они переведены на какую-то секретную работу. Как мы узнали много позже, один из бывших сотрудников Курчатова, ныне академик Г.Н. Флеров, служивший тогда в авиационном подразделении, написал письмо И.В. Сталину, в котором, упоминая об исчезновении зарубежных публикаций по ядерной физике, сделал заключение, что за рубежом ведутся интенсивные работы по созданию ядерного оружия. По-видимому, с этим совпала имевшаяся в Министерстве обороны разведывательная информация и обнаруженные в дневнике одного из убитых немецких офицеров расчеты по ядерной физике. Решение было четкое – в совершенно секретном порядке под руководством И.В. Курчатова организовать работу по созданию ядерного оружия. С конца 1942 г. Курчатов полностью включился в эту огромную и ответственнейшую работу. Со всех концов страны собирал он людей, которые в этом новом направлении могли быть полезны. В 1943 г. он организует в Москве институт – ныне Курчатовский, а в 1947 г. очередь доходит и до Е.К. Завойского. По просьбе Курчатова он покидает Казань, свою процветающую лабораторию и переходит на новую тематику. А к этому времени ЭПР нашел применение в химии, биохимии, других исследованиях. У Е.К. Завойского появилось много последователей как у нас, так и за рубежом.

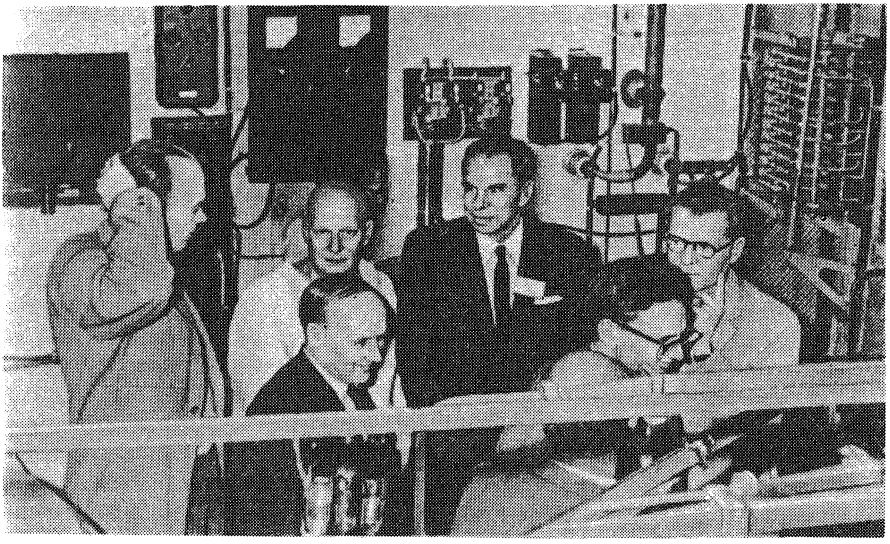
Я, со своей лабораторией, после избрания меня членом-корреспондентом АН, еще в 1943 г. в Казани тоже занялся по поручению Курчатова новой для нас тематикой. Вскоре, в 1944 г., нас вернули в Ленинград, и там уже эти новые работы стали у нас главными, и только немного мы еще вели работы для флота. Потом меня перевели в Москву и назначили директором Института физических проблем и туда же перевели всю мою лабораторию. Прекрасные теоретики-ядерщики В.С. Фурсов и С.М. Фейнберг читали нам в Институте фазпроблем лекции по ядерной физике. Мы прекратили работу по разделению

изотопов термодиффузионным методом, хотя она у нас хорошо шла, но к этому времени явно вырисовывались преимущества метода Кикоина. Мы начали работать в области реакторной физики, а также по получению дейтерия (по методу Капицы). Я приступил к работам на Урале как заместитель И.В. Курчатова по освоению эксплуатации первого промышленного реактора для получения плутония.

В это время прекрасно развивались работы Е.К. Завойского. Из выполненных им еще в Казани работ по ЭПР выросло крупное направление магнитной радиоспектроскопии. Различные виды ее – в электронном, ядерном, квадрупольном и других вариантах – открыли огромные новые возможности изучения твердого тела, кристаллов, атомной структуры вещества, структуры растворов. Эти работы продолжали соратники Завойского С.А. Альштулер в Казанском университете, Б.М. Козырев в Казанском физико-техническом институте, многие зарубежные специалисты.

В 1953 г. Е.К. Завойский избирается членом-корреспондентом Академии наук. К этому времени он увлекся созданием детекторов нового типа для регистрации ядерных частиц. В развитие своих идей 1942–1943 гг. он создает совместно с М.М. Бутсловым многокаскадный электронно-оптический преобразователь УМ ("усилитель яркости"), способный регистрировать отдельные кванты света, и времяанализирующий электронно-оптический преобразователь ПИМ-3, снабженный – впервые в мире – отклоняющими пластинами осциллографического типа для развертки изображения во времени. Евгений Константинович сразу оценил разнообразные возможности применения разработанной уникальной аппаратуры – люминесцентная камера для ядерной физики, оптическая спектроскопия с фантастическим временным разрешением, регистрация сверхбыстрых процессов. Это очень помогло решению основной задачи Курчатова – изучению процессов, происходящих при ядерном и термоядерном взрыве. "Усилители яркости" Евгений Константинович рекомендовал для астрономических наблюдений, и первый цикл этих работ был выполнен в Крымской астрофизической лаборатории, сейчас это используется во всем мире. С помощью прибора ПИМ-3 Е.К. Завойский и С.Д. Фанченко в 1955 г. впервые достигли временно́го разрешения пикосекундного диапазона и показали, что в принципе можно достигнуть разрешения порядка 10^{-13}–10^{-14} с. В 70–80-х годах этот метод регистрации сослужил добрую службу в разработке пикофемтосекундных лазеров.

Этот цикл работ, а также рекордное временно́е разрешение уже всему миру давали плоды, а Евгений Константинович вновь увлекся новым делом. И.В. Курчатов после решения проблемы создания ядерного (в 1949 г.) и термоядерного (в 1953 г.) оружия употребил все свои силы на мирное использование ядерных и термоядерных источников энергии, он способствовал переходу Е.К. Завойского в ИАЭ. И.В. Курчатов с И.Н. Головиным развернули работу по системе ловушек ОГРА. "Термояд" – это новое слово сразу появилось в лексиконе Завойского. Я это запомнил, так как в это время уже работал в Институте атомной энергии и часто встречался с Евгением Константиновичем. Он быстро вошел в курс новой проблемы и выбрал способ нагрева плазмы, в известном смысле перекликающийся с казанским периодом своей деятельности,



Г.Т. Сиборг в Институте атомной энергии им. И.В. Курчатова. Москва, 1962 г.

а именно – метод магнитно-звукового резонанса. В отличие от проводившихся в ИАЭ М.А. Леонтовичем, Л.А. Арцимовичем и Б.Б. Кадомцевым работ по токовому нагреву плазмы в тороидальных установках "Токамак" он построил и исследовал первую в нашей стране магнитную ловушку типа "стелларатор". Дальнейшее развитие стеллараторного направления перешло к Харьковскому физико-техническому институту и московскому ФИАНу (затем к ИОФАНу), а Евгений Константинович сделал новое открытие. Был обнаружен сильный нагрев плазмы в магнитной ловушке с пробками за счет аномальной диссипации сильных магнитно-звуковых волн. Так у Евгения Константиновича родилось новое направление – принцип турбулентного нагрева плазмы. Этот ряд блестящих работ дал основание в 1964 г. избрать Е.К. Завойского академиком. К этому времени ряд его работ был высоко оценен у нас в стране, а в 1957 г. за работы по парамагнитному резонансу ему была присуждена Ленинская премия. Академики обычно получали предложения от Нобелевского комитета Швеции о выдвижении на Нобелевскую премию советских авторов. Я вошел в Нобелевский комитет с предложением присудить Е.К. Завойскому Нобелевскую премию за работы по электронному парамагнитному резонансу. Это предложение, к сожалению, не прошло, и только после кончины Е.К. Завойского организованное в 1977 г. за рубежом Международное общество магнитного резонанса присудило ему премию и диплом за открытие парамагнитного резонанса, в котором признано его авторство в этом исключительно важном открытии.

Работы Е.К. Завойского по исследованию турбулентного нагрева плазмы и диссипационных процессов в ней в 1968 г. привели его к идее создания термоядерного реактора по принципу воздействия на плазму сверхсильноточного пучка частиц с релятивистскими энергиями. Проект был назван "Ангара". Евгений Константинович и его сотрудники

Л.И. Рудаков, В.А. Скорюпин и В.П. Смирнов разработали несколько источников релятивистских пучков. Уже после кончины Евгения Константиновича в 1976 г. в филиале ИАЭ в Троицке создана "Ангара-5" для работы с лайнером.

Я перечислил здесь только часть работ Евгения Константиновича. Его необычайная способность адаптироваться в новых научных направлениях позволяла ему рассматривать и применять каждую работу очень широко, с самых разных точек зрения, в самых неожиданных областях. Он удивительно хорошо умел каждую идею "выразить" в приборе или установке, воплотить в действительность. Например, Евгений Константинович не только постоянно проявлял интерес к ЭПР и ко всем новым идеям в этой области, но и сумел добиться через Академию наук строительства и развития Казанского физтеха для материального обеспечения соответствующих исследований. Характерен классический подход Евгения Константиновича к исследованию любого явления: при высоком уровне фона он всегда умел так подобрать средства воздействия, частоту и т.д., чтобы выделить изучаемое явление в чистом виде.

Всякое общение с Евгением Константиновичем доставляло большое удовольствие. Всегда радовали глубина его мысли, необычайно развитое ассоциативное мышление и изобилие новых идей. К счастью, Евгений Константинович и его сотрудники не задерживали публикацию результатов, и сейчас можно сказать, что Завойский оставил после себя классическое собрание трудов: электронный парамагнитный резонанс, работы по физике плазмы, пикофемтосекундная электронно-оптическая хронография (совместно с С.Д. Фанченко) и, наконец, бесконтактный метод обнаружения сверхпроводимости. Евгений Константинович был общественно активен. Он постоянно работал в ряде советов, в комитете по Ленинским и Государственным премиям, в ряде журналов. Евгению Константиновичу были присуждены звания академика, Героя Социалистического Труда, Государственная и Ленинская премии, он был награжден тремя орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени.

Я считаю, что Евгений Константинович Завойский принадлежит к когорте выдающихся ученых нашей страны. Он очень много сделал для своей Родины. Такой ученый – гордость нашей страны!

За большую помощь в работе над статьей благодарю С.Д. Фанченко.

И.Н. Головин

НЕСКОЛЬКО СЛОВ О Е.К. ЗАВОЙСКОМ

Евгений Константинович Завойский появился в нашей среде термоядерщиков, когда число физиков разных возрастов уже превышало 20 человек. Это была пора первых успехов в наметившемся соответствии теории с экспериментами, кратковременного увлечения быстрыми пинчами – самое начало 50-х годов. В условиях строгой секретности, привычной нам в те времена в нашем институте, имевшем "глупое" название ЛИПАН, никто его не расспрашивал о предшествующей деятельности, знали только, что он имел дело с самой секретной областью нашей проблемы, с оружием. У нас уже начали складываться некоторые

традиции; большинство было из отдела "Электроаппаратуры" – отдела, занимавшегося электромагнитным разделением изотопов, и мы вместе проработали более пяти лет. Правда, начали поступать молодые специалисты, которые всегда, по законам жизни, естественно вливаются в коллектив старших, а тут вдруг появился человек, не уступавший нам по возрасту, со своей научной культурой, очень деликатный и очень интеллигентный, владеющий экспериментом лучше, чем любой из нас. Он сразу принес в наш экспериментаторский коллектив новую диагностику – многокадровые электронно-оптические преобразователи, по временно́му разрешению превосходящие освоенные нами скоростные фоторегистраторы – СФРы.

Все, казалось, было хорошо, а почему-то жизнь Евгения Константиновича в нашем коллективе не ладилась. Тогда, в те бурные, молодые для меня годы, не было повода задуматься, в чем дело. А теперь, пытаясь объяснить происходившее, прихожу к выводу, что слишком самостоятельно мыслящим был Евгений Константинович. Арцимович, возглавлявший наши эксперименты, не принял его. Арцимовичу надо было лидировать. Во что бы то ни стало быть главой развивавшейся новой увлекательнейшей и грандиозной проблемы, а Евгений Константинович был слишком самостоятельно мыслящим, чтобы Арцимовичу стоять над ним.

Не знаю, сам ли Игорь Васильевич Курчатов заметил эту дисгармонию и предложил Евгению Константиновичу возглавить независимую лабораторию или сделал это по его просьбе, но вскоре он перестал появляться в среде термоядерщиков. Я мало знаю деятельность Евгения Константиновича вплоть до 1958 г. Мне приходилось лишь административно, будучи заместителем Курчатова, помогать ему в совместной работе с М.М. Бутсловым по совершенствованию ЭОПов, знаю, что он разработал в своей лаборатории измерение интервалов времени порядка 10^{-14} с, показав и в этом свое высшее экспериментаторское мастерство. Знаю, что лаборатория его успешно работала и росла.

В конце 1957–начале 1958 г. Курчатов, как известно, принялся активно развивать проблему управляемых термоядерных реакций. Тогда он задумал сконцентрировать силы нашего института, уже получившего имя Института атомной энергии, на двух основных направлениях: на ядерных реакторах для электростанций и научных целей и на проблеме создания термоядерного реактора. В течение ноября 1957–января 1958 г. он вызывал к себе на беседы сначала сотрудников нашего института, а затем руководителей других институтов, стараясь скоординировать широко развернутую программу исследования магнитного термоядерного реактора в нашей стране. В эти месяцы он пригласил и Завойского к себе. Имея в виду что исследования лидировавших в то время открытых ловушек и токамаков, реализовавших начальную идею А.Д. Сахарова, обеспечены коллективами энтузиастов-исследователей, он, изучая приходившие тезисы докладов предстоявшей в сентябре 1958 г. Второй Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии, на которой Советский Союз, США и Англия решили рассказать о всех ведущихся у них исследованиях по управляемому синтезу, обратил внимание, что у нас в стране никак не представлены исследования стеллараторов, и предложил Евгению Константиновичу возглавить это

направление у нас. Евгений Константинович согласился и организовал прежде всего предельно доступный в то время вычислительный анализ удержания плазмы в стеллараторе, а также проектирование установки. Первоначально Курчатов думал предложить Евгению Константиновичу переехать в Казань, где он в годы войны сделал свое знаменитое открытие ЭПР, и на базе Казанского университета развернуть эту работу. Однако несколько позже, когда масштаб работ по стеллараторам благодаря анализу Евгения Константиновича стал выясняться и оказался очень большим, Курчатов изменил намерение и привлек к этой тематике Харьковский физтех, где К.Д. Синельников уже с начала 1956 г. начал как теоретические, так и экспериментальные работы по физике высокотемпературной плазмы.

Евгений Константинович со своим коллективом обнаруживал все большие сложности в создании стелларатора с хорошим удержанием плазмы. В это время в его коллектив пришел Д.А. Франк-Каменецкий со своими идеями по физике нагрева и удержания плазмы, а вслед за ним ученик Леонтовича, молодой Л.И. Рудаков. В этом коллективе, вместе с С.Д. Фанченко, М.В. Бабыкиным, В.А. Скорюпиным и другими, лаборатория Завойского пошла по самостоятельному направлению в термоядерной программе, развивая идеи и проводя эксперименты по турбулентному нагреву плазмы, происходящему при направленной скорости электронов, превышающей их среднюю тепловую скорость, в частности по нагреву плазмы с помощью магнитно-звуковых волн. В этой области исследований лаборатория Завойского стала лидировать в мире.

Евгений Константинович вместе со своими сотрудниками очень ясно вскрыл физику наблюдаемых явлений, и его успехи быстро завоевали всеобщее признание у нас и за границей.

Арцимович, ревнивый к чужому успеху, в то время еще полный сил и задора, не захотел мириться с этим и публично на Всесоюзном термоядерном семинаре подверг результаты лаборатории Завойского резкой критике как недоказанные и основанные на ошибочных измерениях. Разобраться экспромтом на многолюдной встрече, разумеется, было невозможно, и Евгений Константинович потребовал дополнительных обсуждений. В течение ближайших недель эти обсуждения состоялись уже только с участием отделов Арцимовича, моего и лаборатории Завойского. Не имея аргументов для опровержения результатов измерений лаборатории Евгения Константиновича, Арцимович стал настаивать на том, чтобы сотрудники его отдела пошли на установки Завойского и проверили, как ведутся там измерения.

Безусловно, вся эта дискуссия стоила большой трепки нервов Евгению Константиновичу и его сотрудникам. Но выступал и защищался только он сам. Будучи человеком высшей деликатности, он во всем споре сохранял корректность и безупречную выдержку. Самой резкой была его фраза, обращенная к аудитории: "Вы видите, не все, что говорит Лев Андреевич, бессмыслица". Но в результате этой полемики трое из сотрудников Арцимовича согласились идти в лабораторию Завойского "проверять его методы измерения", хотя все прекрасно знали, что Евгений Константинович является экспериментатором высшего класса и у него надо учиться, а не проверять его.

На заседании, посвященном памяти И.В. Курчатова, ИАЭ, 1963 г.

В это время оба и Арцимович, и Завойский были академиками. Арцимович уже взял в центр своего внимания эксперименты, проводившиеся на токамаках, и безусловно своей критикой и анализом результатов измерений оказывал положительное влияние на развитие этих исследований. Но занятый и руководством отдела, и делами в Академии наук, сам не экспериментировал. Завойский же в противоположность ему оставался активным экспериментатором, ежедневно работающим на установках. Доведя до значительной полноты знания о турбулентном и ионно-звуковом нагреве плазмы, Евгений Константинович предложил еще одно направление термоядерной программы: импульсный нагрев мишеней релятивистскими электронными пучками. Это направление получило развитие уже после смерти Евгения Константиновича под руководством Л.И. Рудакова, возглавившего лабораторию. Некоторое время это направление конкурировало с лазерным нагревом термоядерных мишеней, но в связи с трудностью наведения электронных пучков на мишень с расстояния в несколько метров в Америке стала изучаться возможность использования пучков ионов легких элементов, которые могут фокусироваться баллистически, т.е. за счет движения каждой частицы по инерции. Использование электронных пучков сохраняет свое значение для метода так называемого непрямого облучения мишеней, а также в прикладных целях для получения мощных импульсов нейтронов и рентгеновского излучения.

В 1971 г. должна была состояться очередная конференция МАГАТЭ по УТС на этот раз в Мадисоне (США). Евгений Константинович активно готовился выступить на ней с докладом о применении мощных электронных пучков для осуществления импульсного термоядерного синтеза с инерциальным удержанием. Однако в последний момент в выдаче заграничного паспорта и поездке на конференцию Евгению Константи-

новичу было отказано. Как оказалось, незадолго перед тем из поездки за рубеж не возвратился один крупный специалист. И в каких-то инстанциях было решено: выезд академиков за границу ограничить. Это был последний моральный удар, в результате которого Евгений Константинович ушел из института.

Евгений Константинович принадлежал к высшему классу экспериментаторов с широким физическим кругозором и тонкой интуицией. К обсуждению с ним прибегали те, кто в сложном эксперименте обнаруживал загадочные проявления непонятных закономерностей основ мироздания. Для тех, кто знал его, и сейчас так не хватает его при распутывании загадок, возникающих в ходе экспериментов!

И.И. Гуревич

Е.К. ЗАВОЙСКИЙ. ВОСПОМИНАНИЯ. 1952–1976 годы

С Завойским меня познакомил Игорь Васильевич Курчатов весной 1952 г., когда Е.К. окончательно обосновался в Москве в Лаборатории измерительных приборов Академии наук. Но задолго до этого личного знакомства мой большой друг, замечательный физик-экспериментатор Александр Иосифович Шальников рассказал мне о казанском физике Е.К. Завойском, сделавшем удивительное открытие резонансного поглощения СВЧ-излучения парамагнетиками – явления ЭПР. Шальников помог Евгению Константиновичу повторить свои опыты в Москве в Институте физических проблем, "Капичнике". Как мне рассказывал Шальников, весной 1944 г. Евгений Константинович представил это открытие в ФИАН в качестве докторской диссертации, что и стало официальной датой открытия ЭПР, одного из самых значительных открытий в атомной физике и физике твердого тела в первой половине XX в.

Как я узнал позднее, перед самой войной Евгений Константинович прозорливо осознал возможность существования поглощения излучения соответствующей радиочастоты магнитным моментом протона, т.е. существование ЯМР. Он уже в 1940 г. в Казани поставил первые опыты по поиску этого явления, но война прервала эти исследования, и только в 1946 г. ЯМР был независимо открыт в США Ф. Блохом и Э. Перселлом, на два года позднее открытия ЭПР Завойским. Почему Завойский переключился с опытов по поиску ЯМР на опыты по обнаружению ЭПР, я не знаю, но как бы то ни было, именно открытие Завойским электронного парамагнитного резонанса в 1944 г. делает его бесспорным отцом и зачинателем всей современной радиоспектроскопии.

Я не буду здесь подробно обсуждать общеизвестную несправедливость – присуждение Нобелевской премии 1952 г. Блоху и Перселлу за открытие ЯМР, а не Завойскому за более раннее открытие ЭПР или, что было бы также справедливым, всем троим вместе.

Однако вернусь к 1952 г., году моего личного знакомства с Завойским. (Для меня крайне обидно, что я не познакомился с Завойским ранее в Казани, где я работал с начала войны до лета 1943 г.) Он с самого начала

произвел на меня сильное впечатление своей своеобразной содержательностью и некоторым потенциальным барьером, отделявшим его от окружавших людей и сочетавшимся с явным излучением каких-то интеллектуальных флюидов. В нем чувствовалась неординарность значительной личности. Облик Завойского был для меня особенно удивительным ввиду свойственной мне самому, как и большинству сотрудников Курчатова, раскованности.

Но годы шли, и наше знакомство крепло и расширялось, хотя и не становилось слишком близким. Я не знаю, представлял ли я какой-нибудь интерес для Е.К., но со всей определенностью могу сказать, что он для меня всегда был интересен. Возможно, что мой неизменный интерес к личности Завойского усугублялся тем, что мы были психологически совершенно разными людьми.

Какие же основные человеческие черты я увидел и осознал в Евгении Константиновиче? Говоря об этом, я, конечно, понимаю, что, хотя мы были знакомы целую четверть века, другой человек, особенно такой сложный, как Завойский, всегда есть какая-то тайна и полностью его понять почти невозможно. Прежде всего я хотел бы отметить удивительное сочетание общей интеллигентности в самом настоящем смысле этого слова и связанной с ней широтой интересов в разнообразных областях с фантастической приверженностью к физике, именно физике. В моих глазах как экспериментатор он занимал одно из самых высоких мест среди всех известных мне физиков. Замечательно было обсуждать с Е.К. любую трудную экспериментальную проблему. Интерес к физике у Е.К. был крайне широк, он умел находить в себе силы и желание переходить к новым проблемам, оставляя старые, в основном им уже решенные. Являясь первооткрывателем радиоспектроскопии, Е.К. не замыкался на ней, хотя думал о ней всегда. Я не пишу и не могу писать научную биографию Завойского и поэтому далек от мысли излагать все его научные достижения. Мне хотелось бы просто помочь понять феномен Завойского, но о некоторых его достижениях я все же обязан сказать.

Значение пионерских работ Завойского по развитию методов регистрации сверхкоротких промежутков времени – электронно-оптической хронографии – только сейчас полностью осознается. О его работах по УТС вследствие моей полной безграмотности в этой области я говорить не буду. Отмечу лишь открытие Завойским красивого явления – магнитно-звукового резонанса в плазме, сближающего его работы по УТС с работами по ЭПР, его первой любви, которая, как известно, является наиболее сильной.

Научная дальновидность Евгения Константиновича хорошо видна из следующего эпизода, очевидцем которого я являлся. В 1956 г. целая группа физиков ИАЭ, включая Е.К. и меня, принимала участие в обсуждении программы дальнейших исследований по ядерной физике в нашем институте. Обсуждался вопрос об опытах по изучению спиновой зависимости ядерных взаимодействий. Единственным методом получения и анализа поляризованных нуклонов, известным в то время, было двойное рассеяние быстрых частиц. Однако все понимали слабую интенсивность получаемых таким образом поляризованных протонов и трудность получения количественной информации. Под гул весьма неорганизованных

разговоров я задремал. Придя в себя, я с некоторым раздражением сказал: "Нужно просто раньше поляризовать протоны, а потом их вводить в ускоритель и ускорять". Даю слово, что я не придавал этому высказыванию слишком уж большого значения. Оно было как бы протестом против установившейся точки зрения. Однако все понимающий Завойский воспринял его вполне серьезно. Он стал обдумывать различные эффективные способы получения медленных поляризованных протонов, могущих быть источником для введения в ускоритель. Меньше чем за год Е.К. придумал оригинальный метод получения поляризованных протонов, используя для этой цели лэмбовское смещение уровней водорода. Полностью этот метод был разработан Завойским совместно с Б.П. Адьясевичем, С.Т. Беляевым и Ю.П. Полуниным уже в 1957 г. Мимо зоркого взгляда Завойского ничто не проходило.

Евгений Константинович, как я уже говорил, был человеком широких интересов и глубоких оригинальных размышлений. Общаться с ним было крайне интересно, и я всегда извлекал из разговоров с ним что-то новое. Кроме физики, наиболее информативными для меня были разговоры о живописи, которую Завойский любил и понимал, нужно было только уметь разговорить его, преодолеть столь свойственную ему замкнутость.

Воспитанность и деликатность Евгения Константиновича вошли среди сотрудников ИАЭ почти в поговорку. Однако было бы ошибкой считать "тихого" Завойского все принимающим и со всем согласным. Его отличало глубокое чувство собственного достоинства, которому он никогда не изменял. Евгений Константинович был в высшей степени человеком чести и берег ее, как немногие. Его человеческие симпатии и антипатии были резко выражены, и, по-моему, он их редко менял. Евгений Константинович был по существу очень ранимым.

В 1971 г. Е.К. Завойский внезапно (для меня) покидает ИАЭ, не переходя для продолжения экспериментальной деятельности в какое бы то ни было другое место. Для ИАЭ это была огромная потеря. Институт лишился одного из самых блестящих физиков-экспериментаторов страны. Последнее научное увлечение Е.К. – импульсный УТС под действием релятивистских электронов лишился своего научного лидера, и достойной замены не было и нет, я полагаю, и по сей день. Почему Евгений Константинович ушел, я не знаю и могу только строить догадки. Но знаю точно, что в последние пять лет нашего общения среди всевозможных разговоров на самые различные темы была одна – запретная – это наш институт. Это я понял очень скоро.

Последний раз я встречался с Евгением Константиновичем у него дома 7 октября 1976 г. Как сейчас помню, это был четверг. Он мне рассказывал о последних своих идеях бесконтактного метода обнаружения сверхпроводимости в негомогенных средах. Потом мы говорили о Малевиче. Выглядел Е.К. хорошо и ни на что не жаловался. Через два дня его не стало.

Он был настоящий человек и большой физик.

С.П. Загородников

РАБОТАТЬ С НИМ БЫЛО ИНТЕРЕСНО

Евгения Константиновича Завойского я впервые увидел в начале 1952 г., когда он с Алексеем Георгиевичем Плаховым, сидя на корточках на полу экспериментального зала циклотрона в Дубне, настраивал свою аппаратуру (кажется, раскрытую систему электромагнитов ЭОПа, которые были настолько тяжелы, что деревянный лабораторный стол мог не выдержать), т.е. делал то, что и все физики-экспериментаторы, ничем не выделяясь среди них. Когда в дежурке зазвонил телефон, мой товарищ, тогда молодой специалист, недавно прибывший к нам на работу после окончания Ленинградского университета, Василий Жуков снял трубку. Просили Завойского, обрисовав его по внешности и место, где он мог находиться, так как мы еще мало кого знали. В зале было очень шумно от различных насосов и вентиляции, поэтому Василий подбежал к сидевшим на корточках и, похлопав по плечу Евгения Константиновича, сказал: "Слушай, ты будешь Завойский? Тебя к телефону". Через некоторое время мы узнали, что приехавший из Москвы Завойский Евгений Константинович является доктором наук, членом-корреспондентом Академии наук и лауреатом Ленинской премии. Василий и говорит: "Ну надо же, и не подумаешь, и возрастом молодой, а я с ним так панибратски по плечу..."

В 1954 г., когда я поступил на вечернее отделение МИФИ и перевелся на работу в Москву, мне посчастливилось попасть в сектор, которым руководил Евгений Константинович, и здесь я встретил такой дружный коллектив, что даже сейчас, много лет спустя после его ухода, отдел яляется одним из самых лучших в плане человеческих отношений.

За все время работы я не помню случая, чтобы Евгений Константинович кого-то ругал или что-то требовал. Он просто руководил как очень эрудированный ученый. У него не было ни приемных дней, ни приемных часов. Он всегда был со всеми, и в любое время кто угодно и с любым вопросом обращался к нему. И все это безо всякой шумихи или помпезности. Меня всегда поражала его работоспособность. Даже в то время, когда был выходным один день в неделю, он успевал работать и в Академии наук, и писать научные статьи, отчеты, а на работе его почти всегда можно было видеть у установки или схемы какой-нибудь с паяльником чаще, чем с авторучкой. Рабочий день у него начинался раньше, чем у любого нашего сотрудника, а кончался позже девяти вечера, т.е. он работал по 12–14 часов. И не просто работал, а у него всегда были интересные научные идеи, и буквально на ходу придумывались варианты их практических проверок. Этим он не заражал, нет, он просто увлекал сотрудников, и работать было настолько интересно, что даже обедать ходили по необходимости, а вечером с работы почти никто не торопился уходить. Скромность в расходовании государственных средств у Евгения Константиновича была величайшая. Он был уже академиком, и ему можно было увеличить штат сотрудников и сделать пристройку к основному зданию, но он не разрешал этого делать, пока не были закончены эксперименты на малых установках и не получен ответ,

что нужно строить другие, более крупные установки. И в это же время Евгений Константинович не гнушался выполнять работу радиомонтажника. Делал он это не для показухи, а как само собой разумеющееся, требующееся для эксперимента.

Б.П. Адьясевич

ИДЕИ Е.К. ЗАВОЙСКОГО В ОБЛАСТИ ИСТОЧНИКОВ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ИОНОВ

Я хочу кратко рассказать о вкладе Е.К. Завойского в решение проблемы создания источников поляризованных ионов.

В начале 50-х годов внимание ученых, занимавшихся ядерной физикой, было привлечено к возможностям, которые открываются при изучении поляризационных явлений в ядерных реакциях и физике элементарных частиц. В это время уже были проведены первые эксперименты по исследованию поляризации протонов и нейтронов, получаемых в ядерных реакциях, а также поляризации протонов в рассеянии при больших энергиях. Однако такого рода эксперименты сильно ограничивались малыми интенсивностями поляризованных частиц и невозможностью управления их энергиями в широких пределах при получении их в ядерных реакциях или в упругом рассеянии.

Эти проблемы обсуждались и у нас в Лаборатории измерительных приборов. Во время одного из таких обсуждений И.И. Гуревич предложил предварительно поляризовать ионы в источнике, а затем их ускорять. Это помогло бы решить ряд проблем в поляризационных экспериментах. Е.К. Завойский выдвинул идею создания такого источника. В ее основе лежало предложение поляризовать непосредственно не ионы, а ядра в составе атомов или молекул с последующей их ионизацией.

Было предложено использовать технику атомарных пучков. Для получения поляризованных протонов предлагалось провести пространственное разделение пучка атомов водорода в слабом магнитном неоднородном поле на четыре компоненты в опыте типа Штерна–Герлаха. В двух из этих компонент протоны поляризовались бы на 100%, но в противоположном направлении относительно направления магнитного поля. При ионизации одной из компонент можно было бы получить пучок поляризованных протонов с высокой степенью поляризации. При экспериментальном осуществлении этого предложения возникали серьезные практические трудности. Тогда С.Т. Беляев, Ю.П. Полунин и я предложили пространственно разделять пучок атомов водорода в сильном неоднородном магнитном поле по проекциям электронного спина на две компоненты. В этом случае в области со слабым магнитным полем каждая из компонент атомного пучка будет содержать протоны с 50%-ной поляризацией [1]. Предложенный нами метод позволял надеяться на получение высоких интенсивностей потоков атомов с поляризованными протонами. При этом поляризация могла быть существенно увеличена, если использовать дополнительно высокочастотные переходы между

состояниями сверхтонкой структуры атома водорода. Почти одновременно при использовании этого метода были созданы источники поляризованных ионов как за рубежом, так и у нас. В дальнейшем этот метод в литературе получил название "классического".

Для получения атомов с поляризованными ядрами Евгений Константинович предложил еще два метода. В первом предполагалось получать такие атомы путем перезарядки ионов с энергией в несколько десятков кэВ на мишени из поляризованных электронов. В качестве последней предлагалось использовать намагниченные до насыщения пленки из железа. Предполагалось, что образующиеся в результате перезарядки атомы после выхода из магнитного поля будут содержать протоны с заметной поляризацией [2]. При перезарядке дейтронов на поликристаллической пленке из железа опыт дал отрицательный результат. Однако позже при перезарядке на пленке из монокристалла железа были получены поляризованные дейтроны [3]. Практического применения в источниках на ускорителях этот метод не получил. Во втором методе для получения атомов с поляризованными ядрами изотопов водорода Е.К. Завойский предложил использовать свойства метастабильного $2P$-состояния атома водорода. Модификация этого предложения в дальнейшем широко использовалась за рубежом для создания источников поляризованных ионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Адьясевич Б.П., Беляев С.Т., Полунин Ю.П.* // Тез. докл. Всесоюз. конф. по физике частиц высоких энергий. М., 1956. С. 207.

2. *Адьясевич Б.П., Беляев С.Т., Завойский Е.К., Полунин Ю.П.* // Тр. Всесоюз. конф. по ядерным реакциям при малых и средних энергиях. М.: Наука, 1958. С. 87.

3. *Kaminsky M.* // Proc. Third Intern. Sympos. on polarization phenomena in nuclear reactions. Madison, 1970. P. 803.

С.С. Соболев

ВСПОМИНАЯ УЧИТЕЛЯ...

Работая в секторе, которым в течение ряда лет руководил Евгений Константинович Завойский, я имел возможность общаться с ним как на научных семинарах, так и просто в лаборатории. Мои наблюдения связаны с личными впечатлениями, по-видимому, достаточно субъективны и не отражают многообразия черт этого талантливейшего человека. Одной из особенностей Евгения Константиновича была та, что, уже будучи ученым с мировым именем, он не замыкался в своем рабочем кабинете (как это делают многие руководители и более низкого ранга), а регулярно заходил на экспериментальные установки, интересовался результатами и не только принимал участие в обсуждении, но и сам непосредственно работал на установках. Если возникала какая-нибудь новая идея, ее надо было сразу же проверить. Наравне с другими сотрудниками Евгений Константинович часто сам принимал участие в измерениях и в подготовке эксперимента. Эстетическая сторона дела не играла никакой роли: часто

измерительные кабели крепились к стене или к элементам установки пластилином, лишь бы все работало. Такой "демократизм" Евгения Константиновича не проявлялся в других отношениях, например, всех, даже студентов-дипломников, Евгений Константинович называл по имени и отчеству. Простой научный интерес для него был превыше всего, он как бы не обращал внимания на внешнюю сторону.

Отношение Евгения Константиновича к науке и просто к интересным явлениям природы проявлялось во всем. Помню, когда я только начал работать в секторе, произошло солнечное затмение, которое можно было наблюдать и в наших широтах. По инициативе Евгения Константиновича, на окне был установлен телескоп, и он приглашал сотрудников оторваться от работы и полюбоваться затмением.

Если появлялась какая-либо новая научная идея (так было с идеей создания мощного источника излучения на ЭПР или с идеей использования релятивистских электронных пучков для инерциального термоядерного синтеза), в отделе собирался научный семинар, на который приглашались все без исключения научные сотрудники. Евгений Константинович с каким-то нетерпением спешил поделиться своими идеями, и было видно, что это доставляет ему особое удовольствие. Круг научных интересов Евгения Константиновича был чрезвычайно широк, от физики твердого тела, к которой он питал симпатии еще со времен работы в Казани, до термоядерных научных исследований и физики сверхбыстрых процессов. Многие направления научных исследований Евгений Константинович предвидел раньше других. В существовавшем в те годы Комитете по мирному использованию атомной энергии была организована Диагностическая комиссия – общественный орган, состоявший из ведущих специалистов по диагностике плазмы. Функции этой комиссии были разнообразны: от организации международных конференций и издания трудов до рекомендаций по распределению средств на развитие работ по диагностике плазмы. Евгений Константинович, предвидя развитие инерциального термоядерного синтеза, предложил вложить большие средства на развитие регистраторов сверхбыстрых процессов – ЭОПов. Возглавлял это направление М.М. Бутслов во Всесоюзном НИИ оптико-физических измерений. Председатель Диагностической комиссии М.И. Пергамент, скептически относившийся к развитию перспективных направлений для диагностики плазмы, считал, что основной задачей является обеспечение уже существующих установок. Дело дошло до конфликта. Диагностическая комиссия заблокировала выделение средств на перспективное развитие ЭОПов. А через несколько лет Михаил Иосифович перешел работать в филиал Института им. И.В. Курчатова, где возглавил исследования по лазерному термоядерному синтезу на основе твердотельных лазеров. Вот тут-то ему и понадобились быстрые ЭОПы, но время было упущено...

Нужно отметить сложную ситуацию, в которой приходилось работать Евгению Константиновичу. Новые идеи по использованию коллективных процессов для нагрева плазмы (турбулентный нагрев) были недоброжелательно восприняты в отделах института, традиционно занимавшихся плазменными исследованиями, по-моему, как некое посягательство на свою монополию. На проводившемся в то время общесоюзном семинаре

"Т" выступил "опровергатель" – А.И. Карчевский, усомнившийся, мягко говоря, в корректности работ, проводимых под руководством Е.К. Завойского. В ответ Евгений Константинович не сдержался и на следующем семинаре выступил с докладом "О некоторых ошибках в работах А.И. Карчевского". Начались взаимные упреки. Смысл этой дискуссии состоял в том, возможно или невозможно получение в плазме при сильных электрических полях пучка ускоренных электронов или этот пучок за короткое время срелаксирует (затормозится за счет коллективных процессов), что приведет к нагреву электронной компоненты в плазме. Правы оказались и те и другие. Действительно, в плазме существуют режимы как быстрой релаксации пучков электронов, так и образование пучков ускоренных электронов. Это понимал и Евгений Константинович, и одной из задач, которыми я занимался, работая в секторе, была задача об ускорении электронов в сильных электрических полях, выполнявшаяся при полной его поддержке.

Несколько слов о школе Е.К. Завойского. То отношение к науке и та научная атмосфера, которая была в секторе, способствовали появлению ученых, имеющих собственное научное лицо, и в их становлении немаловажную роль сыграл Евгений Константинович, поддерживавший новые научные направления. Из сектора Е.К. Завойского вышли два члена-корреспондента Академии наук и десятки докторов и кандидатов наук, имеющих собственные научные школы. Из когда-то немногочисленного сектора образовались два отдела: отдел релятивистских электронных пучков, возглавляемый Л.И. Рудаковым, и отдел проблем водородной энергетики, возглавляемый В.Д. Русановым. Д.Д. Рютов переехал в Новосибирск и возглавляет в ИЯФ СО АН исследования по физике плазмы, являясь заместителем директора института. А.А. Иванов, также ученик Е.К. Завойского, является заместителем директора НПО "Салют", возглавляя прикладные плазменные исследования. Школа Е.К. Завойского в физике плазмы сыграла и играет существенную роль в отечественной науке.

А.П. Ахматов

ГОДЫ МОЕЙ РАБОТЫ У АКАДЕМИКА Е.К. ЗАВОЙСКОГО

Летом 1952 г. студентом 4-го курса отделения строения вещества физфака МГУ я был направлен на практику и выполнение диплома в ЛИПАН, как тогда назывался ИАЭ им. И.В. Курчатова. Вместе с моим однокурсником М.В. Бабыкиным мы были распределены в сектор 4 отдела оптических приборов, которым руководил Евгений Константинович Завойский.

Первое мое впечатление от небольшого трехэтажного здания БИМП, напоминавшего по внешнему виду школу или ремесленное училище, в котором размещался сектор, с длинными, во всю длину здания, коридорами, довольно темными, так как окна находились в торцах, было не очень воодушевляющим, тем более что, когда мы в это здание вошли,

Евгения Константиновича в секторе не было и нам пришлось ждать его, стоя у окна в коридоре. Увлекшись беседой, мы не заметили, как из темноты коридора к нам приблизился невысокий, гладко причесанный, строго одетый человек с располагающим лицом. Он вежливо представился, предложил нам пройти в комнату, в которой стоял большой письменный стол. Такой была моя первая встреча с Завойским.

После ознакомительной беседы Евгений Константинович сразу предложил нам две работы, совершенно различные по своей направленности, и мы как-то сразу, не сговариваясь, поделили их между собой. В результате этого дележа я начал заниматься проблемой поляризации ядер в веществе методом насыщения электронного парамагнитного резонанса, называемым эффектом Оверхаузера. Меня поразило, с какой наглядностью Евгений Константинович представил мне физическую сущность этой проблемы. Это умение Евгения Константиновича "на пальцах" представить физическую задачу любой сложности впечатляет меня до сих пор, так как нет ничего более важного для экспериментатора или разработчика, чем создать четкое наглядное представление механизма решаемой задачи, не прибегая к сложным математическим выражениям, так как только такое представление позволяет оперативно наметить основные пути решения этой задачи. Это было не навязывание каких-то довлеющих над работником указаний, а попытка со стороны руководителя помочь работнику сформировать программу подготовки эксперимента, не дожидаясь завершения длительных теоретических исследований. Я убежден, что Евгений Константинович обладал несомненным талантом такого представления, что и позволяло ему быть прекрасным экспериментатором.

В процессе работы над выбранной мной задачей я почувствовал, что она является частью большой физической проблемы, к которой Евгений Константинович "тяготеет душой". Это проявлялось и в частоте общений со мной, и в характере и содержании наших бесед. Видимо, это объяснялось тем, что в основу явления заложен ЭПР, которому Евгений Константинович посвятил столько времени в своей жизни. Самым неожиданным для меня оказалось то, что, хотя в секторе все сотрудники, как правило, работали группами, и мой сокурсник сразу влился в одну из таких групп, я, всего лишь студент-практикант, оказался один перед поставленной задачей и стал работать под непосредственным контролем Евгения Константиновича. Так я стал учеником Завойского.

Мне кажется, что в душе Евгений Константинович мечтал о безграничном посвящении себя процессу физического эксперимента. Должность начальника сектора требовала решения административных и хозяйственных вопросов и отнимала достаточно много времени. В решении этих вопросов он был одновременно деликатным и настойчивым, но, когда, как правило в конце рабочего дня, он находил время подойти к занимаемому мной лабораторному столу, на котором была собрана экспериментальная установка, он буквально преображался. Чувствовалось, что он наконец-то попал в свою стихию. Это было видно по тому, как он быстро надевал рабочий халат, быстро осматривал схему эксперимента и со словами "давайте быстренько посмотрим" начинал работать. Время этой работы практически не ограничивалось, темп работы был ураганным. Его раздражала любая заминка, особенно

отсутствие своевременно разогретого паяльника. Сложившаяся вследствие этого присказка: "Он паяльник включал, приходя на работу", – бытует у меня до сегодняшнего дня. Вызывало у него раздражение и ограничение возможностей используемых приборов, особенно реостатов. В этом случае следовала команда: "Надбавьте еще", – и реостат начинал выполнять добавочную функцию электрической лампочки, а иногда просто перегорал. Тогда поступало указание "усилить этот узел", и на следующий день после замены и "усиления" эксперимент продолжался.

Все делалось быстро. Возникала необходимость устранить влияние на установку колебаний поля при хождении других сотрудников, и за какие-нибудь 1,5 часа шкаф с аппаратурой оказывался подвешенным на толстом шланге из вакуумной резины к двухтавровой балке, проходившей под потолком. Правда, для обеспечения этого потребовалось просверлить отверстия в этой балке, но эта проблема также "быстренько" решалась с помощью электродрели и пирамиды из стола, стула, табуретки и меня, стоящего с дрелью на вершине этой пирамиды, а внизу стоял Евгений Константинович, охраняя это шаткое сооружение от возможности механического разрушения.

Будучи сам прекрасным экспериментатором, Евгений Константинович учил нас, что экспериментатор должен уметь все. В первые дни моего пребывания в секторе я был приставлен учеником к слесарю-механику, который быстро обучил меня основам работы на токарном и сверлильном станках. В дальнейшем я освоил специальности станочника (токарное и фрезерное дело), стеклодува, техника низких температур. Все удостоверения об освоении этих специальностей до настоящего времени хранятся у меня, а само освоение их очень помогло мне в жизни. Если во время работы требовалась какая-нибудь не очень сложная деталь или приспособление, оно, как правило, "быстренько" изготавливалось собственными силами, правда, все-таки не с такой скоростью, как это бы сделал квалифицированный слесарь или стеклодув.

Больше всего Евгений Константинович любил на отлаженной установке добиваться повторяемости наблюдаемого эффекта и сопоставлять результаты. Он мог часами смотреть на экран осциллографа и, двигая туда и обратно ручку реостата, регулирующего ток в катушках электромагнита, получать картинки резонансных кривых и вновь и вновь замерять их амплитуду и ширину. Затем делалось неожиданное предложение "быстренько" внести изменение в схему эксперимента (указывалось, какое) и начиналась работа по реализации этого изменения. В тех случаях, когда реализация изменения действительно быстро удавалась, наблюдение полученного эффекта могло продолжаться бесконечно. Делались попытки ловить все его нюансы. Если же реализация натыкалась на непредвиденные трудности и процесс затягивался, то наступал момент, когда давалась команда о завершении работ в этот день (как правило, это был глубокий вечер), но на следующий день Евгений Константинович уже утром находил возможность появиться у экспериментальной установки и после вопроса: "Ну, что у вас новенького?" – с головой погружался в работу. Если же время не позволяло, то, получив краткую информацию, он уходил, но можно было гарантировать, что к концу дня он вновь придет и работы будут продолжаться в установленном темпе.

Такое отношение к работе воспитывало и у нас увлеченность и устремленность. Работа становилась интересной. Вспоминая те годы, сопоставляю их с современным отношением людей к работе. Тогда для нас не существовало ограничений ни во времени, ни по характеру труда. В случае необходимости мы выполняли строительные, монтажные и всевозможные другие работы, конечной целью которых было подготовить условия для эксперимента. При этом мы совсем не были "святыми". Наши "шуточки" иногда были весьма острыми и опасными, но они не заслоняли работу, а были лишь необходимой разрядкой. К сожалению, у современной молодежи деяния, касающиеся отвлечения от работы, занимают значительно большую часть времени, чем полезная деятельность.

Меня всегда поражало исключительное уважение Евгения Константиновича к своим и не только к своим сотрудникам. Вне зависимости от занимаемой мной должности, несмотря на большую разницу в возрасте, я всегда был "Александром Павловичем", разговор со мной велся в крайне спокойном тоне. Даже самые нештатные производственные упущения типа поломки большой катушки Гельмгольца вследствие ее падения на пол или сбрасывания со стола осциллографа в результате зацепления ногой идущего от него кабеля сопровождались со стороны Евгения Константиновича недоуменным вопросом: "Что это?" – и больше ничем. Далее следовал обычный разговор в спокойном тоне. Однако, как правило, в этом разговоре и скрывалась истинная оценка действия проштрафившегося. За время работы у Евгения Константиновича я, как и большинство старых сотрудников сектора, научился понимать, что скрывается за этим спокойствием, но абсолютное большинство людей, кратковременно и эпизодически соприкасавшихся с Евгением Константиновичем, этого не понимали и спокойно считали, что они принимают участие в обычном обсуждении технического вопроса. Так, сотрудник ИАЭ тех лет Л. Кораблев, которого я и мой друг П.И. Блинов, откровенно говоря, однажды бесстыдно разыграли, изобразив повышенный интерес к выполняемой им работе, в резкой форме, не объяснив, в чем дело, обратился к Евгению Константиновичу с требованием оградить его от посягательств на выполняемую им научную работу и высказал претензию, что решение одного и того же вопроса Евгений Константинович поручает разным работникам и тем самым как бы вырывает из его (Кораблева) рук его (Кораблева) научный хлеб. В ответ вместо возмущения бестактностью и неправомерностью требований Л. Кораблев услышал спокойный ответ, что "монополизм в науке неприемлем" и что "кто быстрее работает, тот и быстрее получает результаты", и так и не понял, что на самом деле ему была дана жестокая выволочка за зазнайство и заносчивость. А через некоторое время Л. Кораблев сообщил нам с Блиновым, что Евгений Константинович внимательно выслушал его жалобу и что вскоре к нам будут приняты надлежащие меры. Пересказав содержание разговора, он доставил нам истинное наслаждение.

Евгений Константинович очень доверял людям и иногда при этом переоценивал их. Много сил и энергии он затратил на выдвижение целого ряда молодых сотрудников ИАЭ, которых он считал перспективными

научными работниками. К сожалению, не все из них после выдвижения ответили ему взаимностью.

Мне кажется, что любого собеседника он считал равным себе по научному уровню и ожидал выполнения работы в соответствии с этим уровнем. Вследствие этого курьезный случай произошел со мной на первом году моей производственной деятельности, когда Евгений Константинович перед самым концом рабочего дня попросил меня популярно изложить принципы поляризации ядер. На мой вопрос об уровне популярности он ответил: «Чтобы было понятно неспециалисту, ну как, например, в журнале "Знание–сила"». Когда, добросовестно изучив уровень статей в этом журнале,я представил для прочтения теорию поляризации ядер, изложенную на двух страницах без единой формулы, Евгений Константинович был удивлен и сказал, что представить такой материал Игорю Васильевичу не может. Оказывается, материал предназначался И.В. Курчатову и под понятием "неспециалиста" подразумевалось отсутствие глубокого знания данного вопроса. В результате появился объемистый труд, который и был передан по назначению.

Круг научных интересов Евгения Константиновича был чрезвычайно широк. Сектор занимался и периодической структурой искры в искровом счетчике, и ЭОПами, и регистрацией солнечной короны при солнечном затмении, и оптической моделью ядра, и вопросами ядерных взаимодействий, для чего и требовались поляризованные пучки и поляризованные мишени, а затем и проблемой управляемого термоядерного синтеза. Работа в ЛИПАНе, с одной стороны, способствовала осуществлению такой возможности из-за прекрасного приборного и другого оснащения этих работ, а с другой – усложняла положение Евгения Константиновича из-за исключительно жестких режимных требований. Чем шире круг, тем легче утекает информация. Я помню, в каком сложном положении оказался Евгений Константинович на Международной конференции по магнетизму, проводимой в ФИАНе в середине 50-х годов. Дело в том, что профессор К. Гортер, автор книги "Парамагнитная релаксация"[1], узнав, что в число участников конференции входит Е.К. Завойский, приложил очень много энергии, чтобы лично встретиться с ученым, открывшим это явление. Евгению Константиновичу пришлось отказаться от этой встречи, недопустимой по тем временам. В результате он вынужден был покинуть конференцию задолго до ее завершения.

Ширина решаемых сектором проблем не помешала созданию дружного сплоченного коллектива, причем большинство личностей этого коллектива были довольно яркими индивидуальностями. Видимо, в основе этого сплочения была та спокойная деловая обстановка в секторе, созданная Евгением Константиновичем, без ненужных дерганий и "взбадриваний", так присущих нашему времени. Занятость сотрудников и интерес решаемых ими вопросов делали ненужными конфликты и обострения отношений. Конечно, как и во всяком коллективе, были несогласие взглядов, расходящиеся мнения, взаимные антипатии. Но пример Евгения Константиновича как-то лишал остроты эти противоречия и переводил их в обычные человеческие споры. Эта сплоченность и дружба сохраняются

---

[1] *Гортер К.* Парамагнитная релаксация. М.: Изд-во иностр. лит., 1949.

до сих пор. Сотрудники, ушедшие из сектора в конце 50–начале 60-х годов, до настоящего времени поддерживают дружеские отношения между собой и с сотрудниками, оставшимися в секторе. В 1959 г. в связи с расширением работ по приборному обеспечению физических экспериментов в области УТС, приведших к смене профиля моей работы, я был переведен в смежный институт, и дальнейшие мои встречи с Евгением Константиновичем стали эпизодическими.

П.Э. Немировский

МОИ ВСТРЕЧИ С ЕВГЕНИЕМ КОНСТАНТИНОВИЧЕМ

Мне доставляет большое удовольствие поделиться своими воспоминаниями о Е.К. Завойском, которого я очень высоко ценил как ученого и человека. Я познакомился с ним в 1953 г. после его перехода на работу в Институт атомной энергии (тогда ЛИПАН). После первых же бесед я понял, что это Человек с большой буквы, один из самых интеллигентных людей, которых я когда-либо знал. Евгений Константинович в то время был уже знаменитым ученым (ведь он уже лет за десять до этого открыл электронный парамагнитный резонанс), но в обращении с кандидатом наук, каким был в то время я, да и просто с дипломником он был удивительно прост. Беседовали мы довольно часто. Обычно это происходило по дороге на работу, как правило, в летнее время. Так как жили мы близко, беседа длилась минут пятнадцать. Но за это время Евгений Константинович высказывал несколько глубоких мыслей и советовался по вопросам квантовой механики, хотя я должен сказать что шредингеровскую теорию атома он знал блестяще, пожалуй, лучше всех экспериментаторов своего поколения.

Запомнилось, что Евгений Константинович всегда был безукоризненно одет, причем летом – в легкий чесучевый костюм и носил галстук, а мы все, доктора и кандидаты наук, ходили летом без галстука и в рубашках с короткими рукавами.

Разносторонность интересов в науке была характерна для Евгения Константиновича. Он стремился к тому, чтобы методические разработки атомной и ядерной физики могли найти приложение и в достаточно отдаленных областях знаний. Так, в середине 50-х годов он был увлечен идеей увеличения светосилы телескопов с помощью фотоумножителей. В то время эти приборы только входили в широкую практику и такое оригинальное их применение вызывало всеобщее восхищение.

Но как настоящий русский интеллигент, Евгений Константинович не был всецело поглощен наукой, его очень интересовало изобразительное искусство. И на этой почве мы также сблизились. Нас обоих интресовали художники – искатели новых форм. В трудные для этих художников времена, последовавшие за хрущевским разносом, мы неоднократно навещали опальных мастеров, стремясь их приободрить. У Евгения Константиновича была большая машина на семь мест. Нашим постоянным гидом был Юрий Владимирович Адамчук, у которого были широкие связи в художественных кругах. Обычно ехали Е.К. с дочерью, я с женой,

Адамчук и еще один или два физика (это был переменный состав, так что, кто именно еще ездил, сейчас и не вспомнишь).

Начались наши совместные поездки с посещения Ангелины Васильевны Щекин-Кротовой, вдовы знаменитого живописца Р. Фалька. Это было после грубых нападок Н. Хрущева на "Обнаженную", и Ангелина Васильевна была очень подавлена. Евгений Константинович и все мы успокаивали ее, что громадная коллекция картин, находившаяся тогда у нее в мансарде дома в Соймоновском проезде, обладает высочайшими художественными качествами. В другой раз мы поехали в мастерскую, где работал замечательный скульптор XX в. В. Сидур с друзьями В. Лемпортом и Н. Силисом. Это был подвал многоэтажного дома на Комсомольском проспекте. Евгений Константинович был восхищен камерной скульптурой этих мастеров и приобрел одну из вещей. Но к ныне (посмертно) всемирно известному художнику Анатолию Звереву даже и поехать было некуда. Ведь у него не было постоянного жилья. Его картины привозились на дом, и непонятый и непризнанный тогда художник находил почитателей среди таких людей, как Евгений Константинович.

Вот некоторые штрихи, которые я хотел бы добавить к незабываемому образу Евгения Константиновича.

П.С. Самойлов

НЕ ВСЕ ТАК ГЛАДКО

Весной 1953 г. проходили очередные выборы в Академию наук. Несколько кандидатов из числа видных ученых выдвигались и от Института атомной энергии. На Ученом совете института под председательством И.К. Кикоина (директор института И.В. Курчатов находился в длительной командировке) были обсуждены кандидатуры Л.А. Арцимовича, Е.К. Завойского и других ученых. При обсуждении кандидаты, естественно, выходили из зала, пример чему в соответствии с алфавитом показал Л.А. Арцимович. А.П. Александров задал председательствующему вопрос: "Что за последние 10 лет сделал Л. Арцимович?". И.К. Кикоин описал кратко его деятельность, и кандидатура была оставлена в списке выдвигаемых в ряды академиков. Когда дошла очередь до Е.К. Завойского, никаких вопросов не было, так как первооткрывателя ЭПР знали и высоко ценили как первоклассного физика-экспериментатора все присутствующие. Это открытие им было сделано в тяжелейших условиях военного времени в Казанском университете. Ввиду исключительной сложности и важности эксперимента Евгения Константиновича опыты вскоре были повторены им в Институте физических проблем (по предложению П.Л. Капицы). Так что физики Москвы также были осведомлены о плодотворной научной деятельности Е.К. Завойского. Кроме того, он и в самом ИАЭ к этому времени уже завоевал огромный научный авторитет. Поэтому Ученый совет единогласно оставил его в списке кандидатов на выборы в члены-корреспонденты. Однако далее проходило не все так гладко. Через некоторое время после выдвижения кандидатов заканчивался срок подачи документов академику-секретарю, и

в последнюю субботу за 2–3 часа до конца рабочего дня ко мне, как к секретарю партийной организации, пришел Евгений Константинович с таким вопросом: "А знаете ли вы, Петр Семенович, что документы о моем выдвижении на выборы в Академию наук не отосланы, а срок их представления через 2–3 часа истекает?". Я, конечно, удивился, но вместе с Евгением Константиновичем проверил, что это действительно так.

Нужные документы удалось быстро оформить. С опечатанным конвертом в руках я прибыл с небольшим опозданием в Институт химической физики, где академик Н.Н. Семенов собирал документы. Его на месте не оказалось, но он дал указание секретарю-охраннику принимать пакеты. Спросив расписку, я сдал секретарю пакет и с чистой совестью поехал домой. Об этом эпизоде мы с Евгением Константиновичем больше никогда не вспоминали. Через некоторое время наш коллектив поздравил его с избранием в члены-корреспонденты Академии наук. Небольшая "заминка" с подачей документов, я думаю, не была случайностью.

Т.И. Санадзе

РАДОСТЬ ОБЩЕНИЯ

Первая моя встреча с Евгением Константиновичем Завойским состоялась в 1954 г. в ФИАНе. В том году я был прикомандированным аспирантом у А.М. Прохорова, где должен был освоить СВЧ-технику и методику ЭПР.

Однажды, когда Евгений Константинович посетил ФИАН, я был ему представлен А.М. Прохоровым. Врезались в память необыкновенная скромность и доброжелательность знаменитого ученого. Узнав о том, что я занимаюсь ЭПР, Евгений Константинович без всякой задней мысли стал обращаться ко мне не иначе, как "коллега" (к немалому моему смущению). С этого времени моя работа всегда оставалась в поле зрения Евгения Константиновича и его казанских соратников. Тема моей кандидатской диссертации была подсказана Б.М. Козыревым и С.А. Альтшулером. А в 1958 г. Евгений Константинович был оппонентом на моей защите. Его отзыв о работе был лестным. Евгений Константинович сказал, что работы по стилю и манере выполнения напоминают известные работы Блини, что было комплиментом.

На протяжении многих лет я неоднократно имел возможность общаться с Евгением Константиновичем на конференциях и во время его приездов в Тбилиси. И, как всегда, общение с ним бывало необыкновенно полезным. Он был неизменно дружелюбен и бескорыстен.

Евгений Константинович умел увидеть в свежем научном результате то главное, что для большинства становилось очевидным много времени спустя. Так, в 1967 г. Евгений Константинович был пару дней в Тбилиси на конференции по физике плазмы. Я встретился с ним. Евгений Константинович изъявил желание осмотреть нашу лабораторию и ознакомиться с исследованиями по ЭПР. В то время мы изучали релаксационные процессы ЭПР урана в CaF_2 при низких температурах. Знакомясь с нашими результатами, Евгений Константинович тотчас

обратил внимание на один эффект, наблюдавшийся нами, значение которого недооценивали, точнее – привыкли к нему и перестали удивляться. Было хорошо известно, что воздействие узкими СВЧ-импульсами на линию ЭПР приводит к "выжиганию" одиночного провала в линии. А у нас наблюдалось появление целого спектра впадин. Это было неожиданным! И вместе с тем было совершенно очевидно, что при этом разрешалась сверхтонкая структура, обусловленная окружающими магнитный центр ядрами. Спектр образованных впадин имел сильную угловую зависимость. Было совершенно непонятно, как образуется спектр.

Реакция Евгения Константиновича на увиденное была для нас неожиданной и вдохновляющей. Евгений Константинович сказал: "Немедленно печатать. Это же более простой и наглядный способ выявления и измерения параметров лигандной сверхтонкой структуры, чем известный метод ДЭЯР (двойной электронно-ядерный резонанс)". Мы попробовали возразить, что пока нам неясно объяснение явления, как же печатать. "Опубликуйте факт", – настоял Евгений Константинович. Через несколько месяцев наше сообщение появилось в ЖЭТФе, а Евгений Константинович рекомендовал Альтшулеру и Козыреву, готовившим к выпуску книгу "ЭПР соединений элементов промежуточных групп", обязательно включить в нее наш эксперимент. Вот что о нем говорится в этой книге (полностью повторяя оценку Евгения Константиновича): "Для выявления и исследования сверхтонкой структуры спектра ЭПР, скрытой из-за неоднородного уширения резонансной линии, Санадзе и др. был предложен более простой (чем у Феера) и удобный метод дискретного насыщения. Благодаря своей простоте этот метод, по-видимому, будет удобен для измерения параметров неразрешенной сверхтонкой структуры".

В то время такая оценка нашей работы казалась мне неоправданно высокой, ведь метод Феера является мощным методом исследования вещества и конкурировать с ним казалось нам слишком смелым. Сегодня развитый метод импульсной спектроскопии ЭПР, названный радиочастотным дискретным насыщением, по простоте, информативности и легкости интерпретации отлично дополняет широко известный метод ДЭЯР.

Во время описанного визита Евгений Константинович поинтересовался, как у меня с докторской. Я, смутившись, спросил, достаточно ли будет для докторской этих экспериментов и их объяснения. Евгений Константинович улыбнулся и сказал: "Это же целая область. Тут не одна докторская получится". Слова Евгения Константиновича были пророческими. К настоящему времени только в Тбилиси в этом направлении защищены три докторские диссертации. Исследования продолжаются.

Не могу не вспомнить и мою защиту докторской диссертации. Это было в 1971 г. Опять мой главный оппонент Евгений Константинович. При встрече в аэропорту вместо приветствия Евгений Константинович "гроз-но" на меня обрушился: "Это что за выводы вы написали? Всего из трех пунктов на четверть страницы: обнаружил, объяснил, применил". – В его устах это прозвучало как "пришел–увидел–победил". – "Так вы могли писать для меня, но не для такого учреждения, как ВАК".

Сказать о Евгении Константиновиче "доброжелательный" – это ничего не сказать. Он всей своей натурой излучал такое необыкновенное тепло, что всякий, кто попадал в поле этого "излучения", находился под его животворной властью.

Сейчас, когда я пишу эти строки, я опять переживаю знакомое ощущение бесконечной радости общения с большим ученым и необыкновенным человеком.

П.И. Блинов

GAUDEAMUS IGITUR...*

"Gaudeamus" я впервые услышал в исполнении Е.К. Завойского. В 1955 г. я начал работать в его секторе. И однажды увидел Евгения Константиновича, медленно прогуливавшегося по коридору "медсклада" (так называлось наше здание) и напевавшего вполголоса: "Vivat academia! Vivat professore!" Размышляющего таким образом Евгения Константиновича я видел в первый и последний раз. Зато он часто и подолгу гулял вдвоем с кем-нибудь из сотрудников, обсуждая задачи предстоявших работ. Нам, молодым специалистам, он уделял очень много времени, и это были беседы на самые разные темы. Однажды он рассказал нам о значении в укреплении воли человека неизвестного еще у нас в стране аутотренинга; приводил советы французских медиков, как расслабляться перед сном, чтобы лучше отдохнуть. Другой раз – о том, что одна только разработка химикатов для борьбы с сорняками полностью окупила бы годовые расходы на содержание всей Академии наук. Такие беседы "на вольные темы" он вел обычно с нами по дороге с работы. Работал он часов до 10 вечера. Приходя к нам, он интересовался результатами, давал советы, что и как сделать, а утром снова спрашивал: "Ну, как, вы работали? Какие результаты?" Я начинал рассказывать, что, вот, починил автотрансформатор, собрал схему... – "А-а, вы еще не работали!" – Такие прозаические вещи, как починка или сборка, Евгений Константинович работой не считал.

Поначалу все называли его по имени-отчеству. Сокращение "Е.К." ввел, пожалуй, перешедший к нам из Института физических проблем Борис Николаевич Самойлов. С тех пор все так его и называли Е.К., за глаза, конечно.

В обращении с сотрудниками всегда чувствовалась исключительная деликатность: со всеми на "Вы". Даже самых молодых он всегда называл по имени и отчеству (к слову, Евгений Константинович был едва ли не единственным человеком в институте, к которому И.В. Курчатов обращался на "Вы"). Желая отметить эту черту Евгения Константиновича, мы в новогодней газете 1957 или 1958 г. подарили ему "Словарь крепких выражений для разговора с подчиненными" (к этому времени Евгений Константинович стал начальником 102-го объекта, в который, кроме

*"Итак, будем веселиться..." – начало старинной студенческой песни.

его сектора, сектора Л.В. Грошева, входили мастерская, электро- и хозяйственная службы). "Крепкое выражение" на букву "А" звучало: "Ай-ай-ай!"

Однажды мы с А.П. Ахматовым пожаловались Евгению Константиновичу на Л.В. Кораблева. На другой день он с победным видом сообщил нам: "Кораблева я отчитал!" Когда же мы ехидно спросили у "отчитанного": "Ну, что, Лева, попало тебе от Е.К.? Всыпал он тебе?" – то оказалось, что тот и не заметил, что его, оказывается, "отчитали": "Да нет, он только сказал мне..."

Из-за своей деликатности Евгений Константинович часто попадал в курьезные ситуации. Так, однажды, зайдя в обеденный перерыв к нам, он застал меня за необычным делом: сваркой полиэтиленовых мешков. Из самого простого интереса Е.К. спросил: "Петр Иванович, что это вы делаете?" Ответить, что мешки нужны нашей секции для байдарочного похода, я не решился, но и врать тогда я еще не умел. Покраснев, я ответил: "Евгений Константинович, это не для работы". В другой раз, и тоже в обеденное время, войдя в зал, он застал следующую картину: в комнате запах спирта, мы стоим кружком у раковины, молоденький лаборант Володя Агуреев делит громадную булку для бутербродов с колбасой, а Б.Н. Самойлов переливает спирт. При всей пикантности сценка была самой безобидной: в субботу рабочий день был на час короче. Чтобы уйти пораньше, мы не пошли на обеденный перерыв. Володя не решался съесть бутерброд один и хотел поделиться с нами. Борис Николаевич получил спирт на всю лабораторию и отливал его в наши пузырьки. Мы же, молодые и далеко не трезвенники, шутили на тему выпивки. Смутившись больше нас, Евгений Константинович сухо поздоровался и сразу ушел. Объяснять ему было что-либо нелепо. Посмотрев друг на друга, мы расхохотались, а Б.Н. Самойлов сказал: "Все равно Е.К. решил, что мы пьем..."

Дважды на моих глазах Е.К. резко менял направление научных исследований. Первый раз это произошло в 1958 г., вскоре после знаменитого бума с "Зетой", когда английские ученые сообщили, что они получили рекордно высокую температуру электронов плазмы в миллион градусов. И.В. Курчатов решил резко расширить исследования по термоядерной тематике. Привлек он к ним и Евгения Константиновича. Посетив здание, где располагался наш 102-й объект (так по номеру здания называлось подразделение), Игорь Васильевич убедил Е.К. сменить научную тему сектора, указав даже на достоинства помещений, которыми располагал Е.К., – просторные залы с толстой бетонной защитой. Не знаю, насколько труден был этот переход для Евгения Константиновича. Вскоре он провел с нами (М.В. Бабыкиным, А.П. Ахматовым, Л.И. Артеменковым и мной) беседу, в ходе которой убеждал (и, естественно, убедил) перейти на другую тематику. В здании появились новые сотрудники-экспериментаторы: В.Д. Русанов, Б.И. Патрушев, И.А. Кован и первый в секторе теоретик Л.И. Рудаков, которого рекомендовал Евгению Константиновичу Д.А. Франк-Каменецкий. Часто, заглянув в кабинет Е.К., мы заставали его беседующим с Л.И. Рудаковым. По длительности бесед и их регулярности мы догадались, что Евгений Константинович проходит "ликбез".

Е.К. Завойский органически не мог идти по чьим-то следам. Он нашел свою область исследований – сильные электрические поля. Исследования привели к открытию эффекта турбулентного нагрева и аномального сопротивления плазмы, за которое Евгений Константинович с группой сотрудников и группа В.А. Супруненко из Харьковского ФТИ получили Государственную премию. Е.К. объяснял достоинства нового метода нагрева плазмы. Конечно, и в этом случае в плазме возникают неустойчивости, препятствующие ее удержанию. Но нагрев происходит настолько быстро, что есть надежда успеть нагреть ее быстрее, чем она разлетится.

Второй раз смена тематики произошла в 1968 г. Евгений Константинович пришел к выводу, что, несмотря на увеличение сопротивления плазмы, скин-эффект резко снижает скорость передачи энергии от внешнего поля к глубинным слоям плазмы. Нужен новый метод нагрева. Этот метод он увидел в применении мощных электронных пучков, способ получения которых незадолго до этого был предложен американскими учеными. Повторилась картина десятилетней давности: Евгений Константинович убеждал сотрудников переключиться на новую тематику, и в секторе появился новый сотрудник И.Н. Сливков, спроектировавший и построивший установку "Урал".

Возвращаясь к рассказу о турбулентном нагреве, замечу, что Евгений Константинович показал нам образец порядочности в человеческих отношениях. Выдвижение кандидатур на премию шло в трудных переговорах с харьковчанами: каждый коллектив стремился провести в список лауреатов максимум своих сотрудников. Шла жесткая борьба. Тем не менее у Евгения Константиновича сложились и до конца дней сохранились теплые дружеские отношения с В.А. Супруненко, в котором соратники Завойского видели только конкурента. Хорошие отношения были у Евгения Константиновича и с учеными из Института вакуумной техники и НИИЭФа, также занимавшимися исследованиями турбулентного нагрева. Он видел в них коллег, а не конкурентов.

П.П. Гаврин

ГОДЫ, О КОТОРЫХ Я ЛЮБЛЮ ВСПОМИНАТЬ

Работы по термоядерному синтезу в ИАЭ были начаты в 1949–1950 гг. После доклада И.В. Курчатова в Харуэлле (Англия) стало ясно, что успехи в этой области в нашей стране и за рубежом приблизительно одинаковы и, естественно, поэтому встал вопрос о расширении фронта работ.

В отделе, руководимом Е.К. Завойским, было создано несколько групп, которые в дальнейшем были преобразованы в лаборатории. Среди сотрудников нашего отдела царил большой подъем и дух соревнования. Благодаря вниманию дирекции института мы получили большое количество новой современной аппаратуры, необходимой для исследования высокотемпературной плазмы.

Помнится, я тогда выразил желание работать по новой тематике. Моя

просьба была удовлетворена. Я с теплотой вспоминаю те пятнадцать лет, в течение которых мне посчастливилось работать непосредственно под руководством Евгения Константиновича.

В нашей небольшой группе, как, впрочем, и во всем отделе, постоянно сохранялась атмосфера высокой требовательности и дисциплины. Рабочий день начинался точно в назначенное время, как правило, или с обсуждения вчерашнего эксперимента, или с того, что необходимо было сделать сегодня. Вакуумный насос уже должен быть включен, конденсаторная батарея заряжена. Измерительные приборы нацелены на объект изучения. Евгений Константинович уже у осциллографа.

Темп работы в нашей группе был очень высоким. Мне как новому сотруднику сначала приходилось трудно, но надо было привыкать. Первые дни и недели пришлось выдержать строгий экзамен. Евгений Константинович проверял мои способности в фотографии, знания в оптике, умение работать со спектрографом, давал советы по обработке экспериментальных результатов или сборке и наладке физической аппаратуры. Мне было просто неудобно от того, что руководитель уделяет так много времени одному сотруднику. Потом я понял, что такое бережное и внимательное отношение к рядовому сотруднику, да и вообще к окружающим людям было характерным для Евгения Константиновича. За многие годы работы я никогда не слышал, чтобы он повысил голос или говорил в приказном тоне.

Можно привести множество примеров скромности и порядочности Евгения Константиновича. Так, он никогда не стремился занимать высокие административные должности. Его стихией была наука, и он отдавал ей все силы. Некоторые шутники-острословы говорили, что Завойский является единственным работающим академиком в институте.

Однажды, в начале работ по турбулентному нагреву плазмы при оформлении статьи для журнала как-то стихийно возник вопрос о порядке расстановки фамилий соавторов. Мы, сотрудники, считали, что на первом месте, безусловно, должна стоять фамилия руководителя, но дипломатично промолчали, так как никто не решился проявить "подхалимаж" в этом вопросе. В результате фамилии авторов были расположены по алфавиту, и Евгений Константинович оказался на третьем месте. Конечно, это было неправильно. По этому поводу академик М.А. Леонтович при обсуждении на семинарах работ Завойского по турбулентному нагреву любил ссылаться на статьи "Бабыкина и других...", что вызывало веселое оживление слушателей. Все, конечно, понимали, кто подразумевался под словом "другие".

Далее, Евгений Константинович никогда не подписывался под работами, в которых он непосредственно не участвовал. Разумеется, он, безусловно, был настоящим научным руководителем всего коллектива отдела и уделял много времени работам каждой лаборатории. Тем не менее он подписывался под работами только одной нашей группы, где он непосредственно работал сам и которой уделял наибольшее и главное внимание.

Когда на нашей установке при включении прямого тока через плазму был зарегистрирован аномально большой выход нейтронов, нас посетили директор нашего института А.П. Александров и И.Д. Морохов из

Госкомитета и предложили опубликовать на первой странице газеты "Правда" сообщение о полученных результатах. Евгений Константинович решительно воспротивился этому, считая, что работа еще не закончена и требуется дополнительная проверка экспериментальных результатов.

Д.Н. Лин

ПРАЗДНИК ТВОРЧЕСТВА

Те семь лет, которые я проработал сотрудником в отделе Е.К. Завойского, всегда буду вспоминать с чувством благодарности судьбе за то, что дала мне эти годы. Каждый день работы, могу сказать без преувеличения, предвкушался как праздник творчества. Скучать не приходилось. Расскажу о нескольких эпизодах, в которых проявился удивительный характер Евгения Константиновича. Как-то 31 декабря в середине 60-х гг. мы уже к концу дня закончили довольно сложную переналадку установки. Пришел Е.К., очень обрадованный этим обстоятельством, и предложил испытать установку в работе. Охотников возражать не нашлось, и где-то в шестом часу вечера начали эксперимент. Дело пошло удачно, однако время летело, а конца что-то видно не было. Похоже, и сам Е.К. был этим несколько обескуражен, но продолжал действовать, требуя с каждым новым опытом повышать напряжение разряда. Наконец, один из разрядников не выдержал высокого напряжения и с характерным треском разломился. Тогда все, очень довольные, поздравили друг друга с Новым годом и разошлись. В другой раз, тоже накануне какого-то праздника мы – четверо молодых инженеров – решили устроить нечто вроде отгула, благо день предполагался укороченный и, кроме встречи комиссии и сдачи помещений, делать было нечего. Однако, когда после праздника явились на работу, оказалось, что отделом кадров была проведена проверка, нас всех переписали как прогульщиков и потребовали объяснительных записок. Тот факт, что мы регулярно заканчивали свой рабочий день не ранее 9 часов вечера, отдел кадров, конечно, не интересовал. С.Д. Фанченко, заместитель начальника отдела, посоветовал нам обратиться к Е.К. Мы четверо не знали, что делать, поскольку обычно в его присутствии все без исключения ощущали некоторую робость. Все же меня, как самого безответного, послали говорить с Завойским за всех четверых. Я нашел его и промямлил нашу историю. "Какое безобразие...", – сказал Евгений Константинович. У меня сердце ушло в пятки. Однако оказалось, что это восклицание относится не к нам, а к тем, кто реальный труд стремится подменить формальным присутствием на работе. Наше дело было быстро улажено, а я уверился, что справедливость все же существует.

Через несколько лет мне была поручена руководством отдела работа на довольно крупной установке. Помощников, однако, не дали. Для выполнения любых работ, где пары рук не хватало, приходилось бегать по отделу и искать добровольных помощников. В конце концов я пришел к Евгению Константиновичу и взмолился, чтобы дали лаборанта. Выслушав, он заявил, что лаборанта у него нет и что он сам готов быть моим

лаборантом. Тут я понял, что дело пошло несколько иначе, чем хотелось бы, и попытался объяснить, что лаборант мне в общем совсем не нужен. Не тут-то было! Е.К. надел свой старенький синий халат, пошел со мной в зал установки и устроил такой экзамен всему тому, что я успел сделать, что с меня за эти несколько часов семь потов сошло. К счастью, установка меня не подвела, системы управления и диагностики работали без сбоев. Убедившись, что работа у меня идет нормально и получаются интересные результаты, Евгений Константинович удалился. Но помощника мне потом все же нашел. Тогда даже трудно было предположить, что мое знакомство с этим замечательным человеком будет недолгим. Для меня Е.К. Завойский навсегда останется примером настоящего ученого, в высшей степени корректного и взыскательного, вдохновенного и изобретательного исследователя.

В.Д. Русанов

ШТРИХИ К ТВОРЧЕСКОЙ БИОГРАФИИ Е.К. ЗАВОЙСКОГО

Впервые я увидел Е.К. Завойского в январе 1958 г. Это было связано со следующим событием. И.В. Курчатов был крайне возбужден, полон энтузиазма и планов: наконец-то можно было перейти от работы тяжелой и неприятной к работе тяжелой, но приятной. Одним из его первых шагов был поиск новых подходов к проблеме взаимодействия электромагнитных полей с плазмой, управлению ее нагревом. Поэтому в сферу его внимания попал Д.А. Франк-Каменецкий, выступивший с любопытной идеей осуществить магнитно-звуковой резонанс в плазме, т.е. нагреть плазму, минуя традиционный джоулев нагрев. Идея, высказанная им в начале осени 1957 г. на семинаре, не встретила заметного участия и поддержки научной общественности отдела, которым руководил Л.А. Арцимович. Зато молодых сотрудников идея Франк-Каменецкого воодушевила. С пылом и задором молодости они сделали прикидки, как можно таким способом нагревать плазму, какая потребуется аппаратура, какой должна быть установка. Поздней осенью того же года все эти соображения были доложены И.В. Курчатову и получено его полное одобрение. Однако мудрый Игорь Васильевич тут же решил создать новую организационную схему и перенес эксперимент в сектор Е.К. Завойского, где уже в январе 1958 г. в связи с этим начались интенсивные работы. К лету того же года была создана первая установка, позднее – вторая. Они работали на двух различных частотах и несколько отличались аппаратурным оснащением. Были созданы две группы. В первую входили: В.Д. Русанов, И.А. Кован, Б.И. Патрушев. Во вторую: Е.В. Пискарев, Г.Е. Смолкин, П.И. Блинов и др. К середине года были получены первые результаты. Они оказались положительными. Данные вполне обнадеживали. Энтузиазм сотрудников был огромен. Евгений Константинович обладал удивительной способностью поддерживать этот энтузиазм, заражая сотрудников своим примером, где строгим взглядом, где помощью, где стимулирующим разговором. Каждый сотрудник получал поддержку и каждый чувствовал себя участником большого и интересного дела. Темп работы был высок. Основные исполнители расходились домой не ранее 10–11 часов вечера, и

уже в сентябре 1958 г. были продемонстрированы основные черты явления, а в конце октября на семинаре "Т", где председательствовал И.В. Курчатов, были доложены результаты. Первые положительные результаты вдохновили Евгения Константиновича и коллектив сотрудников, который работал над новым способом нагрева плазмы. В этих начальных экспериментах особенно красивыми были исследования с помощью миниатюрного магнитного зонда, что для экспериментаторов было не совсем обычно, так как существовало представление о невозможности прохождения электромагнитной волны через плазму вследствие скин-эффекта. Эти пионерские исследования советских физиков были сделаны одновременно или отчасти несколько раньше, чем подобные исследования за рубежом, например исследования, связанные с распространением альвеновских волн вдоль магнитного поля. Тем самым было положено начало фундаментальным исследованиям по физике плазмы. Подбором параметров плазмы можно было обеспечить не только проникновение, но и усиление электромагнитного поля плазмы по сравнению с внешним полем. В некоторых экспериментах коэффициент усиления достигал 10–15.

Изящество в постановке эксперимента, свойственное Евгению Константиновичу и его школе, и в этот раз позволило показать простыми и наглядными методами существо явления и основные физические закономерности. Будучи человеком крайне увлеченным и по сути своей первопроходцем, он не любил процесса доведения эксперимента до абсолютного соответствия всего и вся, не занимался подчисткой и доделкой. Ему становилось скучно. И он начинал искать новое поле – поле приложения могучего таланта и специфичного понимания сути физического исследования.

В январе 1960 г. мы вместе с Евгением Константиновичем принимали участие в последней поездке И.В. Курчатова в Харьков. Чтобы не скучать в дороге, Евгений Константинович предложил мне сыграть партию в шахматы. Он был, как я понял, очень доволен тем, что я проиграл ему, кроме одной ничьей, первую и остальные все партии. Он демонстрировал спортивный азарт и завидные качества бойца.

Евгений Константинович был полон новых физических идей. В Харькове после нашего разговора с Игорем Васильевичем его с теплотой и энтузиазмом встретили А.И. Ахиезер и Я.Б. Файнберг в надежде, что Евгений Константинович сможет проникнуть в тонкости турбулентности плазмы и поставит соответствующий эксперимент. Уже к утру была готова новая идея, как создать магнитный анализатор спектра шумов и как можно достичь результатов в этом новом подходе. В дальнейшем по возвращении в Москву Евгений Константинович и его сотрудники несколько месяцев трудились над такой диагностикой (В.А. Скорюпин) и она была, наконец, создана. Тем самым был осуществлен прорыв в область тонких методов физической диагностики плазмы.

В 1961–1962 гг. Евгений Константинович начинает исследования в несколько ином плане. Его увлекают нелинейные эффекты, проявление коллективных свойств плазмы, диссипативные явления, связанные с турбулентностью в разряде, в частности, при формировании интенсивных ударных волн, при протекании мощных импульсных токов вдоль магнитного поля. На этом базируется логика турбулентного нагрева, когда диссипация энергии происходит не за счет кулоновских столкновений, а за

счет взаимодействия с самосогласованным фоном различных потенциальных мелкомасштабных турбулентных пульсаций. Вместе с Евгением Константиновичем в исследование турбулентного нагрева интенсивно включились его ученики В.А. Скорюпин, М.В. Бабыкин и Л.И. Рудаков. Будучи человеком очень увлекающимся, он живо представлял себе, какие приложения может иметь это специфическое явление. И на следующем этапе начался поиск вариантов применения явления для интенсивного нагрева плазмы, в частности нагрева продольным током и с помощью ударных волн в геометрии зеркальной ловушки и в различных модификациях тороидальных устройств.

На первом этапе исследования по турбулентному нагреву очень тесно соприкасались с работами новосибирской школы под руководством Р.З. Сагдеева, которая исследовала бесстолкновительные ударные волны; аналогичные работы в Москве вели Г.Е. Смолкин с сотрудниками, В.Д. Русанов с сотрудниками, Г.В. Шолин и другие.

В начале 1965 г. логика возможности сверхбыстрого и интенсивного нагрева плазмы подверглась жесткой критике со стороны ряда ученых Института атомной энергии им. И.В. Курчатова (Л.А. Арцимович, И.К. Кикоин, М.А. Леонтович и др.). Развернулась дискуссия, привлекшая огромное количество "зрителей": на одном из заседаний в конференц-зале здания 101 были заняты даже все ступеньки. Не все в этой дискуссии было правильным, и методы оппонентов были подчас, мягко говоря, удивительными. Стороны слишком много вкладывали эмоций. Дискуссии были трудными и далеко не всегда результативными. Ощущая свою правоту в принципиальном предположении существования турбулентного нагрева, Евгений Константинович продолжал поиски фактов и прочих аргументов, доказывающих принципиальное предположение. Позднее появились новые эксперименты, как всегда изящные и красивые, в частности эффект аномального штарковского уширения линий водорода.Эти эксперименты были выполнены В.Д. Русановым, В.А. Скорюпиным, Г.Е. Смолкиным, Г.В. Шолиным, Ю.Г. Калининым и др. В дальнейшем (1970 г.) группе исследователей был выдан диплом на открытие за номером 112[1].

Беспокойный ум ученого заставлял Евгения Константиновича искать все время новых принципиальных путей и непроторенных троп. В конце 60-х годов он обратил внимание на возможность транспортировки энергии к малым мишеням с помощью сверхмощных релятивистских электронов. Наряду с Ф. Винтербергом Е.К. Завойский явился автором нового подхода к идее быстрого нагрева небольшого объема конденсированной ДТ-смеси с помощью сильноточного потока электронов. Это явилось мощным импульсом для развития физики и техники сверхмощных пучков электронов.

Будучи больным, Евгений Константинович никогда не позволял себе дать передышку от научного поиска, продолжал интересоваться вопросами сверхпроводимости, в частности вопросами высокотемпературной сверхпроводимости.

---

[1]Авторы открытия: М.В. Бабыкин, Е.Д. Волков, П.П. Гаврин, Б.А. Демидов, Е.К. Завойский, Л.И. Рудаков, В.А. Скорюпин, В.А. Супруненко, Е.А. Сухомлин, Я.Б. Файнберг и С.Д. Фанченко. См.: *Азаров А.М.* Открытия ученых СССР. Киев: Наук. думка, 1988. С. 23.

Евгений Константинович имел широкий взгляд на физическую природу вещей. Особенно его душе импонировали узловые точки, где проявляется сверхнапряженность физических параметров, где требуется новый подход и взгляд. Это, например, физика и техника ЭОПов. Он сочувственно, но подчас и очень настороженно относился к зарождавшейся в его отделе неравновесной плазмохимии.

Если вспомнить последние 14–15 лет творчества Евгения Константиновича, то здесь можно видеть не только уникальное умение физика-экспериментатора самому прочувствовать, ощутить новое физическое явление, но и дать импульс своим сотрудникам, ученикам – импульс веры в свои силы, заставить без принуждения почувствовать красоту физического эксперимента, создать атмосферу соревновательности, поверить, что всю жизнь можно посвятить физике, научному творчеству.

Евгению Константиновичу было присуще бережное, доброжелательное отношение к молодежи. Он умел прорастить талант и стимулировать его развитие. Он обладал научной интеллигентностью, которую сегодня так трудно найти. Все, кто соприкасался с ним, кто работал с ним, будут всегда помнить эти светлые дни в своей творческой биографии.

В.Д. Шафранов

ВСТРЕЧИ С Е.К. ЗАВОЙСКИМ

Хотя мы с Евгением Константиновичем работали в разных отделах, а я к тому же был на 22 года моложе его, все же мне привелось несколько раз пообщаться с ним, и в моей памяти сохранился его образ человека, страстно увлеченного наукой и очень деликатного, приятного в общении. Мои контакты с Евгением Константиновичем были краткими, но некоторые из них хорошо запомнились. Как известно, на 2-й Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии в 1958 г. были раскрыты бывшие ранее глубоко секретными исследования по УТС. И.В. Курчатов считал необходимым расширить их, и вот мы, "старые термоядерщики" из отдела Л.А. Арцимовича, узнаем, что, помимо И.К. Кикоина, начавшего проявлять интерес к стабилизированным тороидальным пинчам еще до Женевской конференции в связи с нашумевшими публикациями по английской установке "Зета", в ИАЭ на термоядерные исследования перешел и Е.К. Завойский. Я помню, что для нас (я имею в виду, по крайней мере, теоретиков сектора А.М. Леонтовича) это известие было очень приятным. Дела в УТС шли в это время туго. Мы знали об экспериментальном искусстве Евгения Константиновича и поэтому радовались переходу на "нашу" тематику такого выдающегося (по открытию ЭПР) физика. Насколько я себе представляю, вначале И.В. Курчатов предложил отделу Е.К. Завойского развивать исследования по удержанию плазмы в стеллараторных магнитных системах, ставших известными нам от американцев. Но в связи с проблемой нагрева плазмы в них Евгений Константинович сосредоточил внимание на поисках более эффективных, чем омический, способов нагрева.

Впервые я увидел Евгения Константиновича на одном из семинаров по

высокочастотному нагреву плазмы в его отделе, куда меня пригласил Д.А. Франк-Каменецкий, разработавший теорию магнитозвукового резонанса, исследования которого проводились в отделе Завойского. Евгений Константинович сразу произвел на меня очень приятное впечатление своей исключительной доброжелательностью, мягкостью, интеллигентностью. Мое постоянное уважение к нему поддерживалось и доброжелательным отношением также и моего учителя Михаила Александровича Леонтовича.

В 1969 г. я попал в одну весьма солидную комиссию вместе с Е.К. Завойским, М.А. Леонтовичем из нашего института и другими известными физиками из других институтов. Ее задачей было ознакомление с итогами исследований парящего шнурового разряда в ВЧ-поле, проводившихся в течение более 10 лет академиком П.Л. Капицей. Помню, когда мы ехали в Институт физических проблем в одной машине с М.А. Леонтовичем и Е.К. Завойским, я чувствовал себя очень неловко, так как в нашем коллективе скептически относились к интерпретации Петром Леонидовичем своих опытов. Он считал, что плазма нагревается в разряде до высокой температуры не менее 10^5 К. Видимо, такое же чувство испытывал Михаил Александрович. Не зная мнения Евгения Константиновича об опытах П.Л. Капицы, я спросил, не следует ли нам, представителям одного института, выступить с единой позиции (разумеется, как самый молодой настроен я был экстремистски). На это Евгений Константинович сказал мягко, что Петр Леонидович – исключительного мастерства физик. Он рассказал о ряде поразивших его самого тонких и остроумных исследований, важных технических разработках Петра Леонидовича. Далее он сказал, что такому человеку следует помочь необходимой для плазменных экспериментов современной аппаратурой, чтобы он смог довести их до большей ясности. Так он преподнес мне полезный урок такта и взвешенного подхода к оценке научного исследования. По-моему, с ним согласился и Михаил Александрович, во всяком случае обсуждение исследований по шнуровому разряду в ВЧ-поле прошло именно в духе высказываний Е.К. Завойского.

Кажется, во время этой же поездки в Институт физических проблем речь зашла также о науке вообще и о подготовке физиков. К тому времени у меня сложилась определенная точка зрения на недостатки преподавания у нас и, в частности, на вопрос, почему мы не богаты крупными открытиями. И я сказал: "По-моему, студентам очень важно рассказывать о методологии научного поиска. В популярных книгах все это излагается слишком упрощенно, взять хотя бы пример с яблоком Ньютона. А часто используемый дедуктивный метод изложения – исходя из общих принципов – создает впечатление легкости получения новых научных результатов. Вот, Евгений Константинович, было бы очень полезно, если бы вы написали подробно об истории вашего открытия электронного парамагнитного резонанса". Ответ Евгения Константиновича меня удивил. "Да ну, кому это интересно?" К моей радости, меня горячо поддержал М.А. Леонтович. Он даже как-то вскрикнул: "Да как же неинтересно? Это же очень важно!" Я потом понял, что, скорее всего, Евгений Константинович ответил так из-за своей скромности, и очень жалею, что не попробовал еще раз вернуться к этому разговору.

Через год-полтора после этого я встретился с Евгением Константиновичем по дороге на работу, и он, предложивший незадолго до того идею ввода энергии в плазму с помощью релятивистского электронного пучка, спросил меня, как обстоят дела в области магнитного удержания. Я рассказал ему о том, что после Дубненского международного симпозиума по тороидальным системам наша магнитная система "токамак" стала распространяться по всему миру и имеет хорошие шансы стать основой термоядерного реактора. Слушал он, как мне показалось, очень внимательно. Я сказал, что нам следовало бы также расширить эти исследования, а то получается, что за рубежом их стали развивать интенсивнее, чем у нас (мне, видимо, очень хотелось заинтересовать токамаками Евгения Константиновича). На это он ответил так, как если бы уже продумал для себя этот вопрос: "Вы знаете, мне не нравится, что токамак – нестационарная магнитная система". Меня это замечание Евгения Константиновича задело, но и как будто разбудило. Действительно, а нельзя ли придумать способа поддержания тороидального поля неограниченное время? Размышляя на эту тему, я сообразил, что открытая недавно Галеевым и Сагдеевым неоклассическая диффузия плазмы есть ключ к самоподдержанию тока за счет того, что ответственные за эту диффузию так называемые запертые частицы с "банановыми" орбитами движутся поперек магнитного поля, не чувствуя тороидальной его компоненты, т.е. они пересекают как бы только полоидальное магнитное поле, а следовательно, возбуждают тороидальный ток. Я стал обсуждать этот вопрос с Б.Б. Кадомцевым. Так, на 4-й Международной конференции по физике плазмы и УТС в Мадисоне (1971 г.) появилась наша работа о поддержании тока диффузией плазмы (правда, ее несколько опередили английские физики, выступившие с идеей "бутстрэп"-тока и успевшие опубликовать ее накануне конференции). Мало кто знает, что наша работа фактически инициирована Е.К. Завойским. К слову сказать, сейчас реализован способ длительного поддержания тока в токамаке путем передачи импульса электронам от ВЧ-волн. Но без бутстрэп-тока его эффективность представляется недостаточной.

С конференцией в Мадисоне связана одна печальная страница в жизни Евгения Константиновича. На этой конференции планировалось его выступление с работой по использованию релятивистского электронного пучка для термоядерного синтеза. Я тоже был в составе делегации. Сейчас я уже не помню, как это получилось, что в Государственный комитет за документами для поездки мы с Евгением Константиновичем ехали вместе (возможно, снова вместе с М.А. Леонтовичем). Евгений Константинович был в хорошем настроении, у него были интересные результаты для его выступления по УТС на международной арене. Однако, когда мы предъявили паспорта у входа, оказалось, что в списке на посещение ГКАЭ Евгения Константиновича нет. Меня возмутила такая небрежность работников Комитета. "Евгений Константинович, я сейчас сбегаю, попрошу выписать вам пропуск", – предложил я. Но, к моему ужасу, мне сказали, что он выведен из состава делегации. Может быть, даже не столько сам факт исключения из состава делегации в самый последний момент, когда потрачено столько сил на подготовку доклада, а то, как это было сделано, я воспринял как плевок в лицо уважаемого человека.

Евгению Константиновичу было тогда 64 года. У меня прямо кровь ударила в голову: что делать, как сказать ему о таком неожиданном повороте дела? Я решил подготовить его, сбежал вниз: "Евгений Константинович, там, знаете, еще не решен окончательно, вопрос о составе делегации..." Он сдержанно, со своей мягкой улыбкой отвечает: "Я уже знаю, что моя поездка отменена..." Как оказалось, незадолго перед этим за рубежом остался один (пожилой) крупный специалист по радиоэлектронике. И это откликнулось вот таким образом на честнейшем человеке. Грустно...

Дирекция института, видимо, не смогла вступиться за Евгения Константиновича, и, по моим представлениям, это особенно травмировало его и повлияло на оставшиеся годы жизни.

И еще одно малюсенькое воспоминание. Помню, еду в машине, которую ведет Евгений Константинович. Возможно, это было как раз возвращение из Госкомитета, вероятно весной. Он объясняет мне некоторые тонкости вождения (у меня машины не было). При съезде с путепровода Евгений Константинович говорит: "Вот здесь на спуске нужно быть осторожнее. Здесь быстрее подтаивает лед..." В этом желании поделиться хотя толикой своего жизненного опыта снова видна самая характерная, на мой взгляд, человеческая черта Евгения Константиновича – доброжелательность.

Г.А. Аскарьян

ПАМЯТИ Е.К. ЗАВОЙСКОГО

На дуэли был убит N.
Дуэль велась не по правилам:
Великий князь не любил N.
Из хроники XVIII в.

В плеяде звезд физиков–гениев XX в. – звезда Е.К. Завойского была одной из ярчайших. Его жизнь и творческий подвиг еще раз выявили основное отличие гения от таланта. Настоящий гений многократно рождает новое, кардинально существенное для науки, искусства, духа и познания человеческого, открывает все новые и новые направления в области познания. Это фундаментальное свойство гения – постоянно творить новое – и отличает его от гения однократного действия, гения случая, случайной находки, который по существу является высшей формой удачливого таланта. Каждый новый этап творчества Евгения Константиновича открывал новое направление.

Открытие электронного парамагнитного резонанса – фундаментального свойства веществ и их взаимодействия с ВЧ-полем имеет не только эпохальное значение для физики, но и большое прикладное значение.

Созданные им многокаскадные фотоэлектронные усилители изображения не только расширили границы пределов регистрации в астрономии, астрофизике, регистрации треков частиц, но и позволили России обогнать мировую науку в области техники электронно-оптических преобразователей и сверхскоростных регистраторов.

Открытие им турбулентного нагрева плазмы током обнаружило не только новое свойство токонесущей плазмы, но и открыло новую главу турбулентности, новые возможности нагрева плазмы.

И, наконец, предложенный и обоснованный им УТС на сверхмощных релятивистских пучках. Этот подход весьма перспективен из-за высокого КПД ускорения пучков и большого прогресса техники получения сверхмощных пучков.

Уже этого перечисления достаточно для того, чтобы понять выдающийся вклад Е.К. Завойского и высокие звания, присужденные ему, – академик, Герой Социалистического Труда. Казалось бы, что еще нужно для счастья – удача и признание у него были в наивысшей степени.

Но почему порой ему не хотелось говорить об обстановке на работе, почему он вынужден был годами пробиваться через кордоны сооружаемых кем-то преград и препятствий, почему ему в грубой и бесцеремонной форме в последний момент говорили, что он не едет на конференции, на которые он был приглашен и для которых он приготовил доклад. И почему он в знак протеста против такого обращения подал в отставку с работы. И почему гражданская панихида была не в институте, в котором он работал многие годы, а в ФИАНе?

Эти вопросы мучительно стояли передо мной, когда я вспоминал о многих встречах с этим удивительно талантливым, мягким, но непреклонным в принципиальных вопросах и легко ранимым человеком.

Мои встречи с Е.К. Завойским начались с начала 50-х годов, происходили редко и внезапно. В своей дипломной работе, выполненной в НИФИ-2 МГУ на кафедре И.М. Франка, в 1951–1952 гг. я предложил новый способ регистрации треков с помощью многосеточного усилителя изображения. Это так и осталось предложением, никаких попыток к реализации я не делал и не мог делать, так как некоторое время был без работы и вообще был начинающим, без навыков в этом деле.

Через какой-то период времени состоялся доклад Е.К. Завойского по разработанной им электронно-оптической регистрации треков. На нем выступил и И.М. Франк, который рассказал и о моем предложении. Е.К. сделал регистратор по-другому, у него усиление шло на каскадах преобразования фото-электронно-люминесцентных, а в моем предложении использовалось размножение электронного изображения с последним люминесцентным выявлением. Кроме того, и главное, Е.К. Завойский это уже сделал, а у меня было только предложение.

Однако результатом выступления И.М. Франка было то, что Е.К. нашел меня (хотя тогда это было сделать непросто) и предложил мне работать у него. Скрепя сердце, совершая над собой насилие, я отказался от этого заманчивого предложения, так как накануне договорился с Я.Б. Зельдовичем о поступлении к нему в аспирантуру в Институт химической физики. (Знать бы наперед, что из-за интриг в институте Я.Б. Зельдовичу и мне придется оттуда уйти, потому что он был сотрудником другого института, а в ИХФ был на птичьих правах, если можно так сказать о связях с институтом, в котором Я.Б. Зельдович вырос от лаборанта до ученого с мировым именем!) Я видел, как огорчил мой отказ Евгения Константиновича, но, когда я ему рассказал о дого-

воренности с Я.Б. Зельдовичем, лицо его просияло, и он долго и с восхищением рассказывал мне о нем.

Прошло лет десять. Я уже работал в ФИАНе у М.С. Рабиновича. Как-то раз он меня вызвал к себе и сказал: "Только что звонил Е.К. Завойский, он указал на статью английского физика Джелли, впервые зарегистрировавшего когерентное радиоизлучение от широких атмосферных ливней со ссылкой на вашу работу, как первую, посвященную этому новому явлению". Меня поразили доброжелательность и радость по отношению к успеху другого физика. Я вспомнил, что мне рассказали в редакции "Атомной энергии", как мою статью "Звук от заряженных частиц" прорецензировал Е.К. Завойский за неделю, заметив, что из этой статьи может последовать очень много нового.

Прошло еще несколько лет. К нам в лабораторию для знакомства со стелларатором должен был прибыть академик Л.А. Арцимович. Я помню хлопоты и приготовления, как накануне большого праздника, – приезжает академик-секретарь отделения, глава Управляемого Термоядерного Синтеза! Около 10 часов дорогой и почетный гость входит в нашу лабораторию, но... вместо подробного ознакомления с нашей программой он начинает ругать работы Е.К. Завойского по турбулентному нагреву плазмы, потом переходит на его стиль работы. Все обескуражены. М.С. Рабинович пытается вернуть обсуждение к вопросам УТС, но "разгром" Завойского продолжается. Я вопросительно смотрю на М.С. Рабиновича. Позже он попытался мне объяснить, что Л.А. очень ревниво относится к тем, кто со стороны вторгается в его епархию.

Второй урок недоброжелательности мы получили на семинаре "Т" в ИАЭ, когда сотрудник И.К. Кикоина Карчевский разоблачающе выступил против Завойского, утверждая, что эксперимент, поставленный им, Карчевским, в сходных условиях, не подтвердил результатов коллектива Завойского. Евгений Константинович отвечал сдержанно: "Сходные, да не те". В аудитории – интерес к драке, потасовке, кто кого уест и никто не замечает, как тяжела и неприятна Евгению Константиновичу вся эта бесцеремонная атмосфера, он бледен и время от времени прижимает левую руку к груди и не замечает, что в аудитории выступили два физика и заявили, что их эксперименты подтвердили выводы Завойского. Он понимает, откуда взялась эта бесцеремонность выступления Карчевского, кто стоит за ним и дирижирует этим. Меня покоробило поведение Карчевского: как может человек с весьма скромным вкладом в науку столь дерзко обращаться с ученым с мировым именем, внесшим выдающийся вклад в развитие науки.

Надо сказать, что и у нас в институте были погромные семинары, но они были внутренними, узколабораторными и сопровождались двухсторонними баталиями и больцмановским распределением синяков у нападающих и защищающихся. (Помню, что прикомандированный к нам чех, приехавший из своей страны периода бурных демонстраций и танков на улицах, попав на наш лабораторный семинар в самую баталию, был потрясен и всем говорил, что у них даже на улицах было гораздо спокойнее, хотя и стреляли.) Однако тот семинар в ИАЭ был сводный, показательный, и на него съехались физики со всего Союза. И сходу понять различие экспериментальных условий не было никакой воз-

можности. Однако большинство восприняли все же это не как научную критику, а как экзекуционное мероприятие.

Тут и проявилось необычайное качество характера Е.К., его непреклонность и продолжение наступления в область термоядерных исследований. Каким трудом ему это доставалось, я понял, когда в начале 70-х годов случайно встретился с ним у входных ворот Президиума Академии наук на Ленинском проспекте. Евгений Константинович выходил грустный, понурый. Увидев меня, улыбнулся (с трудом, как мне показалось) и спросил: "Как ваши дела?" В то время я подвергся жесткому прессингу по поводу самофокусировки, шла кампания по отрицанию существования волноводной самофокусировки, хотя четко указывалось, где она уже есть и где она должна быть. Мне приписывалось то, что я не утверждал, и за это меня критиковали (хотя через несколько лет и это подтвердилось – даже волновод из фокуса!). Я пожаловался на ситуацию, не только мешающую творчеству, но и отбивающую охоту делать впредь что-либо новое. Евгений Константинович слушал, как-то полуотвернувшись, и после того как я закончил рассказ, он совсем отвернулся и прошептал: "У меня не лучше", – и медленно пошел дальше. Я так был подавлен его реакцией,что остался стоять на месте, размышляя, правильно ли я сделал, что "поплакался" Евгению Константиновичу, надеясь на то, что и ему будет легче переносить свои неприятности.

Не знал я, что это будет последняя встреча. Моя ситуация была разряжена авторитетным вмешательством директора ФИАНа академика Д.В. Скобельцына, человека высочайшей порядочности и чести. А время расставило все по своим местам. К сожалению, такого защитника не было у Е.К. Завойского.

Позже до меня дошли сведения, что два раза Евгения Константиновича не пустили на международные конференции в Японию 1970 г. и США 1971 г., не пустили в грубой и бесцеремонной форме, в самый последний момент. Свидетели рассказывают, что, когда все собрались на окончательное собеседование, чиновник подошел к Евгению Константиновичу и сказал: "А вы чего пришли? Вы никуда не едете". А доклады были написаны, переведены и оформлены. Кто поставил "подножку" в последний момент?

Евгений Константинович не мог стерпеть такого обращения и в конце 1971 г. подал в отставку – перестал ходить на работу. Это был уход в знак протеста против бесцеремонного унижения достоинства ученого. Это не был добровольный уход на пенсию. Это был моральный протест против нарушения прав личности и ученого. Все научное было смято и скомкано, электронный термояд осиротел в самом начале; через некоторое время Евгений Константинович взялся за несвойственную ему работу главного редактора УФН, но жизнь оборвалась.

Мы прощались с Е.К. Завойским в Колонном зале ФИАНа, и в глазах многих был вопрос: почему так быстро догорела жизнь, почему так нелепо все получилось, и почему так мало его сослуживцев, и почему это у нас происходит? И понимали все нелепость этой истории по подавлению строптивого и не могли найти причины, кроме комплекса Сальери, когда зависть перед талантом и гением застилает глаза и вместо служения Науке человек, облеченный полномочиями вершить, начинает мешать и

удовлетворять за государственный счет свои претензии на мнимое превосходство, а не любознательность (перефразируя известное высказывание Л.А. Арцимовича). Сколько талантов и открытий потеряла Россия из-за этого необузданного законом, моралью, кодексом чести и авторским правом всесилия и безнаказанности бездарного чиновника или высокомерного руководителя. Время, которое слишком мягко называют эпохой застоя, полно трагедий, деформированных судеб.

Да, наука так же безжалостна, как война, в ней есть и пропавшие без вести, и разведчики, и мародеры, и слава победы, и горечь поражения. Но на войне у обеих сторон есть оружие в руках. В науке часто оружие имеет только находящийся на большом посту, у него бронежилет номенклатурной непогрешимости и собственное войско соратников-прихлебателей. И противостоит им, как правило, одиночка, человек редкого творческого склада ума, души и очень ранимый – так уж устроена душа творца, открывающего новое. Эта борьба – всегда дуэль не по правилам.

Б.А. Демидов

ВСЕ НАЧАЛОСЬ С ГАЛОШ...

Мое близкое знакомство с Евгением Константиновичем состоялось осенью 1958 г. при несколько необычных обстоятельствах. Я, студент МИФИ, был направлен в ИАЭ им. И.В. Курчатова для выполнения дипломной работы. Моим руководителем был С.Д. Фанченко – аспирант Е.К. Завойского. Я видел несколько раз Е.К. Завойского, но разговаривать с ним не приходилось. Однажды утром, придя на работу, я застал сотрудников сектора в страшном возбуждении. Они окружили меня и стали объяснять, что вечером я ушел в галошах начальника сектора, доктора физико-математических наук, профессора, члена-корреспондента, лауреата Ленинской и Государственной премий, автора открытия ЭПР Е.К. Завойского. (Надо заметить, что в те годы галоши еще пользовались популярностью в дождливую погоду.) Я снял галоши и увидел на красной бархатистой подкладке две аккуратные буквы Е.К. Оказалось, что я действительно перепутал галоши и вместо своих, потрепанных, надел чужие. Испуганный, я дождался прихода Е.К. Завойского и стал извиняться, но он улыбнулся и ответил, что уже купил себе новые. Так я на зависть многим ходил несколько месяцев в галошах начальника сектора, с гордостью показывал буквы Е.К. на внутренней поверхности галош. Надо сказать, что Евгений Константинович как истинный интеллигент обращался к сотрудникам по имени и отчеству. Но после описанного случая он стал называть меня просто по имени. И я рад, что отеческое обращение ко мне по имени он сохранил до конца своих дней.

В повседневном общении Евгений Константинович был мягким, приветливым человеком, любившим шутку и юмор. Свой рабочий день он начинал с обязательного обхода научных групп, интересовался успехами, ближайшими планами. Несмотря на то что Евгений Константинович расставался с сотрудниками поздним вечером, он неизменно утром спрашивал: "Что новенького? Какие успехи?" Я решил подшутить над Ев-

гением Константиновичем и, когда он задал свой сакраментальный вопрос "что новенького", ответил, что изобрел жидкость с необычайно сильной дисперсией, у которой значительно отличается коэффициент преломления для красных и синих лучей. В доказательство я протянул пробирку с синей жидкостью (это была простая вода, подкрашенная чернилами) и попросил посмотреть через нее на надписи "кофе" и "чай", сделанные красным и синим карандашом соответственно. Евгений Константинович посмотрел через пробирку, как через цилиндрическую линзу, на эти надписи и увидел, что надпись синего цвета "чай" перевернулась, а надпись красного цвета "кофе" осталась в прежнем положении. Он очень удивился и сказал, что этого не может быть. Тогда я на его глазах красным карандашом написал слово "сено", а синим "трава". Он посмотрел сквозь пробирку и увидел, что эффект повторился, надпись красного цвета не перевернулась. Евгений Константинович как-то странно посмотрел на меня, неопределенно произнес "Ну-ну" и тихо-тихо ушел в свой кабинет. Но через 10–15 минут буквально ворвался в помещение, возбужденно и радостно сообщил, что догадался, в чем дело, так как красные буквы слов "кофе" и "сено" обладают симметрией относительно горизонтальной оси, проходящей через центр букв.

В другой раз я завел разговор о том, что время отдельных одиночек ученых, работающих на небольших установках, прошло и будущее за большими коллективами сотрудников с огромными установками. Это задело Евгения Константиновича, который, как известно, не одобрял строительство больших дорогостоящих установок, где работали огромные коллективы людей. Он начал доказывать, что я неправ, приводя примеры из истории физики, подтверждающие вклад отдельных ученых, работавших на маленьких настольных установках. Он привел мне примеры Басова, Прохорова, Мессбауэра и т.д. и ушел в свой кабинет. Но, видимо, тема разговора настолько его задела, что в этот день, по крайней мере до обеденного перерыва, он регулярно через каждые 20–30 минут заходил ко мне и приводил новые аргументы в пользу работы маленькими коллективами на малых установках. После этого разговора прошло 25 лет, но актуальность этого спора не потеряла остроты и на сегодняшний день.

С.В. Мирнов

ПРОТИВОСТОЯНИЕ

Это ни в коей мере не воспоминания. Я не был столь близок к Евгению Константиновичу, чтобы сегодня открывать что-то принципиально новое в его образе или обобщать. Это, скорее, дань уважения учителям.

Мое поколение или, точнее, мой слой физиков-плазменщиков оказался в некотором причудливом резонансе с жизнью и творчеством двух полярно противоположных лидеров: академиков Евгения Константиновича Завойского и Льва Андреевича Арцимовича. Давно замечено, что главная роль учителя не столько обучать, сколько утверждать учеников в правоте их собственных принципов.

Мы, студенты-третьекурсники МФТИ, пришли в термояд в момент очередного "отлива". В противовес героям "прилива", которые, конечно же, "все провалили", нам с самого начала случалось остро ощутить, что на нашу долю выпала тяжелая "окопная" война на фронте физики плазмы. А потому мы с явным удовольствием повторяли слова Евгения Константиновича, якобы сказанные одному из отчаявшихся героев: "В ваше время, молодой человек, нужно работать на установке по 12 часов в сутки, потом 6 часов повышать свой научный уровень. И так работая десять лет, можно надеяться на успех".

В ИАЭ в секторе Завойского я появился в 1959 г. студентом-практикантом, проработал там три года у В.Д. Русанова, защитил диплом, а затем поступил в соседний отдел к академику Л.А. Арцимовичу на токамаки, каковыми занимаюсь и по сей день. И сегодня, когда токамаки, как нам кажется, наконец подошли вплотную к "термоядерному эльдорадо", превратившись из полунастольных приборов в полузаводские монстры, я благодарен судьбе, что, во-первых, пришел в термояд в момент "отлива" и, во-вторых, что учителя настроили на долгую серьезную работу.

Одним из первых моих студенческих заданий было собрать и запустить ЭОП. Я долго и старательно соединял его разрозненные куски, добывая недостающие, и наконец наступил замечательный момент, когда в ЭОП надо было вставить трубку. Мой духовный наставник, П.П. Гаврин ("Пал Палыч"), отправился за ней к Евгению Константиновичу и принес очень хитрое изделие, со стеклянными рожками во все стороны, вещь явно невероятно дорогую, и сказал: "Евгений Константинович велел дать тебе трубку похуже, потому что ты ее все равно разобьешь. Не было еще студента, который бы первую трубку не разбил". Я разбился в лепешку, но трубку не разбил. Установил ее, залил маслом, подвел нужное напряжение, все сделал вроде бы как надо. Включил. На экране засветились какие-то невразумительные кольца. Посветили, посветили и затухли. Я был окрылен. Естественно, мне захотелось иметь трубку поновее, и я попросил Пал Палыча пойти снова к Евгению Константиновичу, пожаловаться на дурные качества старой и попросить новую.

Пришел сам Евгений Константинович, осмотрел трубку, заранее с предосторожностями вынутую из масла, и сказал: "Ну, вы же ее разбили". – "Быть того не может". – "А вот посмотрите". Он показал мне местечко возле одного из стеклянных рожков, где лепились маленькие капельки масла по ту сторону стекла. У меня оборвалось сердце. Полагая, что вся трубка все равно в масле, я пустил по ее поверхности 50-киловольтный проводник. На беду мою по ту сторону стекла оказался земляной электрод. Случился пробой через стекло. И масло в трубке.

Я был предельно посрамлен. По крайней мере, в собственных глазах. Евгений Константинович, видимо, войдя в мое положение, суховато ограничился парой советов и обещал дать новую трубку. После его ухода Пал Палыч, утешая меня, тут же рассказал кошмарную быль, как однажды Евгений Константинович его точно проинструктировал, что надо, а что не надо, а Пал Палыч сделал, что не надо, как срезало фланец и накрылся ускоритель... И вот что тогда было с Евгением Константиновичем! О, это было да! Полагаю, что легенды такого рода создают особое силовое поле

вокруг великих мира сего. Во всяком случае подобные легенды окружали и Арцимовича.

Кланы Арцимовича и Завойского определенно противостояли друг другу в термояде. Кажется, что это было сделано Курчатовым с умыслом – создать антипод Арцимовичу. Во всяком случае, как мне представляется, привлечение Завойского произошло в эпоху краткого триумфа английской установки "Зета", когда все в значительной мере несправедливо ругали Арцимовича за нерасторопность и скепсис. Отдел Арцимовича, имевший к тому времени уже и опыт, и заслуги, болезненно переживал вторжение в свой огород.

Похоже, что противопоставление Завойский–Арцимович тянулось еще с военных времен, когда Арцимович в составе Академии наук приехал в эвакуацию в Казань. Во всяком случае, вспоминая те годы, Арцимович с характерной для него рисовочкой рассказывал, как, работая над общей для них темой, Завойский бесконечно менял, подбирая экспериментально, электростатические линзы, а он, Арцимович, написал все уравнения и разом нашел способ, как фокусировать электронные пучки. В истории этой совершенно точно одно – принципиальное отличие научных подходов Завойского и Арцимовича, что мы потом неоднократно наблюдали. Мне это было особенно просто, поскольку я вроде бы принадлежал и тем, и другим. Моим друзьям "от Завойского" было в диковинку: "Неужели Лев Андреевич никогда не сидит за осциллографом?" Молодым людям, уже вкусившим горечь и коварство плазмофизического эксперимента, это казалось невероятным. И, напротив, Завойский, экспериментирующий сам, не доверяющий даже осциллографическим усилителям, вообще отключающий эти осциллографы от сети на момент импульса, – был понятен. Думаю, даже пожелай Арцимович жить так, ничего бы у него не вышло. Кто-то из великих сказал: неизвестно, что делает из простого человека ученого, но точно известно, что делает из ученого простого человека – повседневные обязанности. Арцимович – начальник огромного отдела, академик-секретарь и т.д. – был нагружен ими беспредельно. В этой суете удавалось отыскивать окна и он действительно "писал уравнения", собственноручно пытаясь сконструировать концепцию явления и в роли арбитра связать теоретиков с экспериментаторами. При этом к тем и другим относился глубоко скептически. Скепсис этот стал легендой. У экспериментаторов он считал правильными только те результаты, которые были получены разными методами и совпали. Или на разных установках – и совпали. В спорных случаях (очень редко) дело доходило до разбора отдельных осциллограмм. Это уже было опасно. "Экспериментатор, как минер, ошибается один раз, а потом ему уже никто не верит". Теоретикам придумывал "допустимые" критерии совпадения теории с экспериментом – "тройки", "двойки" и т.д. Те поеживались.

Очевидно, были два физика и два метода. Вспоминается картина М.В. Нестерова "Философы". Очень похожий образ борьбы и единения двух самостоятельных духовных начал. Вздумай я вдруг писать аналогичную картину "Физики", я бы изобразил на фоне полубесконечной зеркально черной стены светлого хитровато улыбающегося Арцимовича в привычном сером и рядом чем-то опечаленного, мрачноватого Завойского в черном. И именно не на фоне березок или, скажем, строек Москвы, а на

фоне черной стены, олицетворяющей так называемые тайны материи. Мне кажется, что и воспринимали они друг друга, как отражения на этой стене. Арцимович, по крайней мере, очень пристально всматривался в работу Завойского. Почему-то считая меня тайным сторонником Евгения Константиновича, он иногда вдруг разражался упреками: "Там у вас, у Завойского..." и т.д. Обычно это касалось теоретиков. Похоже, Арцимовичу рисовались мрачные картины, как теоретики, пользуясь деликатностью Евгения Константиновича и его малым опытом в плазмофизике, морочат ему голову. Опасения эти явно разделял и лидер теоретиков – академик М.А. Леонтович. Особенно доставалось яркому и независимому Лене Рудакову, кстати начинавшему в отделе Арцимовича. Однако при всех этих обстоятельствах Евгений Константинович, как первооткрыватель ЭПР, был предельно уважаем. Помнится, где-то в конце 60-х годов Арцимович с большим чувством (что для него было крайне редко) говорил о том, что среди наших физиков наиболее достойный кандидат на Нобелевскую премию – Евгений Константинович. За ЭПР.

Иное дело физика плазмы. Здесь установился дух напряженного соперничества. Напряжение порой обострялось до предела. Так, в частности, случилось с "делом Карчевского", точнее с эффектом турбулентного нагрева, открытого Завойским с сотрудниками в первой половине 60-х годов.

Если термоядерная молодежь восприняла эту новость с воодушевлением – наконец-то физика получила в руки горячую плазму, более умудренные "граждане от Арцимовича" были определенно раздосадованы.

Во-первых, действительно, выходило, что пришел "настоящий" физик из другой области и... сделал важнейшее открытие. Во-вторых, подобные опыты ставились и раньше. Но были: ниже напряжения, больше времена, выше плотности и т.д. Иными словами, проворонили. Поначалу Арцимович отнесся к турбулентному нагреву с большим дипломатическим тактом. На памяти сохранилось его выступление с годовым обзором в Отделении физики и астрономии Академии наук, где он объявил турбулентный нагрев главным событием года в термояде. У Завойского, и это естественно, тут же нашлись подражатели. Первым оказался А.И. Карчевский, человек, несомненно, яркий и незаурядный. Быстрый, черноглазый, любимец термоядерных женщин и старых академиков, он работал у академика И.К. Кикоина и, как сказали бы сегодня, имел высокий рейтинг. До этого он поучаствовал в зетовском буме, получил какие-то заметные результаты и был, как я полагаю, несколько не у дел. Ему необходимо было "подогреть" плазму, и он бросился осваивать "способ Завойского". Самостоятельно. Довольно просто он получил мощное рентгеновское излучение из плазмы – индикатор нагрева, по убеждению авторов метода. Что-то внушало сомнения, и Карчевский проделал известный со времен пинчей классический "эксперимент Арцимовича" – резко снизил емкость своей конденсаторной батареи, сохранив напряжение. При этом, как известно, полный нейтронный выход в пинчах не изменился. То есть нейтроны оказались результатом ускорения малой группы частиц, а вовсе не нагрева всей плазмы. То же произошло у Карчевского с рентгеном при турбулентном нагреве. Вывод был очевиден – греется не вся плазма, а крошечная ее часть. Ошеломленный открытием Карчевский бросился к Арцимовичу с Леонтовичем (с Завойским у него

отношения не сложились). Те в свою очередь возбудились и учинили научный семинар с разбором опытов Карчевского, на который, впрочем, был приглашен выступить и Евгений Константинович с описанием своих последних достижений. Он довольно ядовито заметил Карчевскому, что по рентгену энергию плазмы не измеряют, а измеряют по диамагнитному эффекту и вот новые измерения (проведенные, кажется М.В. Бабыкиным) с очевидностью подтверждают, что греется основная плазма. "Приходите, мы вас научим". Что энергию плазмы следует измерять по диамагнетизму, все и сами знали. Но уж больно сложны и капризны диамагнитные измерения. Почти как сегодня на Верховном Совете, была создана комиссия в составе Д. Иванова и К. Разумовой и направлена с любезного согласия проверяемой стороны для изучения технических подробностей измерений. На очередном заседании семинара высокая комиссия сообщила, что измерения проделаны небрежно и вызывают сомнения. Это уже вызвало взрыв эмоций со всех сторон. Неизвестно, куда бы завело нас дальнейшее разбирательство, если бы Карчевский не добавил напряжение на своих конденсаторах и вдруг не получил "нормальный" турбулентный нагрев.

Сегодня эта история обросла легендами. Я описываю ее так длинно, чтобы продемонстрировать существовавшую тогда "демократическую" процедуру. Этично ли было проверять чужие измерения? С точки зрения этики Арцимовича – несомненно. Граждане же, свободолюбивые и независимые, были возмущены"имперскими амбициями". Более всего досталось Карчевскому. В итоге он, по-моему, махнул рукой на неблагодарную термоядерную плазму и удалился в иную область, где, по слухам, достиг успехов.

Естественно, что история эта не способствовала улучшению отношений Евгения Константиновича и Льва Андреевича. Однажды летом где-то в конце 60-х мне надо было срочно подписать акт экспертизы, чтобы послать доклад на конференцию. Члены комиссии были в отпусках. Я получил подписи Л.А. Арцимовича и А.М. Андрианова. Нужна была третья. Арцимович посоветовал обратиться к Завойскому – он имел право подписать бумагу. Я отправился к Евгению Константиновичу. Помню темную комнату. Светятся только лампочки осциллографов. У осциллографов сидят двое – Сергей Недосеев и Завойский. Евгений Константинович похож на алхимика. Он в халате, очень серьезен. Над столом – маленькая лампочка. Он берет мои бумаги, садится, просматривает. Я рассказываю ему суть. Говорю, что вот тут под Арцимовичем ему надо подписаться. Он молчит, размышляет и вдруг говорит: "Нет, я не так мелочно тщеславен, чтобы подписываться под Львом Андреевичем, я подпишусь рядом", – и подписывается...

Так получилось, что турбулентный нагрев не стал палочкой-выручалочкой термояда. Похоже, его главное преимущество – высокая эффективная частота столкновения частиц – вошла в противоречие с идеей магнитного удержания. С большим напряжением сил Евгений Константинович с сотрудниками построил крупную открытую ловушку с турбулентным нагревом плазмы. Глубокое разочарование. Позднее американцы создали специальный токамак с турбулентным нагревом и тоже – разочарование. Разочарование... И тем не менее это то, зачем физики

ходят на работу, получают зарплату и чем они отличаются от изобретателей. Обнаружено новое физическое явление, понята в первом приближении его природа и уже через много лет после всех этих событий сегодня, пытаясь объяснить, почему так быстро развиваются внутренние неустойчивости в токамаках, мы, например, обращаемся к понятиям турбулентного нагрева. Не для этого ли и приглашал Курчатов Завойского в термояд?

Уход Евгения Константиновича из термояда был по-своему трагичен. Были новые идеи, решимость их реализовать. И вдруг резкий, острый инцидент с Государственным комитетом по использованию атомной энергии. Евгений Константинович подает заявление об уходе и больше на территории института не появляется.

Суть инцидента в Комитете была проста, обыденна, и некоторые ее даже и не поняли. Евгений Константинович был намечен делегатом на конференцию в США. В последний момент в силу "усложнившихся международных обстоятельств" (они тогда часто усложнялись) Евгения Константиновича и некоторых других товарищей решили не посылать. И не предупредили об этом. Евгений Константинович, приехавший "за последними наставлениями" и паспортом, обнаружил, что пропуск в Комитет ему не заказан. Вещь обыденная и для аппарата отчасти типичная. Аппаратчик, вызвавший ученого для чего-либо, а потом передумавший, частенько поступал таким образом. Простой человек обычно звонил снизу, узнавал, что не нужен, иногда обзывал аппаратчика и ехал домой. Завойский же, по свидетельству очевидцев, никуда не звонил, а ждал. Узнавший об этом Большой аппаратчик велел Малому спуститься вниз и объяснить академику, что ждать нечего. Однако Малый вполне резонно ответил, что сообщать такие вещи академикам должен Большой. Большой же махнул рукой... Евгений Константинович ждал, ждал, взял и уехал домой и написал заявление об уходе. Так во всяком случае говорили. Прав он был или не прав?

Давно замечено, что русский служилый человек с чувствительной душой только тогда начинает приносить очевидную общественную пользу, когда познает некую специфическую российскую истину: о себе, о жизни и о начальстве. Наиболее емко и лаконично ее изложил печальный Н.Г. Чернышевский: "Жалкая нация, жалкая нация! – Нация рабов, – снизу доверху все сплошь рабы..."[1]

Не захотел Евгений Константинович быть рабом, гордый был человек. Или устал?..

---

[1] *Чернышевский Н.Г.* Пролог. Л., 1952. С. 241.

С.Ф. Коротков

О Е.К. ЗАВОЙСКОМ

Казалось, что мой жизненный путь никак не предполагал знакомства с Е.К. Завойским.

Я поступил на отделение механики физико-математического факультета Казанского университета в 1948 г., а Евгений Константинович оставил Казань в 1947 г. Впервые я услышал о нем на лекции по общей физике доцента Л.В. Попова. В качестве примера того, какими навыками должен обладать физик-экспериментатор, он привел случай, который уже тогда был легендой. В самом начале Великой Отечественной войны Евгений Константинович с группой сотрудников и студентов университета был направлен на заготовку дров. Дрова постепенно заготовлялись, но с их транспортировкой дело обстояло плохо: сказывались и плохое питание, и непривычность работы. И тогда из двух выброшенных в овраг тракторов, а можно представить, в какой степени были изношены и разукомплектованы эти машины, он собрал одну, которая и осуществила благополучно все перевозки. В дальнейшем я неоднократно имел возможность убеждаться, что Евгению Константиновичу была понятна и доступна любая техника – от грубого трактора, автомобиля до тончайших электронных устройств.

После окончания университета в 1953 г. я был принят в аспирантуру ФТИ Казанского филиала Академии наук, который сейчас носит имя Е.К. Завойского. Специальность моя не имела ничего общего со знаменитым электронным парамагнитным резонансом, я занимался механикой жидкости и газа.

Прошло еще восемь долгих лет, и в 1964 г. Евгений Константинович был избран действительным членом Академии наук, а я в том же году стал заместителем директора института по научной работе. Вот тогда и состоялась наша первая встреча. Примерно в это же время мы начали проектировать, а затем и строить, к сожалению, небольшой, лабораторный корпус института. Строительство объектов науки как сейчас, так и в те годы шло довольно трудно, поэтому ООФА АН назначило Евгения Константиновича куратором этой стройки, в основном, конечно, для нажима на самое высокое начальство Татарии.

В те годы в Казани было всего два академика – химики отец и сын А.Е. и Б.А. Арбузовы, так что встречи с академиком были фактом редким и неординарным. Нас предупредили, что о приездах куратора будут сообщать заранее. И вот в один из обычных дней, когда дирекция в полном составе сидела на очередном совещании по строительству или, наоборот, нестроительству института, открылась дверь, и Евгений Константинович в элегантном костюме, без всякой тени усталости от часов, проведенных в дороге, предстал перед нами. Возникла неизбежная в таких случаях суета. Стали решать, куда ехать сначала – в гостиницу, на стройку или обедать, но Евгений Константинович еще больше удивил нас, сказав, что в гостинице уже устроен, стройку обошел всю сам, и попросил быстрее связать его для беседы с самым высоким руководством республики. Это была поразительная черта его характера, если учесть

принятые в те времена стандарты поведения. Он старался причинить как можно меньше беспокойства, связанного лично с ним, но в делах науки, в работе все требовал досконально.

Помню организацию в Казани юбилейной конференции, посвященной 25-летию открытия электронного парамагнитного резонанса (24–29 июня 1969 г.). Приехали около 70 крупных зарубежных ученых, в работе участвовали также около 500 советских ученых. Все делалось, как и подобало, с большим размахом, включая прием участников в актовом зале Казанского университета. И во всей этой яркой шумной массе самыми скромными были юбиляр и его супруга Вера Константиновна.

Мне еще часто приходилось встречаться с Евгением Константиновичем, и в моей памяти он остался как пример настоящего интеллигента в самом высоком понимании этого слова, что сейчас, к великому сожалению, встречается очень редко.

В.А. Супруненко

ПУТЬ К ОТКРЫТИЮ*

Начало 60-х годов... Мы с Е.Д. Волковым и Е.А. Сухомлиным обнаружили необычное поведение плазмы при сильноточном газовом разряде – ее сопротивление вопреки представлениям классической теории росло при нагревании. На нетривиальность этого эффекта обратил внимание директор нашего института академик Академии наук Украины К.Д. Синельников. Но с объяснением явления в наших головах был полный сумбур. Я узнал, что в лаборатории Евгения Константиновича разрабатывается метод нагрева плазмы электрическим током, основанный на использовании коллективных взаимодействий. В этих работах с необычайной экспериментальной простотой и достоверностью было показано, что за наблюдаемый нагрев могли быть ответственны только коллективные взаимодействия. Сотрудниками Е.К. Завойского были уже проведены расчеты, в общих чертах описывающие эти эффекты. Таким образом, оказалось, что мы с разных сторон подошли к одному и тому же физическому явлению и трактовка наших харьковских экспериментов, данная до этого членом-корреспондентом Академии наук Украины Я.Б. Файнбергом, оказалась правильной.

Казалось, сложилась конфликтная ситуация, в которой Е.К. Завойский, если бы только захотел, имел полную возможность помешать нам вести дальнейшие эксперименты. Однако будучи Ученым, для которого наука всегда была выше личных интересов, как их понимают некоторые, он не только не помешал нам, а, наоборот, оказал огромную моральную и даже материальную поддержку. Евгений Константинович поделился со мной своими идеями и планами дальнейших экспериментов, подсказал, что следовало бы в первую очередь сделать нам, и даже разрешил своим сотрудникам дать нам кое-какие очень нужные дефицитные детали.

---

* Знание–сила. 1983. № 9. С. 31–32.

С этих пор в течение более чем десяти лет наш маленький харьковский коллектив работал в тесном контакте с лабораторией Е.К. Завойского...

Поворотным моментом для проблемы турбулентного нагрева был 1965 год. Именно в этом году оба наши коллектива получили, наконец, неопровержимые доказательства эффективности нагрева плазмы путем коллективных взаимодействий в широком диапазоне плотностей, а также возможности удержания нагретой плазмы в магнитных ловушках независимо от способа нагрева. В мае 1965 г. Евгений Константинович сделал доклад в Москве, в котором полностью опроверг все возражения многочисленных оппонентов. В сентябре того же года он сделал доклад в Калэме (Англия) на Международной конференции по термоядерному синтезу, и это стимулировало начало проведения теоретических и экспериментальных исследований по турбулентному нагреву плазмы в Англии, Голландии, Канаде, США, Японии.

Результаты наших опытов, проведенных под руководством Евгения Константиновича в Москве и Харькове, получили полное подтверждение как у нас в стране, так и за рубежом. Участникам этих работ был выдан диплом на открытие явления аномального увеличения сопротивления и турбулентного нагрева плазмы электрическим током[1].

Р.А. Антонова

ШТРИХИ К ПОРТРЕТУ

Середина 60-х годов. Г.И. Ростомашвили и я приехали в ИАЭ имени И.В. Курчатова в сектор, руководимый Евгением Константиновичем, для ознакомления с некоторыми методами исследования плазмы и обсуждения нашей работы. В ту пору мы изучали взаимодействие токонесущих плазменных сгустков в ИФАН Грузии и испытывали большие технические трудности. Высокие по тем временам требования к параметрам установки при отсутствии соответствующей базы требовали изобретательности и много времени для осуществления эксперимента. (К примеру, высоковольтные, 100 кВ, малоиндуктивные конденсаторы приходилось изготавливать самим.)

Нас радушно встретили в секторе и объяснили, в какой комнате можно видеть Евгения Константиновича. Мы очень робели перед встречей с "отцом парамагнитного резонанса". Тихонько постучали в указанную дверь. Нас пригласили войти. Переступив порог, мы очутились не в кабинете академика, как ожидали, а в лаборатории. За одной из установок сидел единственный в комнате человек – "пожилой" экспериментатор в черном халате с паяльником в руке. Он что-то перепаивал в схеме. Наше волнение мгновенно улеглось, и мы спокойно спросили, где можно видеть

---

[1] Открытие № 112: Явление турбулентного нагрева и аномального сопротивления плазмы. – Заявка ОТ-7595 от 30.03.1970 г. Приоритет открытия 9.09.1961 г. Опубл. 23.10.72. Авт.: М.В. Бабыкин, Е.Д. Волков, П.П. Гаврин, Б.А. Демидов, Е.К. Завойский, Л.И. Рудаков, В.А. Скорюпин, В.А. Супруненко, Е.А. Сухомлин, Я.Б. Файнберг, С.Д. Фанченко.

академика Завойского. Ответ поразил нас невозможностью: "Я вас слушаю". От неожиданности мы потеряли дар речи. Евгений Константинович отложил паяльник и посмотрел на нас необыкновенно светлым и добрым взглядом чуть прищуренных глаз. Видимо, поняв наше состояние, он улыбнулся и очень доброжелательно спросил, откуда мы и с чем пожаловали.

Позднее нам была предоставлена возможность досконально ознакомиться с экспериментальными работами, проводившимися в секторе. Через несколько дней Евгений Константинович предложил и нам рассказать на небольшом семинаре о нашем эксперименте. Выслушав внимательно сообщение и вникнув в такие технические детали, которые могут интересовать только человека, непосредственно занимающегося подобной работой, Евгений Константинович обратился к своим сотрудникам: "Чем мы можем помочь молодым коллегам?" После недолгого обсуждения было решено, что к нашему отъезду нас снабдят двумя плазменными источниками, о которых мы раньше не могли и мечтать. Поняв, что мы нуждаемся не только в техническом подспорье, но и в научном, Завойский предложил свою помощь. В этот день мы ушли из института, опьяненные непредвиденным счастьем. Сразу же помчались на переговорную поделиться радостью с коллегами и родными.

С каким энтузиазмом мы, окрыленные, трудились по возвращении домой! Были и первые результаты. Но, увы, работа не состоялась. Директор нашего института Э.Л. Андроникашвили, внимательно следивший за успехами сотрудников, был убежден, что имевшимися возможностями осуществить исследование на должном уровне не удастся, и приостановил его. Взамен мне была предложена работа в другом отделе. Напрягая все свои возможности, я пыталась разубедить Элевтера Луарсабовича, приводя доводы, что именно теперь у нас такой руководитель и помощь, и уже первые результаты. На это последовал ответ: "При всем моем почтении к Е.К., руководить экспериментом на расстоянии – все равно, что лечить больного по телефону".

Еще целый месяц после приказа директора я приходила в лабораторию плазмы в конце рабочего дня и продолжала эксперимент допоздна. Но долго так продолжаться не могло. Семья была заброшена, и это быстро сказалось... Мне трудно было сообщить Евгению Константиновичу о случившемся. Это сделал за меня руководитель уже бывшего "моего" отдела Н.Л. Цинцадзе.

До ухода из отдела физики плазмы у меня была еще одна (забавная) встреча с Е.К. Завойским, уже в Тбилиси. Это было через пару месяцев после нашего возвращения из Москвы. В Тбилиси проводилась Всесоюзная школа по физике плазмы. Мне было поручено размещение участников в гостинице "Абхазия". Это была новая гостиница, по тем временам самая благоустроенная. Евгений Константинович оповестил оргкомитет, что может приехать на пару дней. Для почетного гостя был забронирован "люкс". Но так случилось, что Евгений Константинович приехал на день раньше предполагаемого и его номер освобождался только к утру. Я нервничала, что даже такую малость, как организацию нормального отдыха, я не смогла обеспечить. Но Завойский очень естественно воспринял известие о том, что ему придется провести ночь в двухместном номере с

напарником, и уверял нас, что он вполне хорошо себя чувствует в таком обществе и вовсе не нуждается в отдельных удобствах. На следующий день после долгих уговоров Евгений Константинович все-таки уступил нам и перешел в люкс. Мне очень хотелось пригласить Завойского к нам домой. Но я боялась, что он воспримет это неверно. И потом, почему он может согласиться отобедать у совсем чужих людей? Это для меня он был очень дорогим "моим Завойским". А я-то для него – одна из очень многих, кому он приходил на помощь...

И тут меня вдруг осенило! Ведь сейчас конец весны, и на рынке первые фрукты – черешня, абрикосы. В Москве это все появится еще не скоро. Конечно же, Евгению Константиновичу не придет в голову ходить на базар за покупками. Недолго думая, я помчалась на рынок и купила пару килограммов того и другого и сеточку, в которую все это поместила. Дома я первый раз в жизни (по рецепту свекрови-грузинки) испекла хачапури и все это (робея не меньше, чем перед первой встречей в Москве) отнесла в гостиницу, зная, что через несколько часов Завойский улетает.

Увидев Евгения Константиновича, я пробормотала: "Это вам, в дорогу". На лице Евгения Константиновича появилось незнакомое мне выражение, и он сказал: "Зачем это, что вы?" Это было сказано так, что мне почему-то стало стыдно. Я, заикаясь, начала объяснять, что ведь принято привозить с юга в Москву домой фрукты и что сам Евгений Константинович, конечно, этого бы не сделал. Что касается свертка – то это мое первое хачапури (и может, вовсе несъедобное). Евгений Константинович улыбнулся и сказал: "Ладно. Я возьму фрукты при одном условии: я оплачу их стоимость".

Такого оборота я не ожидала. Не хватало мне только продавать (!) Евгению Константиновичу фрукты по базарной цене! Покраснев, я ему назвала какую-то стоимость (прикинув, что в магазине фрукты, видимо, так должны стоить). Евгений Константинович удивился, что так дешево. Я нашлась, сказав, что ведь мы в Тбилиси, на родине фруктов, а не в Москве, и получила от "покупателя" деньги. Вид у меня, наверное, был довольно странный, и Евгений Константинович, решив сгладить неловкость ситуации, сказал: "А вы знаете, ведь и впрямь это вы хорошо придумали, что я привезу фрукты из Грузии. Я бы сам до этого не додумался". За Евгением Константиновичем уже приехал на машине его бывший диссертант Т.И. Санадзе. Уже спускаясь по лестнице, Евгений Константинович вдруг сказал: "Позвольте, а за "авоську" мы с вами не рассчитались". И вручил мне "долг". Анекдот о моей коммерции с фруктами долго потешал моих близких.

Это была моя последняя встреча с Евгением Константиновичем. Прошли десятилетия... Много раз сменялись удачи и неудачи. Много было контактов и общений с людьми. А в памяти, пока ты жив, остаются самые яркие, самые дорогие.

Г.А. Цинцадзе

"НЕ ЗАБЫВАЙТЕ ЧИТАТЬ КЛАССИКОВ..."

С Евгением Константиновичем я встречался много раз в Тбилиси, Москве, Казани, Донецке. Я не стану говорить о том неоценимом вкладе в науку, который внес Е.К. Завойский, это общеизвестно. Классический ученый, Евгений Константинович умел помочь любому работающему и в другой области физики. Для меня Евгений Константинович был и эталоном человека. Любое общение с ним было значительным и оставляло в памяти неизгладимый след, ибо Евгений Константинович ничего не делал "для галочки", а щедро одарял собеседника своим участием и помощью, будь то частное общение или обсуждение научных проблем.

Приведу такой пример. Осенью 1965 г. в только что сформированном в Донецке Физико-техническом институте состоялась первая для института научная конференция (фактически отметившая рождение низкотемпературного центра Украины). Директором института был А.А. Галкин. В конференции принимали участие Завойский, Пекар, Альтшулер и другие известные ученые. А.А. Галкин, беспредельно высоко ценивший Завойского, был счастлив, что Евгений Константинович, так сказать, "освятил" открытие института, заложил "дух" его физическому направлению.

Отмечу, что создавать институт мы начали не с лабораторий и их оборудования, а с создания экспериментальных мастерских. Опытное производство начало функционировать за год до открытия института. Евгений Константинович оценил это наше начинание.

Первым на конференции был доклад Завойского "Генерация гиперзвука в сильном магнитном поле". Изложенная впервые на конференции, эта работа в дальнейшем была опубликована в "Письмах в ЖЭТФ" в соавторстве с С.А. Альтшулером. Тогда на конференции Завойский назвал соавтором С.А. Альтшулера, хотя Семен Александрович после доклада выступил с заявлением, что идея работы полностью принадлежит Завойскому, а с ним работа была только обсуждена и он всего лишь посчитал какую-то формулу. Хочу отметить, что к этому времени Евгений Константинович уже лет 20 работал в другой области физики – физики плазмы и его доклад на конференции – доказательство высокой ответственности перед коллегами, вместе с которыми он создавал новую науку – радиоспектроскопию.

В те праздничные для нас дни я был "приставлен" сопровождать Евгения Константиновича по городу. Говорили о многом. На всю жизнь запомнилась мне фраза: "Не забывайте читать классиков" (имеются в виду классики науки). Всю мою жизнь я с благодарностью придерживаюсь этого правила. В беседе я осторожно поинтересовался, почему он не представлен на Нобелевскую премию за открытие ЭПР. Евгений Константинович начал с удовольствием говорить о прекрасных работах К. Гортера и Б. Блини и заключил, что не он один, а только вместе с ними он мог бы претендовать на эту высокую премию.

Мы проходили по бульвару. Внимание Евгения Константиновича привлекла скульптурная группа: "Посмотрите, Гиви, на образец классического антиискусства".

У Евгения Константиновича все было четко, и в науке, и в эсте-

тическом восприятии мира. У него было много научных и этических проблем (он руководил большим коллективом). Но ничто не оставалось вне его внимания. Во всех оценках он всегда исходил из самых высоких критериев.

Л.Е. Аранчук

УЧИТЕЛЬ

Вот уже много лет на столе под стеклом у меня дома лежит фотография человека, которого считаю своим учителем и примером истинного ученого – Евгения Константиновича Завойского. Встреча с ним произошла в 1968 г., когда я, студент МФТИ, пришел на практику в ИАЭ и принял участие в экспериментах по турбулентному нагреву плазмы на установке ТН-5. Это была одна из самых крупномасштабных плазменных установок типа "пробкотрон" у нас в стране, а работало на ней, включая меня и лаборанта, всего четыре человека. Атмосфера разговоров была такой, что я, участвуя в обсуждениях, которые проводил Евгений Константинович, ни разу не почувствовал насмешливой снисходительности академика к студенту. Конечно, я испытывал какой-то священный трепет перед Е.К., таким умом и прозорливостью светились его глаза. Очень хорошо помню этот его необыкновенный взгляд. Но если, преодолев внутреннюю скованность, я начинал высказывать свои соображения, то чувствовал его внимание. Это окрыляло, заставляло выкладываться до последних сил. Уход из лаборатории к последней электричке с Савеловского вокзала (я жил в общежитии МФТИ в г. Долгопрудном) было нередким делом. Можно сказать, что очень многие сотрудники сектора 74, который возглавлял Е.К., работали допоздна. Это происходило без всякого принуждения. Просто такая была атмосфера научного азарта, поиска, созданная Завойским, о чем с большой теплотой вспоминают ветераны.

Помню, после долгой подготовки мы подошли к ответственному этапу – получению нейтронов на ТН-5. Из-за опасности плохо учитываемого нейтронного потока с мишени вся установка была окружена огромными баками с водой. Первые эксперименты с получением нейтронов наметили провести очень поздно вечером, когда из здания все уйдут. Мы с С.Л. Недосеевым дождались прихода Е.К. Сделали несколько выстрелов. Настроенный на высокий выход нейтронный счетчик молчал. Мне показалось, что эту неудачу шеф встретил без видимых эмоций. Я же ехал в общежитие совершенно опустошенный от пережитых волнений. И, может быть, в этот вечер состоялось мое научное крещение. Я впервые осознал стоимость научного труда, его нередко мизерный коэффициент полезного действия и необходимость терпения. Утром следующего дня на установку опять пришел Евгений Константинович. Его, по-видимому, не оставляли сомнения относительно полученного неудовлетворительного результата. И тут в зале, где стояла установка, он увидел кошку, которая там неизвестно как появилась и, видимо, обосновалась надолго. Узнав, что во время выстрелов с нейтронами она находилась в зале, Е.К. окончательно поверил в неудачу, смирился с ней и потерял всякий интерес к этой работе.

После окончания МФТИ я продолжал работать на ТН-5 в статусе аспиранта Евгения Константиновича. Можно сказать, последнего аспиранта. Нашей группе было поручено исследование проблемы прогрева сердцевины плазменного столба в условиях протекания скинированного, т.е. текущего по тонкому периферийному слою, тока. Результаты были неоднозначными и неповторяющимися. Значительно позже я осознал, что прогрев плазменного столба в центре определялся условиями заполнения ловушки плазмой. Евгений Константинович чисто интуитивно предсказывал быстрый прогрев всего объема плазмы, не объясняя механизма. По классическим представлениям этого не должно было быть, как нередко говорили противники турбулентного нагрева. Перед выпуском статьи об этом в свет мы собрались в кабинете Завойского на последнее обсуждение. У шефа оставались какие-то сомнения, и он, глядя на нас своими умными, проницательными глазами, сказал слова, которые, возможно, определили весь мой последующий стиль работы. "Помните, – сказал он, – если в дальнейшем приведенные результаты не подтвердятся, ваше научное имя будет запятнано, а научная карьера закончится". Жаль, что не все представители научного сообщества с такой меркой подходят к своим публикациям.

В.Д. Рютов

ГОДЫ УЧЕБЫ

Когда в 1968 г. я в качестве студента-дипломника появился в отделе, возглавляемом Е.К. Завойским, там шли интенсивные исследования турбулентного нагрева плазмы. Даже по впечатлениям 20-летнего человека (каким был тогда я) коллектив отдела был молодежным. Над всеми этими молодыми студентами, молодыми лаборантами, молодыми научными сотрудниками и начальниками лабораторий возвышалась фигура замечательного человека и физика Е.К. Завойского. Тончайшая научная интуиция в сочетании с энциклопедическими знаниями делали его авторитет в отделе непререкаемым. Будучи человеком глубоко интеллигентным, он практически никогда не повышал голоса и разговаривал с любым своим сотрудником очень вежливо.

В отличие от многих руководителей института Е.К. Завойский был экспериментатором. Он всегда с удовольствием и радостью принимал участие в опытах, проводимых его учениками. Причем нас, студентов, очень удивляло, что при необходимости Евгений Константинович мог надеть халат, встать к токарному станку и выточить нужную деталь. Я не хочу сказать, что он делал это часто, но получалось это у него прекрасно. Одним из замечательных моментов работы было совместное просматривание результатов экспериментов, их обсуждение и разработка дальнейших планов. В зависимости от того, укладывались ли полученные данные в предполагаемую теоретическую модель (тогда в отделе было много молодых талантливых теоретиков, которых Евгений Константинович очень любил), обсуждение велось с разной степенью интенсивности. Если Евгений Константинович был озадачен, то у него в руках появлялся спутник экспериментатора – перочинный ножичек, который он начинал

вертеть, раскрывать, закрывать и т.д. В случае, когда ему что-то начинало активно не нравиться, то возникал еще и маленький брусочек, о который Евгений Константинович молча начинал править лезвие ножа. Не могу сказать, что Е.К. был любителем спорить, а я как раз по молодости лет это занятие очень уважал, за что и был жестоко наказан. Будучи аспирантом, я крепко поспорил с Евгением Константиновичем по науке (причем во время разговора, как я помню, сразу возникли и ножичек, и брусок). Время подходило к распределению после окончания аспирантуры, и мне тактично было отказано от места в родном отделе. Но даже в этом Евгений Константинович оказался прав. Я прошел такую замечательную школу под его руководством, что дальнейшая моя работа в другом подразделении ИАЭ уже базировалась на хорошем научном фундаменте.

Д.Д. Рютов

ГЛАЗАМИ НОВИЧКА

Я познакомился с Евгением Константиновичем в 1961 г., когда заканчивал 4-й курс МФТИ и проходил практику в ИАЭ, осваивая плазменную теорию. Моим научным руководителем был тогда Л.И. Рудаков, только что перешедший на работу в сектор Е.К. Завойского. Чтобы в своих теоретических построениях я не слишком "отрывался от жизни", Л.И. Рудаков посоветовал мне регулярно общаться с несколькими экспериментаторами сектора (С.Д. Фанченко, Б.А. Демидовым и другими), что я и стал делать с большим удовольствием. Заходя к ним почти каждое утро, я довольно часто встречался с Евгением Константиновичем, который имел обыкновение раз в несколько дней "делать обход" экспериментальных установок. Он выяснял, как идут дела, просматривал последние осциллограммы и минут через 10–15, убедившись, что работа развивается в правильном направлении, уходил. При первом разговоре со мной он сразу одобрил мой интерес к эксперименту; поощрял он этот интерес и в дальнейшем.

Сектор Евгения Константиновича был не очень велик – научных сотрудников около 20 человек. Они составляли несколько научных групп, работавших на разных установках. Общее направление исследований задавалось Евгением Константиновичем, но мелочной опеки не было – единство действий обеспечивалось нацеленностью на общую проблему (в те годы – проблему коллективных процессов в плазме, о чем я еще скажу).

В общении с сотрудниками, которые все были намного моложе его, Завойский был очень демократичен и ровен (хотя, как я теперь понимаю, поводов для неудовольствия мы давали ему немало). Между собой мы называли его по инициалам Е.К. (произносилось "ека"). При этом, конечно, и речи не было о каком-либо панибратстве: ведь Е.К. был уже всемирно известным физиком, автором открытия электронного парамагнитного резонанса и ряда пионерских работ по ЭОПам.

Евгений Константинович всегда был готов обсудить с сотрудниками их результаты, помочь советом (что он и делал во время уже упоминавшихся

"обходов"), но при этом был очень строг в отношении своего участия в той или иной публикации: он подписывал только статьи, подготовленные по результатам исследований на той установке, где он работал непосредственно и где проводил бóльшую часть рабочего дня. В начале 60-х годов его ближайшими сотрудниками и постоянными соавторами были М.В. Бабыкин, П.П. Гаврин и В.А. Скорюпин, а из теоретиков – Л.И. Рудаков. Во всех публикациях с участием Евгения Константиновича неукоснительно соблюдался алфавитный порядок авторов.

Конец 50-х – начало 60-х годов – это время, когда зарождалась физика высокотемпературной плазмы, накапливался "банк идей", легших потом в основу этой науки. Особенно воодушевляло то, что для проверки возникающих гипотез экспериментатор во многих случаях мог ограничиться созданием относительно небольшой (подчас просто настольной) установки, не выходя для этого на уровень высокого административного начальства. Разумеется, успеха в работе на таких маленьких и относительно недорогих установках мог добиться далеко не каждый: нужно было иметь определенный склад характера, специфический стиль работы, хорошую школу, способность ясно поставить вопрос, "изобрести" тот или иной новый прием измерений. Иначе можно было очень долго видеть только экспериментальную "муть", без малейших проблесков осмысленного эффекта.

Мне кажется, что обстановка свободного научного поиска, который не стеснен жесткими организационными или финансовыми рамками и, напротив, в котором все определяется только тобой самим и небольшой группой единомышленников, была очень привлекательна для Евгения Константиновича. По моим наблюдениям, он принадлежал к категории экспериментаторов, которые любят все делать своими руками и это стимулирует их творчество. Евгения Константиновича было непросто застать в его кабинете. Зато почти всегда вы могли его найти в экспериментальном зале, одетым в рабочий халат и погруженным в настройку того или иного датчика. Евгений Константинович справедливо опасался, что если бы возникла необходимость резкого увеличения масштабов экспериментов, то его авторитет и лидирующая интеллектуальная роль с неотвратимостью привели бы его к позиции "менеджера", представляющего коллектив во внешнем мире и вынужденного тратить львиную долю своего времени на решение организационных вопросов. Маленькую же установку даже руководитель эксперимента может холить и лелеять своими собственными руками, а это, по-моему, было важно для Е.К.

В 60-х годах интересы Евгения Константиновича были сосредоточены в совершенно новой тогда области коллективных явлений в плазме. Он подошел к этой проблеме со стороны эксперимента, наткнувшись на аномально быстрое поглощение в плазме нелинейных магнитно-звуковых волн. Получив от теоретиков (прежде всего Л.И. Рудакова) необходимую информацию о возможных причинах явлений, он сразу оценил его потенциальную значимость для физики плазмы (как лабораторной, так и астрофизической[1]) и быстро переориентировал почти весь свой сектор на исследования в этой области.

---

[1] В те годы Евгений Константинович активно интересовался астрофизикой и даже иногда посещал астрофизические семинары в Институте им. П.К. Штернберга.

Исследования по коллективным явлениям в плазме тогда велись в целом ряде институтов (в Харькове, Новосибирске, Ленинграде и других местах). Для того чтобы обеспечить условия свободного обмена идеями и результатами для всех, работавших в этой области, Евгений Константинович организовал специальный Всесоюзный семинар КВП (Коллективные взаимодействия в плазме), регулярно собиравшийся в 1965–1967 гг. Семинар был равно привлекателен для теоретиков и экспериментаторов. Именно на нем были впервые изложены и подробно проанализированы ставшие теперь классическими работы по бесстолкновительным ударным волнам, аномальному сопротивлению плазмы, "взрывной" неустойчивости волн с отрицательной энергией. Возраст большинства участников лежал в интервале между 25 и 35 годами, поэтому нередки были "задиристые" дискуссионные выступления. Помню даже, как сам стал участником настолько бурной перепалки с талантливым экспериментатором С., что Евгений Константинович попросил нас обоих удалиться из зала и остыть в коридоре. Но в целом атмосфера всегда оставалась очень доброжелательной.

Этот стиль общения разительно отличался от того, свидетелем которого мне пришлось стать во время развернувшейся в 1965 г. дискуссии по вопросу о достоверности экспериментальных результатов сектора Завойского и некоторых других групп. Дискуссия была инициирована двумя крупными учеными, у которых сложилось мнение, что многие сообщенные Завойским результаты есть следствие экспериментальных ошибок и, более того, априорной "нацеленности" на заранее определенный результат, что действительно должно рассматриваться как большой грех. Дискуссия велась с явным обвинительным уклоном. Дело дошло даже до проверки первичного экспериментального материала на предмет поисков неаккуратностей при перерисовывании осциллограмм. Досталось и теоретикам.

Евгений Константинович не уклонялся от дискуссии, он лично выступал на семинарах, где его работы подвергались, мягко говоря, сомнению. Аргументация его строилась прежде всего на том, что выводы его группы сделаны на основе большого массива данных, полученных разными методами при достаточно широком варьировании экспериментальных условий, и потому надежны. Несмотря на очень напряженную в эмоциональном отношении обстановку семинаров, Евгений Константинович не выходил за рамки чисто научных доводов и оценок. Только один раз он не сдержался и назвал результаты своего очередного оппонента "ничтожными".

По прошествии четверти века видно, что все эффекты, существование которых подвергалось сомнению оппонентами Евгения Константиновича, являются совершенно реальными и многократно наблюдались с тех пор и в лабораторных, и в астрофизических условиях (причем с применением все более расширявшегося с течением времени измерительного инструментария). Есть и бесстолкновительные ударные волны, и аномальное сопротивление плазмы, и турбулентный нагрев. Все эти понятия, которые вызывали непонятную аллергию у инициаторов дискуссии, вошли в золотой фонд физики плазмы, а приоритет отечественной науки закреплен, в частности, появляющимися до сего времени в большом количестве ссылками на работы группы Завойского и ряда других групп, работавших тогда в области коллективных процессов.

В начале 1968 г. Е.К. Завойский увлекся идеей инициирования термоядерного микровзрыва посредством облучения крупинки термоядерного горючего мощным импульсным пучком релятивистских электронов. Техника генерации таких пучков начала бурно развиваться в то время, и можно было рассчитывать на появление в близком будущем электронных пучков с токами в миллионы ампер. В основе найденной Евгением Константиновичем и его сотрудниками схемы лежало предположение о быстром торможении пучка электронов вследствие все тех же коллективных процессов. Тогда энергетические характеристики будущей установки оказывались приемлемыми.

Эти соображения были опубликованы Е.К. Завойским с сотрудниками в 1971 г. и послужили началом нового направления работ по термоядерной энергетике – так называемого пучкового синтеза. Пошла целая волна публикаций по этой тематике, и непременной первой ссылкой в них была работа Евгения Константиновича. Хотя подробные расчеты показали, что коллективные эффекты в мишени недостаточно сильны и нужно искать другие механизмы передачи к ней энергии пучка, в целом концепция Евгения Константиновича была необыкновенно плодотворной и открыла новые горизонты в исследованиях по УТС.

В 1968 г. я принял предложение Р.З. Сагдеева перейти на работу в Новосибирский институт ядерной физики. Е.К. был огорчен моим решением и старался отговорить меня. Но, убедившись, что я твердо стою на своем, без проволочек подписал все нужные бумаги. О том, чтобы чинить мне какие-нибудь препятствия, у Е.К. не могло возникнуть и мысли.

В ИЯФе идеи коллективного взаимодействия мощных релятивистских электронных пучков с плазмой были трансформированы применительно к задаче нагрева плазмы в длинных линейных ловушках. Эксперименты группы Р.Х. Куртмуллаева (1970 г.) и группы В.С. Койдана (1972–1973 гг.) показали перспективность этого пути. Было начато методичное изучение процесса взаимодействия релятивистских электронных пучков с плазмой группами В.С. Койдана и Э.П. Круглякова. С развитием техники генерации таких пучков и совершенствованием методов регистрации пучково-плазменного взаимодействия все те эффекты, которые в 60-е годы заявляли о своем существовании лишь в форме полунамеков, стали очень "грубыми и зримыми". На недавно построенной установке, носящей название ГОЛ-3, получена плазма с весьма внушительными параметрами.

С начала 70-х годов Евгений Константинович по ряду причин перестал участвовать в плазменных конференциях и мое общение с ним стало эпизодическим. Он продолжал активно работать в других областях физики, о чем можно было судить по его публикациям. Творческая фантазия ему не изменяла. Одна из публикаций (Письма в ЖЭТФ, октябрь 1976 г.) особенно привлекла мое внимание: в ней был предложен остроумный метод поисков высокотемпературных сверхпроводников, позволявший в одном опыте "перебрать" большое количество материалов на предмет выявления их сверхпроводящих свойств. Статья заканчивалась словами: "Все вопросы более подробно будут обсуждаться в следующей работе". Этим планам, к сожалению, не суждено было сбыться.

И.И. Силкин, Л.А. Трофанчук

ОБ ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ ЭПР

(Материалы архивов и находки аппаратуры)

Мы не встречались с Евгением Константиновичем Завойским, если не считать того случая, когда один из нас присутствовал на Юбилейной конференции по парамагнитному резонансу, проходившей в Казани в 1969 г. Наше "знакомство" с ним, с его жизнью, работой в Казанском университете состоялось при прочтении его научного архива, других документов, воспоминаний современников. Почему же в таком случае нам предложили написать статью для данного сборника?

Дело в том, что физика-экспериментатора, ученого характеризуют не только устные или письменные воспоминания коллег; прекрасное представление о его научном поиске, таланте дает то лабораторное оборудование, на котором ученый работал и в данном конкретном случае сделал открытие.

Возможно, именно такое рассуждение послужило основой инициативы С.А. Альтшулера по воссозданию установки Е.К. Завойского в Казанском университете. В конце 70-х годов были привезены из Москвы радиотехнические детали и приборы Евгения Константиновича, но оказалось, что это оборудование конца 50-х годов и что воссоздание той довоенной установки невозможно осуществить без подробного изучения дневниковых записей, воспоминаний сотрудников, архива университета. Даже предварительное ознакомление с документами позволило не только отыскать и частично восстановить лабораторное оборудование, но и несколько иначе, чем это звучало в уже опубликованных статьях об истории открытия ЭПР, взглянуть на некоторые этапы подготовки этого открытия.

К началу 40-х годов Е.К. Завойский разработал, исследовал и опробовал метод измерения поглощения энергии высокочастотного электромагнитного поля веществом. Этот метод заключался в учете изменения величины сеточного или анодного тока при изменении ваттной нагрузки на генератор. Поэтому, как только Евгений Константинович ознакомился с результатами известных работ К. Гортера по исследованию парамагнитной релаксации и узнал о его неудачной попытке измерения ядерных магнитных моментов (1936–1940 гг.), для него стали очевидными преимущества собственного экспериментального метода.

Были начаты работы по измерению парамагнитной релаксации и обнаружению эффекта, который мы называем сейчас ядерным магнитным резонансом.

И.И. Силкин обнаружил в архивах кафедры физики Казанского университета отчет о научно-исследовательской работе кафедры за период с января по июль 1941 г., подписанный Завойским 14 июня. Этот документ говорит сам за себя, поэтому приведем здесь выдержки из его текста.

"В конце первого квартала 1941 г. основные темы по разделу колебаний были изменены. Причиной этому послужили результаты работ К.Я. Гортера, И.И. Раби и др. по парамагнитной релаксации и определению магнитных моментов атомных ядер. Неудачную попытку К.Я. Гортера определить магнитные моменты ядерных спинов мы объяснили малой чувствительностью принятой им калориметрической методики измерений.

Имея в распоряжении более точный метод измерений (метод сеточного тока), мы решили сделать попытку определить магнитные моменты ядер. С целью оценки порядка чувствительности повторены измерения К.Я. 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, проведенные согласно теории В. Гайтлера и Э. Теллера.

На основании этого все темы по разделу колебаний, исключая тему И.М. Романова, были заменены на тему по парамагнитной релаксации и определению ядерных спинов и к разработке ее привлечены: Завойский, Альтшулер и Салихов. В перспективе можно ожидать включения в эту тему и других работников кафедры..."

Благодаря чуткому отношению и всестороннему содействию семьи Евгения Константиновича мы получили возможность ознакомиться с его научным архивом. Здесь сохранилась обычная ученическая тетрадь – рабочий дневник первой половины 1941 г. Это уникальное свидетельство проводимых им исследований по абсорбции (поглощению) энергии переменного электромагнитного поля высокой частоты различными веществами, в том числе и при температуре жидкого воздуха. Здесь есть набросок схемы установки – генератор по схеме Эзау, зарисовка его конструктивного выполнения: основными элементами генератора являются колебательный контур и радиолампа УБ-132, помещенные в стеклянную трубку, которая покрыта фольгой.

В тетради находится еще один документ, отражающий событие, о котором мы нигде не нашли упоминаний[1]. Речь идет о тезисах доклада "Новый метод измерения парамагнитной релаксации", прочитанного Завойским на Физическом коллоквиуме ФИАНа (эвакуированного в Казань) 20 декабря 1941 г. В заключении доклада приводится тезис: "Смысл попытки Гортера и подсчет энергии эффекта поглощения магнитного поля высокой частоты при совпадении частоты ларморовой прецессии с частотой колебаний магнитного поля". Делается вывод: "Величина этой энергии доступна измерениям методом сеточного тока". (В то время Евгений Константинович уже был занят научной работой оборонного значения.)

Почему же ядерный магнитный резонанс не был зафиксирован, хотя в дневнике есть записи, указывающие на то, что резонансный "эффект" иногда наблюдался? Причины для этого назывались разные. В первую очередь, конечно, война, трудные условия, которые помешали работе в этом направлении. Затем указывалось на неоднородность магнитного поля, которая вызывала уширение линии поглощения, на плохую воспроизводимость результатов вследствие этого. Предположительно мы можем добавить:

1) трудности с измерением напряженности постоянного магнитного поля вследствие отсутствия надежного датчика (это теперь в основе такого датчика используется эффект ЯМР протонов!);

---

[1] Выдержки из дневниковых записей и текст документа (см. далее) приводятся с любезного разрешения В.К. Труфановой-Завойской.

2) судя по дневниковым записям, Завойский снимал кривые поглощения по точкам, по отклонению зеркального гальванометра, модуляция же постоянного магнитного поля отсутствовала;

3) несовершенство схемы генератора, по современным представлениям, должно было приводить к нестабильности частоты переменного электромагнитного поля.

Только через два года после начала войны, в 1943 г., Евгений Константинович смог продолжить научные исследования в этой области.

И здесь мы встречаемся с неожиданностью. Оказывается, Евгений Константинович планировал вновь начать работу над ЯМР, показав сначала еще раз, что метод сеточного тока не уступает по чувствительности калориметрическому методу Гортера. Это вытекает из плана и объяснительной записки к будущей диссертационной работе, составленных им в середине 1943 г., когда у Завойского появилась возможность докторантуры, в чем не последнюю роль сыграли доброжелательное отношение и поддержка заведующего кафедрой Я.И. Френкеля.

Установка была создана и в декабре 1943 г. опробована при исследованиях в параллельных и перпендикулярных постоянных магнитных полях уже с применением низкочастотной модуляции. В начале января 1944 г. Евгений Константинович приступает к исследованию парамагнитных солей сернокислой меди и сернокислого марганца и обращает внимание на резонансный характер спада кривой поглощения в слабых магнитных полях. Он приходит к выводу, что наблюдается *электронный* парамагнитный резонанс. Повысив чувствительность установки с помощью усилителя низкой частоты, что дало возможность подключить на выходе осциллограф, Завойский наблюдает кривые резонансного поглощения. Кривая с экрана осциллографа переносилась на целлулоидную пленку и компарировалась. Сохранились подлинные осциллограммы Евгения Константиновича. Закончим краткий обзор дневников этого периода цитатой из статьи Е.К. Завойского[2]: "Наличие максимума абсорбции делает правдоподобным представление, что при таких условиях наблюдается резонанс между частотой прецессии магнитного спина иона в поперечном магнитном поле и частотой осциллирующего поля".

Как и всякий талантливый экспериментатор, Евгений Константинович создавал разные установки по мере продвижения работ; каждая из них ждет своего исследования и восстановления. Здесь мы опишем только те находки аппаратуры, которые позволили практически восстановить детали установки, описанной Е.К. Завойским в его докторской диссертации.

Установка содержала генератор с электронной связью по схеме Доу на лампе СО-182, два усилителя низкой частоты, зеркальный гальванометр Гартмана–Брауна (рис. 1). Постоянное магнитное поле создавалось магнитом Дюбуа (рис. 2), между полюсами которого помещалась катушка индуктивности генератора, а внутри катушки находилось исследуемое вещество.

Один из усилителей, резонансный, сконструированный Завойским, обычно не использовался для измерений, но с его помощью проводились

---

[2] *Zavoisky E.K.* Spin-magnetic resonance in paramagnetics // J. Phys. 1945. Vol. 9. P. 245.

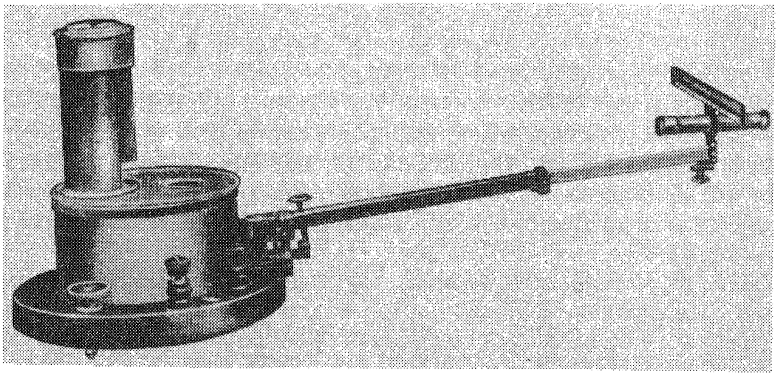


Рис. 1. Зеркальный гальванометр Гартмана–Брауна со шкалой для отсчета показаний и зрительной трубкой

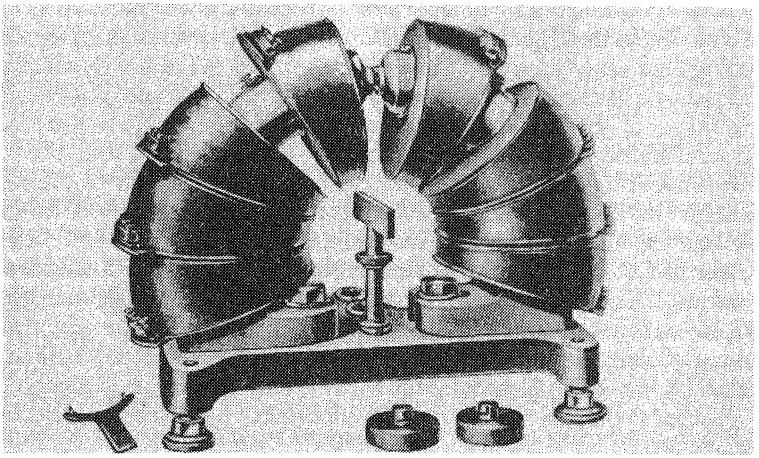


Рис. 2. Магнит Дюбуа. Такой магнит с переменными полюсными наконечниками использовался Е.К. Завойским в экспериментах по ЭПР и ЯМР

все предварительные эксперименты, так как высокий коэффициент усиления облегчал качественные измерения. Высокая устойчивость работы второго, триодного усилителя, в качестве которого использовался усилитель от профилометра Аббота американской фирмы "Physicist Research Co.", создавала преимущества при точных измерениях, и приходилось приносить в жертву большой коэффициент усиления пентодов.

На выходе резонансного усилителя включался зеркальный гальванометр, усилитель профилометра имел на выходе тепловой прибор Вестона, который мог быть заменен осциллографом.

Считалось, по воспоминаниям сотрудников Завойского, что он использовал осциллограф "Триумф". Однако позднее Евгений Константинович пишет: "Катодный осциллограф был одолжен в авиационном институте у Б.М. Столбова. Этот осциллограф помещался в чемодане. При работе крышка чемодана вместе с катодной трубкой несколько приподнималась и оставалась наклонной...". Это описание, как установлено И.И. Силкиным, соответствует внешнему виду осциллографа типа 51. К сожалению, его не

удалось пока найти: по-видимому, придется воссоздать его заново по соответствующей схеме из подлинных деталей того времени.

В архиве Завойского имеется черновик письма главному инженеру авиационного завода № 16 г. Казани, где Евгений Константинович обращается к нему с просьбой продлить срок пользования профилометром, предоставленным заводом Завойскому для научной работы "по ядерной физике". И.И. Силкин в 1981 г. обратился на этот завод, и буквально в течение недели профилометр, цел и невредим, был передан Казанскому университету.

Найдены и восстановлены зеркальный гальванометр Гартмана–Брауна, катушки Гельмгольца, которые использовались для модуляции постоянного магнитного поля, найден подлинный трансформатор, через который питались эти катушки. Известен сейчас и тип волномера, использовавшегося для измерения частоты электромагнитных колебаний, КВ-5. Собраны практически все радиолампы, которые входили в установку. Работа по воссозданию действующего лабораторного оборудования Е.К. Завойского на подлинных деталях и приборах продвигается к завершению.

Опишем еще одну из наших находок. В одной из неопубликованных научных работ Евгений Константинович пишет: "Мои измерения с Салиховым показали, что в цепь сетки генератора можно включить более чувствительный гальванометр, если при этом принять ряд мер для устранения разного рода электрических помех. Так, работая в железном (с двойными стенками) помещении меридианного круга Астрономической обсерватории имени Энгельгардта (расположена в 18 км от г. Казани, в лесу), мы наблюдали хорошую устойчивость показаний гальванометра в цепи сетки..." При осмотре этого помещения И.И. Силкиным (1981 г.) обнаружен латунный ящик, в котором находился генератор, причем сотрудники обсерватории не знали, что это за ящик, известно было лишь, что лежал он здесь со времени войны. С очень большой вероятностью можно утверждать, что это один из подлинных генераторов, созданный Е.К. Завойским.

Конечно, мы коснулись здесь очень небольшого круга вопросов, связанных с историей открытия ЭПР, с воссозданием подлинного лабораторного оборудования Е.К. Завойского. Работы здесь еще очень много, и хотелось бы подчеркнуть, что возможность взглянуть на лабораторный стол ученого, сделавшего открытие, увидеть в простоте исполнения, кажущейся "примитивности" оборудования гениальность идеи, возникшей в его уме, увидеть работу мысли и ее воплощение в "железе" необходима всем нам.

Я.Б. Файнберг

ВСПОМИНАЯ ЕВГЕНИЯ КОНСТАНТИНОВИЧА

Среди выдающихся ученых, составляющих славу и гордость отечественной физики, создателей важнейших направлений в ней, получивших исключительные по силе и значению классические результаты, среди авторов открытий в первоначальном, строгом смысле этого слова, почетное место принадлежит Е.К. Завойскому.

Обладая особенностями и качествами, присущими всем большим физикам, он имел ряд удивительных свойств, придававших ему неповторимость и большую самобытность. Евгений Константинович был одним из "последних могикан", которые еще могли воспринимать всю физику как единую науку и, что самое главное, работая в совершенно различных областях физики, получать в них результаты непреходящего значения. Блестящий и глубокий, экспериментатор от бога, он хорошо знал, понимал и уважительно относился к плодотворной теории и теоретикам. Руководя большим научным коллективом, он оставался действующим, редчайшим экспериментатором. Евгений Константинович жил наукой. Здоровый или больной, до самых последних дней своей жизни он не переставал непосредственно трудиться в физике. Очень жаль, что в последние несколько лет ему не пришлось заниматься и большой научно-организационной деятельностью. Его непрерывная и огромная самоотдача, подлинный научный подвиг всей жизни не могли не создать вокруг него атмосферу увлеченности, большой творческой активности.

Мне посчастливилось довольно длительное время взаимодействовать с Евгением Константиновичем, когда он в конце 50-х годов переключился на исследование проблемы УТС и физики плазмы. В этой области им и руководимым им коллективом были получены результаты первостепенного значения. Экспериментально обнаружено явление магнитозвукового резонанса и аномального поглощения плазмой энергии переменных электромагнитных полей большой амплитуды. Е.К. Завойским с сотрудниками впервые был обнаружен нагрев ионов плазмы током, создаваемым внешним электрическим полем. Нагрев был обусловлен возбуждением ионно-звуковых колебаний. Эти работы совместно с работами сотрудников ХФТИ АН Украины и составили содержание открытия "Аномальное сопротивление и турбулентный нагрев плазмы". Оно вызвало большой поток теоретических и экспериментальных исследований во всем мире.

В 1968 г. Евгений Константинович впервые указал на возможность инициирования термоядерной реакции в твердой дейтериевой или дейтериево-тритиевой мишени мощным релятивистским электронным пучком. В первоначальном варианте предполагалось, что передача энергии релятивистским электронным пучком плотной плазме, образующейся из твердотельной мишени, будет происходить путем коллективного нагрева плазмы, обусловленного плазменно-пучковой неустойчивостью. Эти пионерские работы, очень важные сами по себе, стимулировали развитие исследований, направленных на создание других модификаций электронно-пучкового термоядерного синтеза. Таким образом, идеи Е.К. Завойского имели определяющее значение для создания нового направления в проблеме УТС–пучкового инерциально-термоядерного синтеза. Они имели и очень важное значение для развития физики и техники релятивистских пучков электронов.

Для физики коллективных взаимодействий в плазме, особенно для экспериментальных исследований в этой области, большую роль сыграл Всесоюзный семинар по коллективным взаимодействиям в плазме, председателем которого был Евгений Константинович. Заседания семинара происходили попеременно в Харькове, Москве, Новосибирске и Сухуми и в большой степени содействовали развертыванию работ в этой области.

Глубокий и неподдельный интерес, удивительная свежесть восприятия, энциклопедичность позволяли Евгению Константиновичу с большой компетентностью обсуждать и анализировать большинство новых работ, проводившихся в этом направлении. Если к этому добавить, что он о всех тонкостях, сложностях и трудностях эксперимента знал не понаслышке, а из собственного опыта, продолжавшегося всю жизнь, то ясно, какую большую пользу он мог приносить и действительно приносил всем тем, кто имел возможность общаться с ним. Все сказанное выше в полной мере относится к взаимодействию Евгения Константиновича и с нами, харьковчанами. Взаимодействие с Е.К. в области физики плазмы имело и для меня большое значение. Много очень интересного из "первоисточника", от Е.К., я узнавал о работах в других областях физики. Незабываемое впечатление на меня произвели его рассказы об открытии им ЭПР, а также ферромагнитного резананса. Большой и трудно объяснимой несправедливостью остается то, что Е.К. за уникальную классическую работу по ЭПР не был удостоен Нобелевской премии.

Я и теперь с большой теплотой часто вспоминаю доверительные, сердечные беседы с Евгением Константиновичем, особенно в Крыму и Звенигороде, которые существенно помогли расширить мои представления о физике и физиках. Взаимодействие в области науки для меня и моей жены скоро переросло в теплые дружеские отношения с Евгением Константиновичем и его верным другом Верой Константиновной, их дочерью Наташей, которые всегда доставляли нам много радости.

Г.В. Шолин

ФИЗИЧЕСКИЙ МИР ШКОЛЫ Е.К. ЗАВОЙСКОГО

Не каждому ученому выпадает счастье работать в коллективе, возглавляемом настоящим мастером открытий, естествоиспытателем от бога и к тому же продолжателем и носителем традиций русской школы физики, впитавшей в себя плодотворные и во многом взаимно дополняющие друг друга традиции и навыки экспериментальных школ довоенной Германии и Англии. Именно так можно охарактеризовать атмосферу в секторе Е.К. Завойского, в которую я окунулся в 1961 г.

Наука представляет собой своеобразный "цех" духовного творчества, работники которого стремятся к единой цели – познанию истинных законов природы, построению картины мира, адекватной действительности. Подобно тому как в цехе средневековых ремесленников все тайны мастерства передавались в прямом общении, так и в науке: все передается только в непосредственном живом контакте учителя и учеников. Духовное творчество не сводится к построению логических схем. Этому всегда предшествует выработка понятий, процесс, по существу интуитивный и не поддающийся алгоритмизации. Далеко не всегда научный коллектив оказывается способным к решению таких задач. Однако в секторе Е.К. Завойского мы приобретали вкус именно к такой деятельности. По-видимому, у школы Е.К. Завойского много общего со школами П.Л. Капицы и выдающегося немецкого физика

М. фон Арденне, с которыми Евгений Константинович находился в творческом общении в период своего становления как мастера-экспериментатора.

Характерный стиль физического мышления школы Е.К. Завойского и его родство со школой П.Л. Капицы можно почувствовать, рассматривая те вопросы, которые ставились и серьезно обсуждались при анализе физических явлений, подлежащих проверке экспериментом. Вот, например, часть таких вопросов.

Возможно ли в действительности движение со скоростями, превышающими скорость света?

Что происходит с электрическим полем в объеме газа, когда идет его ионизация и переход в состояние плазмы, в которую постоянное электрическое поле проникать не должно?

Можно ли на языке классической механики и электродинамики описать фотоэффект, т.е. дать выражение для силы, которая бы не зависела от величины напряженности электромагнитного поля, но была бы пропорциональна его частоте?

Чем отличается движение электрона в магнитном поле при одновременном воздействии внешней силы от аналогичного движения свободного гироскопа с осью вращения, параллельной магнитному полю?

Что представляет собой бесстолкновительная плазма: диэлектрик или сверхпроводник?

При какой степени ионизации электронная температура, пропорциональная квадрату напряженности электрического поля в слабоионизованном газе, перестает вообще зависеть от электрических полей, как это предполагается в теории высокотемпературной плазмы?

Как происходит нагрев плазмы при отсутствии столкновений?

В научной школе Е.К. Завойского сформировалось образное физическое мышление, особенности которого мы стараемся передать следующим поколениям в непосредственном общении. Конечно, невозможно поставить знак равенства между опубликованными трудами и научной школой, как нельзя отождествлять напечатанный текст проповеди с восприятием ее из уст самого проповедника. Тем не менее рассказ о том, как ставились задачи и как затем шла эволюция наших понятий, может дать представление о физической школе Е.К. Завойского более широкому кругу научной общественности и особенно молодежи.

В 1961 г. я появился в секторе Е.К. Завойского как аспирант-теоретик с предложением подвергнуть экспериментальной проверке мои расчеты по эффекту Штарка у атомов водорода, вызываемому плазменными колебаниями. Мне тогда казалось, что математическое описание с помощью квантово-механических формул, дающих количественные предсказания для профилей спектральных линий, исчерпывает возможности понимания природы. Однако уже первое обсуждение показало, что в школе Е.К. Завойского отдают предпочтение другому подходу к пониманию физических явлений, а именно: пониманию, основанному на построении наглядной геометрически определенной картины. Только при наличии механической модели, адекватно описывающей процессы, вытекающие из решений уравнений, явление считалось понятым настолько, чтобы экспериментальная проверка его была оправданной.

Уже в первом обсуждении был поставлен вопрос о возможности описания прецессии атома водорода в электрическом поле на том же классическом языке, на котором описывается прецессия магнитных моментов атомов в магнитных полях. Тождественность классического и квантового описания динамики магнитных моментов была к этому времени уже установлена[1]. Однако для электрических дипольных моментов подобной задачи не ставилось. Пришлось обратиться к анализу того классического подхода, который был развит еще в теории Бора, привлекая, следуя Зоммерфельду, вектор Рунге–Ленца для описания электрического дипольного момента атома. Именно на этом пути удалось установить полную тождественность квантовых и классических уравнений для электрического дипольного момента, которые одинаково успешно описывают непрерывное изменение проекций моментов.

Надежная классическая модель, описывающая динамику дипольного момента в электрическом поле, легла затем в основу теоретических представлений, описывающих эффект Штарка в переменных электрических полях в плазме, которые естественным образом разграничивают эффекты неадиабатичности и вращения вектора электрического поля[2].

Второй вопрос, который подробно разрабатывался в связи с эффектом Штарка в турбулентной плазме – это связь распределения амплитуд колебаний электрических полей в плазме с функцией распределения электронов по скоростям. Подход к плазме Е.К. Завойского с самого начала предполагал невозможность использования для ее описания так называемого газового приближения, с активной пропагандой которого выступала школа Л.Д. Ландау. Евгений Константинович организовал Всесоюзный семинар по коллективным взаимодействиям в плазме, на котором последовательно отстаивались идеи исследования плазменных явлений на основе уравнений бесстолкновительной плазмы Власова. Он был одним из первых экспериментаторов, занимавшихся высокотемпературной плазмой, которые всерьез отнеслись к необходимости опытной проверки выводов квазилинейной теории Веденова–Велихова–Сагдеева. Поэтому именно в школе Е.К. Завойского особенно внимательно относились к явлениям в бесстолкновительной плазме. Один из существенных вопросов для сторонников теории Власова заключался в механизме максвеллизации функции распределения электронов по скоростям. Сторонники "газового приближения" убеждали, что только механизм парных соударений заряженных частиц, описываемый интегралом столкновений в форме Ландау, способен обеспечить максвелловское распределение для электронов, движение которых можно считать прямолинейным, несмотря на наличие плазменных колебаний. В теории плазмы Власова, напротив, считается, что все основные эффекты кулоновских взаимодействий уже учтены в виде самосогласованного электрического поля, описывающего ту часть парных взаимодействий, которая в обычной кинетической схеме газового приближения давала бы расходящееся выражение. Однако непротиворечивой логической связи между наличием в плазме ленгмюровских колебаний как основного

---

[1] *Slichter C.P.* Principles of magnetic resonance. N.Y.: Harper and Row Publ., 1963.

[2] *Шолин Г.В., Лисица Б.С., Коган В.И.*// ЖЭТФ. 1970. Т. 59, № 10. С. 1390.

свойства плазмы и установлением максвелловского распределения электронов не существовало.

В развитой нами[3] теории штарковского уширения спектральных линий в турбулентной плазме вопрос о распределении амплитуд колебаний с хаотическим распределением фаз получил естественное решение на основе представлений Рэлея[4] . Приближение хаотических фаз является основным в теории плазмы. Оно находит естественное объяснение в нелинейных процессах и не требует для своего объяснения механизма парных соударений. Поэтому было чрезвычайно поучительным проследить, как распределение амплитуд колебаний трансформируется в распределение частиц по скоростям. Для этого, однако, необходимо, считать основным движением электронов – колебательное с ленгмюровской частотой около положений равновесия, равномерно распределенных по всему объему плазмы. Тогда из распределения амплитуд колебаний с хаотическим распределением фаз $f(E)dE = \exp\{-E^2 / E_0^2\}dE$ однозначно вытекает распределение электронов по скоростям, соответствующее максвелловской функции:

$$f(\upsilon)d\upsilon = \exp\left\{-m\upsilon^2/2T_e\right\}d\upsilon,$$

где $\upsilon = eE / m\omega_{pe}$, а $T_e = e^2E_0^2 / 2m_e\omega_{pe}^2$. Таким образом вся кинетическая энергия электронов в квазинейтральной плазме оказывается в таком подходе энергией колебательного движения, а высокотемпературная бесстолкновительная плазма выступает прежде всего как диэлектрическая среда. На этом пути получает естественное объяснение известный парадокс Ленгмюра[5]: формирование максвелловского распределения электронов по скоростям в прикатодной области тлеющего разряда на расстояниях, существенно меньших длин свободного пробега электронов. Максвелловская функция распределения формируется там, где образуется плазма, т.е. плазменная частота становится выше всех частот столкновений. Хаотизация фаз ленгмюровских колебаний обеспечивает максвелловское распределение электронов по скоростям, если только считать, что колебательное движение электронов является основным в состоянии плазмы. К сожалению, эти представления не были доведены при жизни Евгения Константиновича до стадии экспериментальной проверки. Е.К. Завойский всегда подчеркивал единство физических представлений для интерпретации плазменных явлений в космосе, газовом разряде и твердом теле. Главную особенность плазмы как проводящей среды в бесстолкновительном режиме Евгений Константинович видел в нелинейных явлениях. Особенно в эффектах захвата частиц в потенциальные ямы ионно-звуковых волн. Он приветствовал идеи, выдвигавшиеся в середине 70-х годов Р.З. Сагдеевым, о

---

[3] *Шолин Г.В.* // ДАН СССР. 1970. Т. 195. С. 589–593.

[4] *Рэлей* (Стретт) *Дж. В.* Теория звука. М.: Гостехиздат, 1955. Т. 1, 2

[5] *Подгорный И.М., Шолин Г.В.* // ДАН СССР. 1965. Т. 160. С. 575; *Загородников С.П., Смолкин Г.Е., Шолин Г.В.* // ЖЭТФ. 1963. Т. 45, № 6. С. 1850; *Загородников С.П., Смолкин Г.Е., Стриганова Е.А., Шолин Г.В.* // ДАН СССР. 1970. Т. 195, № 5. С. 1065.

единстве механизма сверхпроводимости и аномального сопротивления высокотемпературной плазмы в бесстолкновительных ударных волнах. К сожалению, эти идеи остались на уровне формально-теоретических аналогий и не получили глубокой физической разработки.

Одна из интереснейших дискуссий, разгоревшихся между экспериментаторами и теоретиками в 1963–1964 гг. по инициативе Евгения Константиновича, была связана с возможностью измерения диамагнетизма, возникающего в плазме в результате ее турбулентного нагрева. Жаркие споры в связи с возможностью бесстолкновительной диссипации в плазме энергии внешних электромагнитных полей заставляли школу Е.К. Завойского искать и совершенствовать методы измерения энергосодержания плазмы. Наряду с целой серией спектроскопических методов измерения электронной температуры разрабатывались и зондовые. Однако их применение для измерения диамагнетизма сразу столкнулось с известным теоретическим парадоксом: теоремой Бора–Ван Лёвен об отсутствии диамагнетизма у классического электронного газа в магнитном поле[6]. Анализ измерительной процедуры убеждал нас в возможности диамагнитного эффекта (в газовом разряде трудно ожидать упругого рассеяния электронов от поверхности зондов), что и было подтверждено многочисленными экспериментами не только в секторе Е.К. Завойского, но и в других лабораториях мира. Однако справедливость самой теоремы стала вызывать у нас все большее сомнение, поскольку при ее выводе нигде граничные эффекты не фигурируют, а основной аргумент Н. Бора в пользу справедливости выводов теоремы – это апелляция к упругому отражению электронов от границ занимаемой ими области. Таким образом возникал естественный вопрос к теории: возможен ли в рамках классической статистики диамагнетизм электронного газа?

К сожалению, эта область исследований отодвинулась в коллективе на второй план, когда Е.К. Завойский заинтересовался проблемой релятивистских электронных пучков, но она с успехом развивается одним из его учеников Д.Д. Рютовым в Сибири[7].

Не могу здесь не упомянуть любопытного суждения Евгения Константиновича об альтернативном пути развития физической науки нашего времени. Во время одной из дискуссий о фундаментальном характере аксиальной природы движения заряженных частиц в электромагнитных полях он заметил, что физика приняла бы другой облик, если бы Г. Альвен появился раньше М. Планка, поскольку тогда опыты В. Кауфмана, на основании которых были сделаны первые выводы о зависимости массы от скорости, интерпретировались бы иначе с учетом дрейфа ведущего центра в неоднородном магнитном поле. Этот последний эффект, пропорциональный квадрату скорости заряженной частицы, не учитывался Планком при анализе опытов Кауфмана.

Особенно запомнились суждения Евгения Константиновича о традициях научных сообществ, уникальности талантливой личности, взаимной

---

[6] *Маттис Д.К.* Теория магнетизма. М.: Мир, 1967.

[7] *Ступаков Г.В.* // Письма в ЖЭТФ. 1982. Т. 36. С. 318.

ответственности научного сообщества и его выдающихся представителей. Впервые из его уст я узнал об огромной роли В.Ф. Оствальда в развитии науки, его попытках дать научную классификацию творческих личностей. Он часто повторял, что многочисленные в наше время факты замалчивания имен выдающихся русских и зарубежных ученых по политическим или любым другим соображениям всегда оканчиваются попытками сначала умалить их вклад, а затем и присвоить чужие достижения, и указывал нам на необходимость четко отслеживать приоритет авторов, обращаться именно к оригинальным публикациям, а не к их упоминаниям в последующих монографиях. По его мнению, представления о природе явлений Г.Л.Ф. Гельмгольца, Р.Ю.Э. Клаузиуса, У. Кельвина, Дж.Дж. Томсона, Ф. Ленарда, И. Штарка, Э. Резерфорда даже сегодня являются более глубокими, чем те, которые можно подчерпнуть из книг Р.Ф. Фейнмана, А.М. Дирака или Л.Д. Ландау. Он вообще отдавал предпочтение экспериментальному подходу в физике и считал, что модное сегодня организационное разделение на теоретиков и экспериментаторов приносит, может быть, больше вреда, чем пользы, поскольку препятствует выработке единого "физического" языка, конкретности мышления. В наше время быстро увеличивается число областей, описываемых различными алгоритмизованными научными языками, говорил он, а единство знания, глубина его уменьшаются. Нужно стремиться к гармонии человека и знания.

Евгений Константинович удивительно умел ценить каждого, умел находить самое важное в творческом облике отдельного ученого, подчеркнуть это важное и указать на него другим сотрудникам, что, безусловно, не только способствовало сплочению коллектива, но и вызывало активное желание проявить себя. Глубочайшая интеллигентность, которая выражалась в самом бережном отношении к каждой творческой личности, была для окружающих наиболее привлекательной чертой Евгения Константиновича. И в этой связи нельзя не упомянуть, как он сетовал на то, что А.А. Власов, именем которого названы уравнения, используемые сегодня во всем мире для описания плазмы, оказался в 50-е годы отлученным от исследований по программе УТС и так и не был избран до конца своей жизни в Академию наук. Евгений Константинович считал это огромной несправедливостью, делился с нами своими воспоминаниями о временах 40–50-х годов, говорил, что академик А.Д. Сахаров также считает вклад А.А. Власова в теорию плазмы несравнимо большим, чем кого-либо другого.

Решающую роль в судьбе А.А. Власова сыграла, по словам Евгения Константиновича, статья четырех физиков, в которой говорилось буквально следующее: "Рассмотрение... работ А. Власова привело нас к убеждению об их полной несостоятельности и об отсутствии в них каких-либо результатов, имеющих научную ценность"[8] .На международном авторитете А.А. Власова это коллективное выступление совершенно не отразилось. Однако разве можно было надеяться в 50-е годы в нашей стране, что судьбу важной "секретной" программы доверят человеку, работы которого получили такой отзыв у представителей

[8] ЖЭТФ. 1946. Т. 16, № 3. С. 246.

Академии? Евгений Константинович считал неизмеримым урон, который понесла наука от такого массированного третирования выдающегося русского ученого. Он не мог примириться с этим до конца своих дней. Он говорил, что в науке должны работать люди, исключительно одаренные и морально безупречные. Конфликты в научной среде наиболее часто возникают на базе открытия новых явлений. Важно не только сделать наблюдение, но и оценить и интерпретировать его, выделить в чистом виде. Ученый имеет право на ошибку. Но особенно важно, чтобы в научном сообществе поддерживался здоровый моральный климат, чтобы ученый знал, что сделанный им вклад в общее дело развития науки получит достойную оценку, что критические выступления способствуют установлению истины, а не имеют целью отдать более способных людей в подчинение менее одаренным. Такой климат вырабатывается десятилетиями путем совместных усилий всего мирового сообщества ученых, а может быть разрушен за несколько лет, как это имело место во многих странах мира после первой мировой войны и в 30-е годы. Чтобы такого больше не случалось, следует всегда помнить правило, данное нам Л.Н. Толстым: "...ежели люди порочные связаны между собой и составляют силу, то людям честным надо сделать только то же самое. Ведь как просто"[9].

Евгений Константинович чрезвычайно ценил международное сотрудничество. Он был против разжигания образа врага в лице любого иностранца или представителя какой-либо этнической группы. К сожалению, многочисленные письма из-за рубежа с просьбой принять на стажировку в коллектив Е.К. Завойского так и не увенчались реальным установлением связей. Однако авторитет "школы Завойского" от этого не уменьшился.

В 70-е годы его коллектив включился в исследования сильноточных электронных пучков, в тематику, требующую весьма капитальных, многомиллионных затрат. Здесь уместно упомянуть, что Евгений Константинович никогда не стремился к строительству очень крупных установок. Он любил повторять: "Научный результат не растет пропорционально кубу линейных размеров установки и вложенным в нее средствам. Одна установка – один научный результат. А сам результат зависит лишь от качества научного коллектива, качества измерительной аппаратуры, новизны объекта исследования и терпения заинтересованных интеллигентных меценатов".

Глубоко антипатичными для Евгения Константиновича были апелляции к "важности для военных целей". Помню, в начале 60-х годов мы вместе с моим руководителем по аспирантуре Д.Ф. Зарецким проводили расчеты γ-лазера с ядерной накачкой и, получив обнадеживающие результаты, понесли их Евгению Константиновичу с надеждой, что он организует экспериментальные исследования. Его ответ был неожиданным и запомнился мне на всю жизнь: "Зачем это? Чтобы иметь возможность питаться из людоедских котлов бога войны?" Больше к такого рода работам у меня интереса не появлялось.

---

[9] *Толстой Л.Н.* Собр. соч. В 14 т. М., 1952. Т. 7. С. 299.

А.Э. Калмансон

ЭЛЕКТРОНЫ И ЖИЗНЬ*

Хотя собственные научные интересы Евгения Константиновича Завойского всегда были весьма далеки от фундаментальных проблем биологии и медицины, а сам он благодаря строгому, академическому в лучшем значении этого слова отношению к Науке всегда резко отрицательно относился к дилетантству, мне хотелось бы здесь показать роль его замечательного открытия – электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) – и основанного на нем мощного экспериментального метода ЭПР в решении ряда актуальных и интересных задач современной биофизики, имеющих фундаментальное и прикладное значение.

Сразу же хочется подчеркнуть, что многое из того, о чем будет сказано ниже, я обсуждал с Евгением Константиновичем при редких, к моему глубокому сожалению, встречах с ним, в том числе и при его посещениях нашей лаборатории, расположенной волею судьбы всего лишь в 700–800 м от его дома.

Вопросы применения ЭПР в медико-биологических исследованиях вызывали у Евгения Константиновича глубокий и искренний интерес. Обладая фундаментальными знаниями в ряде различных проблем современной физики и будучи блестящим экспериментатором, он с большим интересом и даже с каким-то трепетным восхищением относился к новейшим открытиям в теоретической биологии и биофизике. Именно поэтому, вероятно, он был очень внимательным собеседником и быстро и легко вникал в сущность обсуждаемых вопросов. Его природная деликатность нисколько не снижала высокой требовательности к строгой достоверности излагаемого материала, и он очень четко различал, что вполне обосновано, а что сомнительно и требует дополнительных экспериментальных и теоретических доказательств.

Необходимо отметить, что аналогичное "уважительное" отношение к современной молекулярной биологии и биофизике, глубокий и искренний интерес к этим наукам характерны и для многих других выдающихся советских физиков: И.Е. Тамма, Н.Н. Семенова, Ю.Б. Харитона, Я.Б. Зельдовича, А.И. Шальникова и др.

В одном из своих последних обзоров по истории открытия ЭПР и некоторым основным итогам его применения в различных направлениях современной науки Евгений Константинович достаточно полно изложил ряд наиболее важных достижений метода ЭПР в исследованиях электронных процессов в биоэнергетике и радиобиологии.

Впервые имя Евгения Константиновича Завойского я услышал в 1952 г., когда принял участие в подготовке первых в нашей стране исследований методом ЭПР биологических систем.

---

* Доктор биологических наук, профессор Александр Эммануилович Калмансон начал писать свои воспоминания незадолго до своей преждевременной кончины в июне 1990 г. Он умер, не дописав эти заметки. Мы не сочли возможным просить кого-либо из его близких сотрудников и друзей закончить написанное Александром Эммануиловичем и ограничились лишь уточнением некоторых дат. – *Примеч. ред.*

Поскольку Евгений Константинович проявлял глубокий интерес и к истории проникновения метода ЭПР в биологию и медицину, необходимо кратко напомнить основные этапы развития этих работ, их логику и внутреннюю связь с фундаментальными проблемами молекулярной биологии и биофизики.

К началу 50-х годов в биологии сформировались основные представления о структуре и функции наиболее важных компонентов живых систем, были сформулированы принципы энергетического обеспечения многообразных энергоемких процессов живой природы, оценена их термодинамическая эффективность. Стало ясным, что важнейшей особенностью живой природы, как это подчеркнул Э. Шредингер в своей знаменитой книге " Что такое жизнь с точки зрения физики"[1], является то, что живые системы "негэнтропийны", т.е. самоорганизуются и в определенных пределах эффективно противостоят необратимому рассеянию энергии и структурной деградации. Жизнь, как оказалось, держится на "трех китах": веществе, энергии и информации, которые находятся в сложном взаимодействии с окружающей средой. Таким образом, жизнь – это процесс, динамическое состояние очень сложных по взаимодействию и уникальных по своему составу и строению молекулярных комплексов и надмолекулярных структур. Естественной минимальной индивидуальной единицей живого является клетка. Внутреннее содержимое клетки отграничено от внешней среды полупроницаемой двуслойной белково-липидной мембраной. Наличие такой мембраны и создает уникальную возможность автономного существования клетки в определенных граничных условиях физических и химических факторов внешней среды. В последующие годы основная идея Э. Шредингера была критически проанализирована и глубоко развита в работах И. Пригожина, Л.А. Блюменфельда, М.В. Волькенштейна, И.М. Лифшица и ряда других авторов, которые показали, что живые системы подчиняются неравновесной термодинамике открытых систем.

В процессе эволюции жизни в условиях нашей планеты возникли сложные многоклеточные организмы, высшие из которых образованы сложной иерархией систем специализированных тканей и органов, а их функциональное взаимодействие внутри организма обеспечивается вегетативной и центральной нервными системами. Еще более сложные взаимоотношения организмов друг с другом и с внешним миром определяются специфическими сигналами, переносящими разнообразную информацию с помощью различных видов энергии. В конечном итоге практически все энергозатраты биологических систем покрываются энергией солнечной радиации, поглощаемой и полезно преобразуемой разнообразными фотосинтезирующими организмами.

В процессе эволюции и естественного отбора в живых системах возникли универсально распространенные комплексы биологических катализаторов-ферментов, обеспечивающих накопление, передачу, преобразование и использование энергии, необходимой для выполнения различной полезной работы. Для выполнения полезной работы необходима затрата свободной энергии, т.е. той части общего энергосодержания

---

[1] *Schrödinger E.* What is life? The physical aspect of the living cell. Cambridge, 1944.

системы, которая не растрачивается необратимо в тепло. Затрат свободной энергии в живых системах требуют такие важные процессы, как синтез белков, нуклеиновых кислот, углеводов, жиров и других важнейших молекул, образующих различные клетки, ткани и органы. Затрат свободной энергии требуют и перенос веществ против градиентов концентраций, и создание мембранной разности потенциалов, которая обеспечивает функционирование систем передачи информации различного назначения и сложности. Требуется свободная энергия и для обеспечения разнообразных механохимических процессов, таких как мышечное сокращение, движение ресничек и жгутиков.

Универсально распространенными в живых системах источниками свободной энергии служат молекулы аденозин-трифосфорной кислоты (АТФ) и некоторых близких ей других молекул. Молекулы АТФ образуются в живых клетках за счет двух фундаментальных процессов: фотосинтеза (фотосинтетическое фосфорилирование) – у растений и дыхания (окислительное фосфорилирование) – у животных. И дыхание и фотосинтез осуществляются с помощью специальных ансамблей белков электронного транспорта, локализованных в мембранных структурах специализированных внутриклеточных органнел–митохондрии (дыхание), хлоропласты (фотосинтез) и энергопреобразующие мембраны – у микробов.

Совершенно очевидно, что понимание молекулярных механизмов функционирования вышеперечисленных систем электронного транспорта представляет собой одну из наиболее важных и фундаментальных проблем биологии вообще и биофизики – в частности! То, что "машину" жизни движет поток электронов, постулировалось уже давно многими исследователями, использовавшими в своих экспериментах классические методы физической химии, электрохимии, биохимии, оптической спектроскопии и т.п. Однако до появления метода ЭПР прямых доказательств участия свободных электронов в энергообеспечении жизнедеятельности всех разнообразных живых организмов, населяющих нашу планету, не было. Более того, в живых объектах не обнаружено никаких признаков металлических проводников! Таким образом для доказательства участия свободных электронов в энергетике живой природы назрела необходимость применения принципиально новых экспериментальных подходов. Наиболее адекватным для решения этих задач мог быть только метод ЭПР, бурное внедрение которого в различные области физики и химии как раз и происходило в 50-е годы. Особенно важный вклад внес метод ЭПР в развитие химической физики и в изучение свободных радикалов. В нашей стране это направление возглавил и энергично развил безвременно ушедший академик В.В. Воеводский в ИХФ АН, а затем в Сибирском отделении АН.

Первая работа по применению метода ЭПР в биологии была выполнена в США группой исследователей под руководством Б. Коммонера и опубликована в "Nature" в 1954 г. Это было чисто поисковое исследование, без каких-либо строгих теоретических предпосылок. Им повезло: во всех исследованных образцах органов и тканей животного и растительного происхождения были обнаружены сигналы ЭПР с g-фактором, близким по значению к g-фактору свободных электронов, т.е.

около 2,00. Эти сигналы представляли собой синглеты, с полушириной около 10 Гс. Чтобы удалить воду, резко уменьшающую добротность объемного резонатора прибора ЭПР и снижающую его общую чувствительность, авторы использовали биологические образцы, подвергнутые предварительной лиофилизации, т.е. замороженные и помещенные в вакуум, где вода удалялась из твердого состояния, минуя жидкое, за счет возгонки. Как известно, лиофилизация позволяет в максимальной степени сохранять биологическую активность фиксируемого материала. Обнаруженные сигналы ЭПР Б. Коммонер и его соавторы вполне разумно приписали наличию неспаренных электронов в исследованных образцах и высказали весьма неясное и общее предположение о том, что эти электроны имеют какое-то отношение к ферментативным реакциям клеток, не уточняя конкретной природы систем, к которым эти электроны принадлежат.

Ни в коей мере не умаляя приоритетное значение этой первой работы американских авторов, следует подчеркнуть, что в нашей стране исследования биологических систем методом ЭПР были начаты по инициативе и под руководством Л.А. Блюменфельда на более обоснованном и серьезном фундаменте.

Рассмотрим кратко исторические предпосылки становления этого нового направления теоретической и прикладной биофизики в нашей стране. В первую очередь следует упомянуть оригинальные представления, развитые крупнейшим нашим теоретиком в биологии А.Г. Гурвичем. Его основная идея сводилась к тому, что живые системы находятся в неравновесном состоянии, поддержание которого требует непрерывного энергообеспечения. Одна из его фундаментальных работ так и называлась "Динамическая теория протоплазмы" и была опубликована задолго до упомянутой ранее книги Э. Шредингера. Не анализируя за недостатком места ряд других интересных гипотез А.Г. Гурвича, в том числе его теорию биологического поля и попытки найти этой теории экспериментальное подтверждение в широко известных в свое время представлениях о природе и роли митогенетического излучения, которое, как предполагал автор, служит доказательством деградации и излучения этого поля, подчеркнем, что именно в работах А.Г. Гурвича впервые для объяснения энергетических процессов в клетках были привлечены представления о важной роли свободных радикалов в энергообеспечении живых объектов. Работы А.Г. Гурвича привлекли в свое время внимание таких известных наших физиков-теоретиков, как Я.И. Френкель и И.Е. Тамм. Один из основоположников советской биофизики академик Г.М. Франк начинал свой путь в науке в лаборатории А.Г. Гурвича и был одним из первых, применивших оптический спектрометр для попытки прямой регистрации ультрафиолетового излучения клеток.

Поскольку наиболее адекватным и чувствительным методом регистрации митогенетического излучения живых клеток, по глубокому убеждению А.Г. Гурвича, были "биологические детекторы" (проростки корешков лука, делящиеся дрожжевые клетки), то его естественно интересовала предельная чувствительность таких детекторов. Он с глубоким интересом относился к работам по оценке максимальной чувствительности к световым квантам адаптированного к темноте

человеческого глаза. По проведенным в то время экспериментальным оценкам, чувствительность глаза была фантастически высокой: всего лишь несколько сотен квантов на квадратный сантиметр в секунду! И это было установлено в тот период, когда только начинались работы по созданию фотоэлектрических усилителей (ФЭУ), которым, кстати говоря, уделил в послевоенные годы много внимания и Е.К. Завойский. Мало кто помнит теперь, что и наш выдающийся физик академик Ю.Б. Харитон во время командировки в лабораторию Резерфорда проводил экспериментальную оценку фоточувствительности глаза к одиночным вспышкам света на флуоресцирующих экранах, которые использовали для регистрации ядерного распада, сопровождавшегося разлетом в разных направлениях альфа-частиц. И уже совсем мало кому известно, что Ю.Б. Харитоном и Г.М. Франком опубликована совместная работа в этом направлении. Год назад я спросил Ю.Б. Харитона об истории проведения этой работы, и он не только прекрасно помнил ее содержание, но и сразу же назвал немецкий журнал, где были опубликованы ее результаты.

Таким образом, уже на границе 20–30-х годов в нашей стране многие ученые глубоко интересовались физическими основами энергетики биологических процессов и методами их регистрации.

Второй важной предпосылкой исследований роли электронных процессов в биоэнергетике служило то, что в начале 30-х годов в нашей стране под руководством академика Н.Н. Семенова сформировалось принципиально новое направление науки: химическая физика, задачей которой было глубокое изучение физических основ механизмов химических реакций и законов, которым подчиняется кинетика таких реакций в газовой, жидкой и твердой фазах вещества. Важнейшим достижением этих исследований было открытие того, что ведущую роль во многих химических реакциях выполняют чрезвычайно активные частицы – свободные радикалы, содержащие свободные, неспаренные электроны, магнитный момент которых и определяет парамагнетизм этих промежуточных продуктов химической реакции. Глубокие и разносторонние исследования кинетики свободно-радикальных реакций позволили вскрыть основные закономерности развития таких важных для практики процессов, как горение и взрывы, основой которых служат цепные реакции. В последующие годы вскрытые закономерности цепных реакций были использованы в работах, открывших путь к практическому использованию атомной энергии в различных целях. И не случайно поэтому, что именно ближайшие ученики и сотрудники Н.Н. Семенова – Ю.Б. Харитон и Я. Б. Зельдович – внесли наиболее значительный вклад в разработку этой важнейшей для судеб человечества проблемы.

Напомним также, что в этот период работами В. Гейзенберга, Э. Шредингера, В. Паули, О. Штерна и В. Герлаха, П. Зеемана, Я. Френкеля и других физиков, развивавших основополагающие идеи М. Планка, Н. Бора и А. Эйнштейна, было в основном закончено построение величественного здания квантовой механики, а это в свою очередь предопределило становление и развитие квантовой химии, важнейшие принципы которой были сформулированы Л. Полингом. Главной заслугой Полинга следует считать создание теории ковалентной химической связи. В Советском Союзе наиболее плодотворно теоре-

тические проблемы квантовой химии в довоенные и последующие годы разрабатывались школой академика Я.К. Сыркина. Квантовая химия служит фундаментом современных представлений о строении и реакционной способности различных молекул, а ее приложение к биологически активным соединениям легло в основу одного из наиболее сложных направлений теоретической биологии – квантовой биохимии.

Наконец, необходимо отметить, что в предвоенные годы бурное развитие получила и биохимия, и в особенности те ее направления, которые разрабатывали теоретические представления о механизмах различных ферментативных реакций, в том числе и о механизмах реакций, определяющих энергетику биологических систем. Важнейший вклад в развитие этого направления внесли работы О. Варбурга, Д. Кейлина, Л. Михаэлиса, А. Сцент-Дьерди, а в нашей стране В.А. Энгельгардта, А.Е. Браунштейна, В.А. Белицера и ряда других ученых. Наиболее существенный результат этих исследований состоял в том, что была достоверно установлена структура основных переносчиков электронов в дыхательной и фотосинтетической цепи и было показано, что электроны движутся в ней "поштучно", ступенчато снижая свой энергетический потенциал примерно на 1,5 эВ (суммарно).

Очень важные идеи для понимания процессов окислительно-восстановительных реакций клеточной энергетики были высказаны в классических работах Л. Михаэлиса, блестяще подтвержденных экспериментально. Л. Михаэлис показал, что окисление многих органических молекул, сопровождающееся потерей двух атомов водорода, реализуется в две последовательные стадии. При этом образуются промежуточные полуокисленные продукты, которые содержат неспаренные электроны, а следовательно, они в этом состоянии должны быть парамагнитны. Методом магнитных весов и с помощью оптической спектроскопии такие продукты были обнаружены. Были изучены и основные закономерности этих реакций. Сами промежуточные продукты несомненно следовало отнести к органическим свободным радикалам. Поскольку Л. Михаэлис главным образом исследовал редокс превращения хинонов, то и обнаруженные промежуточные продукты он назвал семихинонами, т.е. полухинонами.

Кроме этого, в состав переносчиков электронов систем дыхания и фотосинтеза входят и ионы переходных групп металлов: железо, медь, марганец и др. В процессе переноса электронов эти переносчики обратимо переходят в парамагнитное состояние.

Таким образом, при биологическом окислении сложные органические молекулы, служащие источником энергии, постепенно преобразуются с помощью ферментов в более простые, а в конце концов – в такие конечные продукты, как углекислота и вода.

Чрезвычайно важно подчеркнуть, что биологическое окисление – это по существу процесс медленного горения, но происходящий в водной среде и при физиологической температуре организмов! Основой его служит направленный перенос протонов и электронов на кислород. Отметим, что выделяемая при дыхании углекислота возникает не за счет соединения внутри клеток углерода с кислородом, как это происходит при горении углеродсодержащих веществ на воздухе, а в результате прямого фер-

ментативного отщепления молекул углекислоты от различных органических кислот (реакция декарбосилирования). Таким образом, настоящим, истинным и единственным продуктом дыхания служит вода! Природа давно уже использует тот принцип получения энергии за счет соединения водорода с кислородом, который в последние десятилетия был изобретен человеком в виде "топливных элементов" и в которых используют для прямого получения электроэнергии водород, кислород и дорогостоящие платиновые катализаторы. Интересно, что при полном окислении в организме 100 г жиров образуется "по-новой" 130 г воды!

Заканчивая на этом изложение основных исторических предпосылок, которые подготовили объективную необходимость и острую потребность в принципиально новых экспериментальных подходах к решению фундаментальных, а как мы увидим из дальнейшего – и ряда важных практических проблем современной биологии и медицины, вернемся теперь к нашей основной теме: изложению основных исторических этапов применения метода ЭПР в биологии и медицине и того принципиально нового, что было достигнуто в результате исследований различных процессов, в которых свободные, неспаренные электроны играют определяющую роль.

О первой работе американских авторов уже было рассказано. У нас эти работы начались в соответствии с известной поговоркой: "Нет худа без добра!" Дело в том, что вернувшийся с фронта после тяжелого ранения в 1945 г. Л.А. Блюменфельд закончил химфак МГУ, а затем аспирантуру в Институте физической химии под руководством академика Я.К Сыркина и проф. М.Е. Дяткиной. Успешно защитив кандидатскую диссертацию, посвященную теоретическим и экспериментальным исследованиям сложных ароматических соединений и получив должность старшего научного сотрудника, Л.А. Блюменфельд не по своей воле был вынужден оставить этот институт...Судьба распорядилась так, что он вскоре оказался на кафедре патофизиологии в Центральном институте усовершенствования врачей (ЦИУ), где сразу же активно включился в исследования гемоглобина (важнейшего переносчика кислорода и углекислоты между легкими и тканями организма) и цитохромов (универсальных переносчиков электронов при внутриклеточном дыхании). Л.А. Блюменфельд использовал в своих исследованиях всю мощь современных теоретических и экспериментальных методов квантовой химии. Особенный интерес вызвала у него проблема миграции электронов и энергии в ферментативных системах. Впервые внимание к этой проблеме привлек А. Сцент-Дьерди, а его последователи М. Эванс и Дж. Гергели выдвинули гипотезу о том, что белки, образующие дыхательные ферменты, должны обладать "полупроводниковыми" свойствами. Сразу же после окончания работы над докторской диссертацией, посвященной структурно-функциональным свойствам гемоглобина, Л.А. Блюменфельд приступил к экспериментальной и теоретической разработке вопросов, связанных с переносом электронов и энергии в комплексах белков, ответственных за дыхание и фотосинтез. Еще в 1949 г. для создания необходимой аппаратуры Л.А. Блюменфельд привлек меня, бывшего в то время студентом мединститута, а затем детским хирургом-травматологом. Его выбор был обусловлен тем ,что во

время войны я обучался в Военном авиационном училище связи и имел определенные навыки в радиоэлектронике, в том числе и в радиолокационной аппаратуре (это вскоре особенно пригодилось для освоения метода ЭПР). Сыграло свою роль и то, что во время учебы в медицинском институте я увлекся работами А.Г. Гурвича и два года работал вечерами в его лаборатории, где впервые услышал о многих наиболее "заумных " вопросах теоретической биологии, о которых говорилось ранее. Сыграло свою роль и то, что со второго курса я работал лаборантом по спектральному анализу на кафедре биохимии мединститута, а обучил меня этому методу Л.А. Блюменфельд, который в тот период остро нуждался в деньгах. По трудовому соглашению он взялся смонтировать и наладить на этой кафедре спектрометр фирмы Хильгер и обучить лаборанта. Так нас свела судьба. Итак, мы увлеклись проблемой миграции электронов в молекулах белка...

Однажды в конце марта 1952 г., утомленные неудачами с новым прибором, мы поехали за город покататься на лыжах в районе Сходня–Крюково. И вот в тамбуре электрички Лев Александрович с увлечением рассказал мне о методе ЭПР как о наиболее адекватном методе для успешного решения наших задач! О методе ЭПР он имел лишь самое общее представление (он прочел диссертацию Е.К. Завойского), а я вообще никакого...И тем не менее решение было принято: "Даешь ЭПР!!!"

В это время еще раз сработала поговорка: "Нет худа без добра!" Очередная комиссия под руководством министра здравоохранения СССР при проверке кадров ЦИУ записала в акте по поводу Блюменфельда, что держать в штатах медицинского учреждения доктора химических наук нецелесообразно ... И наш квантовый химик опять оказался без работы... Хочется, к месту, напомнить по этому вопросу мнение М.В. Ломоносова, которому принадлежит известное высказывание: "Не должно медику химии не знать!" Результаты отрицательного отношения к химии наших "отцов медицины" мы расхлебываем до сих пор и в лекарствах, и в одноразовых шприцах против нашествия СПИД, и во многом другом...

Нашим добрым ангелом оказался член-корреспондент АН и академик АМН Н.И. Гращенков, человек яркой и необычной судьбы: в молодости сельский милиционер. Потом врач. А далее, после работы в течение ряда лет в Англии у лорда Э.Эдриана, крупнейшего современного нейрофизиолога и президента Лондонского королевского общества, Н.И. Гращенков стал одним из наших лучших специалистов в неврологии, нейрохирургии, патофизиологии и организации медицинской науки. Он и взял на свою душу грех, предоставив ставки и лабораторные помещения в клинике нервных болезней ЦИУ на базе больницы им. Боткина.

И вот в 1952 г. мы начали, а осенью 1955 г. закончили изготовление, монтаж и наладку спектрометра ЭПР своими руками. Заказали на заводе ярмо магнита по чертежам мастерских ИХФ АН СССР, латунные катушки ... СВЧ-генератор использовали от измерительной линии для наладки радиолокационной аппаратуры. Усилитель сигнала ЭПР я паял сам. Катушки магнита мы мотали на токарном станке под руководством шеф-механика ЦИУ... Волноводы для изготовления СВЧ-тракта я выносил тайком в... штанинах брюк из лаборатории А.М. Прохорова в ФИАНе с его молчаливого одобрения... Наконец, "сердце" радио-

спектрометра ЭПР, высокодобротный объемный резонатор был любезно изготовлен в СКБ А.Э. Нудельмана, нашего ведущего конструктора авиационного вооружения. Высшая химическая квалификация Льва Александровича оказалась на этом этапе особенно полезной для приготовления...аккумуляторного электролита, которым мы заправляли источник питания постоянного магнита. Ну, и конечно, мы приобрели хороший осциллограф и фотоаппарат "Киев" для регистрации сигналов ЭПР. К концу 1955 г. прибор был готов и мы приступили к его наладке. В декабре 1955 г. нами был получен первый сигнал ЭПР от стабильного свободного радикала дифенилпикрилгидразила (ДФПГ). Настал звездный час: пора было браться за образцы биологических объектов ...

А.С. Боровик-Романов

У ИСТОКОВ ЭПР

Я не имел близких личных контактов с Евгением Константиновичем и взялся за перо лишь для того, чтобы рассказать о том, что мне говорил Петр Леонидович Капица о своем отношении к Евгению Константиновичу. Нужно сказать, что Петр Леонидович был, по-видимому, одним из немногих, кто легко понимал самые глубокие мысли Е.К. Завойского. Это было не так просто, так как, по моему, может быть, субъективному впечатлению, доклады Евгения Константиновича понять было не так просто. Он говорил обычно очень гладко, из скромности стараясь не подчеркивать то новое, что было им сделано. Но обычно новым было почти все, и это новое нелегко было сразу "переварить". Однако Петр Леонидович сразу понимал важность того, что докладывалось. В беседах со мной он много раз отмечал Евгения Константиновича как одного из самых выдающихся физиков. Первое вмешательство Петра Леонидовича в судьбу Евгения Константиновича относится к концу 1944–началу 1945 г. В 1944 г. Е.К. Завойский представил в ФИАН свою диссертацию, посвященную открытию ЭПР. Однако ряд московских физиков высказывали сомнения. По-видимому, не верилось, чтобы в Казани полностью самостоятельно один человек мог сделать такое открытие. Я думаю, что отчасти это было связано и с трудностью понимания докладов Евгения Константиновича. Во всяком случае обо всем этом узнал А.И. Шальников. И лучше всего предоставить дальше слово Александру Иосифовичу, воспоминания которого записал на магнитную ленту В.К. Завойский, брат Е.К. Завойского[1] : "Впервые я встретился с Евгением Константиновичем летом 1931 г. в Физико-техническом институте в Ленинграде. По просьбе Николая Николаевича Семенова, в лаборатории которого я тогда работал, я помог Евгению Константиновичу в сборке установки для совместной конденсации веществ. В то время он делал кандидатскую диссертацию в Центральной радиолаборатории и, по-видимому, хотел применять в своей работе дисперсную систему,

[1] *Завойский В.К.* Академик Е.К. Завойский. Казань, 1986. С. 165–166.

состоящую из разных элементов, получить которую можно было методом совместной конденсации. В следующий раз мы увиделись уже в Казани, куда наш Институт физических проблем был эвакуирован из Москвы в июле 1941 г. Я очень обрадовался, что там нашелся знакомый мне физик, мы быстро сошлись и помогали друг другу чем могли. Летом 1943 г. институт возвратился в Москву, и появление Евгения Константиновича у нас произошло так: на заседании Ученого совета ФИАНа я услышал, что Е.К. Завойский собирается докладывать свою работу, выполненную в Казани, о новом замечательном явлении и методе измерения, поражавшем своей высокой чувствительностью. При этом многие высказывали сомнение, может ли быть осуществлена подобная чувствительность и может ли вообще наблюдаться само явление. Сказать об этом я ничего не мог потому, что в этой области никогда не работал, но сама методика измерений показалась мне очень интересной. Я рассказал об этом П.Л. Капице, который интересовался всем новым в физике, и сказал, что было бы хорошо помочь Евгению Константиновичу повторить его опыты в нашем институте. Петр Леонидович сразу же согласился, пригласил Евгения Константиновича в институт и поручил мне помочь ему. Был собран ламповый генератор, в цепь его сетки был включен чувствительный прибор, и Евгений Константинович продемонстрировал, как изменяется ток сетки при различных нагрузках колебательного контура. Затем я помог ему собрать схему, которую он применял уже для наблюдения электронного парамагнитного резонанса. За месяц мы повторили некоторые полученные им ранее в Казани результаты. Таким образом, как об этом пишет П.Л. Капица в своей книге "Эксперимент. Теория. Практика"[2] , Евгений Константинович наглядно продемонстрировал свое крупнейшее открытие. Оно было столь значительно, что его работа могла претендовать на Нобелевскую премию, и физики считали, что он заслуживает ее. До сих пор непонятно, почему этого не случилось, так как работа Евгения Константиновича определила развитие радиоспектроскопии во всем мире, а в Казани привела к созданию замечательной физической школы.

Евгений Константинович был исключительно добрым человеком. Говорил он тихим голосом даже тогда, когда был полностью несогласен с собеседником. У меня была некоторая трудность в общении с ним. Он был подчеркнуто вежлив и исключительно внимательно относился к собеседнику. Я же тогда был довольно резок. Тем не менее мы относились друг к другу с большой симпатией, проще сказать, мы стали лучшими друзьями. С ним было всегда интересно разговаривать, хотя у нас бывали споры, довольно серьезные. Иногда мне казалось, что то, что он собирался делать, чересчур смело и что нужно идти меньшими шагами. Его научный вес в физическом мире помог журналу "Приборы и техника экспе-римента", членом редколлегии которого он состоял с момента возник-новения журнала".

Комментируя эти воспоминания, я хочу отметить три обстоятельства. Во-первых, умение Петра Леонидовича оценить важность открытия, сделанного Евгением Константиновичем, и желание активно ему помочь.

---

[2] *Капица П.Л.* Эксперимент. Теория. Практика. М.: Наука, 1981. С. 95.

Во-вторых, небывало короткий срок, за который была собрана установка и проведены измерения, отражает высокое экспериментальное мастерство и Евгения Константиновича, и Александра Иосифовича. Сохранился краткий отчет о работе Е.К. Завойского за период со 2 по 28 января 1945 г., написанный рукой Е.К. Из отчета видно, что меньше чем за месяц была собрана уникальная чувствительная установка для наблюдения ЭПР в широком интервале низких температур (от комнатной температуры до 4,2 К). В-третьих, я с сожалением должен отметить излишнюю скромность Евгения Константиновича, который опубликовал результаты этой работы очень неполно в короткой заметке, без графиков. А между тем им было получено много нового: впервые показан рост сигнала ЭПР с понижением температуры (благодаря этому наличие именно резонансного поглощения проявилось особенно наглядно). Было показано, что сигнал ЭПР исчезает при гелиевых температурах, что было первым указанием на то, что исследуемое им вещество перестает быть парамагнетиком при гелиевых температурах.

Петр Леонидович высоко ценил талант Евгения Константиновича и был активным пропагандистом его заслуг на выборах в Академию наук и при выдвижении его на Ленинскую премию.

*М.М. Зарипов**

ОТКРЫТИЕ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА. ДИСКУССИЯ О ПРИОРИТЕТЕ

Прошло почти полвека с того времени, когда молодой физик Евгений Константинович Завойский в 1944 г. в стенах Казанского университета открыл явление ЭПР. Это открытие не только стимулировало открытие новых видов магнитного резонанса, но и нашло широкое применение в ряде наук (химии, биологии, медицине и т.д.). На его основе возник новый раздел физики – радиоспектроскопия. Для истории физики интерес представляют материалы обсуждения работы Завойского в Комитете по Ленинским премиям (1956–1957 гг.)[1].

Заметим, что первое сообщение об открытии явления ЭПР не было оценено должным образом физиками в нашей стране. Так, в отзыве И.К. Кикоина в связи с вопросом о присуждении Е.К. Завойскому Сталинской премии (1946 г.) сквозит сомнение в убедительности опытов Завойского[2].

---

* Казанский педагогический институт.

[1] Эти материалы находятся в Российском государственном архиве экономики (Москва), далее РГАЭ.

[2] "...исследования, проделанные Е.К. Завойским, привели его к интересным результатам, в частности, эти результаты сделали весьма правдоподобной гипотезу о том, что наблюдаемый максимум поглощательной способности при определенном значении силы наложенного постоянного магнитного поля может быть трактован как резонансное явление при совпадении частоты внешнего магнитного поля с частотой прецессии магнитного момента

Имелись и объективные причины. Завершалась Великая Отечественная война, и все силы (в том числе, и деятельность физиков) были направлены на достижение военных успехов.

Одним из первых, кто по достоинству оценил значение открытия Е.К. Завойского, был П.Л. Капица. Он дал казанскому коллеге возможность демонстрировать явление ЭПР в своем институте на более совершенных приборах перед теми, кто сомневался в достигнутой Завойским точности измерений[3].

Между тем престиж в открытии магнитной радиоспектроскопии как достижение отечественной науки был упущен. В 1953 г. Нобелевская премия была присуждена Блоху и Перселлу (США) за открытие ядерного резонанса (которое по существу стимулировано открытием Завойского).

Великая Отечественная война кончилась... породив атомную бомбу. Начался период конфронтации, холодной войны, гонки вооружений и в связи с этим последовала мобилизация талантливых физиков для работы по атомной тематике. В их числе оказался и Евгений Константинович.

Несмотря на чрезмерную загруженность по новой тематике, Евгений Константинович не бросил на произвол судьбы свое детище – магнитный резонанс – и при помощи верных друзей-коллег создал казанскую школу физиков и руководил ею.

Радиоспектроскопия тем временем завоевывала различные области науки и техники. Это не могло не обратить серьезного внимания научной общественности на результаты Е.К. Завойского.

В 1957 г. Е.К. Завойскому была присуждена самая престижная в то время в стране Ленинская премия. При обсуждении же работы в Комитете по Ленинским премиям неожиданно возник вопрос о приоритете в открытии ЭПР.

Известный физик-магнитолог Я.Г. Дорфман обратился в Комитет и в Комиссию по магнетизму при Академии наук с заявлением о том, что ЭПР был открыт им "на теоретическом уровне" в 1923 г. под именем "магнитного фотоэффекта", и хотя Завойскому, по словам Дорфмана, принадлежит заслуга в разработке экспериментальной методики, "позволившей поставить широкие исследования этого эффекта... претензия Завойского на открытие ЭПР необоснованна и несправедлива"[4].

Обсуждение в Комитете по Ленинским премиям заявления Дорфмана в полной мере раскрывает значение исследований Завойского по ЭПР. Оно интересно с точки зрения того, как вообще должен решаться в науке

атома около наложенного постоянного поля. Если эта гипотеза действительно окажется верной, то физики получат мощный и достаточно простой метод для определения магнитных моментов атомов, не прибегая к сложным гиромагнитным и спектроскопическим методам. Таким образом, результаты работ Завойского представляют существенный интерес. Суждение же о том, достойна ли эта работа Сталинской премии, можно будет вынести после того, когда опытами будет окончательно доказана справедливость упомянутой гипотезы" (РГАЭ. Ф. 180, оп. 1, № 477. Л. 6–7).

[3] Оживленная дискуссия сопровождала защиту докторской диссертации Е.К. Завойским 30 января 1945 г. На заседании Ученого совета ФИАНа присутствовали: С.И. Вавилов, Г.С. Ландсберг, И.Е. Тамм, Д.В. Скобельцын, Б.М. Вул, И.М. Франк, В.И. Векслер и др. Официальными оппонентами на защите были Я.И. Френкель, Е.И. Кондорский и А.И. Шальников.

[4] РГАЭ. Ф. 180, оп. 3. № 23. Л. 47.

вопрос о приоритете. Поэтому мы считаем полезным представить ниже некоторые документы, относящиеся к дискуссии о приоритете открытия ЭПР. Они содержат отзывы ряда выдающихся ученых об открытии ЭПР в связи с выдвижением Е.К. Завойского на соискание Ленинской премии, а также в связи с заявлением Я.Г. Дорфмана с оспариванием авторства этого открытия.

В ноябре 1956 г. в Комитет по Ленинским премиям по науке и технике поступили представления Е.К. Завойского на соискание Ленинской премии за работы по открытию и изучению явления ЭПР от: I. Ученого совета Института физических проблем (за подписью П.Л. Капицы и А.А. Абрикосова)[5]; II. Ученого совета ЛИПАН (впоследствии Института атомной энергии им. И.В. Курчатова, за подписью А.П. Александрова и С.А. Баранова)[6]; III. Ученого совета Казанского университета (за подписью М.Т. Нужина и Л.П. Соколова)[7]; IV. Президиума Казанского филиала Академии наук (за подписью Л.М. Мирополь ского и К.В. Никонорова)[8]. Ниже приводятся тексты этих представлений.

I. ...Открытие парамагнитного поглощения Завойским в Казани в 1944 г. и исследование этого эффекта стали возможны благодаря введению нового метода наблюдения поглощения.

Парамагнитный резонанс и открытый вслед за этим ядерный резонанс являются в настоящее время одними из наиболее мощных средств изучения вещества. Наблюдение сверхтонкой структуры атомных спектров, изучение анизотропии и внутреннего поля кристаллов, исследование растворов, полупроводников, металлов и свободных радикалов производятся по изучению парамагнитного резонанса.

Открытие парамагнитного резонанса является одной из наиболее крупных работ, оказавших существенное влияние на развитие физики послевоенного времени.

II. 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 (ПР).

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 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 $3 \cdot 10^9$ Гц). Явление ПР изучено в диапазоне температур от 300 до 4 К.

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

4. Подробно изучены времена релаксации в твердых парамагнетиках и парамагнитных растворах.

5. Показано наличие дисперсии (аномальной) магнитной восприимчивости при ПР на дециметровых волнах.

6. Впервые доказано существование магнитных переходов для $\Delta m = 2,3,...$

7. Разработана простая методика изучения ПР, которая часто используется многими исследователями всех видов магнитного резонанса до настоящего времени (так наз. "метод реакции генератора" – "автодинный" метод и метод модуляции постоянного магнитного поля полем низкой частоты).

Открытое Е.К. Завойским явление парамагнитного резонанса необычайно расширяет

---

[5] Там же. Л. 4–7.

[6] Там же. Л. 4–7.

[7] Там же. Л. 17–19.

[8] Там же. Л. 12–13.

возможности исследования структуры атома, молекул и жидких и твердых тел. Так, например:

1. ПР позволяет изучать магнитные уровни энергии в различных веществах, расположенных очень близко друг от друга. Эти уровни в большинстве случаев совершенно недоступны оптическим методам исследования, так как расстояния между ними крайне малы.

2. Тонкое расщепление линий ПР является в настоящее время одним из самых надежных методов исследования кристаллических полей веществ.

3. Сверхтонкое расщепление парамагнитных спектров дало возможность в ряде случаев надежно определить моменты ядер.

4. Явление насыщения ПР позволяет получить сильную поляризацию ядер в веществе, что важно для изучения спиновой зависимости ядерных сил и изучения угловых корреляций ядерных излучений.

5. ПР 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 ПР в химии уже позволило решить ряд важнейших вопросов строения органических веществ и растворов, но по существу эта область только еще начинает осваиваться химиками.

Открытое Е.К. Завойским явление ПР по существу явилось открытием радиоспектроскопии, в которой всегда ПР будет играть роль первой и основной главы.

ПР является первым открытым типом широкого класса явлений, могущих быть названными магнитными резонансами. Открытие ПР Е.К. Завойским стимулировало работу по обнаружению новых видов магнитного резонанса. К ним принадлежат:

1. Ядерный магнитный резонанс (ядерная индукция). За открытие этого явления Блох и Перселл в 1953 г. были удостоены Нобелевской премии.

2. Ферромагнитный резонанс.

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

4. Антиферромагнитный резонанс.

Явление парамагнитного резонанса все более и более широко изучается во всех странах. Достаточно привести статистику работ по ПР, опубликованных в мировой научной печати: до 1947 г. – 12 работ; 1947–1950 гг. – 60 работ; 1951–1953 гг. – 90 работ; 1954–1955 гг. – 135 работ.

Исходя из вышесказанного, учитывая выдающееся научное значение открытого и изученного Е.К. Завойским явления ПР, Ученый совет ЛИПАН выдвигает эти работы члена-корреспондента АН СССР Е.К. Завойского на соискание премии им. В.И. Ленина.

III. Ученый совет Казанского ордена Трудового Красного Знамени Государственного университета им. Ульянова-Ленина поддерживает выдвижение члена-корреспондента АН СССР Завойского Е.К. на Ленинскую премию за его исследования по магнитному резонансу.

Основные работы в этой области были выполнены Е.К. Завойским в Казанском университете. В 1944 г. им было сделано фундаментальное открытие – обнаружено парамагнитное резонансное поглощение. Е.К. Завойский разработал совершенно новые высокочувствительные методы измерения поглощения, оставившие далеко позади калориметрический метод, применявшийся голландскими физиками. Новые экспериментальные методы Завойского нашли применение не только при изучении парамагнитного резонанса в радиочастотной и микроволновой областях, но и открыли возможность изучения парамагнитной релаксации при обычных температурах. Помимо парамагнитного резонансного поглощения, им была впервые измерена резонансная дисперсия магнитной восприимчивости. Открытый Е.К. Завойским эффект был изучен им на основных типах парамагнетиков.

Наиболее детально были исследованы парамагнитные ионные кристаллы, особый интерес представляет открытая им при этом тонкая структура спектров парамагнитного резонанса. Кроме того, Е.К. Завойский впервые обнаружил эффект в металлах и жидких растворах парамагнитных солей.

Не стремясь дать подробный анализ всех научных результатов Е.К. Завойского по парамагнитному резонансу, мы хотим лишь отметить, что им были намечены основные пути дальнейших исследований в этой области.

Открытия Е.К. Завойского положили начало бурному развитию нового научного направления – магнитной радиоспектроскопии. Еще в 1944 г. в статье Е.К. Завойского указывалось на возможность использования его нового экспериментального метода для обнаружения парамагнитного резонанса на атомных ядрах. Опубликовавшие в 1946 г.

сообщение о наблюдении ядерного резонанса Блох и Перселл (США) получили за это открытие Нобелевскую премию за 1953 г. В 1947 г. Гриффитс (Англия) и Е.К. Завойский независимо друг от друга открыли магнитный резонанс в ферромагнетиках.

Позднее были открыты также резонансное поглощение в антиферромагнетиках и циклотронный резонанс.

Таким образом, возникла новая интересная область физики, привлекшая внимание многих ученых не только Советского Союза, но и США, Англии, Франции, Японии, Индии, ГДР, Чехословакии и др. В настоящее время только по электронному парамагнитному резонансу уже опубликовано много сотен работ; число публикаций по всей магнитной радиоспектроскопии исчисляется тысячами.

Открытие магнитного резонанса подняло на новую ступень все учение о магнетизме. К тому же магнитный резонанс оказался мощным методом исследования, нашедшим применение в самых различных областях физики и химии. Достаточно перечислить некоторые приложения магнитного резонанса: определение магнитных моментов атомов и атомных ядер, ориентации ядер; исследование влияния облучения на твердые тела; изучение взаимодействий в твердых телах и жидкостях; определение структуры кристаллов; изучение комплексообразования в растворах; обнаружение свободных радикалов и исследование их структуры; установление структуры органических соединений; изучение кинетики химических реакций, идущих через промежуточные вещества с разорванными связями; изучение строения живых тканей и т.д.

Наряду с этим магнитный резонанс нашел технические приложения: прецизионные измерения магнитного поля; определение вязкости жидкостей и др. Еще более интересны перспективы использования парамагнитного резонанса как метода контроля в химической промышленности (производство резины, брикетирование угля).

Все изложенное выше показывает, что открытие магнитного резонанса Е.К. Завойским является одним из наиболее выдающихся достижений физики за последние годы.

Ученый совет Казанского университета считает, что за работы по магнитному резонансу член-корреспондент Академии наук СССР Е.К. Завойский безусловно достоин присуждения ему Ленинской премии.

IV. Немного можно назвать открытий, сделанных в физике за последние полтора-два десятилетия, которые оказались бы столь же плодотворными, как открытие Е.К. Завойским в 1944 г. явления электронного парамагнитного резонансного поглощения. Оно повлекло за собой обнаружение целого ряда аналогичных эффектов – ядерного парамагнитного резонанса (Перселл с сотрудниками и Блох с сотрудниками, США, 1947 г.), ферромагнитного резонанса (Гриффитс, Англия, 1946 г.; Завойский, 1947 г.), антиферромагнитного резонанса (Гортер, Голландия, 1951 г.) и диамагнитного (циклотронного) резонанса (Дорфман, СССР, 1952 г.; Дингль, Англия, 1952 г.).

Детальное изучение всех этих явлений привело к созданию новой большой области физики, носящей название магнитной радиоспектроскопии. Количество относящихся к ней исследований, опубликованных за истекшие со времени открытия Завойского 12 лет, значительно превосходит тысячу. Нелишне при этом напомнить, что Блох и Перселл в 1953 г. были удостоены Нобелевской премии по физике за работы, являющиеся в принципиальном отношении лишь распространением основного открытия Завойского на ядерные парамагнетики.

Успех нового научного направления был связан, с одной стороны, с тем, что работы по магнитной радиоспектроскопии позволили существенно углубить и расширить общее учение о магнетизме; с другой – получаемые результаты оказались в высшей степени ценными для физики атомного ядра, теории твердого тела, теории жидкостей и, наконец, для ряда вопросов чистой химии.

В частности, электронный парамагнитный резонанс позволяет определять энергетические состояния парамагнитных атомов, ионов, молекул; находить спины и магнитные моменты атомных ядер; измерять константы тонкой и сверхтонкой структуры; исследовать по форме линий поглощения магнитные дипольные и обменные взаимодействия в веществе; изучать динамику перехода магнитной энергии в тепловую и обратно; делать заключения о деталях структуры кристаллов; изучать свойства полупроводников; получать сведения о строении растворов электролитов; исследовать образование химических комплексов; обнаруживать наличие свободных радикалов в количествах до 10–11 моля; выяснять степень ковалентности химических связей и т.д.

Особо следует отметить, что Е.К. Завойский не только впервые экспериментально обнаружил явление парамагнитного резонансного поглощения, но и выяснил ряд его

важнейших сторон. В частности, Завойский впервые наблюдал аномальную дисперсию высокочастотной парамагнитной восприимчивости; открыл весьма слабые линии поглощения, отвечающие переходам Δm, большим единицы, в солях марганца и хрома; изучил полуширины линий поглощения в большом числе парамагнетиков; обнаружил эффект в жидких парамагнитных растворах и т.д.

Основы методики экспериментальных исследований, разработанной Е.К. Завойским, до сих пор сохранили свое значение для всей области магнитной радиоспектроскопии; в частности, впервые предложенному и использованному им методу модуляции статического магнитного поля полем низкой частоты позднейшие исследования всех видов магнитного резонанса обязаны большей частью своих успехов.

На основании этого президиум Казанского филиала считает Е.К. Завойского достойным кандидатом на присуждение ему Ленинской премии по физике за его работы по открытию и исследованию парамагнитного резонансного поглощения и энергично поддерживает выдвижение его работ Лабораторией измерительных приборов АН СССР.

Комитету была представлена также следующая аннотация работ Е.К. Завойского[9].

В прилагаемых 10 работах изложены основные результаты, полученные в 1944–1947 гг.

В первых публикациях сообщается об открытом автором явлении парамагнитного резонанса и содержится описание основных черт явления.

В последующих работах исследуются вопросы времен релаксации в твердых веществах и жидких растворах, изучается дисперсия магнитной восприимчивости, находятся факторы спектроскопического расщепления для ряда веществ и указывается на роль внутренних магнитных полей и обменных сил при парамагнитном резонансе.

Е.К. Завойский

1. Сущность открытия Е.К. Завойского

Вещество (парамагнитное) помещается в скрещенные магнитные поля, из которых одно – постоянное, а второе – переменное. Завойский обнаружил зависимость поглощения энергии парамагнитным веществом от частоты переменного поля; при некоторой частоте переменного поля поглощение энергии веществом достигает максимума. Завойский также показал, что зависимость поглощения энергии парамагнитным веществом от напряженности постоянного магнитного поля также имеет резонансный характер.

Резонансное поглощение энергии парамагнитным веществом соответствует точному совпадению частоты внешнего магнитного поля с частотой прецессии Лармора магнитного момента атома или молекулы в постоянном магнитном поле.

Сущность открытия Е.К. Завойского можно сформулировать так: им открыт резонансный характер поглощения парамагнитным веществом высокочастотных электромагнитных колебаний в присутствии постоянного поля, напряженность которого перпендикулярна к приложенному высокочастотному магнитному полю.

Парамагнитный резонанс изучен: 1) у солей, жидких растворов и у металлов; 2) в широком диапазоне до $3 \cdot 10^9$ Гц; 3) в области температур от 4 до 300 К.

Завойский Е.К. не только впервые экспериментально обнаружил явление парамагнитного резонанса, но и изучил ряд его важнейших особенностей:

впервые наблюдал и измерил аномальную дисперсию магнитной восприимчивости на дециметровых волнах; открыл весьма слабые линии поглощения в солях марганца и хрома; изучил полуширины линий поглощения для большого числа парамагнитных веществ.

Открытие парамагнитного резонанса сделалось возможным благодаря разработанному Е.К. Завойским новому, простому, но высокочувствительному радиотехническому методу измерения энергии, поглощаемой парамагнитным веществом (ранее применяли грубый калориметрический метод).

Общее значение работ Е.К. Завойского по парамагнитному резонансу:

1) необычайно расширена возможность исследования структуры атомов, ионов, молекул, кристаллов, органических соединений;

---

[9] РГАЭ. Ф. 180, оп. 3. № 23. Л. 20–24.

2) возникла новая большая (уже давшая очень многое) область физики – магнитная радиоспектроскопия;

3) стимулирована большая серия работ по обнаружению новых видов магнитного резонанса:

а) ядерного магнитного резонанса (за открытие этого явления Блох и Перселл (США) получили в 1953 г. Нобелевскую премию);

б) ферромагнитного резонанса;

в) циклотронного резонанса в твердых телах,

что расширило возможность изучения полупроводников и позволило точно определить эффективную массу электрона в поле кристаллической решетки.

2. Научное значение открытия Е.К. Завойского

Парамагнитный резонанс использован для:

1) определения магнитных моментов атомов и атомных ядер;

2) определения деталей структуры кристаллов и исследования кристаллических полей;

3) определения отношения механического момента к магнитному моменту для ионов группы железа в кристаллах и растворах;

4) изучения времени релаксации в твердых парамагнетиках и парамагнитных растворах;

5) изучения близкорасположенных магнитных уровней энергии в различных веществах (что было совершенно недоступно оптическим методам), изучения энергетических состояний парамагнитных атомов, ионов и молекул, исследования магнитных дипольных и обменных взаимодействий в веществе;

6) изучения спиновой зависимости ядерных сил;

7) выяснения степени ковалентности химических связей, выяснения природы межатомных и межмолекулярных взаимодействий;

8) изучения динамики перехода магнитной энергии в тепловую и обратно.

3. Практическое значение открытия Е.К. Завойского

Парамагнитный резонанс нашел применение для решения ряда практических важных вопросов:

1) изучение структуры органических соединений, исследование структуры атомов и молекул твердых и жидких веществ;

2) изучение кинетики химических реакций, идущих через промежуточные вещества с разорванными связями;

3) изучение комплексообразования в растворах;

4) изучение строения живых тканей;

5) прецизионные измерения магнитных полей;

6) определение вязкости жидкостей;

7) обнаружение малых концентраций свободных радикалов и исследование их структур;

8) изучение свойств полупроводников.

Комитетом были получены отзывы о работах Е.К. Завойского от члена-корреспондента АН СССР С.В. Вонсовского (ныне академик)[10], академиков И.К. Кикоина и А.Ф. Иоффе.

Отзыв И.К. Кикоина[11], 26.I 1957 г.

Если поместить парамагнитное вещество в переменное магнитное поле, то наблюдается зависимость магнитной восприимчивости и поглощения энергии от частоты переменного поля. Е.К. Завойский открыл, что при определенной частоте переменного магнитного поля поглощение энергии веществом достигает максимума.

В этом заключается явление парамагнитного резонанса. Значение этого явления в области магнетизма столь же велико, как и явление дисперсии диэлектрической проницаемости в области исследования диэлектриков. Разница лишь в том, что наблюдение магнитной дисперсии во многом труднее (магнитная восприимчивость на несколько порядков меньше диэлектрической).

---

[10] См.: Наст. изд. С. 25.

[11] РГАЭ. Ф. 180, оп. 3. № 23. Л. 34.

В общей форме вопрос о дисперсии и поглощении электромагнитной энергии в магнетиках был развит Аркадьевым. Исследование дисперсии в парамагнитных веществах было начато в 1936 г. Гортером, который измерял поглощение энергии прямым калориметрическим методом. Но этот метод оказался непригодным для измерений при комнатных температурах ни в твердых телах, ни в растворах. Кроме этого, метод, которым пользовался Гортер, непригоден при измерениях на высоких частотах выше 10^8 Гц.

Е.К. Завойскому удалось разработать значительно более чувствительный и простой радиотехнический метод измерения энергии, поглощаемой парамагнитными телами. При помощи этого метода Е.К. Завойский сумел расширить область частот полей, при которых измеряется поглощение энергии до $(3 \div 5) \cdot 10^9$ Гц.

Применение этого метода позволило Е.К. Завойскому обнаружить резонансный характер парамагнитного поглощения при наличии постоянного магнитного поля, наложенного на высокочастотное поле.

В частности, Е.К. Завойский показал, что зависимость парамагнитного поглощения от напряженности постоянного магнитного поля, при данной частоте переменного магнитного поля, имеет резонансный максимум.

Исследования Е.К. Завойского и его сотрудников приобрели весьма важное значение для изучения структуры вещества и в особенности взаимодействия между ионами парамагнитных веществ. Разработанные Завойским и сотрудниками принципиальные методы исследования явления парамагнитного резонанса вошли в сокровищницу экспериментальной физики и в дальнейшем совершенствовались вместе с развитием радиотехнических средств исследования.

Е.К. Завойскому и его сотрудникам принадлежит не только честь открытия самого явления парамагнитного резонанса, но и важные результаты исследования в ряде веществ этого явления. В частности, опыты Е.К. Завойского на гидратированном сульфате марганца, на котором он обнаружил несколько резонансных максимумов, по-видимому, доказывают принципиальную возможность определения не только отношения механического к магнитному, но и сами моменты.

Работы Е.К. Завойского в области дисперсии в парамагнитных веществах положили начало целому ряду других исследований в этой области как в СССР, так и в других странах...

Отзыв А.Ф. Иоффе[12], 4.II 1957 г.

Работы Е.К. Завойского по парамагнитному резонансу можно разделить на две группы: 1. Работы, опубликованные в 1944–1945 гг. – до открытия явления резонанса. 2. Работы 1945–1947 гг., посвященные обнаружению и использованию парамагнитного резонанса.

Наиболее важным результатом первой группы работ является создание совершенно нового радиотехнического метода измерения парамагнитного поглощения. Метод значительно чувствительнее известного метода Гортера и применим не только к твердым, но и к жидким веществам.

Пользуясь этим методом, Е.К. Завойский исследовал зависимость поглощения от величины постоянного магнитного поля в некоторых солях и их водных растворах. Измерения показали, что в том случае, когда переменное поле перпендикулярно постоянному, поглощение монотонно уменьшается с ростом постоянного поля.

Этот результат был истолкован Я.И. Френкелем в его теории магнитного резонанса в твердых телах. Согласно Я.И. Френкелю, полученные кривые суть правые ветви резонансных кривых, относящихся к резонансу между ларморовой прецессией магнитного момента атомов и переменным магнитным полем. Расчеты показывают, что при частотах переменного поля, которые применялись в опытах Завойского, резонансный пик должен получаться при напряженности постоянного поля порядка 10 Э. Так как это поле меньше остаточного намагничивания магнита, то левые ветви кривых не могли быть обнаружены. Для смещения резонансного пика в область больших постоянных полей необходимо увеличить частоту переменного тока. Соответствующий опыт был поставлен Завойским в начале 1945 г.: в хлористой меди при частоте поля $1{,}33 \cdot 10^8$ Гц и напряженности постоянного поля 47,6 Э был обнаружен, в соответствии с теорией, острый резонансный пик.

В последующей серии работ Завойский совершенствует прежнюю и создает принципиально новую методику измерений и получает ряд важных результатов: впервые определяет

---

[12] Там же. Л. 31.

из парамагнитного резонанса фактор Ланде; устанавливает изотропию парамагнитного поглощения в монокристалле хлористой меди; показывает, что при переходе к дециметровому диапазону соответственно смещается постоянное поле, соответствующее резонансному пику, и, наконец, на примере $MnSO_4 \cdot 3H_2O$ впервые непосредственно доказывает наличие пространственного квантования атома в твердом теле.

Перечисленные работы Е.К. Завойского открыли новую главу современной физики. Работы, посвященные использованию парамагнитного резонанса, исчисляются в настоящее время многими сотнями. Приоритет Е.К. Завойского в открытии парамагнитного резонанса признан повсеместно. Открытие, сделанное Е.К. Завойским, – крупное событие в истории физики, значение которого не исчерпывается полученными уже результатами.

Все вышеуказанное вполне оправдывает присуждение Евгению Константиновичу Завойскому Ленинской премии по физике.

В феврале 1957 г. в Комитет по Ленинским премиям поступило заявление профессора Я.Г. Дорфмана, в котором он высказывает мысль, что явление парамагнитного резонанса было открыто им в 1923 г.

В Комитет Ленинских премий по науке и технике[13]

От профессора, доктора
физ.-мат. наук Дорфмана Я.Г.

В связи с тем, что Комитетом рассматривается в настоящее время работа т. Е.К. Завойского "Открытие и изучение парамагнитного резонанса", я позволяю 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 Совещанию по магнитной радиоспектроскопии в Казани в 1955 г., на котором я лично присутствовать не мог. Доклад опубликован в Изв. АН СССР. Сер. физ., **20**, № 11, 1956. Он посвящен в основном истории открытия парамагнитного резонанса и развитию его исследований.

История этого открытия в изложении указанных 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 Гортер 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 Гортера воспользовался Раби, применив ее 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.

---

[13] Там же. Л. 39–47.

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

В особенно искаженном 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 II 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 путем. 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 путем в 1846 г. Леверье, а затем обнаружено и подтверждено наблюдениями Галле.

Все эти открытия сделаны теоретическим путем, 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 признает, что все эти открытия сделаны теоретическим путем. Напротив, например, эффект расщепления спектральных линий в магнитном поле был, как известно, открыт Зееманом экспериментально, а затем теоретически объяснен Лоренцем, а носит название эффекта Зеемана.

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

Из приведенных ниже фактов следует, на мой взгляд, что Е.К. Завойский неправильно приписывает себе открытие в 1944 г. парамагнитного резонанса экспериментальным путем, поскольку этот эффект был в действительности открыт теоретическим путем 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. (Zeitschrift für Physik, 17, H. 2, 1923. 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 определенной частоты. Если обозначить энергию без поля через E_0, а энергию в поле через E_H, то из вышесказанного следует согласно теории эффекта Зеемана

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

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 монохроматического импульса частоты

$$\nu = (j_1 - j_2)\ \frac{\varepsilon H}{2\pi mc}.$$

Итак, можно себе представить, что под действием того же поля H пучок света той же частоты ν должен перебрасывать ориентированные параллельно полю элементарные магнитики 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[14] новый эффект такого рода в радиоволнах у ферромагнетиков был ими неправильно интерпретирован и должен быть истолкован на основе вышеприведенных 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 еще на одно следствие из вышесказанного, которое могло бы быть проверено экспериментальным путем. 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

$$\lambda = \frac{2\pi c}{(\varepsilon/mc)H},$$

где H обозначает приложенное внешнее поле. При наибольших достижимых полях (H = = 40 000 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 мысли 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 путем 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 неопределенной идеи о существовании магнитного резонанса, а в виде отчетливого указания на то, что парамагнитный резонанс, названный мною "фотомагнитным эффектом", является неизбежным и необходимым следствием из квантовой теории;

4) что природа эффекта изложена мною примерно в том же виде, как это делается и теперь, если, разумеется, учесть уровень науки в 1923 г., причем приведенная мною формула

$$h\nu = \frac{\varepsilon Hh}{2\pi mc} = \beta H$$

отличается от современной формулы

$$h\nu = g\beta H$$

лишь множителем Ланде, утвердившимся в науке уже после 1923 г.

Таким образом я считаю документально доказанным, что парамагнитный резонанс был открыт теоретическим путем 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 твердых телах; частичным подтверждением его явился и эффект, открытый Аркадьевым уже в 1911–1913 гг. Эти опытные работы в основном подтвердили мои теоретические

---

[14] *Gans R., Loyarte R.G.* // Ann. Phys. 1921. Bd. 64, H. 3. S. 209.

соображения. Е.К. Завойскому бесспорно принадлежит большая заслуга разработки экспериментальной методики, позволившей поставить широкие исследований этого эффекта.

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

Направляя Вам свое заявление, я обращаюсь в Комиссию по магнетизму с просьбой рассмотреть поднятый мною вопрос и дать свое заключение. Это заключение я прошу во всяком случае опубликовать в одном из физических журналов.

Поскольку мне стало известно, что Комитет Ленинских премий по науке и технике рассматривает в данный момент представленную ему 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 свое заключение по возможности срочно препроводить в Комитет Ленинских премий по науке и технике, который я поставил уже в известность о данном моем заявлении.

Ленинград, 27.II 1957 г. Проф. *Я.Г. Дорфман*

Комитет по Ленинским премиям обратился к ряду крупных наших физиков с просьбой высказаться по поводу заявления Я.Г. Дорфмана.

Ознакомившись с заявлением профессора Я.Г. Дорфмана, свои мнения высказали академики П.Л. Капица, В.А. Фок, А.Ф. Иоффе, В.П. Линник, Н.В. Белов, члены-корреспонденты М.С. Зверев, С.В. Вонсовский[15], профессора Д.И. Блохинцев и С.А. Альтшулер, старший научный сотрудник Б.М. Козырев и др.

Ниже приведены наиболее содержательные ответы Комитету.

Из ответа Д.И. Блохинцева[16]

Возможно, что проф. Дорфман Я.Г. действительно в какой-то мере является предшественником в развитии учения о парамагнитном резонансе, возможно, что есть и другие предшественники, но 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 этого явления.

Ответ Н.В. Белова[17]

Обращение к моему мнению по вопросу об Е.К. Завойском как кандидате на Ленинскую премию я объясняю высказанным мною как членом секции физики сомнением в возможности присуждения Е.К. Завойскому премии за работы, самая поздняя из которых датирована 1947 г. и за которые он уже был отмечен достаточно высоко выбором его в члены-корреспонденты АН СССР. Мнение же мое о сущности этих работ самое высокое.

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, когда он произносил или писал соответствующие слова. Несомненно, что во всяком случае у автора слов не было тогда мысли, если не о наблюдении факта, то во всяком случае о его использовании.

Так известно, что стрептоцид был открыт-синтезирован весьма давно, но это не значит, что химик, его впервые синтезировавший, должен разделить лавры с медиком, направившим его эффективно в человеческий организм.

Максвелл, Леверье и др., о которых упоминает Я.Г. Дорфман, не только вскользь огово-

---

[15] См.: Наст. изд. С. 26.

[16] РГАЭ. Ф. 180, оп. 3. № 23. Л. 68.

[17] Там же. Л. 69.

рились о своих великих открытиях, но и сделали из них массу выводов, после которых оставалось лишь ждать подходящего момента, чтобы с уверенностью их "открыть".

Хорошо известно, что частная теория относительности целиком и полностью находится у Пуанкаре, который, однако, считал свою теорию лишь некоторой игрой ума, тогда как Эйнштейн сразу сделал из нее действенный инструмент для познания физического мира.

Е.К. Завойский премируется именно за создание действенного инструмента, уже приведшего к замечательным результатам, отнюдь не ограничивающимся лишь показом того, что инструмент действительно действует, и... совершенно не зависит от того, будет ли (из этики) в предисловии упомянуто имя Я.Г. Дорфмана.

Ответ А.Ф. Иоффе[18]

В 1923 г. Я.Г. Дорфман действительно предсказал и правильно количественно рассчитал резонансное поглощение лучистой энергии, связанное с квантовым изменением ориентации магнитных моментов в магнитном поле. Частный случай этого явления, а именно резонансное поглощение энергии в твердом теле, помещенном в постоянное и частотопеременное магнитное поле определенной частоты, обнаружил Е.К. Завойский в 1944 г. Этот именно частный случай получил большое значение в последние годы.

Несомненно, что Е.К. Завойский не знал о работе проф. Дорфмана, когда производил свои опыты. Физический смысл его первых результатов был указан Я.И. Френкелем. Последний был знаком с соображениями Я.Г. Дорфмана, так как оба они были сотрудниками Физико-технического института и часто обсуждали проблемы магнетизма.

Имеются все основания считать, что за 20 лет, протекших со времени опубликования статьи Я.Г. Дорфмана, Я.И. Френкель забыл о ней и независимо высказал предположение о существовании резонансного максимума поглощения, вычисление которого не вызывало сомнения.

Таким образом, трудно установить генетическую связь между теорией парамагнитного резонанса, предложенной в общем виде Я.Г. Дорфманом в 1923 г., и опытами Е.К. Завойского 1944 г. Однако несомненно, что обе работы – теоретическая и экспериментальная – описывают одно и то же явление и что явление Завойского – частный случай, логически вытекающий из соображения Дорфмана.

Таково на мой взгляд фактическое положение. Вопрос о том, что называть открытием, а что предсказанием, мне представляется лишенным содержания. Какой вывод следует сделать из данного положения по вопросу о присуждении и формулировке премии – дело Комитета.

Следует, однако, отметить, что в истории пара- и ферромагнитного резонанса решающее значение имели советские работы: наблюдения В.К. Аркадьева, опубликованные в 1911–1913 гг., теория этих явлений, опубликованная Я.Г. Дорфманом в 1923 гг., обнаружение резонанса Е.К. Завойским в 1944 г. Я добавил бы явление циклотронного (диамагнитного) резонанса, на который Я.Г. Дорфман указал за несколько лет до его обнаружения.

Ответ П.Л. Капицы[19]

В ответ на Ваш запрос № 4/200 от 4 марта 1957 г. о заявлении профессора Я.Г. Дорфмана по вопросу об открытии Завойским парамагнитного резонанса, я считаю, что его заявление неосновательно по следующим соображениям.

Хотя указанная работа Дорфмана несомненно представляла в свое время значительный научный интерес и она справедливо цитируется Завойским, но ее нельзя рассматривать как теоретическое открытие парамагнитного резонанса. Поскольку Дорфман в своей работе указывает, что если электронные орбиты имеют дискретные квантовые состояния, как это экспериментально обнаружено в опытах Штерна и Герлаха, то при переходе из одного состояния в другое испускаемая частота электромагнитных колебаний будет определяться согласно основному закону Эйнштейна, если такой переход можно будет обнаружить.

Это заключение правильно. Но даже в то время, когда оно было сделано Дорфманом, оно было довольно очевидно, и его ни в коем случае нельзя рассматривать как достаточное

---

[18] Там же. Л. 65.

[19] Там же. Л. 70–72.

для экспериментального обнаружения самого эффекта. Дорфман в своей работе не указал, какова вероятность перехода из первого квантового состояния орбиты магнитного поля в его противоположное, в каких условиях можно наблюдать указанное явление, как это было, например, сделано, Леверье при обнаружении Нептуна.

Отсутствием этих данных и объясняется, что ряд попыток наблюдать это явление не увенчался успехом и только через двадцать с лишком лет Завойскому наконец удалось найти экспериментальные условия, в которых эти переходы возможны. Поэтому Завойского без сомнения надо рассматривать как человека, экспериментально открывшего парамагнитный резонанс.

При аналогичных обстоятельствах произошло открытие комбинационного рассеяния, открытого у нас Мандельштамом и Ландсбергом и за границей Раманом. Квантовая возможность существования такого же явления была предсказана Смекалом из того же закона Эйнштейна, что и в случае парамагнитного резонанса Дорфманом. Но поскольку основная трудность заключается в открытии самих экспериментальных условий, необходимых для того, чтобы его найти, то открытие этого явления, справедливо приписывается Мандельштаму, Ландсбергу и Раману, и за границей это явление называют "эффектом Рамана".

Можно также, например, указать, что из уравнений Максвелла можно было вывести существование светового давления. Но открытие этого явления, связанное с большими экспериментальными трудностями, было сделано лишь много лет спустя и справедливо приписывается Лебедеву.

Несомненно, что в научных открытиях бывали случаи, когда трудно указать, кому обязаны открытием, поскольку обычно трудно найти открытия, которые когда-либо в той или иной форме не предсказывались заранее. Решающим при определении авторства нужно, по-видимому, считать, кто из ученых приложил больше всего усилий для доказательства как теоретически, так и экспериментально значимости явления. В случае с парамагнитным резонансом несомненно имеет место авторство Завойского.

Ответ В.А. Фока[20]

Ознакомившись с письмом проф. Я.Г. Дорфмана, содержащим претензию на открытие явления парамагнитного резонанса, я пришел к заключению, что претензия эта неосновательна и может быть оставлена без внимания.

Прежде всего, отпадает возможность упрека Е.К. Завойскому в игнорировании работ Я.Г. Дорфмана. По словам самого Дорфмана, Завойский признает, что в 1923 г. Дорфман высказал идею о существовании явления магнитного резонанса.

По существу же следует отличать простое указание на возможность некоторого явления от количественной теории явления, позволяющей судить об условиях, при которых оно может наблюдаться. Лишь то и другое вместе может быть названо теоретическим открытием явления.

Я.Г. Дорфман не дал расчета вероятностей квантовых переходов, обусловливающих 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 путем открыт парамагнитный резонанс, следует признать неосновательной.

Такая точка зрения подтверждается теми историческими примерами, которые приводятся самим Я.Г. Дорфманом в его письме. Открытие смещения спектральных линий в поле тяготения Солнца справедливо приписывается Эйнштейну, но это потому, что Эйнштейн дал точную количественную теорию явления (не говоря о том, что теория эта основана на теории тяготения, созданной тем же Эйнштейном). Астрономам оставалось только произвести наблюдения. Открытие Нептуна принадлежит Леверье потому, что он дал теорию движения неизвестной планеты и оставалось только навести телескоп на указанную Леверье часть неба, чтобы эту планету увидеть. Что касается Максвелла и Герца, то ссылка на них не имеет отношения к делу, так как справедливо говорят и об уравнениях Максвелла и о волнах Герца. Можно добавить, что хотя световое давление также вытекает из теории Максвелла, но открытие его справедливо приписывается П.Н. Лебедеву.

Ввиду изложенного я не вижу никаких оснований для пересмотра решения о присуждении Ленинской премии по физике Е.К. Завойскому.

---

[20] Там же. Л. 74–75.

Из ответа С.А. Альтшулера и Б.М. Козырева[21]

6 апреля сего года мы получили от Вас 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**, 1199 (1956)). Проф. Дорфман полагает, что это открытие принадлежит ему, поскольку еще в 1923 г. он дал теорию этого эффекта (Ztschr. 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 (Ztschr. Phys., **11**, 31 (1922)), на которое опирался 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 им совершенно не обсуждалась.

2. Вследствие сказанного он не указал и основного условия, при котором может происходить явление, а именно – наличия компоненты переменного магнитного поля, перпендикулярной к 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 еще 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-решеточное 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 серьезная 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.-корр. 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 нашел нужным предъявить претензию на открытие им парамагнитного резонанса и упрекать нас в искажении истории этого открытия. Последнее особенно странно, если учесть, что в литературе, посвященной специально парамагнитному резонансу, его имя до сих пор упоминалось только нами (см., например, вступительную статью С.А. Альтшулера и Б.М. Козырева к переводу книги Гортера "Парамагнитная релаксация". М.; Л., 1949, статью тех же авторов в Nuovo Cim., **3**, 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, счел 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".

---

[21] Там же. Л. 77–81.

После поступления этих материалов вопрос был обсужден на секции физики Комитета по Ленинским премиям по рассмотрению работ, а затем на пленуме Комитета.

Ниже приводятся тексты стенограмм выступлений председателя секции академика А.П. Александрова и академика Л.А. Арцимовича.

А.П. Александров[22]: Секция рассмотрела вновь работу, представленную на соискание Ленинской премии, и вновь подтвердила, причем единогласно, свое прежнее решение о представлении работы Завойского Е.К. "Открытие и изучение парамагнитного резонанса" как единственную, которая была представлена по секции физики.

Работа Завойского представляет собой открытие нового явления. Причем эта работа имела чрезвычайно большие последствия в самых разнообразных областях физики и смежных науках. Завойским было впервые обнаружено естественное явление "парамагнитный резонанс" и после этого развернулся ряд работ во всем мире и в смежных направлениях, причем был открыт еще целый ряд явлений, открытие новых видов магнитного резонанса, "ядерного магнитного резонанса", и привело к разработке новой области физики – радиоспектроскопии, которая открыла возможности исследовать строение самых разнообразных классов веществ.

Общее число работ, которое сейчас произведено и имеет ту или другую связь с открытием Завойского, превышает 500, причем развились важные самостоятельные направления: изучение моментов ядер, изучение взаимодействия кристаллов, изучение зависимости ядерных сил и т.д. Кроме того, это открытие имело ряд практических приложений, как, например, сейчас парамагнитный резонанс используют для точного измерения магнитных полей, осуществления контроля при производстве резины и других химических продуктов и т.д.

Представляется очевидным, что работа Завойского заслуживает присуждения Ленинской премии в текущем году.

По этой работе поступил протест проф. Я.Г. Дорфмана, который утверждает в своем письме, что в 1923 г. было открыто теоретически явление парамагнитного резонанса. В статье, опубликованной в "Zeitschrift für Physik", Дорфман рассматривает возможности резонансных явлений в самом магнитном поле в твердых телах и говорит, что современное представление по строению атома дает возможность ожидать резонансных явлений подобного типа.

Однако надо сказать, что подробное изучение статьи Дорфмана показало, что Дорфман имеет в виду в статье не те явления, которые открыл Завойский, и что там прямой генетической связи нет между статьей Дорфмана и явлениями, открытыми Завойским.

Дело в том, что, начиная с 1923 г. после работы Дорфмана, никакого развития она не получила в течение 30 лет. Более того, то открытие, которое было сделано Завойским, имело чисто... (пропуск в тексте стенограммы) характер, в то время как Дорфман говорил о явлениях локального характера. Поэтому там такого типа резонансных явлений ожидать было нельзя.

Этот вопрос рассматривался чл.-корр. Вонсовским, акад. Капицей, акад. В. Фоком и целым рядом других физиков. Все пришли к заключению, что статья Дорфмана не имеет отношения к этой работе и данному открытию . . .

Развитие методической стороны позволило Завойскому обнаружить это новое явление и таким образом сделать это очень важное для нашего времени открытие. Все привлеченные к рассмотрению этого вопроса высказались за то, что следует сохранить решение секции в силе и присудить Завойскому Ленинскую премию.

Единственно я должен сказать относительно письма А.Ф. Иоффе. Он считает, что статья Дорфмана имеет отношение к открытию Завойского, но представляет собой независимое теоретическое исследование. О генетических связях между ними Иоффе ничего не может сказать. Он считает, что к тому времени, когда начал работать над этим Завойский, эта работа была забыта и что поэтому это есть действительно вещи, хотя и не связанные генетически, но касающиеся одного и того же вопроса.

Однако Капица, Фок и Арцимович, также целый ряд других товарищей, которые рассматривали этот вопрос, считают, что работа Завойского должна рассматриваться независимо. Голосование в секции было единогласным.

---

[22] РГАЭ. Ф. 2, оп. 1. № 1. Л. 101.

Л.А. Арцимович[23]: 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 твердого тела. В этом смысле ни у одного из физиков не может быть сомнения, что первая работа, которая заслуживает присуждения Ленинской премии, является работа Завойского.

Что касается претензий Дорфмана, надо отметить, что, во-первых, это явление, которое обнаружено Завойским, связано непосредственно со свойствами спина, а в 1923 г. и понятия о спине не существовало – представление о спине было выдвинуто только через год. Поэтому никакие претензии такого рода не могли бы иметь здесь места, тем более, что экспериментальное открытие здесь несравнимо с теоретическими предсказаниями. Это сделать было не так трудно, потому что механика явлений резонанса здесь очевидна. Поэтому подобного рода предположения сами по себе не заслуживали бы возможности присуждения Ленинской премии...

Е.К. Завойскому была присуждена Ленинская премия. Однако ни для кого не является секретом, что его открытие стоит в ранге тех работ, за которые присуждаются Нобелевские премии. И жаль, что возможность ее присуждения Е.К. Завойскому была упущена...

Ю.В. Яблоков

КАЗАНЬ... И НЫНЕ, И ПРИСНО...

...И после отъезда из Казани в 1947 г. Е.К. Завойский не порвал с парамагнитным резонансом. Он живо интересовался тем, что нового делалось Борисом Михайловичем Козыревым и сотрудниками его лаборатории. Возможно, когда-то станет доступной их деловая переписка и заполнит страничку истории радиоспектроскопии. От Бориса Михайловича я много раз слышал о том, что те или иные результаты были ему особенно приятны, потому что вызвали интерес Евгения Константиновича. Думаю, что Е.К. Завойский был в курсе всех заметных научных событий лаборатории Б.М. Козырева. Удивительного здесь ничего нет. Все делалось впервые, а обостренный интерес ко всему новому в физике был отличительной чертой Евгения Константиновича. И я мог неоднократно убедиться, что интерес этот не был пассивным. Однажды, это было зимой 1970 г., когда я работал с образцами, охлажденными до 4,2 К, в лабораторию пришел Н.С. Гарифьянов и попросил записать спектр полученного им по рекомендации Е.К. Завойского вещества на основе одной из солей гадолиния (у самого Гарифьянова был "негелиевый день", а ждать ему очень не хотелось). Мы записали сигнал ЭПР, и нужно было видеть радость Нургаяза Салеховича, получившего в своем веществе поглощение, многократно превосходившее по величине поглощение в хлориде или сульфате гадолиния. Он сказал, что теперь же сообщит об этом опыте Евгению Константиновичу.

Особая тема – это предложения Евгения Константиновича о постановке новых экспериментов. Одно из них – переход к субмиллиметровому, близкому ИК диапазону было уже в стадии подготовки к осуществлению: Евгений Константинович заручился согласием академика Н.Д. Девяткова помочь с приобретением источников излучений, а Б.М. Козырев с сотрудниками намечали условия и направления экспериментальной работы.

---

[23] Там же. Л. 106–107.

Другое, связанное с проблемой сверхпроводимости, особенно занимало Евгения Константиновича в 70-е годы. Свои предложения о поиске условий возникновения сверхпроводимости при высоких температурах Евгений Константинович высказывал при своих посещениях Казани; последний раз он был в Казани в конце сентября 1976 г. По совету и при содействии Евгения Константиновича Физико-технический институт приобрел в ИАЭ излучатель ионов ИЛУ-2, который стал основой для развития нового направления в институте.

Вообще Евгений Константинович много помогал казанцам в разрешении проблем, связанных с финансированием, с приобретением труднодоступных приборов, со строительством нового здания КФТИ. Вспоминается, например, одно из решающих событий такого рода. В 1964 г. Физико-технический институт отчитывался на Бюро ООФА. Незадолго перед этим был расформирован Казанский филиал Академии наук. ФТИ стал самостоятельным институтом с прямым подчинением ООФА. Со всей остротой встал вопрос о развитии института и строительстве для него нового лабораторного корпуса. Понятно, что момент был определяющим для его судьбы. Помню это заседание Бюро Отделения. Члены Бюро заполнили кабинет академика-секретаря Л.А. Арцимовича. Заняли мягкие кресла, диван. Некоторые расположились за длинным столом, стоявшим перед столом академика-секретаря. Мы – казанцы – очень волновались, ждали Евгения Константиновича. Он приехал к самому началу заседания, прошел вперед и сел на стул в уголке, справа от председателя. После доклада директора КФТИ проф. Х.М. Муштари началась дискуссия. В Москве об институте слышали и говорили о нем доброжелательно. Но, чтобы принять решение, нужно было хорошо все взвесить. Ясно, что решающей должна была стать оценка физиков КФТИ, данная Евгением Константиновичем. Она была высокой, но что не менее важно, глубокой и заинтересованной. Через шесть лет здание Казанского физтеха было построено. Евгений Константинович не раз бывал в нем и выступал перед сотрудниками.

Е.К. Завойский с семьей оставил неласковую послевоенную Казань, когда ЭПР, его детище, только набирал силы. В 1947 г. все еще было впереди. Но первые шаги были уже сделаны, и началось необычайно увлекательное, полное неожиданных и удивительно плодотворных свершений развитие новой области науки. Разнообразилась методика магнитного резонанса, развивался теоретический аппарат, совершенствовалось приборное оснащение. Множились физические задачи, решаемые с помощью ЭПР, началось применение метода в химии, в других естественных науках, в технике.

Уже в первой половине 50-х годов появились первые обзоры по ЭПР, затем книги. Физики ждали завершения монографии С.А. Альтшулером и Б.М. Козыревым[1]. Начался обмен идеями и результатами выполненных исследований на совещаниях и конференциях.

Первая конференция по парамагнитному резонансу, на которой я присутствовал, будучи еще студентом университета, проходила у нас в Каза-

---

[1] *Альтшулер С.А., Козырев Б.М.* Электронный парамагнитный резонанс. М.: Физматгиз, 1961.

ни в 1955 г. в конференц-зале КФАН. Я шел туда, надеясь увидеть Е.К. Завойского. Участников было немного. Руководили заседаниями С.А. Альтшулер, Б.М. Козырев, Ф.И. Скрипов, Г.В. Скроцкий, И.Г. Шапошников. Запомнились активные, энергичные физики из МГУ, а из научных дискуссий – почему-то одна: о сдвиге g-фактора под влиянием спин-фононных взаимодействий.

По-настоящему крупное совещание С.А. Альтшулер и Б.М. Козырев организовали в 1959 г. Это было представительное всесоюзное совещание, ставшее заметным событием в отечественной радиоспектроскопии. Оно отразило широкий охват физических проблем радиоспектроскопии, показало, что вслед за Казанью (Казанский университет – С.А. Альтшулер; Физико-технический институт – Б.М. Козырев) крепкие коллективы радиоспектроскопистов сложились в Москве (МГУ, ФИАН – А.М. Прохоров; Институт химической физики – В.В. Воеводский, Л.А. Блюменфельд; другие институты), в Ленинграде (ЛГУ – Ф.И. Скрипов; лаборатории в институтах), в Перми (Пермский университет – И.Г. Шапошников), в Свердловске (Уральский политехнический институт – Г.В. Скроцкий). Свежим и звонким был голос химфизиков и биофизиков, возглавляемых В.В. Воеводским и Л.А. Блюменфельдом. Именно на этом совещании впервые прозвучали многие молодые имена, которые вслед за первопроходцами утвердились затем на переднем крае радиоспектроскопии.

К 1959 г. магнитный резонанс достиг крупных и разнообразных успехов. Впоследствии приложения метода, конечно, множились, исследования ширились и углублялись. Конференции и совещания проводились во всех странах с развитой наукой. Можно было представить, каким будет этот расцвет к юбилейной дате – к 25-летию открытия ЭПР.

Ученые ждали этого события и готовились к нему. Стало реальным провести в Казани юбилейную конференцию с участием иностранных ученых. В то время иностранцам вряд ли было можно приехать в Казань на свои средства – для этого просто не существовало налаженной процедуры. Однако они могли участвовать в конференции в качестве гостей Академии наук и Академия дала согласие на такое участие для достаточно большого числа зарубежных ученых. Всесоюзная юбилейная конференция состоялась в конце июня 1969 г. На нее собрались 600 радиоспектроскопистов (эта цифра определялась вместимостью самого большого зала в Казани того времени), в их числе более 50 выдающихся иностранных ученых: лауреат Нобелевской премии профессор А. Кастлер (Франция), профессора К.Я. Гортер (Голландия), А. Абрагам (Франция), М. Стрэндберг (США), К. Джеффрис (США), К. Мюллер, А. Лёше (ГДР). Были представлены, конечно, и все отечественные радиоспектроскопические школы и их лидеры. Получилась значительная и содержательная конференция. А. Кастлер, К. Гортер, С.А. Альтшулер и Б.М. Козырев рассказали об истории открытия электронного парамагнитного резонанса. Конференция подвела определенные итоги, и они были впечатляющими. Она обещала дальнейший прогресс парамагнитному резонансу, и эти прогнозы блестяще оправдались и оправдываются. К открытию конференции была приурочена выставка аппаратуры по ЭПР, на которой были представлены ведущие фирмы мира, производящие аппаратуру для этой области физики. Событием конференции было участие в ней Е.К. Завойского.

В архиве Е.К. Завойского сохранился черновик его приветствия участникам конференции:

"Дорогие гости, дорогие друзья! Пусть эти слова будут приняты вами не как долг вежливости, а как искренние слова, идущие от всего сердца! Среди нас находится доктор К. Гортер, и мы рады этому. Мы знаем его выдающуюся роль в развитии физики XX столетия. Он первый доказал, что магнитное поле радиоволн может нести неисчерпаемую информацию о мире. И эта идея теперь широко используется наукой и техникой.

Здесь присутствуют доктор А. Абрагам и доктор А. Кастлер – два выдающихся ученых Франции, с которой наша страна связана традиционной дружбой. Доктору Абрагаму принадлежат основополагающие идеи в области радиоспектроскопии. Доктор Кастлер имеет мировую известность, но позвольте мне еще раз выразить свое восхищение непревзойденным изяществом и тонкостью его работ! Чтение их всегда доставляет истинное наслаждение и радость, захватывая глубоким проникновением в природу явления. Это эмоциональная сторона каждого выдающегося исследования вместе с практической его значимостью сближает народы. Ведь рождение талантов не знает национальных границ, а жизненная потребность в науке не может без ущерба позволить изолироваться нациям.

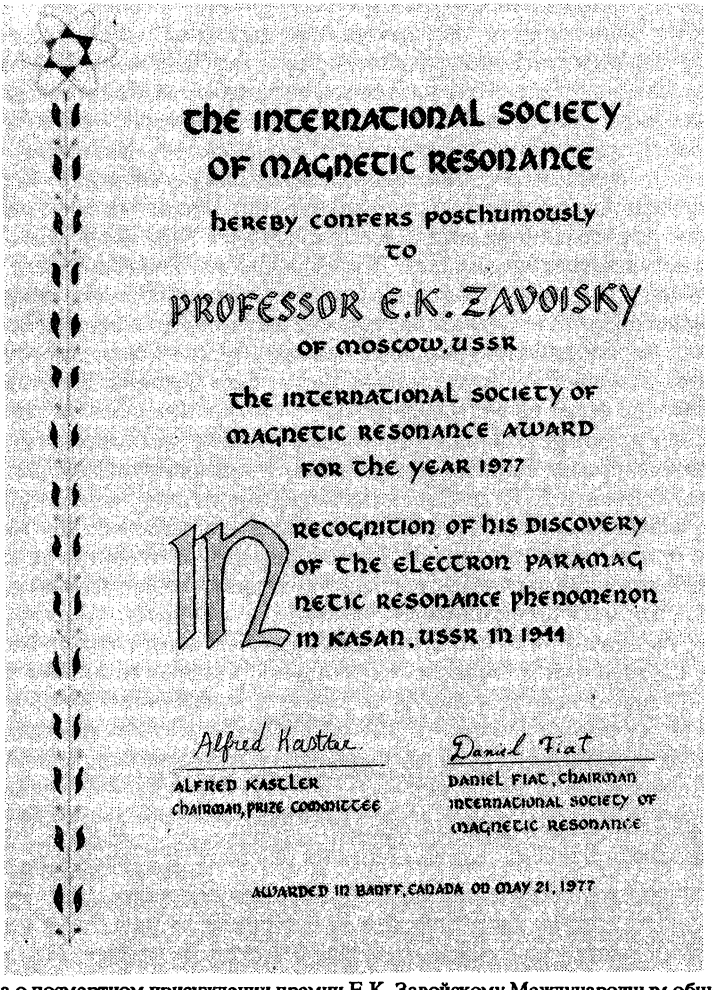
Я учился и долго работал в Казанском университете. Здесь много моих лучших друзей, их учеников и учеников их учеников. Незаметно, я стал, кажется, пра-пра-пра-дедушкой..."

Нужно проникнуться торжественностью момента: юбилейная конференция; собрались многие из тех, кто непосредственно создавал новую область науки и активно в ней работал, очень большое число ученых, определяющих лицо современной радиоспектроскопии; наконец, огромное число молодых людей, решающих посвятить себя этой области науки. И вот среди них родоначальник. Ученый, давший ход этому замечательному процессу. Что он чувствовал, готовясь к этому событию? Какую роль должен был исполнить?

Почетный гость? Такую возможность, формально говоря, нельзя было исключить. С 1947 г. Евгений Константинович непосредственно радиоспектроскопией не занимался. Старейшина? Он вполне мог появиться на конференции и в этом качестве. Его известность, блестящие успехи и в других областях физики делали его репутацию чрезвычайно высокой.

Евгений Константинович поступил иначе. Он выступил с научным докладом, в котором предложил и обосновал два новых изящных эксперимента, основанных на использовании резонансных эффектов: он указал на возможность парамагнитного ускорения заряженных частиц за счет энергии, запасенной при инвертировании заселенности спиновых состояний, и рекомендовал использовать явления, возникающие при парамагнитном резонансе в сверхсильных магнитных полях для точного определения скорости суперрелятивистских частиц.

И еще об одной форме участия Е.К. Завойского в жизни радиоспектроскопистов – об оппонировании им диссертационных работ. Защита диссертации – для диссертанта это всегда памятное событие. Особенно когда работу оценивают крупные ученые. Конечно, большой честью для диссертанта было иметь оппонентом Е.К. Завойского. Из казанцев такой чести удостоились Н.С. Гарифьянов и будущий директор ФТИ М.М. Зарипов.



Грамота о посмертном присуждении премии Е.К. Завойскому Международным обществом магнитного резонанса. 21 мая 1977 г.

Н.С. Гарифьянов был одним из наших наиболее ярких радиоспектроскопистов. Бывший фронтовик, первый аспирант Б.М. Козырева, он несомненно заслуживает того, чтобы о нем самом, о стиле его работы, об оригинальных его исследованиях и напряженной жизни было рассказано специально. Можно не сомневаться, что Евгению Константиновичу были особенно по душе его эксперименты, в которых интересные и всегда новые результаты достигались простейшими средствами. Работы Н.С. Гарифьянова полезно изучать и сегодня. Просто написанные, они очень содержательные и емкие ... И еще – они очень разнообразны. Исследуются кристаллы, растворы, стекла. Стекло – как удобная для получения нужных магнитных комплексов среда – и открыт спин ядра железа-57. Магнитный комплекс – как метка для изучения материала –

в результате продемонстрирована возможность исследовать процессы кристаллизации стекол. Изучаются парамагнитный резонанс и релаксационные явления, структура растворов и строение комплексов без их выделения из раствора; изучаются магнитные ионы в необычных состояниях окисления, а это почти все ионы третьей группы, многие из четвертой и пятой групп. Исследования Н.С. Гарифьянова развивались по нарастающей, и какой-то их этап завершился докторской диссертацией. Это была прекрасная демонстрация возможностей парамагнитного резонанса и заметное достижение школы Е.К. Завойского – Б.М. Козырева.

Оценивая исследования Н.С. Гарифьянова на Ученом совете, Евгений Константинович сказал, что хорошо знает его работы, они чрезвычайно интересны и Нургаяз Салехович несомненно заслуживает степени доктора наук, все необходимое он написал в своем отзыве и передал отзыв председателю Совета С.А. Альтшулеру. Таким был Евгений Константинович. Многословие было не в его натуре.

Я присутствовал еще на одной защите докторской диссертации, которую оппонировал Е.К. Завойский. Это была работа Р.А. Житникова, представленная в 1970 г. Евгению Константиновичу очень понравился прием, использованный Р.А. Житниковым – захват летящих магнитных атомов при намораживании испаряемого вещества-матрицы на охлажденную подложку. Он высоко оценил диссертацию и также был очень немногословен в устном выступлении.

Н.И. Силкин

ЖИВОПИСЬ В ЖИЗНИ Е.К. ЗАВОЙСКОГО*

Впервые я увидел Е.К. Завойского летом 1970 г. Я ехал в командировку в Москву, и С.А. Альтшулер, мой научный руководитель, попросил меня занести Евгению Константиновичу "одну книжицу". Обычно первые впечатления – самые сильные, они-то и запомнились на всю жизнь. Меня поразила его исключительная доброжелательность и внимание.

В кабинете, где происходила наша встреча, было множество картин. Они были написаны в импрессионистской манере и были очень декоративны. Вместе с тем в них чувствовалась скрытая безысходность и печаль. Я спросил Евгения Константиновича, чьи это картины, не Аникеенка ли. – Да. Вы его знаете? Ведь он ваш, казанский. Я ответил, что знаю Лёшу совсем немного, но работы его мне нравятся и что мне даже удалось приобрести одну его картину. Мы разговорились, и я уже окончательно забыл разницу и в возрасте (мне тогда было 25 лет, а Евгению Константиновичу 63), и в "чинах" (я аспирант, а он академик). Рядом был умный, чуткий собеседник, прекрасно чувствовавший искусство, и очень скромный человек. После этой встречи было еще пять или шесть других. После всех этих встреч у меня создалось твердое убеждение, что Евгений Константинович очень любил искусство, особенно живопись. Она занимала в его духовной жизни значительное место.

---

* Речь на вечере памяти Е.К. Завойского в Музее истории КГУ, 9 окт. 1987 г.

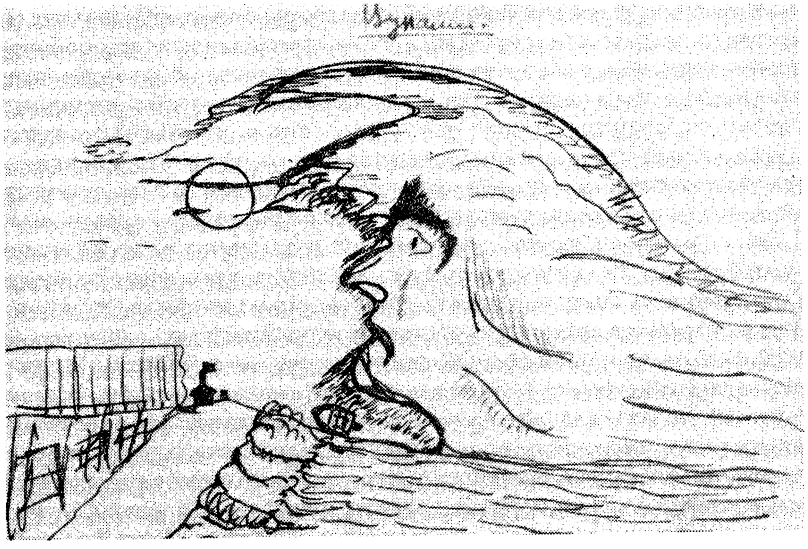
После XX съезда начался бурный процесс духовного обновления всего общества, а в области искусства к тому же произошел своеобразный информационный взрыв: в музеях в изобилии появились полотна импрессионистов, начали печатать репродукции произведений абстракционистов (правда, больше с целью превратить их в объект критики), начали выставлять работы отечественных авангардистов. Сейчас наши перестроившиеся искусствоведы если и нападают на абстракционизм, то не столь рьяно и даже с гордостью заявляют, что его первый пророк, Василий Кандинский, – выходец из России. Идея абстракционизма, как известно, состоит в изображении сути предмета, явления, состояния с помощью отвлеченных элементов художественной формы, цветовых пятен, линий. Но ведь абстракция существует и как метод научного исследования, основанный на том, что при изучении предмета, явления, процесса не учитываются второстепенные стороны и признаки; это позволяет упростить картину изучаемого явления и рассматривать его как бы в "чистом виде". В связи с этой параллелью – абстракция как метод художественного отображения действительности и абстрация как метод научного познания – напомню об одной черте Завойского-ученого. "Евгений Константинович всегда умел абстрагироваться от второстепенных вещей и увидеть свежую и новую идею", – это слова Е.П. Велихова.

Евгений Константинович увлекался абстрактной живописью. Бытовало да и бытует, к несчастью, мнение о том, что нарисовать абстрактную картину ничего не стоит. Евгений Константинович как истинный экспериментатор решил однажды проверить это на гостях, пришедших на день рождения его дочери. Возраст молодых людей и девушек был 22–25 лет, все они были достаточно начитанными, посещали выставки. И вот им были розданы пастельные карандаши и бумага. К большому удовольствию Евгения Константиновича у гостей ничего не получилось. Дальше "слона (вид сзади)" дело не пошло. Только один юноша, заканчивавший МАИ, но в тайниках души своей художник и искусствовед, смог справиться с поставленной задачей.

По признанию Евгения Константиновича, он любил наблюдать за игрой света и тени от предметов, за их причудливым и безмолвным движением, любил рисовать тени, отбрасываемые настольной лампой. Может быть, и в этом увлечении сказывалась его профессия экспериментатора, который по косвенным признакам должен понять суть явления.

Евгений Константинович на своем собственном опыте знал и пережил крайний консерватизм и необъективность окружавших его руководителей высокого ранга. Должно быть, поэтому он понимал и поддерживал талантливых художников, которые были лишены официальных почестей и признаний. Это А. Аникеёнок, который ради хлеба насущного, подрабатывал в ресторанном оркестре. Это замечательный скульптор В. Сидур. Это гениальный мастер Э. Неизвестный... Сейчас о них пишут, снимают фильмы, считают гордостью России. Но тогда в 60-е и 70-е годы... Отдадим должное безупречному художественному чутью и вкусу Евгения Константиновича.

Отмечу и тот факт, что при всей широте взглядов и любви к самым новым течениям в искусстве Евгений Константинович совершенно не принимал богемную обстановку мастерских художников. Сам он был челове-



"Цунами". Рисунок Е.К. Завойского. 70-е годы

ком пунктуальным. Однажды он подошел к дверям мастерской Эрнста Неизвестного в Большом Сергиевском переулке, взглянул на часы и повернул обратно, потому что счел неудобным опоздать на три минуты и нарушить беседу скульптора с приехавшими к нему академиками Л.А. Арцимовичем и А.Б. Мигдалом. Кстати, по рассказу очевидца, скульптор поведал тогда о своей мечте – создании грандиозной Площади Мысли. В конце встречи он предложил обоим академикам нарисовать их портреты. Наступила небольшая и неловкая пауза. "Нет, я нарисую вас не так, – и Неизвестный показал на свои рисунки, – а в реалистической манере".

Евгений Константинович принимал самое активное участие в обсуждении проекта памятника И.В. Курчатову. То, что в конце концов было установлено, он с горечью назвал "изображением полицейского".

В последние годы жизни Евгений Константинович пробовал писать акварели. Я хотел бы в этой связи вспомнить прекрасные слова Н. Заболоцкого, уроженца Казани:

Любите живопись, поэты!
Лишь ей, единственной, дано
Души изменчивой приметы
Отображать на полотно.

В своих акварелях ученый пытался изобразить величие природы, мимолетное настроение, показать связь уходящего и рождающегося. Это попытка человека через живопись понять и выразить смысл жизни на пороге своего ухода.

П.Е. Рубинин

Е.К. ЗАВОЙСКИЙ И П.Л. КАПИЦА

Это имя – Евгений Константинович Завойский – я впервые услышал от П.Л. Капицы, референтом которого я работал с июня 1955 г. до последних дней его жизни. Я был гуманитарием чистой воды – до прихода в Институт физических проблем я работал переводчиком, потом библиотекарем в ремесленном училище. Поэтому ничего в физике не понимал и никого из физиков не знал даже по имени, кроме "школьных" классиков, конечно, да прославленных газетами атомщиков. Имя Завойского я запомнил, хотя понять, что он сделал, не мог, да и сейчас, честно говоря, не понимаю. А запомнил я тогда это имя потому, что уж очень тепло и уважительно говорил об этом неведомом мне физике Петр Леонидович. Тогда же, помню, я услышал от него, что открытие, сделанное Завойским, с лихвой тянет на Нобелевскую премию.

Осенью 1956 г. Ученый совет Института физических проблем выдвинул на Ленинскую премию работы Е.К. Завойского 1944–1945 гг., посвященные открытию парамагнитного резонанса. Представление ИФП, подписанное П.Л. Капицей, завершалось следующими словами: "Открытие парамагнитного резонанса является одной из наиболее крупных работ, оказавших существенное влияние на развитие физики послевоенного времени"[1].

Ленинские премии в 1957 г. присуждались впервые после большого перерыва (1937–1956 гг.). 22 апреля, на следующий день после того, как в печати появилось правительственное сообщение о присуждении премии, Петр Леонидович направил Завойскому следующую телеграмму:

"Дорогой Евгений Константинович, сердечно поздравляю с Ленинской премией, отмечающей Ваше крупное открытие, которое должно было получить официальное признание уже много лет назад. Желаю успехов в работе. Искренне Ваш

Капица"

"Дорогой Петр Леонидович, – пишет в ответной телеграмме Завойский, – мне было особенно приятно получить от Вас поздравление по поводу моего награждения премией Ленина. Вы первый оценили мою работу и существенно помогли мне развить ее..."[2]

Ленинскую премию Е.К. Завойский получил. Нобелевской премии его работы так и не были удостоены. Капица болезненно переживал эту несправедливость и часто говорил об этом, в том числе и с зарубежными физиками, хотя и сам был в таком же положении. Его фундаментальные исследования в области физики и техники низких температур, выполненные в конце 30 – начале 40-х годов, были отмечены Нобелевской премией лишь сорок лет спустя – в 1978 г. ...

---

[1] Материалы представления и рассмотрения работы, поступившей на соискание Ленинской премии СССР. Завойский Е.К. Открытие и изучение парамагнитного резонанса. 1957 // РГАЭ. Ф.180, оп. 3. № 23. Л. 10.

[2] Архив П.Л. Капицы.

Петр Леонидович пользовался каждым случаем, чтобы отдать должное Завойскому. Открывая 22 августа 1973 г. Международную конференцию по магнетизму в Москве, он сказал: "Все перечисленные направления (магнитных исследований) появились уже в годы моей молодости, но за последние годы возникли новые. Наиболее важные из них связаны с открытием в 1944 г. Е.К. Завойским парамагнитного резонанса. Оно было сделано молодым тогда ученым, работавшим совершенно самостоятельно в Казанском университете. Мне хорошо помнится, что, когда он сообщил в Москве результаты своих исследований, это вызвало недоверие. Но за несколько дней он воспроизвел свои опыты в нашем институте, и для всех не осталось сомнений, что сделано крупнейшее открытие..."[3]

Среди участников этой магнитной конференции было много выдающихся физиков со всех концов света, и Капица, будто подсказывая им, точно сформулировал текст возможного представления данной работы Завойского на Нобелевскую премию. "Сейчас, – сказал Капица, – в ряде областей очень широко ведутся работы не только по парамагнитному, но и по ядерному, циклотронному и другим резонансам. Пожалуй, ни один метод изучения магнитных свойств вещества не давал еще такую богатую информацию, как найденный Завойским резонансный..."[4]

Мне трудно сейчас вспомнить, когда же я впервые увидел Евгения Константиновича, когда познакомился с ним.

Помню, как он приходил на заседания редколлегии журнала "Приборы и техника эксперимента", которые А.И. Шальников проводил по вечерам, после окончания рабочего дня, в кабинете М.П. Малкова, заместителя директора ИФП. Этот кабинет расположен прямо напротив кабинета П.Л. Капицы. Шальников открывал дверь в кабинет Малкова и тут же куда-то убегал – он не мог и минуты посидеть на месте.

И вот в секретариате появлялся небольшого роста мужчина средних лет. В темно-сером костюме. Подтянутый. С золотисто-русыми волосами... Он склонял голову и говорил: "Здравствуйте". И улыбался... Я уже знал, что это тот знаменитый Завойский, к которому с такой теплотой относился Капица. Я говорил: "Здравствуйте, Евгений Константинович, – и добавлял, – заходите в кабинет, пожалуйста. Александр Иосифович сейчас придет". И Шальников тут же появлялся. Как из-под земли...

В июле 1974 г., несколько дней спустя после того, как мы очень весело отметили в ИФП 80-летие Петра Леонидовича, к нему с поздравлением пришел Евгений Константинович. Помню этот день – солнечный, яркий... Петр Леонидович позвал меня в кабинет. Он был взволнован и... счастлив. На овальном столе из красного дерева, вокруг которого обычно собирались небольшие совещания в директорском кабинете и чаепития после семинаров, стоял какой-то небольшой приборчик... Петр Леонидович попросил меня позвать А.С. Боровика-Романова и А.И. Шальникова. Ему нужно было поделиться с ними радостью. Рядом с приборчиком на столе лежал листок бумаги – письмо Завойского. Вот это письмо:

---

[3] Природа. 1974. № 2. С. 56.

[4] Там же. С. 56.

"Глубокоуважаемый Петр Леонидович!

Вы – первый физик, оценивший электронный парамагнитный резонанс. В день Вашего юбилея в память об этом прошу Вас принять то, что сохранилось...

1945 г.[5] Институт физических проблем. Подвал. Установка по изучению ЭПР в диапазоне длин волн 10 см на клистроне, собранная из деталей: клистрон – американский, высокочастотный кабель – немецкий. Остальная аппаратура была отечественной. Не все сохранилось. Но в памяти осталась атмосфера дружелюбия. Вы и Александр Иосифович Шальников во многом определили счастливую судьбу ЭПР!

1974 г."[6] Ваш *Е. Завойский*

В день своего юбилея Петр Леонидович получил много подарков. Были среди них и шуточные, и "научные", и даже сугубо "технические" – действующие модели криогенных установок, например... Подарками были заставлены в те дни все подоконники в кабинете Капицы. Но я думаю, что не ошибусь, если скажу, что "скромный" подарок Евгения Константиновича был Капице особенно дорог. Он поставил приборчик Завойского на самое видное место и с удовольствием показывал его своим гостям-физикам. А с письма Евгения Константиновича он попросил снять фотокопию.

В ноябре 1976 г. к Петру Леонидовичу пришли два молодых физика, только что окончившие МФТИ — С. Громов и А. Леонович. Они пришли к Капице, чтобы побеседовать с ним в качестве корреспондентов "Комсомольской правды". В конце беседы Петр Леонович подвел их к приборчику Завойского и сказал: "С этим оригинальным прибором связана такая история. Когда Е.К. Завойский открыл в 1944 г. парамагнитный резонанс, то, приехав из Казани в Москву, он пришел в ФИАН. Его прогнали оттуда, сказав, что этого не может быть. Тогда я предложил ему у нас сделать прибор. За неделю сделали. Потом позвали фиановцев и показали: смотрите, вот ведь, штучка работает!"[7]

Сейчас этот прибор вместе с фотокопией письма Е.К. Завойского хранится в музее Казанского университета, куда он был передан П.Л. Капицей после кончины Евгения Константиновича...

---

[5] В письме ошибочно: 1946.

[6] Архив П.Л. Капицы.

[7] Комсомольская правда. 1976. 28 ноября. № 281. С. 2.

С.Г. Суворов

МОЯ ПОСЛЕДНЯЯ БЕСЕДА С Е.К. ЗАВОЙСКИМ

Вечером 6 октября 1976 г. состоялся продолжительный разговор с Евгением Константиновичем по телефону о текущих проблемах редакции УФН. Он сказал, что собирается заехать в редакцию 7 октября, и просил меня приехать для совместного рассмотрения замечаний по "персоналиям". Встреча состоялась в 11 часов; вызывались авторы. После обсуждения текущих дел редакции состоялся следующий разговор.

С.Г. – Е.К., мы с вами не часто встречаемся. Позвольте мне воспользоваться слýчаем и поставить некоторые вопросы работы журнала – вопросы, не текущего, а более далекого прицела, если у вас есть время.

Е.К. – Прошу, пожалуйста.

С.Г. – Первый вопрос – это вопрос о том, как журнал должен откликнуться на 60-летний юбилей установления советской власти. Как известно, к 50-летнему юбилею мы в октябрьском и ноябрьском выпусках (1967 г.) опубликовали работы советских ученых, вошедшие в золотой фонд физики, – оригинальные работы Л.И. Мандельштама, Г.С. Ландсберга, С.И. Вавилова, В.А. Фока, А.А. Андронова, В.И. Векслера и многих других, в том числе и вашу работу по электронному парамагнитному резонансу. Научная общественность высоко оценила эту акцию журнала – собрать воедино классические работы советских ученых, тем более что многие из этих работ, ставшие классическими, публиковались в малодоступных журналах, а некоторые даже не на русском языке. Но теперь мы не можем повторять этот, уже пройденный путь. Мне кажется, что нам нужно обратиться к ряду крупных физиков, возглавляющих целые направления, чтобы они дали обзор исследований в руководимых ими областях и, главное, чтобы они обрисовали перспективы развития этих областей и связь их с решениями практических задач, стоящих перед народным хозяйством. Известно из печати, что многие ученые (и физики в том числе) получили задание составить перспективные долгосрочные планы развития науки. Естественно, что они над такими планами думают и потому смогут дать интересный обзор развития перспективных проблем и для журнала.

Е.К. – Конечно, без ссылок на официальные задания.

С.Г. – Это безусловно так. Мною подготовлен проект письма к ученым и составлен примерный список адресатов в 20 человек. Конечно, список следует прокорректировать, пополнить, изменить. Срок сдачи рукописей намечается 1 мая 1977 г. Это не такой уж далекий срок, и с рассылкой писем следует поторопиться. Если вы согласны, прошу рассмотреть проект письма и список адресатов.

Е.К. – Идею я поддерживаю. Текст письма можно принять. Предлагаемый список тоже можно утвердить, однако его надо расширить. Главное, в него надо включить руководителей крупных направлений (Е.К. пополняет список еще 12–15 именами).

С.Г. – Теперь другая проблема, которая меня все время волнует. Мне представляется, что нам нужно в журнале организовать работу по созданию цикла гносеологических статей, конечно связанных с физикой. Время от времени мы что-то публикуем, но не систематично и мало.

Я наметил небольшой список гносеологических тем (Аксиоматический метод в современной физике; Теоретико-инвариантные методы развития физических теорий; Принципиальные проблемы развития теории элементарных частиц; О природе вероятности и включении ее в общую систему мировоззрения; Изоморфные теории в физике, их объективная основа и их эвристическое значение; Физические методы в генетических исследованиях, их реальные возможности). Он, конечно, не охватывает всех проблем, такую задачу я и не ставил, да и этого списка хватило бы на 2–3 года публикаций.

Е.К. – Я эту задачу понимаю и поддерживаю. И намеченные темы нахожу, действительно, интересными. Но дело это очень трудное.

С.Г. – Да, дело трудное. И трудность не только в том, чтобы определить важные темы, найти эрудированных авторов. Надо работать с авторами, добиться того, чтобы анализ проблем в статьях был по-настоящему глубоким. Вот мы заказали статью о 50-летии становления квантовой механики М.А. Ельяшевичу, академику Академии наук Беларуси, автору известных книг по спектроскопии молекулярных соединений и атомной физике. Мы получили расширенный проспект будущей статьи. В нем все верно. Но как будет изложен исторический материал? Надо, чтобы статья не свелась к перечислению фактов: тогда-то опубликована такая-то идея. Нужно, чтобы была показана логическая взаимосвязь всего процесса становления квантовой механики во всех ее аспектах, чтобы статья не только сообщала факты, но и заставила физиков задуматься над процессом познания.

Е.К. – Если бы вы взялись за это дело, журнал много выиграл бы. Но надо сознавать, что вы взяли бы на себя тяжелый крест. Если вы не боитесь, – попробуйте начать, а я поддержу. К этой работе желательно привлечь физиков, думающих над развитием физической теории. И, вероятно, в некоторых случаях надо будет допускать обсуждение проблем. Попробуйте!

Прощаясь, Е.К. сказал: "Спасибо вам за заботы о журнале. Звоните мне домой, как только вам будет нужно. Не стесняйтесь – это мне помогает".

Эту беседу я записывал для себя 8 и 9 октября (1976 г.), одновременно обдумывая план действий, вытекающий из нее. Беседа воодушевляла на плодотворную работу. ...А в воскресенье 10 октября мне сообщили, что Евгений Константинович скоропостижно скончался 9 октября – через день после нашей встречи.

М.А. Марков

ПАМЯТИ ДРУГА

Мне выпала большая удача близко познакомиться с Евгением Константиновичем, но, к сожалению, лишь в последние годы его жизни. Хотя предметы его исследований были далеки от моих научных интересов, о нем и его работах я был наслышан давно, о том, как непросто пришло к нему общее признание его замечательных открытий в физике, в част-

ности, о том, как академик П.Л. Капица в своем институте проводил специальные работы по проверке существования эффекта, открытого Завойским.

Но так случилось, что впервые высокую и восторженную оценку научной деятельности Евгения Константиновича я услышал за рубежом из уст известного шведского физика Валлера. В начале 60-х годов по приглашению А. Салама, директора Интернационального института теоретической физики, я прибыл в Триест. Там, по просьбе профессора Салама, меня встретил Валлер. Валлер был визитером Саламовского института и единственным человеком в институте, который мог меня узнать среди прибывших. Несколько лет до того на Пизанской конференции в Италии по физике элементарных частиц возникло мое знакомство с профессором Валлером при обсуждении полученного им в свое время, казалось, неестественного выражения для собственной энергии движущегося электрона. (Точнее, непонятная зависимость от скорости электрона.) Это выражение можно найти в старой книге Гайтлера (Квантовая теория излучения. 1940). И нетрудно было показать, что необычное выражение зависит от скорости, может быть сведено к обычному преобразованию координат и обязано оно бесконечным пределам интегрирования, допускающим произвол при преобразовании координат. На Пизанской конференции Валлер был с женой, хорошо говорившей по-русски, что повлияло на характер нашего знакомства.

В курортном местечке (Мирамарэ), где расположен институт Салама, мы, жившие с профессором Валлером в одном и том же отеле, проводили вечера на открытой веранде отеля в длительных дискуссиях по науке, литературе и многим другим проблемам. Вспомнили, что Л.Н. Толстой учился на естественном факультете университета, что ему принадлежит известное изречение: "Некоторые верят в существование ведьм, а некоторые в существование атомов". В одной из бесед по инициативе профессора Валлера зашла речь о Е.К. Завойском. Вначале мне было непонятно то волнение, которое слышалось в его речи. Но когда я узнал, что Валлер является одним из членов Комитета, который присуждает Нобелевские премии, я понял, что речь идет о большой неудовлетворенности Валлера тем, что работы Е.К. Завойского не были удостоены Нобелевской премии. Как я узнал после, эта оценка работ Е.К. Завойского поддерживалась и широким кругом наших ученых.

Спустя долгое время состоялось наше близкое – личное знакомство с Евгением Константиновичем. Волею судеб он и его семья поселились в том же дачном поселке Ново-Дарьино, где уже много лет находилась дача нашей семьи.

Конечно, мне было интересно познакомиться с человеком, случайно несостоявшимся лауреатом Нобелевской премии. И сразу же между нами возник удивительный резонанс мнений по широкому кругу обсуждаемых вопросов. К тому же наши семьи оказались симметричными вплоть до дочерей и внучек. Вскоре я проникся таким доверием к Е.К., что осмелился дать ему прочитать мою рукопись фантастической повести, которую я вчерне написал еще в далекие предвоенные годы[1]. Редко кому я

[1] *Марков М.А.* Ошибка физиолога Ню. М., 1988.

давал ее читать, так как получал самые различные отзывы, которые меня, скорее, убеждали отказаться от ее публикации. Только незадолго перед моим знакомством с Евгением Константиновичем один мой близкий друг, мнение которого я уважаю, сказал мне, возвращая рукопись: "Зачем ты написал такую чертовщину?" Евгений Константинович прочел рукопись, и я хорошо помню его фразу, которая была произнесена с какой-то поразившей меня задумчивостью: "А знаете, может быть, это лучшее, что вы сделали в вашей жизни..."

Спустя несколько лет, когда его уже не было в живых, я решился опубликовать эту повесть, и в этом решении было что-то и от фразы Е.К. Помню, меня поразило то состояние задумчивости, в котором была произнесена эта фраза. В это время Е.К. был серьезно болен, и, может быть, наступило то время, когда происходит подведение итогов жизни и возможная переоценка жизненных ценностей...

В.Л. Гинзбург

ПАМЯТИ ЕВГЕНИЯ КОНСТАНТИНОВИЧА ЗАВОЙСКОГО*

С возрастом все реже поверхностное, да к тому же многолетнее, знакомство перерастает в тесные отношения, когда люди вполне откровенно обсуждают даже весьма деликатные вопросы. Но именно так произошло у нас с Евгением Константиновичем Завойским. Познакомились мы в 1941 г. или в 1942 г., а "по-настоящему" начали разговаривать только через 30 лет, в самые последние годы его жизни.

После инфаркта Евгений Константинович много жил на даче в академическом поселке Ново-Дарьино. Я там тоже стараюсь бывать по субботам и воскресеньям. Вначале я один или с М.А. Марковым наносил Евгению Константиновичу "визиты вежливости", узнавал, как он себя чувствует. А потом, "прощупав" друг друга, мы с Евгением Константиновичем перешли от медицины и академической болтовни к серьезным разговорам о том, что нас волновало. Ходили и ходили по дорожкам поселка, пока Евгений Константинович не уставал и не считал, что нужно отдохнуть.

Должен констатировать, что до этого у меня было превратное представление об Евгении Константиновиче. Пусть виной этому моя собственная непроницательность, но сыграли свою роль сдержанность Евгения Константиновича и неправильная, если выразиться мягко, информация, которую я имел раньше. Это кажется поучительным: долгие годы вроде бы знаешь человека, а фактически ничего не знаешь о нем. Но несколько слов по порядку.

В июле 1941 г. ФИАН, где я тогда был докторантом, переехал, в числе ряда других академических институтов, в Казань и разместился в здании университета. В том же крыле, этажом ниже, находилась лаборатория, в которой работал Евгений Константинович. Но тогда наше настоящее знакомство не состоялось. Из того времени у меня осталось

---

* *Гинзбург В.Л.* О физике и астрофизике. М.: Наука, 1985. С. 376–378.

воспоминание об одном эпизоде. В углу чем-то перегороженной комнаты немногочисленные фиановские теоретики продолжали в Казани проводить семинар. И вот как-то на одном из заседаний семинара Евгений Константинович сделал доклад о своих работах. Я тогда был очень далек от физики твердого тела и запомнил не столько содержание доклада, сколько его форму: мне показалось, что Евгений Константинович читал доклад по листочку. У нас на семинарах был такой вольный, "трепаческий" стиль, а тут корректный человек вошел, встал за стол и начал читать заранее подготовленный текст. Когда мы лучше познакомились с Евгением Константиновичем, я ему, конечно, об этом рассказал, но он категорически это отрицал: "Я никогда не читал по бумажке!" Не сомневаюсь, что он, действительно, не читал, а создавшееся у меня впечатление объясняется, по-видимому, тем, что поскольку семинаром руководил И.Е. Тамм – большой авторитет в физике, то Евгений Константинович хорошо подготовился и говорил, как бы читая. Вообще, как я думаю, для Евгения Константиновича было проблемой делать доклады. Он очень тщательно готовился, волновался. Я это хорошо понимаю: хотя я – легко говорящий человек, но всегда тоже много готовлюсь и волнуюсь.

После Казани мы много лет не встречались. В 1953 г. нас обоих выбрали в члены-корреспонденты Академии наук. Это были большие выборы, поскольку предыдущие проводились за 7 лет до этого. Мы стали видеться на общих собраниях Академии наук, на научных сессиях ООФА, несколько раз вместе бывали на выездных сессиях в Бресте, Ашхабаде и в других городах.

Помимо всего прочего, я убедился, что Евгений Константинович действительно был прекрасным физиком.Он живо интересовался наукой и до самых последних своих дней просматривал всю доступную литературу по физике. Хочу вспомнить один эпизод, который показывает, как верно он реагировал на прочитанное. В 1976 г., на другой день после празднования 200-летия независимости США, один из наиболее известных американских физических журналов опубликовал сенсационное сообщение об открытии трансурановых элементов с порядковыми номерами 116, 126 и т.д. Этому многие вроде бы поверили, а Евгений Константинович – нет, не поверил. Он сказал, что здесь есть вот такие и такие трудности. Экспериментаторы иногда бывают слишком придирчивы и не верят многому, но он оказался совершенно прав – скоро выяснилось, что сообщение это было ошибочным.

Несомненно, открытый Евгением Константиновичем электронный парамагнитный резонанс – это первоклассная вещь. Очень жалко, что "уплыл" ядерный магнитный резонанс. Ясно, что если бы Евгений Константинович работал в лучших условиях, то он сделал бы гораздо больше.

Евгений Константинович был исключительно деликатный и подтянутый человек. Жизнь он прожил невероятно тяжелую, и хотя написано об этом скупо[1], легко вообразить недосказанное. Такая жизнь приучила его быть "застегнутым на все пуговицы", и он, вероятно, не часто делился своими сокровенными мыслями. Его сдержанность, может быть, порождалась также большой скромностью и в какой-то степени защищала от бесцере-

---

[1] *Завойский В.К.* Е.К. Завойский. Казань: Изд-во КГУ, 1980.

монных вторжений в его внутренний мир. Но она и затрудняла знакомство с ним, а иногда могла создать даже превратное впечатление о нем самом, как это было, например, со мной в самом начале нашего поверхностного знакомства. Но когда мы все-таки подружились и я узнал его лучше, то почувствовал к нему большую симпатию.

В конце 1971 г. Евгений Константинович по ряду причин, как его ни отговаривали, ушел на пенсию (случай крайне редкий среди академиков, особенно его возраста). Но и в дальнейшем он напряженно работал, несмотря на плохое состояние здоровья, особенно после тяжелого инфаркта, случившегося в августе 1972 г. Я уже писал выше, что сблизился с ним после этого, и здесь хочу лишь добавить немногое. За несколько месяцев до смерти, происшедшей 9 октября 1976 г. (вскоре после того, как ему 28 сентября исполнилось 69 лет), Евгений Константинович согласился стать главным редактором "Успехов физических наук". При этом речь шла не о том, чтобы числиться ничего не делая, как это у нас нередко бывает. Напротив, Евгений Константинович активно занимался делами журнала, он его полюбил и добросовестно работал буквально до последних дней жизни. Я это знаю и от заведующей редакцией УФН Л.И. Копейкиной, и как член редколлегии УФН (по последней причине у нас были поводы обсуждать редакционные дела). Хочу отметить, что последняя работа Евгения Константиновича, законченная совсем незадолго до смерти, была посвящена методам поиска высокотемпературных сверхпроводников. Этой проблемой и я занимался, в силу чего мы ее обсуждали. Статья оказалась опубликованной[2], увы, только когда Евгения Константиновича уже не было на свете – непосредственно после посвященного его памяти некролога.

К.А. Валиев

МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В МОЕЙ ЖИЗНИ

Я стал студентом-физиком Казанского университета в 1949 г., т.е. два года спустя после отъезда Евгения Константиновича из Казани в Москву. Прошло три года, в течение которых я штудировал традиционные для университетов курсы математики и физики, прежде чем возникла первая в моей жизни необходимость приступить к чему-то похожему на научную работу. Это была курсовая работа за IV курс. К этому времени я уже прослушал несколько разделов курса теоретической физики у доцента С.А. Альтшулера. Семен Александрович читал курс спокойно, не повышая голоса и не впадая в экстаз, неспешно писал формулы на доске, иногда подолгу вглядываясь в аудиторию, словно спрашивая: вы что-нибудь понимаете? Аудитория состояла из 25 студентов (университет принимал тогда ежегодно только одну группу физиков), большинство из которых собиралось стать "экспериментаторами" и теоретическую физику

---

[2] *Завойский Е.К.* К поиску высокотемпературной сверхпроводимости // УФН. 1977. Т. 121, № 4. С. 737–743.

слушали, лишь поскольку нужно было сдавать экзамен. Об уровне освоения студентами теории можно было судить по горько ироничному замечанию Семена Александровича после сдачи нами экзаменов: "Каждый раз после экзаменов я убеждаюсь, что целый год трудился напрасно..." Думаю, что наш дорогой учитель был не совсем прав: студенту не хватает "совсем немного" времени, чтобы из кусочков знания в его голове образовалась картина целого, после чего и наступает понимание...

Так вот, прослушав лекции Семена Александровича, я решил попросить у него тему курсовой работы. Это было счастливое решение, определившее мою судьбу: я стал учеником Семена Александровича и вошел в состав школы физиков, занимающихся проблемами магнитного резонанса, открытого в 1944 г. в Казани Е.К. Завойским.

Прошло еще какое-то время, пока мы, молодежь, ставшие учениками С.А. Альтшулера и Б.М. Козырева, смогли почувствовать значение открытия магнитного резонанса. Оба этих замечательных человека относились к Евгению Константиновичу с глубочайшим уважением, никогда не подчеркивая свое долголетнее равноправное сотрудничество с ним, возникшее еще в начале 30-х годов. Евгений Константинович был в глазах наших учителей высшим авторитетом и в науке, и в житейских делах; его цитировали, его вспоминали очень часто. Мы знали, что теперь он занимается атомной проблемой, тогда засекреченной настолько, что даже интересоваться ею было нельзя, однако и важной настолько, что, конечно, Евгению Константиновичу надлежало трудиться в этой области...

Отчетливо помню потрясение, вызванное докладом Евгения Константиновича на юбилейной конференции (магнитному резонансу – 25 лет!) в 1969 г. в Казани. На конференцию съехался цвет мировой магнитной науки – К. Гортер, А. Кастлер, А. Абрагам, К. Джеффрис и др. Но даже на этом фоне доклад Евгения Константиновича выделялся оригинальностью и свежестью идей. Сейчас у меня нет под рукой текста этого доклада, но помню главную его идею: магнитный резонанс в сверхбольших магнитных полях (порядка 10^9–10^{12} Э), недостижимых пока в лабораториях. Но какие удивительные новые свойства приобретают вещества в столь больших полях, существующих на космических объектах.

Начиная с 1972 г., когда я стал членом-корреспондентом, мои встречи с Евгением Константиновичем стали более частыми; происходили они во время собраний ООФА. В эти годы Евгений Константинович уже страдал тяжелым недугом, последовавшим за инфарктом миокарда. Он был неизменно ровен, приветлив и внимателен. Помню несколько старомодное выражение, которое он употребил, чтобы сообщить, что он оставил Курчатовский институт: "Знаете, я больше не служу..."

Л.И. Копейкина

ПАМЯТИ Е.К. ЗАВОЙСКОГО

Я была знакома с Евгением Константиновичем Завойским недолго. В апреле 1976 г. он был утвержден главным редактором журнала "Успехи физических наук", заведующей редакцией которого я работала, и мои короткие и нечастые встречи с ним продолжались чуть более полугода.

До своего назначения на должность руководителя журнала Евгений Константинович был постоянным автором "Успехов", но тогда наши контакты с ним ограничивались лишь телефонными переговорами, и я всегда чувствовала, что говорю с человеком, наделенным большим тактом, скромностью, удивительной деликатностью, что невольно вызывало во мне чувство симпатии.

По роду своей работы мне постоянно приходилось общаться с крупнейшими физиками, и от них я впитала чувство преклонения перед Евгением Константиновичем как выдающимся ученым. Да и прежний главный редактор журнала УФН Э.В. Шпольский, часто любивший рассказывать о времени становления журнала, о своих встречах с физиками, не скрывал своего чувства восхищения перед научными заслугами Евгения Константиновича и его личным обаянием.

Помню, как я познакомилась с Евгением Константиновичем. Это было в апреле 1976 г. вскоре после получения постановления президиума Академии наук об утверждении его главным редактором журнала. Я находилась в комнате редакции, когда услышала осторожный стук в дверь, вслед за которым в комнату вошел небольшого роста человек, с проседью, с очень добрым лицом, державшийся почему-то застенчиво. Поздоровался. Я предложила ему сесть. Он сел и сказал: "Я – Завойский". В первую минуту я почувствовала какую-то неловкость, поскольку, долгие годы работая с Э.В. Шпольским, привыкла к тому, что главный редактор предпочитал приглашать всех сотрудников журнала к себе и сам нечасто приезжал в редакцию. Это было легко объяснимо, естественно и оправдано и его занятостью, и его возрастом.

И в данном случае я предполагала, что новый главный редактор пригласит для знакомства всех сотрудников редакции к себе. Но Евгений Константинович сразу сказал, что и впредь всегда будет сам приезжать в редакцию, поскольку ему кажется нежелательным, чтобы на время отсутствия сотрудников дверь редакции была закрыта, и посетители не могли сразу решить все интересующие их вопросы.

Я была потрясена этим: ведь это говорил крупнейший ученый, академик, крайне занятый, далеко не молодой и не абсолютно здоровый, живший к тому же довольно далеко от редакции. Но главное, я не могла не отметить и не оценить его доброго отношения к людям, его заботы о них, его уважительного отношения к их времени.

Начал Евгений Константинович тогда нашу беседу не с деловых вопросов. Прежде всего его заинтересовал штат сотрудников редакции, их зарплата, служебные обязанности каждого. И лишь потом он приступил к знакомству с делами нашей редакции. Я не знаю, знакомо ли было ему издательское дело, но в работу журнала он включился сразу.

Несмотря на кажущуюся неторопливость, Евгений Константинович обладал удивительной способностью решать все вопросы быстро и никогда не скрывал чувства удовлетворения, когда что-то задуманное или предложенное им выполнялось четко и в срок. Он ничего не забывал и брал под контроль любые, даже самые небольшие вопросы, был мудр в проведении политики журнала, чуток к просьбам авторов, деликатен с сотрудниками. Его удивительные человеческие качества – искренность, такт, доброта – являлись лучшими стимулами для работы. Не помню, чтобы он когда-либо повысил голос, был всегда предельно корректен, даже когда были все основания для выражения неудовольствия.

Он очень быстро оценил объем работы каждого сотрудника редакции и совершенно неожиданно для меня и старшего научного редактора журнала В.В. Власова по своей инициативе обратился с ходатайством в президиум Академии наук о назначении нам персональной надбавки к зарплате. В результате его хлопот ему удалось добиться этого. Эта надбавка после смерти Евгения Константиновича была у нас снята. В ответ на запрос редколлегии о причинах этого и на просьбу сохранить ее, по телефону был получен ответ сотрудника президиума Академии, который сообщил, что президиум потому не счел возможным сохранить эту надбавку, что этим создался бы прецедент в отношении к журнальным работникам. После такого ответа сотрудника Академии я с еще большей глубиной оценила то, что сделал для нас Евгений Константинович. Я поняла, с каким трудом, несмотря на очевидное негативное отношение президиума АН к этой его просьбе, ему все-таки удалось добиться желаемого. И как же захотелось мне тогда еще раз произнести слова глубокой признательности и благодарности этому удивительному человеку. Но... Евгения Константиновича уже не было.

Полгода совместной работы не каждодневной, нечастые встречи, чаще телефонные переговоры, но время это я считаю даром судьбы, поскольку оно подарило мне общение с человеком исключительным.

Последний раз я виделась с Евгением Константиновичем утром 7 октября 1976 г. Тогда он приехал в редакцию, чтобы обсудить текущие дела и утвердить план работы на будущее. Тогда же состоялась его последняя беседа с заместителем главного редактора С.Г. Суворовым, предложения которого были одобрены Евгением Константиновичем, включены в перспективный план, в них он внес свои коррективы, обещал помощь в их реализации. Видимо, потому, что это была наша последняя встреча, я помню ее до мелочей. Помню, как тепло благодарил он тогда Сергея Георгиевича за помощь, просил его звонить ему в любое время, говорил, что такое общение ему очень помогает, помню его неторопливый разговор, улыбку...

Через день Евгения Константиновича не стало. Утвержденный Евгением Константиновичем план стал для нас на какой-то срок его завещанием.

В.И. Панфилова

ШТРИХИ К ПОРТРЕТУ

Самая большая на свете роскошь – это роскошь человеческого общения. Мне посчастливилось в жизни: работая долгое время врачом в Академии наук, я имела возможность близко общаться с талантливыми учеными нашей страны.

В любой прослойке общества люди бывают разные по характеру, по воспитанию и культуре. Как врачу специполиклиники, работавшему долгие годы с одними и теми же учеными и их семьями, мне были ярко видны характер, воспитание, культура, интеллигентность людей, их отношение к обществу, к стране, к людям.

Общаясь многие годы с Евгением Константиновичем, довольно часто бывая в его семье, я видела, чувствовала его человечность, такт, воспитанность, гуманное отношение к людям. Лечить его было легко в силу большого доверия, уважения к профессии и личности врача, в силу такта, воспитанности и доброты. В периоды выздоровления или во время очередных контрольных осмотров с ним можно было беседовать часами. Какое неповторимое наслаждение было от этих бесед в его кабинете-библиотеке! Разностороннее образование, глубокое понимание литературы, живописи, желание помочь молодым скульпторам, художникам да всем людям, с кем его сталкивала судьба, были поразительны. Помню, как он хотел помочь нашим врачам-окулистам, приносил цветные стекла, рассказывал о возможности их применения, а отоларингологов знакомил с явлением парамагнитного резонанса, хотел повысить их знания и возможности в диагностике. Он приглашал нас на выставки художников и скульпторов.

М.И. Агошков

ОБАЯНИЕ ЛИЧНОСТИ ЕВГЕНИЯ КОНСТАНТИНОВИЧА

В Академии наук Евгений Константинович был широко известен как выдающийся ученый-физик с мировым именем, как автор многих интереснейших исследований и среди них – открытия века – парамагнитного резонанса.

Мне хотелось бы рассказать о нем не как о выдающемся ученом, а как о замечательном человеке, поскольку мы были соседями по даче в академическом поселке Дарьино. Впервые мы увидели своих новых соседей в марте 1968 г. Затем мы часто встречались с Евгением Константиновичем на прогулках, познакомились домами и с каждым днем все больше проникались обаянием его личности, доброжелательностью, широтой его интересов и глубокими знаниями во многих сферах: в литературе, искусстве, природе; особенно поражали его знания в области живописи и истории.

Об академике А.Д. Сахарове он отзывался с особой любовью, называл его самым мощным умом в современной науке.

Мягкий по характеру, Евгений Константинович был вместе с тем человеком твердых гражданских убеждений, принципиальным в общении с людьми и особенно в работе. Мы помним то время, когда Евгений Константинович решил покинуть институт, в котором он проработал более 20 лет. Уступив просьбе А.П. Александрова, директора ИАЭ им. И.В. Курчатова, он ушел все же в бессрочный отпуск без сохранения содержания. Спустя несколько месяцев у него случился инфаркт. Когда же срок выписанного лечебного бюллетеня закончился, Евгений Константинович решил не возвращаться на работу. Он отказался от своего поста руководителя большого коллектива физиков и категорически отказался от получения зарплаты, которую ему институт продолжал начислять. Это был беспрецедентный случай среди членов Академии наук.

И.М. Подгорный

ОН ПРОТЯНУЛ МНЕ РУКУ ПОМОЩИ...

Моя первая встреча с Е.К. Завойским состоялась в середине 50-х годов в коттедже И.В. Курчатова, куда я однажды был приглашен поздно вечером. Игорь Васильевич интересовался условиями, при которых в сверхмощном газовом разряде появляются быстрые электроны. Евгений Константинович внимательно слушал меня, вникая в физическую суть явления. Курчатова, как я понял, интересовало мнение Завойского, не было ли допущено ошибок в постановке моего эксперимента...

В 1956 г. И.В. Курчатов решил расширить фронт работ по физике плазмы, сделать управляемые термоядерные реакции основной научной тематикой института. Им был организован регулярно работающий общеинститутский, а по сути своей, общесоюзный семинар "Т". Я часто встречал там Евгения Константиновича...

Однажды после моего доклада на этом семинаре Е.К. Завойский подошел ко мне и попросил уделить ему час-другой для беседы. Это была исключительно содержательная и полезная дискуссия, сначала за письменным столом, затем у моей установки. Ему понравились мои первые сверхскоростные фотографии сжимающегося собственным магнитным полем газового разряда, и он рассказал о возможностях своего нового ЭОПа.

Когда я сейчас вспоминаю беседы с Евгением Константиновичем, мне хочется произнести слова: интеллигентность, вежливость, корректность, порядочность. Эти черты выделяли его даже на фоне таких интеллектуалов, занимавшихся плазмой, как Л.А. Арцимович и С.Ю. Лукьянов. С гражданской позицией Евгения Константиновича я познакомился в 1958 г., когда мне годом позже него была присуждена Ленинская премия и я был представлен в институте к званию старшего научного сотрудника. Утром мне позвонила секретарь Л.А. Арцимовича и сказала, что Лев Андреевич хочет меня видеть. Когда я вошел в его кабинет, Лев Андреевич разговаривал по телефону с И.В. Курчатовым. Разговор шел обо мне. Я смог понять, что накануне аттестационная комиссия института отклонила мою кандидатуру, припомнив мои не очень лестные замечания о принудительно-добровольной подписке на госзаймы, которая практикова-

лась в стране уже много лет. Постепенно резкий тон Льва Андреевича смягчался и, наконец, он с облегчением произнес в трубку: "Я думаю, Игорь, ты прав. Завойский – наиболее подходящая для этого фигура". Повесив трубку, Арцимович сказал, что Курчатов собирается провести еще заседание аттестационной комиссии, на этот раз – под председательством Завойского. Новое заседание Евгений Константинович начал словами: "По-видимому, комиссии вчера не хватало какого-то документа. Сейчас все документы в порядке. И.М. Подгорный – вполне достойный кандидат на соискание должности старшего научного сотрудника. Возражений нет?!" И все десять членов аттестационной комиссии дружно проголосовали "за", тогда как вчера они также дружно голосовали "против". Мне приходилось не раз быть свидетелем аналогичных ситуаций с Л.А. Арцимовичем, но им обычно приводились неоспоримые аргументы и железной логикой Лев Андреевич добивался торжества справедливости. У немногословного Завойского была какая-то внутренняя сила...

Для того чтобы лишить возможности ученого нормально работать, достаточно было устроить публичное шельмование его работ, выбрав зачастую в качестве своеобразного общественного прокурора обладателя высоких научных званий, который видел свой "долг" перед наукой в отыскании ошибок (неважно, были ли таковые) в работах намеченной жертвы. Незадолго до моей аттестации такая операция была "блестяще" проведена с автором идеи осуществления управляемого термоядерного синтеза О.А. Лаврентьевым. Его пионерские работы до сих пор похоронены в сейфах КГБ, чтобы расчистить путь для славы тех, кто позднее использовал его идею[1].

Как и в истории с О.А. Лаврентьевым, роль "прокурора" в разоблачении "ошибок" академика Е.К. Завойского на семинарах отводилась обычно академику М.А. Леонтовичу (справедливости ради, следует отметить, что в свою непогрешимость последний верил свято). "История" началась с крупнейшего успеха Е.К. Завойского и его сотрудников, впервые показавших в лабораторном эксперименте (в космосе таких измерений в то время не было) преобразование энергии электромагнитного возмущения в тепловую энергию плазмы. Было также впервые показано формирование бесстолкновительной ударной волны. Эти результаты не укладывались в классические представления о диссипации энергии за счет столкновения частиц. Нагревание плазмы в таких условиях было названо турбулентным нагревом. Каждый доклад Евгения Константиновича сопровождался бурей критических замечаний, сначала ставилось под сомнение существование самого эффекта, а затем яростной критике подвергались и не имевшие отношения к эффекту особенности эксперимента.

Эксперименты были исключительно трудными, а методы исследования параметров плазмы не всегда совершенны. Ведь все делалось впервые. Евгений Константинович, исследуя явление, использовал самые различные контрольные измерения. Однажды я обратил его внимание на то, что его измерения температуры плазмы по спектральным линиям гелия не всегда соответствуют другим данным. У нас состоялось несколько интересных дискуссий с Е.К. Завойским и Г.В. Шолиным, и однозначного объяснения

---

[1] *Курчатов М.* Ловушка // Знание–сила. 1992. № 11. С. 2–14.

расхождений мы не нашли. Узнав об этом, М.А. Леонтович убеждал меня выступить с "разоблачением". Я пытался объяснить ему, что гелиевый метод использовался в десятках других работ и причины расхождения там тоже неясны, кроме того, мои замечания ни в коей мере не противоречили основным выводам Евгения Константиновича. И все же однажды мои доводы в сильно искаженном виде со ссылкой на меня были использованы публично как "разоблачение" турбулентного нагрева плазмы. Мне пришлось извиниться перед Евгением Константиновичем и сказать несколько нелестных слов М.А. Леонтовичу, после чего мои отношения с именитым академиком оказались навсегда испорченными.

Что же касается существа наших с Е.К. дискуссий, то они окончились совместной моей и Г.В. Шолина публикацией работы с критикой гелиевого термометра[2]. Эту работу в 1964 г. представил в ДАН Евгений Константинович, и она объясняла, почему в ряде наших и зарубежных работ гелиевый метод давал противоречивые результаты.

В 1964 г. общественная следственная комиссия парткома ИАЭ им. И.В. Курчатова во главе с В.И. Мостовым выдвинула против меня клеветнические обвинения в тяжких военных преступлениях[3]. А состояли они в том, что я в 17-летнем возрасте при отступлении немецкой армии был взят в плен и увезен с тысячами других в Румынию, откуда позднее бежал в Красную Армию и воевал до конца войны. Текст обвинений был отпечатан, размножен и разослан. Я был лишен практически всех прав и переведен младшим научным сотрудником в лабораторию Е.К. Завойского. Все мои квалификационные дипломы были признаны этой комиссией недействительными, в том числе секретным постановлением я был лишен звания лауреата Ленинской премии. Кое-кто лелеял надежду, что Евгений Константинович не протянет мне руку помощи...

Итак, я вошел в маленький кабинет Е.К. Завойского. Он поднялся ко мне навстречу и потянул руку: "Для журнала УФН необходим обзор очень квалифицированного специалиста об экспериментах с магнитными ловушками. Я назвал вас. Не отказывайтесь. За два-три месяца вы успокоитесь после этого кошмара, а там посмотрим, может быть, мы с А.М. Будкером уговорим А.П. Александрова дать согласие на ваш перевод в другой институт". Он понимал, что в ИАЭ мне не дадут работать. Затем Евгений Константинович спрашивал, не обострились ли мои заболевания, связанные с фронтовыми ранениями и контузией, спрашивал меня подробно об инкриминированных мне тех событиях, об эпизодах моей военной биографии, советовал написать К.К. Рокоссовскому, восхищался позицией Л.А. Арцимовича, хотя к тому времени их отношения были нелучшими. Ему особенно было приятно услышать, что среди моих коллег оказались мужественные люди.

Однако трех месяцев покоя мне не дали. Придумывались все новые и новые методы травли. Но сто с лишним отпечатанных страниц обзора по магнитным ловушкам я вручил Евгению Константиновичу. Через день он позвонил: "Я вас поздравляю. Великолепно. Я написал рекомендательное письмо". Эта акция Е.К. Завойского в парткоме института была расцене-

---

[2] *Подгорный И.М., Шолин Г.В.* // ДАН СССР. 1965. Т. 160, № 3. С. 575.

[3] *Подгорный И.М.* Каток времени // Знание–сила. 1991. № 8. С. 24–30.

на руководством как вызов высокой партийной инстанции, но никаких официальных неудовольствий высказано не было. Затем последовали совместные с Г.В. Шолиным теоретические работы и приглашение участвовать в плазменных экспериментах группы, входившей в лабораторию Е.К. Завойского. Здесь я сразу попал в обстановку исключительного благожелательства, сочувствия и уважения. Молодые талантливые ребята приходили ко мне не только по научным вопросам, но и за житейским советом. Такая же обстановка была и в теоретической группе Л.И. Рудакова. Я глубоко благодарен всем этим милым молодым людям, даривишим мне дружбу, рискуя попасть в "неблагонадежные". Среди них были: Л. Козоровицкий, Г. Шолин, В. Смирнов, А. Спектор, И. Батрак и И. Кован. За несколько месяцев я написал и сдал в редакцию книгу "Лекции по диагностике плазмы", участвовал в нескольких экспериментах и, наконец, заинтересовался лабораторным моделированием космических явлений.

Д.А. Франк-Каменецкий познакомил меня с директором Института космических исследований, академиком Г.И. Петровым, и начались переговоры о переводе моих исследований к нему в институт.

В это нелегкое время у меня оставалась еще одна отдушина: кафедра атомной физики в МГУ, где я раньше преподавал и организовал лабораторию физики плазмы. Для того чтобы захлопнуть эту отдушину, партком ИАЭ направил в МГУ Г.А. Елисеева с полным комплектом сфабрикованного доноса, после чего ректор вынужден был меня отчислить, но коллегам кафедры удалось сохранить мой пропуск, и я продолжал бывать в МГУ раз в неделю, руководя работой аспирантов и дипломников. Когда к беспартийному Евгению Константиновичу обращались из парткома о целях моих визитов в МГУ (они, конечно, имели полную информацию), он отвечал: "Подгорный работает в библиотеке МГУ по моему заданию". Все мои попытки опровергнуть клеветнические измышления в судебном порядке встречали яростное сопротивление дирекции ИАЭ и парткома. На мое обращение в районный суд институт ответил отказом прислать представителя в суд. На заседание Городского суда представителем ИАЭ был назначен полковник КГБ Поляков. Он заявил, что рассмотрение моего иска приведет якобы к разглашению государственных секретов, и мой иск был передан в спецсуд № 12.

Это было одно из тех самых судебных учреждений, которые были созданы как бы в насмешку над Конституцией СССР. Мою жену пустили в зал заседаний, кроме нее, в зале заседаний находились человек двадцать отобранных тогдашним секретарем парткома А.Г. Зеленковым коммунистов. Их выкрики с места носили хорошо организованный характер, но судья ни разу не призвал их к порядку. Я обратился к суду с просьбой разрешить моей жене дать показания о том, как общественная следственная комиссия требовала от нее показаний против мужа. Суд, совещаясь на месте, постановил вывести ее из зала суда "за недостойное поведение". Мою жену вывели из зала суда под аплодисменты этой нетрезвой банды. В перерывах с трудом стоявший на ногах Зеленков инструктировал свою команду, не стесняясь присутствия работников суда. В зал заседаний не пустили моего адвоката Р.П. Осокину, а мои интересы представлял другой адвокат, назначенный спецсудом. Спецсуд № 12 от-

клонил мой иск, уничтожил затем все материалы дела и документы, однако часть документов мне удалось сохранить благодаря самоотверженности Р.П. Осокиной.

После суда полковник Поляков стал готовить приказ, классифицируя мое участие в суде как прогул. Я подошел к Е.К. Завойскому со служебной запиской с просьбой считать дни, проведенные на судебных заседаниях, моим отпуском. Евгений Константинович немедленно прочитал записку и порвал ее. "За выполнение сотрудниками служебных заданий отвечаю я, пусть с претензиями обращаются ко мне, а не к вам". Больше никаких объяснений от меня не потребовали.

Развитию дальнейших событий помог счастливый случай. В 1967 г. по дороге в Новосибирск на международную конференцию наш институт посетил известный американский ученый Ален Колб, с которым я подружился в Женеве еще в 1958 г. На этот раз дирекция допустила непростительный промах: меня не предупредили, чтобы я не являлся на работу, а работал дома (так делали всегда при посещении института иностранными учеными).

Утром в коридоре института меня встретил Е.К. Завойский и, отозвав в сторонку, прошептал: "Колб в одиннадцать делает доклад в нашем конференц-зале, войдите с опозданием минут на пять-десять". Я так и сделал. Колб стоял на трибуне рядом с Завойским. Увидев меня, он быстро спустился вниз. Мы обнялись, и Колб сказал: "У нас считали, что ты арестован". Договорились отпраздновать встречу вечером в "Славянском базаре"... К нашему столику то и дело подходил непонятный субъект: то его раздражала английская речь, то фотоаппарат Колба. Впрочем, это могло быть и случайным совпадением.

На другой день мне позвонили, сначала – из парткома, а затем – из дирекции. С их точки зрения я совершил серьезное нарушение служебного режима: встретился с иностранцем без разрешения, да еще и в ресторане! С меня потребовали вначале письменное, а затем, хотя бы устное объяснение. Я ответил категорическим отказом. Тогда мне начали угрожать. Ночь я провел в тревоге...

Утром из парткома позвонили вновь, но тон был уже другим. Мне сообщили, что дирекция подписала мою командировку в Новосибирск, куда уезжал и Колб. Там должна была состояться конференция по ударным волнам в плазме. Более того, мне неожиданно разрешили выступить с докладом о лабораторном моделировании магнитосферы Земли. И совсем уже поразительная вещь: "они" позаботились и о билете на самолет.

В Новосибирске я сделал свой первый доклад о лабораторном моделировании космических явлений. Так была прорвана блокада. Самые теплые поздравления я получил от Евгения Константиновича.

Вскоре мне позволили перейти на работу в Институт космических исследований, где я начал организовывать лабораторию моделирования космических явлений. Евгений Константинович безвозмездно передал мне оборудование и приборы.

Работая в ИКИ, я узнал печальную историю ухода Е.К. Завойского из ИАЭ. Он подал заявление об уходе и принял непросто давшееся ему решение: никогда больше не переступать порог ИАЭ, которому он отдал более двух десятилетий работы. Я позвонил в те дни Евгению Констан-

тиновичу, возмущался, но в ответ услышал только: "Теперь я знаю, кто есть кто".

Никогда в правозащитной литературе или в передачах на СССР иностранного радио никто не упомянул о нем. Покинутый многими соратниками, с гордо поднятой головой он уходил из жизни, как сказочный Король-Олень Карла Гоцци.

Евгений Константинович не дожил до моей реабилитации. Последнее прости ему сказали в зале чужого института. Я перекрестил его гроб. Отправляясь в свой последний путь, он так и не пересек порога своего института, который когда-то он любил и для которого он сделал так много...

Н.Е. Завойская

ЛИСТАЯ ВЕТХИЕ СТРАНИЦЫ...
(по архивным и газетным материалам)

Per aspera ad astra[1]

1 сентября 1926 г. Евгений Константинович Завойский стал студентом математического отделения физико-математического факультета одного из самых знаменитых университетов России – Казанского университета[2].

Приемные экзамены (в то время они назывались приемными испытаниями) проходили по иному, чем это делается сейчас: в аудиторию, где проходили экзамены, могли входить все желающие и послушать вопросы преподавателей и ответы поступавших. Конечно, эта возможность была использована Е. Завойским. За пару присутствий Евгений, выпускник школы-девятилетки № 10 в Адмиралтейской слободе, обладавший великолепной памятью, сумел познакомиться с вопросами, которые задавали экзаменующимся преподаватели, просмотрел учебники и смог успешно выдержать приемные испытания.

И вот 1 сентября далекого от нас 1926 г. ... Что чувствовал Е.К. Завойский в тот день, когда начала осуществляться его мечта посвятить свою жизнь физике? Конечно, подъем и радость. Запомнилась первая лекция, прочитанная известным доцентом Казанского университета Е.И. Григорьевым. Но запомнилось и другое: на нем были мамины туфли. Так начал 18-летний Женя Завойский свой трудный путь в науку в маминых туфлях.

Семья Завойских, состоявшая из матери Елизаветы Николаевны и пятерых детей, жила в Адмиралтейской слободе, на Московской улице в доме № 1, в первой квартире. Прошло уже семь лет, как умер отец Константин Иванович, младший врач порохового завода[3]. Семья бедствовала. Денег не было не только на еду, но и на трамвай. Гордость же не

---

[1] Через тернии к звездам (лат.).

[2] ЦГА РТ (Казань). Ф. Р-1337, оп. 31. № 154. 346 л.

[3] Вся Казань: Справоч. кн. Казань, 1909. С. 6.

Женя Завойский. Вятка, 1925 г.

позволяла унижать себя и ехать в университет "зайцем". И вот каждый день по дамбе в университет и обратно проделывал свой путь Евгений. Путь неблизкий, но ни дождь, ни снег, ни ветры, продувавшие жиденькое пальто, доставшееся ему после смерти отца, не могли остановить юношу. В университете ему было интересно...

В декабре 1927 г. Казань посетил Р.С. Арраго, известный "калькулятор", как его называли. Родившись в городе Ромны, Арраго изучал математику в Париже и там же в 1911 г. начал свои публичные выступления. Он обладал феноменальной способностью моментально производить в уме различные математические действия.

Много лет спустя Е.К. Завойский с восторгом рассказывал о фуроре, который произвел Арраго свободным "жонглированием" числами. Еще бы: за полторы секунды множить шестизначное число на шестизначное, а кубический корень из 12-значного числа извлечь всего за полсекунды! Евгений на всю жизнь запомнил уроки Арраго, да и старый учитель Мантуров, готовивший Женю к поступлению в университет, принял его к себе в группу учеников только потому, что Женя, еще стоя на пороге комнаты, довольно бойко смог в уме что-то подсчитать... Одна из особенностей творческой работы Евгения Константиновича состояла в том, что он "писал" статьи вместе со сложнейшими вычислениями в уме, а когда весь материал был уже продуман, оставалось только записать его. Поэтому черновики с множеством вариантов у Евгения Константиновича отсутствуют, а первые рукописи статей мало чем отличаются от напечатанного в научных журналах.

По-видимому, преподаватели быстро обнаруживали в худеньком молодом человеке недюжинные способности: в предметной книжке студента Завойского (№ 455) превалируют "вуды" ("весьма удовлетворительно"). В те годы пятибалльная система была заменена трехбалльной. Особенно ценными были "вуды" по курсам профессоров В.А. Ульянина (опытная физика, математические начала геофизики), Н.Г. Чеботарева (вариационное исчисление), П.А. Широкова (основы геометрии Лобачевского, начала векториального анализа), Н.И. Порфирьева (математический анализ), Н.Н. Парфентьева (вычислительная техника), Д.Н. Зейлигера (статика, кинематика, теория удара) и Е.И. Григорьева (основы высшей алгебры).

По воспоминаниям близких, Евгений Константинович никогда не ощущал себя каким-то исключением и только спустя много лет он осознал, что преподаватели и в школе, и в университете относились к нему как-то по-особому, внимательно и заботливо, но он тогда не придавал этому значения.

Чтобы восстановить картину жизни студенческих лет Е.К. Завойского, достаточно просмотреть заголовки казанских газет "Красная Татария" и "На вузовской стройке" ("Ленинец"). Вот некоторые из них: "Казанская

Казань, весна 1928 г. II* и III курсы физмата – преподаватели и студенты (слева направо)
1-й ряд (сидят): Г.А. Солодова, М.Д. Патрушева, Жоджик*, Н.В. Мусатова*, И.П. Николаева*, Кобелькова*;
2-й ряд (сидят): проф. Н.И. Порфирьев, доц. П.А. Широков, проф. Баранов, проф. Н.Н. Парфентьев, проф. В.А. Ульянин, доц. Е.И. Григорьев, преп. Н.П. Пономарев;
3-й ряд: А.А. Логачев, И.Е. Цыпкин*, В.И. Андреев*, А.С. Корзилов*, ?, ?, Л.В. Грошев, Н.И. Чудовичев, С.П. Клоков, ?, ?, А.В. Несмелов;
4-й ряд: Е.К. Завойский*, В.Ф. Павлов*, Обручев*, Ю.Я. Янсон*, В.А. Александров, ...? ...?, В.М. Соколов*, Г.Ф. Лаптев*, ?, Б.Л. Крылов, М.А. Массино, Г.В. Каменков*, ?

улица. Борьба с антисанитарией", "Окраины Казани затопило", "Пасхальному перезвону противопоставим фабричные гудки", "Авиахим должен победить саранчу", "Новый уголовный кодекс", "Огонь по классовому врагу", "107-й статьей по кулацкому загривку", "Раскрытие ленинградским ГПУ крупной шпионской организации, вдохновитель шпионажа – английский разведчик Бойс", "Война высоким ценам", "Очистим вузы от классовых врагов", "Тяжелое положение физмата"...

Стеснительный, немногословный, Евгений Завойский сразу же активно включился в научную жизнь университета. Все свое свободное от занятий время он заполнил работой в лабораториях и штудированием лекций и учебной литературы. Дома же выполнял необходимые тяжелые работы: колол дрова, носил воду, топил печь, работал на огороде. Сгружал дрова с барж на Волге, чтобы подработать...

В августе 1928 г. состоялось крупное событие в жизни Казанского университета. 11 августа в Казань на пароходе "Алексей Рыков" прибыли участники VI съезда физиков[4]. Среди участников были А. Иоффе, Г. Ландсберг, Л. Мандельштам, Л. Ландау, П. Лазарев, Я. Френкель, Н. Семенов[5]. Гостями съезда были также М. Борн, Л. Бриллюэн, П. Дирак, П. Дебай, Р. Поль и другие. Участников съезда в Казани приветство-

[4] В личном архиве Е.К. Завойского имеется сильно поврежденный лист с текстом (70-х годов), который посвящен этому съезду, но, к сожалению, восстановить его невозможно.

[5] Naturwissenschaften. 1928. Bd. 16, H. 39. S. 741–743.

вал профессор В.А. Ульянин. Он сказал: "Наш съезд носит международный характер. В этом первое отличие его от прежних съездов. Вторая отличительная черта настоящего съезда – это его передвижной характер. Плавучий съезд – это явление для нас совершенно небывалое"[6].

В студенческие годы Е. Завойский присутствовал на выступлении В. Маяковского[7]. Ему как признанному авторитету по радиотехнике была поручена "ручная регулировка" микрофона, т.е. надо было относить микрофон на максимально далекое расстояние от поэта, иначе в репродукторах слышался только громкий рев.

В 1927 г. Е. Завойский занимался вопросами устройства для управления механизмами на расстоянии, позднее им было получено авторское свидетельство.

Первая его научная статья "К вопросу о газоэлектрических аналогиях" появилась в 1929 г. в журнале "Известия физико-математического кружка при КГУ".

В 1929 г., когда близился срок окончания университета, Завойский принял решение продолжать обучение, т.е. поступать в аспирантуру. Он отлично понимал, что его социальное происхождение (сын врача, коллежского советника) может представить реальное препятствие. И вот 20 февраля 1929 г. на заседании физико-математической предметной комиссии баллотировалась кандидатура Е.К. Завойского. "За" проголосовало 17 человек, один воздержался.

Что же касается социального происхождения, то профессор В.А. Ульянин, по рассказам самого Евгения Константиновича, и слышать не хотел об этих опасениях. Для Всеволода Александровича было ясно, что его ученик должен учиться дальше. На том же заседании был утвержден план занятий выдвиженца-аспиранта Е.К. Завойского[8]. "Я охотно поддерживаю его ходатайство, считая, что из него может выработаться полезный научный работник", – писал В.А. Ульянин в августе 1930 г.[9]

В 1931 г. умер профессор В.А. Ульянин и аспирант Е.К. Завойский остался без научного руководителя. Тематика работ, проводившихся А.Д. Гольдгаммером-сыном, преемником В.А. Ульянина, не представляла для него интереса, и он решает поехать в Ленинград в Центральную радиолабораторию. Почти восемь месяцев Е.К. Завойский работал в ЦРЛ, изучая прием и генерацию ультракоротких волн. Руководил его работой Г.А. Остроумов. О своем пребывании в городе Петра он вспоминал с удовольствием, ведь ему было только 24 года ... Он побывал на Гороховой улице, где жил мальчиком, посетил Эрмитаж, Русский музей...

Вернувшись в Казань, Е.К. Завойский начал проводить опыты в обсерватории имени В.П. Энгельгардта, которая находится в лесу в 18 км от города. Там он работал в особом помещении меридианного круга с покрытием из двухслойного металла, не пропускавшего посторонних звуков. Прибор, которым пользовался Завойский, реагировал даже на изменение

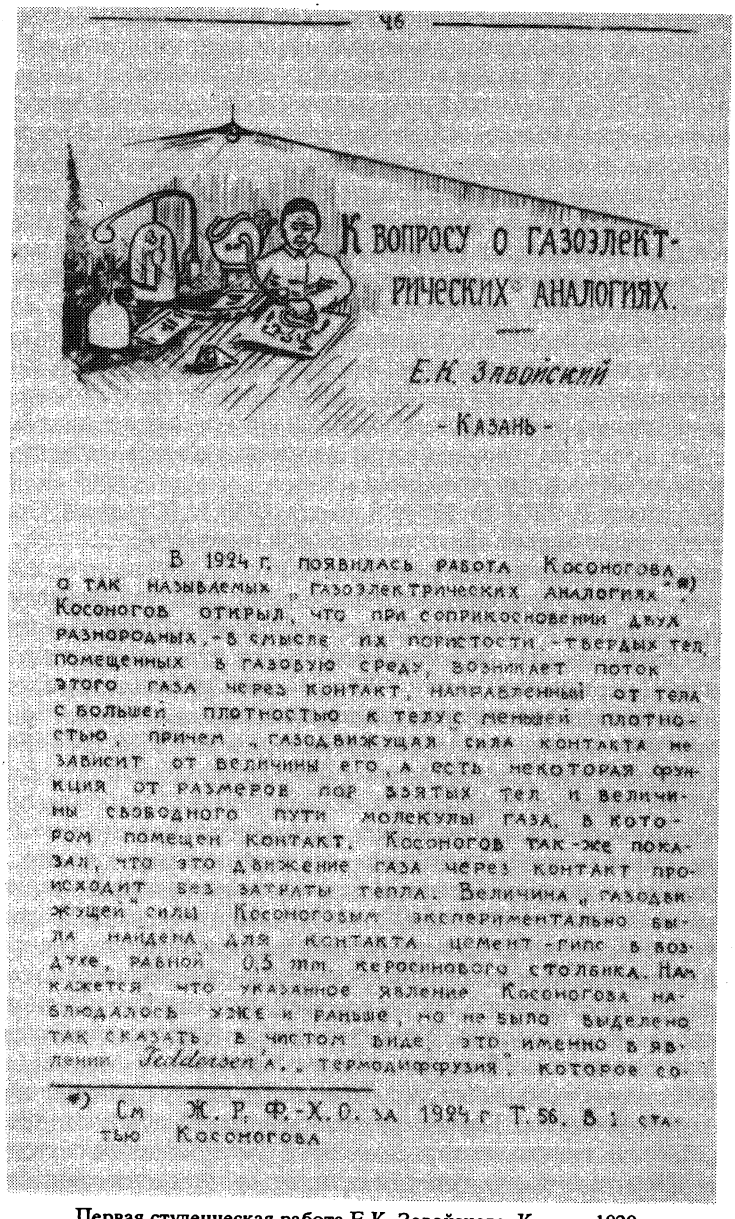
---

[6] Красная Татария. 1928. 1928. 14 авг. № 187(3160). С. 1.

[7] *Коновалов Б.* Смелость эксперимента // Неделя. 1964. № 5. С. 6.

[8] Протоколы заседаний физико-математической предметной комиссии. 1929 г. // ЦГА РТ (Казань). Ф. Р-1337, оп. 3. № 7. Л. 25 (об.).

[9] Там же, оп. 31. № 154. Л. 21.



Ч6

К ВОПРОСУ О ГАЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АНАЛОГИЯХ.

Е.К. Завойский

- Казань -

В 1924 г. появилась работа Косоногова о так называемых „газоэлектрических аналогиях"*) Косоногов открыл, что при соприкосновении двух разнородных, в смысле их пористости, твердых тел, помещенных в газовую среду, возникает поток этого газа через контакт, направленный от тела с большей плотностью к телу с меньшей плотностью, причем „газодвижущая сила контакта не зависит от величины его, а есть некоторая функция от размеров пор взятых тел и величины свободного пути молекулы газа, в котором помещен контакт. Косоногов так-же показал, что это движение газа через контакт происходит без затраты тепла. Величина „газодвижущей силы Косоноговым экспериментально была найдена для контакта цемент-гипс в воздухе, равной 0,5 мм. керосинового столбика. Как кажется, что указанное явление Косоногова наблюдалось уже и раньше, но не было выделено так сказать в чистом виде, это именно в явлении Soldaten'a „термодиффузия", которое со-

*) См. Ж. Р. Ф.-Х. О. за 1924 г. Т. 56, В 1 статью Косоногова

Первая студенческая работа Е.К. Завойского. Казань, 1929 г.

дыхания. Оказалось, что он может улавливать воздействия мощностью в 10^{-11} Вт [10].

В начале 1932 г. Е.К. Завойский посылает в редакцию журнала "Техника радио и слабого тока" статью "Исследование генерации ультракорот-

[10] *Коновалов Б.* Смелость эксперимента // Неделя. 1964. № 5. С. 6.

ких волн". Статья была уже сверстана, но на нее внезапно был наложен гриф секретности (что будет позднее с многими другими статьями Е.К. Завойского). Судьба этой статьи так и осталась невыясненной[11].

Работа в ЦРЛ и Казанской обсерватории завершилась написанием диссертации на тему "Исследование суперрегенеративного эффекта и его теория". Одним из оппонентов был назначен профессор КГУ А.В. Шипчинский[12]. Отметив "чрезвычайно широкий план, сложность и актуальность темы, талантливую четкую постановку эксперимента", рецензент очень детально рассмотрел работу аспиранта. Не вдаваясь в тонкости физических проблем суперрегенератора, остановимся на принципах, характерных для дальнейшего научного творчества ученого, которые отметил рецензент: сильная теоретическая сторона изложения, огромное количество проделанных экспериментов, большое количество фотоснимков, краткость и конспективность изложения (иногда излишняя), "увязка с важнейшими практическими задачами". А.В. Шипчинский дал в своем отзыве деликатную, но все же отповедь из-за отсутствия ссылок на литературу. Это был хороший урок научной этики...

И вот приказ по КГУ № 32 от 8 марта 1933 г. "Отмечая блестяще проведенную аспирантами физического отделения тт. Завойским Е.К. и Несмеловым А.В. защиту диссертаций, полагать их вполне успешно окончившимися аспирантуру и назначить доцентами с 8 марта – Завойского по опытной физике, а Несмелова – по теоретической физике, возложить на т. Завойского кроме сего – исполняющий должность заведующего кафедрой физики"[13]. Кроме того, в мае 1933 г. Завойский был утвержден заведующим лабораторией электрических колебаний.

В июле 1933 г. вместе с сотрудником лаборатории УКВ Е.А. Шаройко (биолог) он побывал в командировке в Ленинграде, Харькове и Ростове-на-Дону. Вот выдержка из письма Е.К. Завойского: "Побывав в Ростове н/Д и ознакомившись с ведущимися там работами по действию УКВ на семена, растения и живые организмы, согласно нашему условию, спешу ознакомить Вас с этими работами. В начале нашей беседы с ростовскими работниками из ботанического сада они заявили, что описание их достижений в газете совершенно не соответствует действительности и есть досужий плод фантазии провинциального репортера – они решительно отмежевались от этих "достижений". Их опыты весьма скромны и ни одного раза не проверены повторностью. Установка у них собрана весьма чисто и фундаментально по схеме Хальборна (на лампах 2–5).

Работают также по действию "токов Тесла" на растениях, но – курьез – трансформатор Тесла берут без вторичной обмотки (очевидно, считают, что она только мешает помещать растения в поле и поэтому – излишняя!). Результаты опытов, как я уже говорил, сомнительны, так что о них я писать не буду. Кстати, они обещают прислать нам в Казань описание результатов работы прошлого года, чтобы мы могли бы критически отнестись к ним...

---

[11] ЦГА РТ (Казань). Ф. Р-1337, оп. 31. № 154. Л. 233–236.

[12] Отзывы профессоров о диссертациях аспирантов за 1933 г. // Там же, оп. 32. № 86. Л. 6–14.

[13] Приказы по КГУ // Архив КГУ (Казань). 1933. Т. 1. Л. 113.

В Ростове работают еще медики в направлении действия УКВ на организмы животных. Эти люди менее скромны в оценке своих работ, чем предыдущие, но полученные ими результаты (правда, мы беседовали не с руководителем исследований, а с его первым помощником) подлежат глубочайшему подозрению в смысле чистоты эксперимента. Крайне запутаны и безнадежны их представления в области физики всех этих процессов: например, они искренне думают, что "между пластинами конденсатора генератора носятся туда и обратно электроны и пронизывают вещество".

Общее впечатление от Ростова: методика ненаучная, но работники по действию УКВ на растения все же подают надежды "исправиться", медики же – чистые эмпирики и пока что безнадежны... 7 сентября 1933 г."[14]

Шли суровые 30-е годы, кульминацией которых теперь принято считать тридцать седьмой. Начинаются отчисления студентов "за сокрытие соцпроисхождения", "за идеологическую невыдержанность и поддержку контрреволюционных выступлений", "за антисоветское высказывание", "за сокрытие политического факта высылки отца"...

17 июля 1937 г. был арестован и осужден на 8 лет муж старшей сестры Е.К. Завойского, П.И. Харитонов, 5 ноября 1937 г. был арестован и 26 декабря расстрелян брат Борис, а 17 января следующего года была арестована жена Бориса... Подают заявления об уходе из университета младшие брат и сестра. В первых числах сентября 1937 г. происходит нелепая комедия со спиралью Эри, едва не закончившаяся драмой...[15] Е.К. Завойский дважды подает заявление об уходе из КГУ, но судьба решает по-иному...

Каких только обязанностей не исполнял Е.К. Завойский в Казанском университете! Был он и членом Ученого совета, членом многочисленных экзаменационных и конкурсных комиссий, оппонентом на защитах диссертаций и дипломных работ, членом правления физико-математического кружка, членом совета научно-исследовательских кружков, работал на курсах по подготовке рабочих в вузы, был куратором групп, принимал выпускные экзамены в школах-десятилетках города Казани, был членом комиссии по приему учебных помещений и оборудования университета (после реэвакуации Академии наук), заведовал кафедрой физики (трижды снимался с этой должности, будучи замененным изобретателем А.Г. Садреевым, профессором К.Н. Шапошниковым и членом-корреспондентом Я.И. Френкелем), заведовал физическим кабинетом, лабораторией УКВ, был редактором работы по татарской научной терминологии, читал научно-популярные лекции изобретателям, колхозникам, научным работникам, работал в месткоме, закупал приборы для лабораторий, изготовлял специальный миллиамперметр для бумажного комбината и прибор для обнаружения затонувшего такелажа для Центрального института лесосплава "Электротрал", работал по спецтематике, электрофицировал дома колхозников. К тому же академическая нагрузка составляла (возьмем отдельные года): в 1937/38 уч.г. – 850 ч, в 1940/41 – 542 ч, в 1942/43 – 680 ч[16].

---

[14] Личный архив Е.К. Завойского.

[15] Документов в КГБ Казани в 1990 г. обнаружить уже не удалось. См. об этом эпизоде с. 215.

[16] Приказы по КГУ // Архив КГУ (Казань). 1937–1943 гг.

Начались военные годы... К обычным обязанностям прибавились 16-часовые дежурства по университету, участие в работах по созданию укрепленных рубежей, т.е. рытье окопов, кошение и скирдование сена, командование пожарным звеном, работа в подсобном хозяйстве, военная подготовка, изучение автоматического оружия, участие в стрелковых соревнованиях, заготовка дров для университета, устройство щелей в его дворе. Был Завойский и рядовым в звене охраны порядка и наблюдения... К этому прибавлялись домашние заботы в виде отсутствия еды и дров, болезни, ужасающие квартирные условия, работа на огороде, чтобы как-то прокормить семью.

И все эти трудности были фоном, на котором шла интенсивная научная работа, которая завершится в 1944 г. открытием электронного парамагнитного резонанса. Несмотря ни на что, в 1929–1947 гг. у Е.К. Завойского было 35 публикаций (не считая небольших статеек для университетской газеты "Ленинец"). Ко всем трудностям прибавлялось отсутствие в КГУ средств на необходимые приборы и реактивы, отсутствие механической мастерской, иностранной периодики...

В ЦГА РТ хранится ценный рукописный отчет Е.К. Завойского за январь–июнь 1941 г.[17] "В конце первого квартала 1941 г. основные темы по разделу колебаний были изменены. Причиной к этому послужили результаты работ Гортера и др. (*Gorter*. Physica. 3, N 9, 995, 1936; *Gorter, de Kronig*. Physica, 3, N 9, 103, 1936, 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 измерений. Имея в распоряжении более точный метод измерений (метод сеточного тока), мы решили сделать попытку определить магнитные моменты ядер. С целью оценки порядка 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, проведенные согласно теории Гайтлера и Теллера. На основании этого все темы по разделу колебаний, исключая тему И.М. Романова, были заменены на тему по парамагнитной релаксации и определению ядерных спинов и к разработке ее привлечены: Завойский, Альтшулер и Салихов. В перспективе можно ожидать включения в эту тему и других работников кафедры. Таким образом по разделу колебаний намечается объединение всех сотрудников работой по одному направлению".

Шел военный 1943 г. Студенты университета работали в колхозе. Единственная в округе мельница простаивала. Местный механик разобрал двигатель да собрать не успел, ушел на фронт. Все детали двигателя были перемешаны с навозом и грязью. Их "просеяли", отмыли и начали подгонять по внешнему виду друг к другу. Каким-то чудом ни одна деталь не была потеряна. Двигатель был собран, но почему-то не желал работать. Оказалось, что надо расточить внутри цилиндр, для чего потре-

---

[17] Отчеты о научно-исследовательской работе кафедр за 1941–1942 уч.г. // ЦГА РТ. Ф. Р-1337, оп. 3. № 148. Л. 7–8.

бовался жеребец. Председатель колхоза не желал его выдавать, так как жеребец был в деревне единственный. Но в конце концов маховик начал вращаться, двигатель заработал. Одним из кулибиных был доцент Е.К. Завойский...[18]

Сохранился в архиве и отчет, написанный рукой Я.И. Френкеля: "Доц. Завойский Е.К. произвел подробное исследование релаксационных потерь в парамагнитных телах (кристаллах солей, растворах, металлах), обусловленных переменным магнитным полем высокой частоты в присутствии постоянного магнитного поля, параллельного и перпендикулярного к переменному. При этом была изучена зависимость потерь от частоты колебаний переменного поля и величины постоянного и в случае перпендикулярности последнего установлено существование магнитоспинового феномена, вытекающего из теоретических соображений.

Работа Завойского оформлена им в качестве докторской диссертации и трех печатных статей. Она представляет большую научную ценность как в отношении методики, разработанной автором и во много раз превышающей по своей чувствительности методику, применявшуюся ранее, так и по полученным экспериментальным результатам"[19].

30 января 1945 г. в Москве Е.К. Завойский успешно защитил свою докторскую диссертацию. Мы приведем здесь только один краткий и скромный отзыв на его работу, относящийся к 1945 г.: "Работа Е.К. Завойского является, во-первых, итогом работы нескольких лет автора в стенах КГУ, во-вторых, солидным вкладом в область физики по разделу, доселе слабо разработанному, и, в-третьих, объектом исследований, имеющих большие теоретические и, возможно, практические перспективы"[20].

Так началось триумфальное шествие электронного парамагнитного резонанса, открытого профессором Казанского университета Е.К. Завойским, по научным лабораториям мира...

И вот уже в 1971 г. Е.К. Завойский, будучи на конференции в Новосибирске, услышал песенку:

Жил когда-то Е. Завойский,
Для Казани парень свойский.

Вдруг весь мир он удивил,
Взял да резонанс открыл.

Вот уж 20 лет всех нас
Увлекает резонанс.

Сам же кашу заварил
И куда-то укатил,

А в народе говорят:
перешел на термояд.

---

[18] *Коновалов Б.* Смелость эксперимента // Неделя. 1964. № 5. С. 6.

[19] Отчет о научно-исследовательской работе кафедры физики в 1943–44 академическом году // ЦГА РТ. Ф. Р-1337, оп. 3. № 160. Л. 1.

[20] Отчеты кафедр и факультетов по научно-исследовательской работе за 1945 г. // Там же, оп. 29. № 113. Л. 87.

Н.Е. Завойская

СЛОВО ОБ ОТЦЕ

Не знаю, как это случилось, но с самых первых дней моего сознательного существования папа был для меня существом необычным. Самым умным. Самым мудрым. Самым добрым. Это открытие я сделала еще в Казани, где прошло мое детство. Отдельные яркие эпизоды свежи в памяти и сейчас. Волга, казавшаяся мне в то время морем, грозная, могучая в непогоду, ласково лепетала в тот раз волной. Мы переправляемся из Шеланги на другой берег. В лодке несколько человек, и никто ничего не замечает. Обычная воскресная прогулка. Беда возникает в виде красивого фонтанчика в днище. Лодка заполняется водой. Помню, кто-то из взрослых заныл – затосковал. Помню папино лицо и крепкие руки, быстро орудовавшие веслами, и команду вычерпывать воду кто чем может. Берег, песок. Конец страхам. Как будто ничего и не произошло. И так будет всю жизнь. С папой не страшно.

Родители мои жили в Казани. Там я и родилась. Волею судьбы Казань стала для всех нас родной, той точкой на земле, без которой жить невозможно. Мое детство совпало с военными годами. В Казани выли сирены, прятались по домам люди. Я лезла под кровать и закрывала уши, чтобы не слышать этих раздирающих душу звуков. А шум моторов "черных воронов" слышали ночами мои родители.

Жили мы тогда на задворках великолепного особняка З. Ушковой, в доме, которого сейчас уже нет. Двухэтажный, приземистый, с толстыми кирпичными стенами, он не был пригоден для жилья. По стенам вечно текли струйки воды, что было по душе всевозможным мирским захребетникам и совсем не нравилось людям. Никаких элементарных удобств. Простота. Вода из давно заржавевшего крана никогда не текла. За ней ходили в университетский подвал. Дарительница тепла и жизни, печь была ужасной обжорой. Зимними вечерами до нее нельзя было дотронуться, а утром в комнате было так холодно, что сушившееся возле печки белье прочно примерзало к ней. Достать дрова и уберечь их от похитителей было проблемой. На дровозаготовках работали и мама, и папа. В конце концов мама жестоко заболела. Когда я выросла, я узнала, что в 1936 г. родители потеряли свою первую дочь Элю. Они не любили вспоминать этот ужас, и я долгое время была уверена, что их первый ребенок – это я.

Домашний скарб был примитивен, почти как у первобытного человека. Исключением был старый резной письменный стол Константина Ивановича Завойского, моего деда. Весь стол был забит книгами. На столе и в его верхних ящиках лежало много всяких "притягательных" вещиц: радиолампы, напоминавшие мне черных человечков, коробочки, карандаши, ручки, конденсаторы, часы с открывающейся крышкой, украшенной гравировкой, под которой в мерном движении двигались изящные колесики. Весь этот беспорядок папиного стола манил меня больше, чем тряпичные зайцы. Над столом в тяжелом величии висел счетчик электроэнергии, из которого во время гроз сыпались снопом искры. Когда отключали электричество, на стол ставили керосиновую лампу, и комната превращалась

Константин Иванович и Елизавета Николаевна Завойские с детьми Борисом, Татьяной и Женей. Казань, 1913 г.

в пещеру, полную теней и тайн. Хотя комнат было две, из-за нехватки дров мы пользовались только одной.

Как мы были одеты-обуты, я не помню, наверное, как и другие казанцы. Помню только, что даже в ту жестокую пору папа всегда был чисто и опрятно одет, носил белую рубашку (всю, правда, перештопанную им самим или мамой) и галстук.

Во время войны у нас попеременно жили три семьи, эвакуированные из Москвы и из Ленинграда. Мы бедствовали. По карточкам родителям иногда выдавали только одни конфеты или водку. Мама вынуждена была на базаре менять это на что-то съестное. Всю тяжесть военного быта, включая многочасовые продуктовые ночные очереди, несла на себе мама.

Учебная нагрузка у папы, и в военные годы работавшего над своей научной темой, вылившейся впоследствии в открытие ЭПР, была по современным меркам колоссальной.

В годы войны ученым университета выделили участки под огороды. Самый последний из них я отлично помню. Он был расположен на берегу реки Казанки, там, где сейчас разлилось целое море. Папа был умелым агрономом. Он виртуозно сажал капусту, помидоры, огурцы и картошку. У него овощи вырастали гигантскими. Осенью мы все отправлялись на огород, чтобы собрать урожай. Я помню гордость папы – тыквы, белые упругие шары капусты и турнепс. После голодных зим все это было настоящим чудом. С детских лет я знала, что на свете есть "величина", и была совершенно уверена, что у подружки Гули на праздничном столе эта "величина" (ветчина) была очень вкусной. Голод наваливался зимой и весной. В критические дни папа брал ружье (он ведь был метким дипломированным стрелком) и отправлялся на охоту. Приходилось ночевать и в деревнях. Попросился он как-то в избу, а хозяин отсылает его к соседу. Отец интересуется, почему. – "Да у него собак больше", – отвечает тот. Оказалось, что в этой деревне никто посуду не моет, а ее собаки "чистят". Ну, а чем больше собак, тем чище посуда. Однажды жертвой его были черные грачи. Я не могу до сих пор забыть горьковатый вкус жесткого мяса несчастных птиц. Ели мы и речных моллюсков. В конце войны, к счастью, появился американский яичный порошок.

Когда мама попадала в больницу, я оставалась на попечении папы. Тогда и началась наша дружба. Папа умело сражался с моими косичками и заплетал их так туго, что они сохраняли свою форму несколько дней, что радовало нас обоих. Папа варил мне еду, кормил, читал книжки, заставлял меня учить стихи (были среди них и дидактического характера) и показывал три имевшихся у нас диафильма. Проказничали мы тоже вместе. Папа превращался в ребенка и метко стрелял вынутой из пластмассового попугая чечевицей в елочные игрушки, что было особенно увлекальным занятием. Оставаться с папой было необыкновенно интересно. Он, если был свободен и не готовился к лекциям, выдумывал игры и делал для меня всяческие игрушки, рассказывал тут же сочиненные им сказки "Про Ваню и Машу", причем конец любой из них был хорошим. Плохих концов, наверное, не любили мы оба. Несмотря на чудовищную занятость, папа находил время заниматься со мной, развивать меня. Однажды из папиросной бумаги и проволоки он соорудил чудесный воздушный шар, внутри которого горел огарок свечи. Шар должен был летать и поднялся до потолка. Довольны были мы оба. День спустя шар исчез. Думаю, что потом папа "развлекал" им уже студентов.

Когда долго отсутствовала мама (а она после окончания университета вынуждена была из-за меня работать в вечерней школе), мы дружно кричали ее в "волшебную" печную трубу. Папа позволял себе схитрить. Он приблизительно знал, когда должна вернуться мама, и тогда предлагал покричать ее. И верно: только позовем, слышим щелчок ключа в замочной скважине. Мама пришла! Это был всегда маленький праздник, когда мама или папа возвращались домой, неважно, сколько они отсутствовали. Так было всю жизнь.

Я не помню, чтобы родители когда-нибудь ссорились. На моей взрослой

жизни возникавшие критические ситуации разрешались каким-нибудь острым словом отца, таким смешным, что не рассмеяться было невозможно.

В доме все было подчинено работе папы. Когда он занимался, а это он делал почти всегда, то я даже в самом нежном возрасте знала, что нужно вести себя тихонечко, как мышка.

Что касается режима дня, то всю жизнь он придерживался один раз принятых им правил: ранний подъем, работа, отдых, снова работа и ранний отход ко сну. Я не помню, чтобы этот жесткий распорядок нарушался даже в выходные дни, которые отличались тем, что работе уделялось немного меньше времени, чем в будни. Не отступал он от этих правил и в последние годы жизни, уйдя из института.

С самых первых лет моего сознательного существования я была совершенно уверена в том, что папа – академик. Конечно, этого мне никто не говорил, но в разговорах взрослых я могла услышать это непонятное и понравившееся мне своим звучанием слово в сочетании с фамилиями ученых, приехавших из Москвы. И вообще "мудрые" слова я воспринимала по-своему. Так, я предложила однажды папе почесать мою "спин-систему"; о ней шли дома бесконечные беседы с мамой. (Мама закончила химический факультет КГУ и помогала папе, чем только могла.)

Когда мне было лет шесть, папа решил повести меня в музей КГУ и показать разных зверей. Мне он сказал, что там мы увидим "барана репуэ". Что это за баран, я не знала, а папа посмеивался надо мной и еще раззадоривал меня: "Скорей-скорей к барану-репуэ". Много было в музее всяких чудес. Я была потрясена множеством животных, птиц и бабочек. И вот баран. Он действительно существовал. Он стоял под самым потолком, с колоссальными закрученными рогами. Вид у него был независимый и гордый, а я стояла у шкафа. И уже не шкаф это был, а скала. И баран вдруг ожил. Я испугалась. Но папа, разговаривавший с каким-то сотрудником музея, вовремя подоспел. Слезы уже были у меня наготове. "Репуэ" – откуда же это? Да из стишка о том, как "Жак телят пас и баран репу ел".

В конце войны папа ездил несколько раз в командировки в Москву. Это было связано с защитой докторской диссертации, как я узнала, став взрослой. Когда он возвращался, у нас был настоящий праздник. Эта традиция так и сохранилась в семье: приехал – рассказывай, что видел, что слышал. Папа был удивительным человеком: как бы он ни устал, он никогда не уходил отдыхать, прежде чем не рассказывал все свои новости. Маме доставались "взрослые" разговоры, а мне "детские". У меня появились первые детские книжки, а на столе несколько дней красовались белый московский хлеб без лебеды и клёклости, масло и сахар. (Однажды, уже в конце 60-х годов, когда мы проезжали по Малой Бронной, отец показал мне булочную, где в 40-е годы, сгорая от стыда, он вынужден был продавать хлеб, чтобы иметь возможность привезти нам в Казань хотя бы немного масла.)

В сентябре первого послевоенного года я пошла учиться. Папа сам определил меня в школу № 3, бывшую Котовскую гимназию, к прекрасной учительнице Л.П. Нечаевой в класс, где было 60 девочек. Сначала он провожал меня сам, так как путь проходил через довольно оживленную улицу. Со стороны, наверное, было очень смешно смотреть, как мы идем:

папа шаг, а я два, а то и три. Мне было не до смеху, потому что папа всегда спешил на работу. Папа сам сделал мне портфель и заказал чернильницу-непроливашку, в которой были фиолетовые чернила, оставлявшие на бумаге блестящие буквы. Сделанный папой портфель был высмеян в классе... Девочки в школе были разные, но все же некоторые имели форменные платья и "настоящие" портфели.

В 1947 г. наша семья переехала в Москву. Переезд обдумывался долго и мучительно. Стимулом была возможность получить сухую и пригодную для жилья квартиру, в чем, несмотря на неоднократные просьбы, в Казани отцу было отказано. Район, где отец получил квартиру, был далеко от центра Москвы. Никакой транспорт туда не ходил. Зато рядом с домом был прекрасный сосновый бор, сливавшийся со знаменитым Серебряным бором. Тогда начался новый период в нашей жизни. Столица так и не сделалась для нас второй родиной. Если Казань ставила вопрос: быть или не быть, то Москва поставила свою, не менее жесткую проблему: как быть, чтобы сохранить честь и достоинство...

Вначале мы поселились в квартире вместе с молодоженами В.В. и Н.И. Жуковыми, а через три месяца переехали в новый, еще пахнувший краской дом. Папа выбрал квартиру на третьем этаже в торце дома, а окнами на восток, юг и запад. Так велико было желание видеть солнце после темноты и сырости казанского жилища... Начались бесконечные изнурительные командировки, папа почти совсем не бывал дома. Я отвыкала от него. Когда он появлялся на пороге, дома разражался настоящий ураган: телефонные звонки поздно ночью, нервное напряжение и опять какие-то бесконечные дела заполняли обычно спокойный дом. Это был черный период в жизни отца. Тогда я не понимала, какую жестокую плату он заплатил за наше благополучие. Сам он не любил вспоминать эти мучительные годы. В 1949 г. отец писал маме, поздравляя с рождением сына: "...Я думаю, что его будущая специальность не должна быть физикой: эта специальность становится гнусной, и значительно лучше ему заняться физиологией человека или астрономией".

И вот однажды через долгих пять лет папа прилетел домой из последней длительной командировки. Вся дальнейшая его жизнь была связана с институтом, который позднее получил имя И.В. Курчатова, и с Академией наук. В те годы отец был неразговорчив. И вообще-то он был молчальником. Я помню то немногое, что слышала от него об И.В. Курчатове: лицо Курчатова было очень изменчивым. Оно делалось невероятно красивым и вдохновенным, когда он, отбросив административные дела, занимался научной работой. Работал он и день, и ночь. Мог после встречи Нового года позвонить отцу и долго-долго беседовать с ним по поводу планов на будущее. Папа всегда разговаривал по телефону с ним с удивительным уважением, в голосе появлялись необычные высокие нотки, которых я после кончины Игоря Васильевича больше ни разу не слышала. 5 февраля 1960 г. около 11 часов вечера папа закончил беседу с Игорем Васильевичем. Отец услышал от него необычную фразу, что пора ехать отдохнуть, "а то как бы не стукнуло". В воскресенье утром 7 февраля Игоря Васильевича не стало. Очень тяжело и долго папа переживал эту утрату.

Отец никогда не стремился к высоким постам и престижным знаком-

ствам. Он не пользовался ни пайком, ни рождественскими елками, ни правом получать билеты вне очереди. Да и собственная машина никогда бы не появилась, если бы не существовала масса неудобств, связанных с поездками на всевозможные совещания: служебная машина могла или вовсе не появиться, или появиться позже срока.

В школу, где я училась, отец никогда не ходил, да я и не доставляла родителям такого рода "удовольствий". А вот мои задачки ему все-таки приходилось решать. Конечно, решал он их по-своему, не по-школьному, и на уроке я слышала шипенье учительницы из-за нетривиальности решения. Однажды учитель физики дал задание сделать насос. У папы было время, и буквально на моих глазах за несколько мгновений в его волшебных руках старый сифон для аквариума превратился в чудесный приборчик, наглядно демонстрировавший действие насоса. Конечно, папа получил "отлично".

Когда не стало хранительницы нашего московского очага бабушки Веры Владимировны, мама тяжело заболела. Заботы о хозяйстве легли на плечи отца, так как я ничего не умела делать. Вкусы отца были невероятно простыми. Самая любимая наша воскресная еда состояла из картошки, квашеной капусты с грибами. Сам отец умел хорошо готовить, и этому искусству я училась именно у него. Идея сделать пельмени рождалась обычно на лету, тут же разворачивалась бурная деятельность, вмиг замешивалось тесто, вмиг прокручивалось мясо, и довольные содеянным, мы наслаждались ими.

Когда мы перебрались в Москву, с нами приехал старый письменный стол да несколько стопок папиных книг. Постепенно в доме начали появляться новые книги, и библиотека заняла целую стену в гостиной. Приблизительно раз-два в месяц отец ездил в книжные магазины, где покупал себе книги по физике. Любимым был магазин на Петровке и книжный киоск у парадной лестницы в здании Президиума Академии наук. Покупка книг была у папы настоящим ритуалом. Я была несколько раз допущена сопровождать его в таких поездках. Отец долго перебирал новинки, просматривал их, и, если что-то его заинтересовывало, книга приобреталась. Читал он свою литературу необыкновенно внимательно, с карандашом и заметками на бумаге. На страницах делать пометки не любил, но когда ему встречались вопиющие промахи, тут же на полях возникали язвительные замечания, вроде вот такого: "Мой друг! Не верь написанному здесь!!!" (это красуется на титульном листе сборника физических констант издания 1937 г.). Отец признался как-то, что писать толстые книги было бы для него немыслимым занятием. Это он говорил, глядя на толстый фолиант известного свердловского физика. По лаконичности, я думаю, его можно было бы назвать поэтом среди физиков-прозаиков.

Литературные вкусы отца сформировались еще в школьные годы и по счастливой случайности не были омрачены влиянием фальшивой культуры. Любимым поэтом его был А.С. Пушкин. Он знал его наизусть. Емкая память хранила не только данные физических справочников, но и тома поэта. За Пушкиным шел М.Ю. Лермонтов, а за ним А.К. Толстой, к которому он относился с особой нежностью. В редкие минуты отдыха и покоя отец любил декламировать нам "Русскую историю от Гостомысла", "Сон Попова", "Балладу с тенденцией", "Медицинские" стихотворения".

Его точка зрения на опричнину совпадала с толстовской, и я помню, как он радовался появлению книги Р.Г. Скрынникова[1], где это историческое явление после стольких лет восхваления получило, наконец, объективную интерпретацию.

Вслед за Н.А. Некрасовым отец тщательно изучал вопрос о том, кому же на Руси жить хорошо. В одно из наших дальних путешествий, отъехав далеко от большака, отец остановил машину в деревне. Мы спросили у хозяюшки, можно ли у нее купить молока. Молодая русая женщина радушно пригласила нас войти в дом. Это была рубленая изба с белыми дощатыми полами. В глубине виднелась люлька да стол со скамьей. Поражала пустота, незаполненность пространства, отсутствие обычной домашней утвари. "Вот так и живу", – тихо вздохнула женщина.

Любимой его комедией был "Ревизор" Н.В. Гоголя. Помню, экспромт – поход в филиал Малого театра. Скромный, без пышностей, как лютеранский храм, театр. Хрестоматийное и все же невероятное действо на сцене: зал хохочет, завороженный игрой И.В. Ильинского и всего великолепного ансамбля. Отец считал, что только Гоголю и Достоевскому удалось понять Россию до самого атома.

С конца 40-х годов А.Н. Островский был в особом почете у только что родившегося в стране телевидения. Впервые его пьесу "Свои люди – сочтемся" я смотрела в семье А.А. Наумова, будущего члена-корреспондента, в 1947 г. по сделанному им самим телевизору. Немного позже опытный телевизор марки "Москвич" появился и у нас дома. Это событие вызвало ворчание бабушки, уставшей убирать пыль и грязь за детворой, осаждавшей телевизор с маленьким экраном и толстой линзой. Отец любил смотреть Островского в исполнении артистов Малого театра. И надо сказать, что мы с ним пересмотрели почти все что было создано драматургом. Больше других нам нравилось "Горячее сердце" с Б.П. Чирковым, но почему-то его показывали крайне редко, не то что "Правда – хорошо, а счастье – лучше" с Е.Д. Турчаниновой, В.Н. Рыжовой и Н.И. Рыжовым, пьесу, которую мы тоже любили.

Из поэтических произведений 60-х годов отцу был близок "Теркин на том свете" А.Т. Твардовского. Из прозы – А.И. Солженицын. Прочитав в "Новом мире" повесть "Один день Ивана Денисовича", потрясенный, он бросился к нам и начал взволнованно рассказывать об этом писателе, его необычной судьбе и его великолепной прозе... Позднее он с горечью читал статьи-инвективы, направленные против одного из величайших писателей современности, каким он считал Солженицына.

Помню, какое впечатление произвела на отца пьеса А. Касоны "Деревья умирают стоя", которую мы смотрели с ним в полупустом зале сочинского театра в дождливом январе 1959 г. В его душе нашли отклик переживания героя, который с мужеством и достоинством встретил удары судьбы, обрушившиеся на его семью.

Увидев впервые на сцене гостиницы "Советская" (у театра "Современник" не было тогда своего здания) первые шаги О. Табакова в пьесе В. Розова "В поисках радости", отец выразил уверенность в его большом таланте.

---

[1] *Скрынников Р.Г.* Иван Грозный. М.: Наука, 1975.

Что касается кино, то лучшим фильмом из всего когда-либо им увиденного он считал "Земляничную поляну" И. Бергмана и не воспринимал фильмы с претензией. К таковым относил, например, "Девять дней одного года". "Ученые" рассуждения о физических явлениях вызывали у отца бурные приступы смеха.

В 1948 г. в Хосте мы с мамой впервые побывали на концерте Гоар Гаспарян и с тех пор не пропускали ни одного ее выступления в Москве. Хотя отец охотнее посещал театры, чем концерты, он наслаждался волшебным сопрано певицы. Надо сказать, что отец совершенно отрицательно относился к хоровому пению. Истоки его неприязни крылись в детских впечатлениях, полученных в семье родственника, священника Александра Катаева, в городке Слободском, куда после смерти мужа увезла сирот моя бабушка Елизавета Николаевна. Тогда впервые перед мальчиком во всей неприглядности открылась оборотная сторона богослужений, которую отец Александр, отягощенный заботами об огромном семействе, и не стремился особенно скрывать. Хор представлялся ему также непременным насилием над личностью, подчинением ее заранее сформулированной идее. К тому же отец всегда точно, как барометр, отмечал появление некоторых опер, символов времени, в репертуаре Большого театра.

Увлечение отца живописью и скульптурой совпало с годами хрущевской оттепели. Он глубоко понимал и ценил реалистическую живопись, но считал, что XX век не должен только вторить реалистам, а должен дать что-то свое, новое. Этой новизной, по его мнению, вполне обладал абстракционизм. "Многие даже не задумываются над тем, – сказал он однажды Ю.В. Адамчуку, тогда ученому секретарю института, – что самым абстрактным видом искусства является музыка".

В Институте им. И.В. Курчатова кипела культурная жизнь. Ю.В. Адамчук организовывал в то время интереснейшие посещения мастерских художников, тем самым поддерживал их морально и материально (это в большинстве своем были официально непризнанные художники). Организовывались выступления поэтов, писателей, артистов, общественных деятелей (Е.А. Евтушенко, А.И. Солженицын, Н. Коржавин, В.Ф. Тендряков, М.Л. Ростропович, Г.П. Вишневская, А.М. Адоскин, А.А. Вознесенский и другие). На сцене Дома культуры ИАЭ шел "Дракон" Е. Шварца в исполнении студентов Московского университета. Благодаря усилиям Ю.В. Адамчука мы с отцом побывали в подвале-мастерской В.А. Сидура, Н.А. Силиса и В.С. Лемпорта, которые обитали тогда втроем напротив церкви Николы в Хамовниках. Посетили мастерские Р.Р. Фалька, И. Галанина, Э. Неизвестного, М. Кулакова. Отцу особенно нравились скульптуры Вадима Сидура. В мастерской они красовались везде: на стенах, на полках, на полу, за огромной печкой... Это были символы человеческой жизни, творчества, искусства. У В. Сидура отец приобрел небольшую скульптуру "Гладильщица". Это согнутая в три погибели женщина, с огромными натруженными руками. На миниатюрной безлицей головке – маленький пучок волос. Эта деталь "Гладильщицы" подвергалась в нашем доме постоянным испытаниям. Отцу нравилась эта пластичная фигура, и он старался поставить ее на видном месте, но кто-то случайно задевал ее, и несчастная женщина оставалась без прически.

Услышав как-то об этой беде, автор спокойно сказал: "Приносите ее мне, я поправлю".

С художником А.А. Аникеёнком отца познакомил Б.М. Козырев, с которым они посетили его мастерскую в Казани. Судьба Леши была глубоко трагичной. По натуре он был истинным художником, обладавшим даром одержимости творчеством, сознанием своего долга. В Казани его незаслуженно и немилосердно травили. Выставка, устроенная в Казанском доме ученых, просуществовала не более получаса. Какой-то деятель, ткнув пальцем в "Пастухов", произнес: "А что это у тебя овцы красные?"

Леша невероятно тяжело переживал, что ему когда-то придется продавать свои полотна. Он очень охотно их дарил. Но надо было как-то существовать. Работа музыканта в ресторане ("кабаке", как он говорил) не обеспечивала прожиточного минимума. И вот после выставки в Институте физических проблем ("капичнике") у П.Л. Капицы Леша нарушил свой обет. Предложения сыпались со всех сторон. Картины Леши приобрели А.Д. Сахаров, П.Л. Капица, Д.А. Франк-Каменецкий, Л.А. Арцимович, Е.А. Евтушенко. Отец приобрел у него "Пастухов". Не последнюю роль в его выборе сыграло то, что мальчик, изображенный на картине, напоминал ему брата Бориса, репрессированного в 1937 г. Позднее такую выставку, как у Капицы в 1965 г., устроить было невозможно. Тогда возникли так называемые "кочующие" выставки. Одно время Франк-Каменецкие любезно предоставляли свою квартиру для выставки картин Аникеёнка, а у нас побывали картины А. Зверева и Г. Сатониной.

Помню, как однажды между Б.М. Козыревым и отцом возник спор о Р.Р. Фальке, картины которого нравились Борису Михайловичу и совершенно не нравились отцу, потому что, по его мнению, в этом художнике отсутствовал первооткрыватель. Дискуссия закончилась ничем, каждый остался при своем мнении. А Борис Михайлович, вспоминая спор, вздыхал и говорил мне, что отец все-таки был неправ.

В те годы отец впервые в жизни обратился к пастели и акварели. Живописи он никогда нигде не учился, но мог прекрасно скопировать картину, хотя подобное занятие не любил. Свои наброски он предпочитал никому не показывать, особенно гостям.

Не пришлось отцу учиться и музыке, но слух у него был хороший. В молодости они с мамой часто вели музыкальные диалоги. Когда в доме появилось пианино, отец "изобрел" свою собственную форму музыкального самовыражения. Он мягко касался клавиш, нажимая на обе педали. Звук получался певучий и приглушенный, мелодии как таковой не было, но создавалось что-то очень эмоциональное, задумчивое и очень личное. Он шутливо называл свою музыку "атональной".

Жили мы замкнуто. В Казани отец стеснялся приглашать кого-нибудь в наше убогое и холодное жилище. К тому вынуждала и глобальная атомизация нашего общества, т.е. разобщение всего и вся, имевшее целью рабское подчинение граждан. В Москве последний фактор еще более возрос.

Отец не любил шумных компаний с вином и прочими удовольствиями. Когда он соглашался быть чьим-то оппонентом, то заранее, еще до защиты, обговаривал с диссертантом, что на банкет он не придет. Диссертанту приходилось волей-неволей соглашаться.

Друзей у отца было мало. Он был необычайно застенчив, молчалив, стеснителен и всегда старался держаться в тени. "Краснел как девица", – вспоминает Л.Е. Лазарева. Друзья оставались друзьями в течение всей жизни. В молодости появились Б.М. Козырев и С.А. Альтшулер, немного позже Б.Л. Лаптев и О.Н. Киселев. В Москве, да и то не сразу, а исподволь он сблизился с Д.Л. Симоненко, Б.Т. Гейликманом, Я.Б. и Е.В. Файнбергами. В 70-е годы, уже после инфаркта, жизнь подарила ему и, как всегда, всему нашему семейству, еще двух друзей – М.А. Маркова и В.Л. Гинзбурга.

Наш дом отец в шутку называл "казанским подворьем" (так в Казани называлась одна из гостиниц). Когда у нас собирались друзья отца, дом наполнялся веселыми голосами, смехом. Сначала шли новости научные, затем университетские. Это был настоящий фейерверк остроумия. Смех то и дело врывался в серьезные разговоры. Заливчато и заразительно смеялся Борис Михайлович Козырев, раскатисто Семен Александрович Альтшулер, отец – негромко и нежно. Обычно мы оставляли друзей одних и присоединялись к беседе позже. Однажды я застала окончание обсуждения цилиндрической модели Вселенной. Конечно, разговор шел на недоступном для меня уровне, но все же итог подвела я: "...И на оси вашего цилиндра вы сможете увидеть творца этой самой модели". – "Не исключено", – решили трое друзей.

По натуре своей отец был мягким и доброжелательным человеком. Он считал, что самое святое на свете – это человеческая жизнь, и остро осознавал ее хрупкость и незащищенность. Отсюда проистекали его отвращение и непримиримость к насилию, лжи, барству, хамству, высокомерию, пустому и злословному остроумию, игре. Он терпеть не мог сплетен, интриг. Но существовать приходилось в клубке крупных и мелких противоречий, недомолвок, хитросплетений чуждых ему принципов. Даже в те далекие времена он был за открытость и гласность, за соблюдение этических норм в научных спорах, в которых, как известно, не должно рождаться ничего, кроме истины. Глубоко принципиальный человек, он никогда не поступал против совести. Это приводило к неприятностям, иногда достаточно крупным. Будучи человеком пунктуальным, отец не терпел небрежности в отношении к деловым встречам и договоренностям. Этим он продолжил в институте традицию И.В. Курчатова. Он всегда был очень занят и поэтому умел ценить время других.

Умение быть корректным всегда выделяло отца. От сотрудников я слышала, что в его присутствии никто не осмеливался рассказывать двусмысленный, пошлый анекдот, произнести ругательство (самое ужасное ругательство в его лексиконе звучало "собачий сын"). Он считал, что все это загрязняет ум и недостойно интеллигентного человека. Как-то отец сказал мне, что всю жизнь он учился искусству общения с людьми и, когда, наконец-то, кажется, постиг эту неимоверно трудную науку, жизнь подошла к закату.

Отец был раним и замкнут, всегда ровен в общении с людьми. Он считал невозможным выплескивать свои эмоции на других. Мама знала, что если отец молчит и только тяжело вздыхает, значит, что-то произошло. Особенно тяжелым был кризис 1971 г. Но об этом позже...

Единственная игра, которую себе позволял отец, это были маленькие

комедии с его собственным днем рождения. Он всегда старался не привлекать к себе внимание, даты с поздравлениями и речами не доставляли ему особого удовольствия. Пользуясь тем, что он родился 15 сентября, в этот день он протестовал против поздравлений и подарков (но не против пирога с капустой), говоря, что он человек несовременный и отмечает день своего рождения по старому стилю. А 28 сентября он высказывал сожаление, что поздравления запоздали. Наученные опытом, мы устраивали семейный праздник хитрецу дважды, по новому и по старому стилю.

Отец довольно быстро освоил искусство вождения автомобиля. (В 50-е годы он был заядлым велосипедистом.) Он занимался у А.Т. Косинова, который считал его своим самым лучшим учеником. Бывало, машина в пути ломалась, отцу приходилось чинить ее самому (он умел косить, строгать, пилить, исправить любой бытовой прибор, одно время собирал радиоприемники. Пожалуй, две вещи отец не умел делать: это петь песни и плавать). Тут нужна была вся его изобретательность, чтобы из ничего сделать ремонт и доехать хотя бы до ближайшего населенного пункта. При этом хочу заметить, что выполняя самую грязную работу, отец умел делать ее так, что его внешний вид ничуточки не менялся.

Будучи за рулем машины, отец показал нам Крым, Прибалтику, Западную Украину. В конце 50-х годов, когда Суздаль еще не был, как сейчас, Меккой для туристов, мы побывали в тех краях. Останавливались у местных жителей в старом купеческом доме. Отец с большим вниманием слушал рассказы наших хозяев, интересовался экономикой края, сельским хозяйством. В ту пору Суздаль был тихим, зеленым городком с разбросанными тут и там уже давно недействующими церквами и монастырями. Был он и городом-тюрьмой. Мы стали свидетелями первомайского парада, в котором принимали участие девочки из колонии, размещавшейся за толстенными стенами Спасо-Ефимиева монастыря. Девочки шли маршем по главной улице городка под звуки своего же, девичьего, духового оркестрика. Вернулись мы домой потрясенные. Конечно, отец, как и любой бы другой родитель на его месте, не хотел омрачать мое сознание тяжкими картинами жизни. Но и оставлять в неведении тоже не желал. По-моему, он был удовлетворен, когда увидел мою реакцию на это чудовищное зрелище, достойное кисти Гойи. И еще в те годы мне, девчонке с косичками, были сказаны жесткие слова о Сталине и сталинизме. Не в школе учителем, а дома моим отцом мне был дан урок истории, настоящий урок гражданственности.

Суздаль, слышавший когда-то стенанья опальных царских жен, Соломонии Сабуровой и Евдокии Лопухиной, был превращен в место заточения советских граждан. Кто знает, сколько жизней было исковеркано, истерзано и загублено в тихом, зеленом городке на тихой речке Каменке.

Во время путешествий случались и такие истории. Мы ехали по украинской земле. Стояла солнечная погода. Привал сделали у моста. Солнце клонилось к закату. По мосту неторопливо шла лошадь, впряженная в повозку с сеном. Картина была живописной. Моя подружка сделала свой первый в жизни снимок на обращаемую пленку... В хорошем расположении духа мы вынули котелки и принялись готовить походный ужин. Не прошло и часа, как мы увидели, что к нам по пустынному берегу реки шествует отряд из трех мужчин с винтовками. Видавший всякие виды

отец сразу разгадал задачку: засняли мост, отсюда и интерес к нам у местных стражей... Пленка была засвечена... На утро пришли двое и увели куда-то под конвоем с винтовками отца и бедную Лену. Через некоторое время они вернулись. Раздраженный шпиономанией отец тут же завел мотор машины, и мы проехали через Галич, не удостоив его достопримечательностей своим вниманием.

По воскресеньям были замечательные прогулки по Подмосковью. Раз подогнав машину к подъезду, отец, ожидая нас, протирал стекло. Рядом женщина-дворник насаживала метлу на палку. У нее ничего не получалось. Папа попросил разрешения ей помочь. Та мгновенно согласилась и, получив готовую метлу, сразу перешла с ним на "ты" и даже поинтересовалась, кого это он возит. А вообще я не могу назвать никого, кроме членов семьи, кто имел такое право говорить ему "ты". Да и сам отец никому не говорил "ты", только домашним. И все-таки было такое исключение: в 1964 г. у нас в гостях побывал Петя Пахомов, однокашник папиного брата. Я с удивлением услышала, как седой и совершенно незнакомый мне человек обратился к папе на "ты". Папа же, помявшись, тоже начал говорить ему "ты".

Одно время мы всей семьей ездили на каток. Отец любил менять места отдыха, это было то Останкино, то парк Горького, то Лужники. Чаще всего мы ездили в Лужники. Машина заполнялась до отказа детьми, в багажник заталкивали большой мешок с коньками-гагами, и веселая компания ехала на каток. Так как у нас у всех были разные уровни мастерства, то мы разъединялись на группы. Мне почему-то всегда доставался в партнеры отец. Это мне нравилось. Я по своей близорукости очень боялась не увидеть коварную выбоину во льду, а вместе с отцом, взявшись за руки или сложив руки крест-накрест, мы прекрасно носились на большой скорости по огромным ледяным просторам катка. Ветер свистел в ушах, играла музыка... К обеду, усталые и довольные, мы возвращались домой.

Кроме коньков, отец любил лыжи, теннис и бильярд (последний был исключительно санаторным развлечением).

Едва наступало лето, мы с нетерпением ждали приближения грибной поры. Заядлым грибником назвать отца было нельзя: на первом месте, даже в выходные дни, всегда были его занятия, а потеха потом. Мы выходили по грибы нерано, но благодаря особому чутью отца наши корзинки быстро наполнялись белыми, подберезовиками, подосиновиками. "Сомнительных" грибов папа никогда не собирал. Долгое время он не признавал сыроежек с их зелеными и фиолетовыми шляпками. Любимыми местами для грибной охоты были леса возле деревни Матвейково и поселка РАНИС.

Еще одним увлечением отца была фотография. Сколько я себя помню, в доме всегда был фотоаппарат. Сначала крошечный "Лилипут", затем "Турист", кажущийся сейчас допотопной камерой, много позднее – "Экзакта". Фотолюбительство началось у отца еще до войны и расцвело в 50-е годы, когда он много фотографировал. Он обладал острым глазом, умел строить композиционно верные снимки и при всей худосочности тогдашней любительской техники мог сделать первоклассные отпечатки. Пробовал он свои силы и в цветной фотографии. Когда я подросла, то

Е.К. Завойский с семьей на Николиной горе, август 1956 г. Фото А.А. Скворцова

была им приглашена на должность домашнего лаборанта, и теперь фотография – мое хобби. Отец занимался и киносъемками, но для этого требовалось гораздо больше времени, так что это занятие угасло почти в самом зачатке.

Футбол у телевизора. Отец всегда был в курсе, какой и когда матч, и я уже была готова записать его в заядлые болельщики, как вдруг услышала: "Ты думаешь, я слежу за тем, что делается на экране? Я не могу отвлечься от своего". Уже после смерти отца я поняла весь ужас этой фразы: обреченному трудиться мозгу не было ни минуты покоя. Ему не нужен был ни стол, ни перо. Мысль работала почти непрерывно. Как-то отец случайно обронил, что без бумаги и ручки он может написать статью с формулами и расчетами. – Творчество! Что знаем мы о нем? И как часто мерим творцов по усредненным меркам!

Однако при всех увлечениях наука всегда стояла для отца на первом месте. Решая какой-нибудь вопрос, он прежде всего думал о пользе самого дела, а не о чем-то другом. И эта, увы, ставшая реликтовой позиция вызывала недовольство и непонимание.

Отец работал с большим коллективом сотрудников. В научных журналах фамилии авторов статей, сделанных по его идеям и под его руководством, неизменно шли в алфавитном порядке. Первым почти всегда шел молодой сотрудник М.В. Бабыкин. Кое у кого это вызывало усмешку. Так, М.А. Леонтович одно время произносил вместо приветствия "А-а, Бабыкин и другие!" И был обескуражен, когда стоявший рядом с отцом М.В. Бабыкин, отвечая на рукопожатие, назвал свою фамилию.

Однажды летом, еще в начале 60-х годов, когда мы делали покупки на Центральном рынке, отец издалека показал мне плотного немолодого мужчину. "Запомни, – сказал он, – это живой укор Академии". Слова эти относились к П.А. Черенкову, автору крупного открытия, который в те годы все еще не был удостоен звания академика.

Когда Лысенко был еще в чести и расцветал один из "мощнейших сорняков"[2] Лепешинская, отец, далекий от биологии, считал, что все это от лукавого, и был очень рад увидеть воскрешение научной истины. Вообще чувство истины было у него развито очень тонко. Впоследствии я никогда не имела случая разочароваться в его оценке явления или человека.

Общественные проблемы волновали отца ничуть не меньше, чем научные. Вначале, по его признанию, он полностью не понимал происходившего в стране. В годы войны, как известно, у населения были изъяты радиоприемники, что затрудняло получение информации. Он накапливал жизненный опыт, будучи полностью погруженным в любимую им физику, и затем этот опыт позволил ему сделать свои оценки общественных явлений и личностей. Благотворную роль в этом процессе сыграла дружба с Б.М. Козыревым и С.А. Альтшулером. В их отношениях установилась редко достигаемая людьми гармония, основанная на гетевском сродстве душ.

Отец хотел видеть жизнь такой, какой она была на самом деле, а не такой, какой ее рисовали, славили и воспевали долгие десятилетия на его веку. Независимость мышления, духовная свобода отличали его как личность. Его специальность, которую не так-то просто было привязать к идеологии, давала широкое поле для творчества, однако и над физикой, как и над биологией, одно время маячили грозные призраки.

Судьбы человечества глубоко волновали его. Свидетельством этого является письмо Петру Леонидовичу Капице, напечатанное в этом сборнике.

Степень гуманности общества, считал отец, проверяется его отношением к старикам и детям. А с появлением на свет собственных детей человек учится святому и бережному отношению к жизни.

10 июня 1965 г. в Институте им. И.В. Курчатова состоялся Ученый совет, который сотрудники помнят до сих пор. Когда кому-нибудь из них задаешь вопрос: "А вы помните тот семинар...", – и фразу-то не успеешь кончить, как уже слышишь ответ, – "Конечно, помню..." И дальше следуют слова, которые ярко рисуют сложившуюся ситуацию.

Накануне семинара у нас дома побывал И.Н. Головин. Отец был полон решимости и был убежден в правильности своих выводов. Он долго вместе с сотрудниками бился над экспериментом. Вся наша квартира была завалена миллиметровкой и фотоснимками. "Сходу я не понял, но на меня производит впечатление то, что я сейчас услышал", – громко басит Головин. "Мы не безоружны, – говорит ему отец, – спорить неграмотно – это недопустимо". Игорь Николаевич прощается: "Так как уже поздно, то я ухожу извиненный". Однако не уходит, и беседа продолжается.

Целый день 10 июня отца не было дома. Час проходил за часом. Мы ужасно волновались, чем же закончится доклад и дискуссия. Вечером, когда я шла к автобусной остановке, чтобы поехать на "Травиату", я встретила отца, довольного, в боевом настроении. "Все в порядке", – только и сказал он и пошел дальше, окруженный учениками, "научными детьми".

---

[2] *Капица П. Л.* Письма о науке. М.: Моск. раб., 1989. С. 317.

В архиве отца сохранился черновик письма от 5 марта 1966 г. А.П. Александрову, в котором он писал о том самом семинаре: "Я не придаю этому спору никакого научного значения... Для меня было ясно с самого начала, что Карчевский не имел и тем более не имеет теперь за душой ни одного факта, противоречащего нашим экспериментам..."

Как любой учитель, отец пережил трагедию невозможности достичь гармонии со своими учениками. Их просчеты переживал болезненно, прощал и, вздыхая, объяснял по-библейски молодостью.

Отец не подавлял собеседника своим авторитетом. Препоны, установленные по воле нового знакомца, отягощенного представлением о непременном олимпийстве академиков, обычно быстро сметались. Он, как Чехов, мог "нащупать" в собеседнике то сокровенное, что волновало этого человека. Мог проинтервьюировать его с ловкостью заправского журналиста. Отец никогда не навязывал своей точки зрения или концепции. Терпимость, которую сейчас начали проповедовать, была у него в крови. Он мог бы подписаться под словами Л. Копелева: "Терпимость не требует скрывать разногласия и противоречия, напротив, требует понимая невозможность всеобщего единомыслия, именно поэтому воспринимать чужие и противоположные взгляды без ненависти, без вражды. Не надо притворяться согласным, если не согласен. Однако нельзя подавлять, преследовать несогласных с тобой".

Учась на филологическом факультете Московского университета, я чувствовала, что профессия преподавателя привлекает меня больше других. Однако преградой к ней была робость перед аудиторией и неуверенность в себе. Отец тогда часто беседовал со мной. Он рассказывал о себе, о том, как он стал преподавателем (а его мама говаривала о нем: "Нашему теляте да волка съесть"), как он научился побеждать в себе робость.

Советовалась я с отцом и по поводу своих учеников. Он был и моим первым методистом: "Если вместо знаний у студента непроходимые дебри, проще всего поставить ему по твоему предмету зачет". Я возмущалась: "Как же так?" – "Ведь такого научить ничему нельзя. Пусть преподаватель по специальности решает его судьбу, – был ответ, – А вот если видишь, что есть хоть небольшая надежда научить ученика, учи его и сил не жалей".

Помню, как 22 ноября 1968 г. отец стремительно вошел в дом, вернувшись из Академии наук (до болезни он взбегал по лестнице), и с порога я услышала: "Борис Михайлович – член-корреспондент!" Это была большая победа. Тут же был заказан срочный разговор с Казанью, и на другом конце провода жена Б.М. Козырева, Татьяна Николаевна, первой узнала счастливую новость.

Однажды, спустя несколько дней после того, как отец был избран академиком, произошел комичный случай: обычно в выходные дни отец увозил нас за город, там мы гуляли. Любимым местом были лесные просеки недалеко от села Успенское. Наша знакомая Л.В. Буланая завела шутливый разговор: "Евгений Константинович, – сказала она, – вот теперь вы стали академиком. и у вас должны появиться какие-то странности: рассеянность, например... Но ведь их же нет!.." И тут неожиданно мой взгляд падает на ботинки отца. Впервые в жизни они были разного цвета! Мы долго смеялись.

Отец довольно часто бывал в Казани, там были его друзья, там была родная сторона. Я знаю, что ему хотелось побывать там инкогнито, без всяких дел, вволю полюбоваться Волгой, походить по городу старыми хожеными дорожками. Но сделать ему это так и не удалось... Выкроив свободный час из загруженного встречами дня, он все же побывал у своей школы в Адмиралтейской слободе, заглянул с улицы в класс, где учился. Там все было по-прежнему, а шустрый таксист нетерпеливо кричал ему через дорогу: "Айда!" Побывал у здания больницы, где работал его отец, мой дедушка, Константин Иванович, которого мне не довелось видеть. Он часто вспоминал детство, свой дом, полную уюта и любви чашу, где после смерти отца прочно поселились голод и нищета. Вспоминал свою маму, Елизавету Николаевну, душу семьи, которую он безгранично любил. С ранних лет родители воспитывали в своих детях чувство самостоятельности и ответственности. Начиналось это с самых простых поручений. Родители прививали детям уважение к другим людям, чувство гражданственности, всячески искореняли эгоизм, учили умению разбираться в сложной обстановке, умению дружить и любить. Они завещали им никогда не ронять чувства достоинства и уважать его в других. В Казани, в вихре бесконечных встреч, семинаров, бесед, он всегда улучал минуты, чтобы побывать на Арском кладбище на могиле родителей (точнее, там похоронена одна Елизавета Николаевна, а Константин Иванович был похоронен в Зилантовом монастыре, разрушенном в 30-е годы) и своей старшей дочки Эли. Отец вспоминал своих школьных учителей точных наук в городе Слободском (Е.А. Клюкин) и в Казани (Мантуров), рассказывал, что в те далекие голодные годы учительница литературы знакомила старшеклассников с поэзией вагантов...

Когда отец был удостоен Ленинской премии и его имя замелькало на страницах газет, хотя он продолжал находиться в сетях секретности, мы обрели своих потерянных родственников. В 1957 г. нашлась его тетя Екатерина Ивановна Турова, жившая в Киеве, а затем состоялась великолепная встреча с ее сыном, известным библиографом и библиофилом Всеволодом Николаевичем Туровым. Позже отца нашла другая вятская родственница, знавшая его маленьким мальчиком, Людмила Петровна Жилина. Встречи с ними проходили очень интересно. Тогда-то мы услышали о предках рода Завойских. Отец загорелся идеей поехать в Вятку, побывать в Слободском... Но, увы, на это не хватило времени... После смерти отца я побывала в тех краях.

Разговоры о корнях не были приняты в те годы. Считалось, что чем меньше знает ребенок о своей родне, тем безопаснее для него. Благодаря рассказам Л.П. и Н.П. Жилиных, В.Н. Турова, а также находкам в "Памятных книжках Вятской губернии" и в "Вятских епархиальных ведомостях" я смогла найти (правда, пока на карте Е. Родионова) село Екатерининское–Курчум, что на речке Курчумке, где жил и служил мой прапрадед, священник Александр Николаевич Завойский со своей женой Марией[3]. Их сын Иван, получивший воспитание так же, как и его отец, в

---

[3] Памятная книжка Вятской губернии. Вятка, 1853–1916 гг.; Вятские епархиальные ведомости. Вятка, 1863–1877 гг.; РВИА. Ф. ВУА, генеральные карты Вятск. губ., ед.хр. 20737.

Вятской духовной семинарии, снял священнический сан и, прослужив в Вятской губернии многие годы, сделался в 1889 г. становым приставом Вятского уезда. Его сыновья Александр, Константин и Николай, закончив высшие учебные заведения (Александр – Харьковский ветеринарный институт, Константин – Императорскую Военно-медицинскую академию в Санкт-Петербурге, Николай – медицинский факультет Казанского университета), разлетелись из родного вятского гнезда... Такова была традиция, дети рано взрослели и вели самостоятельную жизнь. Константин Иванович, мой дед, окончив Академию, женился на Елизавете Николаевне Егорушиной, дочери крестьянина Симбирской губернии, воспитаннице штабс-капитана В.А. Калашникова (позднее подполковника), ставшего известным благодаря тому, что он короткое время готовил в гимназию Владимира Ульянова.

На 60-летний юбилей мы подарили отцу красивый альбом для написания мемуаров и гусиное перо. В качестве эпиграфа один из нас написал слова Г.К. Лихтенберга: "Быть человеком – значит не только обладать знаниями, но и делать для будущих поколений то, что предшествовавшие делали для нас". И в этот же день отец сделал в альбоме другую запись: "Быть человеком – значит обладать знаниями и не делать для будущих поколений то, что предшествовавшие делали для нас". Отец имел в виду репрессии 20–50-х годов, о которых Лихтенберг с его гуманизмом не мог и подозревать.

А вспоминать отец начал, но устно. Я взяла на себя обязанности секретаря. Сразу же после изложения нового эпизода я записывала его к себе в тетрадь. Так, возник рассказ о лаборатории молодого А.Д. Гольдгаммера: через год после поступления в аспирантуру отец был, наконец, допущен в святая святых, в лабораторию своего руководителя. То, что он там увидел, поразило его: отовсюду свисали закрученные "под кудри" разноцветные провода. Оказалось, что сотрудники немало времени уделяли их "завивке". Сам же Гольдгаммер жаловался, что какие-то помехи мешают его экспериментам.

И вот еще один эпизод. В трудные 30-е годы Казанскому университету потребовалась поддержка республиканского начальства. Н.-Б.З. Векслин собрал весь цвет университета к первому секретарю крайкома М.О. Разумову. Тот, как вспоминал отец, сидел, развалившись в кресле, не обращая внимания на вошедших к нему в кабинет ученых. Среди них были и пожилые люди. Наконец, мой отец не выдержал и решил исправить оплошность хозяина кабинета, предложив всем сесть. На него зашикали. Разумов поднял голову, и ректор Векслин заговорил: "Тут вот ученые из университета пришли просить о помощи..." Представитель власти лениво проговорил: "Всегда ты чего-нибудь просишь. Ну, ладно. Обсудим". И кивком головы головы дал понять, что аудиенция, от которой так много зависело в судьбе КГУ, уже закончена.

Позднее отец написал записки "Казанский университет 20–30-х годов" и "Очерк истории ЭПР", которые вошли в этот сборник.

В 1970 г. отец предполагал поехать с докладом об ЭПР в Японию на всемирную выставку в Осака ЭКСПО-70. Отец должен был читать доклад по-английски, это создало массу трудностей. Статьи по специальности он читал без словаря, а вот прочитать доклад, а тем более вести

Вятка. Николаевская улица. С открытки начала XX в. Фототипия Шерер, Набгольц и К°. Москва. – Из собрания РГБ

беседу на английском языке – это было трудно. Может показаться нелепым, что отец за свою жизнь не освоил язык. Однако надо помнить о том, что семья впала в полную нищету, когда в 1919 г. умер глава семьи. Затем наступили времена, когда иностранные языки подвергались остракизму. Позднее по-настоящему заниматься иностранным языком отцу было уже недосуг.

И вот летом 1970 г. был взят отпуск. Я в то время работала в МИФИ, отпуск у меня был тоже летом, и мы вместе начали адскую работу над докладом. Его весь надо было протранскрибировать, сделать подстрочник, начитать на магнитофон. Два месяца напряженной работы. Каждый день по нескольку часов. И... возмутительный отказ в командировке в самый последний момент. Такие удары отцу пришлось выдержать за всю жизнь не раз и не два. Сохранились вороха писем-приглашений на конференции, конгрессы, семинары... Им не были посещены США, Швеция, Франция, Япония, Канада, Израиль... И не из-за его нежелания, не из-за его плохого здоровья...

Такое "нежное обращение" (П.Л. Капица[4]) с учеными травмировало, унижало отца. Оно создавало постоянное чувство пребывания "на поводке". Он с горечью говорил о том, что видел за границей: даже обслуживающий персонал общежития, где была размещена наша делегация, с пониманием относился к почти нищенскому положению советских ученых. Опека со стороны властей раздражала и унижала его как личность. Однажды ему даже было предложено фальсифицировать его собственные научные результаты, на что он ответил категорическим отказом, доступно объяснив чиновнику, почему этого нельзя делать.

---

[4] *Капица П.Л.* Письма о науке. М.: Моск. раб., 1989. С. 88.

В дни визита в СССР президента США Р. Никсона (1974 г.) на рынке в поселке Одинцово, что неподалеку от нашего Дарьино, творилось что-то невообразимое. Рынок шумел, как улей в период роения. Удивленный народ глазел на чудо. Под навесами, за прилавками красовались продавщицы в белых фартуках и кружевных наколках. На подносах – огромные полосатые рыбины, хлеба, печенье, торты, конфеты и прочие редкости, в том числе и экзотические плоды манго. Ярмарка шла полным ходом. Убаюканная когда-то услышанной песней о волшебном роге изобилия, я с жаром принялась рассуждать о том, что теперь так будет всегда. Отец от души смеялся. Как мне хотелось, чтобы права была я. Увы! Прав оказался отец. Потемкинская ярмарка в Одинцово исчезла так же внезапно, как и возникла. Немного позже отец с интересом следил за развитием событий в США, приведших к импичменту.

Приблизительно в то же время я принесла отцу потрепанный томик с рассказами П.И. Мельникова. И неожиданно он углубился в их чтение. Он обнаружил, что Мельников-Печерский был весьма прозорливым писателем. Например, его рассказ "Красильниковы"[5] содержал простые и суровые истины, не утратившие значения и для нашего времени, в частности, объяснявшие чудеса Одинцовского рынка.

Однажды летом отец как гость республики был приглашен в Казань. Визит был рассчитан на три дня, которые были заполнены бесконечными совещаниями, семинарами и встречами. Возвращались мы в Москву по Волге (вообще-то он предпочитал передвигаться на самолетах из-за экономии времени). Стояла чудовищная жара, теплоход раскалился, пассажиры чувствовали себя примерно так же, как рыбы на сковородке. Мы выходили на берег во всех городах. Я знала, что с Чебоксарами у отца связана какая-то неприятная история, о которой он мне никогда не рассказывал. Едва мы вышли на берег, как он вспомнил, что в 1932 г. он был послан в этот город читать лекции студентам. Командировочных ему не дали, и он очутился в чужом городе без денег, с несколькими кусочками сахара и горстью черных сухарей в кармане. А лекции заполняли весь день. В Чебоксарах он едва не умер с голоду.

Теперь о последних годах жизни. Шел 1971 год... В институте создавалась сложная обстановка. Обычно молчаливый и никогда не обсуждавший с нами, домашними, вопросы, касавшиеся работы, он вдруг заговорил об уходе с работы. Видно было, что решение принималось им с трудом. Но он оставил заключительное слово за нами. Мама и я поддержали его: надо уходить. Он подал директору заявление об уходе. Наступило трудное время: отец, привыкший к интенсивной работе, к постоянному общению с коллегами, остался в изоляции. Сравним: П.Л. Капица писал в 1935 г.: "Я не мог себе представить, что быть лишенным возможности заниматься научной работой окажется для меня таким испытанием"[6]. Причем в постоянном напряжении. Его просили остаться консультантом, он отказался... Не помог и визит директора института. Согласились на том, что отец уходит в бессрочный отпуск... Тогда-то и пригодилась маленькая домаш-

---

[5] *Мельников П.И.* (Андрей Печерский). Полн. собр. соч. СПб.: Изд-во А.Ф. Маркса. 1909. Т. 1, кн. 1.

[6] *Капица П.Л.* Письма о науке. М.: Моск. раб., 1989. С. 51–52.

няя лаборатория ЭПР, оборудование для которой отец годами собирал по московским "Учколлекторам".

После ухода из ИАЭ, он, как выяснилось, был лишен непосредственной возможности печататься. Одна его работа так и пропала без ответа, а затем в журнале вышла подобная статья, но с другими параметрами и под другими фамилиями. Отец, возмущенный таким поворотом дел, поехал за советом к П.Л. Капице, который в 1944 г. благословил ЭПР, и Петр Леонидович успокоил его, что все свои работы отец сможет направлять ему в журнал "Письма в ЖЭТФ" без всяких бюрократических промежуточных инстанций и они будут напечатаны. "Материала у меня на десять лет", – говорил после этого визита довольный отец.

С годами он становился все более незащищенным. После ухода из ИАЭ его начали осаждать напрашивавшиеся в добрые друзья люди, позиции которых были диаметрально противоположны убеждениям отца и, следовательно, не могли иметь с ним никаких точек соприкосновения. Это его раздражало и унижало. Слава богу, в Дарьино можно было укрыться от таких доброхотов. Мы с мамой делали все, что было в наших силах, особенно мама. Но сейчас у меня возникает чувство вины перед отцом, что можно было сделать больше, можно было отрешиться от собственных проблем, жить, как герои пьесы Касоны, и посвятить себя целиком отцу.

5 августа 1972 г. у отца случился тяжелейший инфаркт. Все четыре года, что были у него впереди, были постоянной борьбой за жизнь в буквальном смысле слов. Обладавший крепким здоровьем, работавший и на дровозаготовках, и на огородах, никогда не чуравшийся физического труда, он превратился в инвалида. С трудом мог подняться на лестницу из четырех ступенек.

В первый же день болезни я тайком пробралась в реанимацию 52-й городской больницы, чтобы повидать отца. Стоял жаркий август, самый жаркий из всех, которые были в моей жизни. Отец нервничал. Он был обессилен невыносимой болью в сердце, а рядом с ним на другой кровати, без всякой перегородки, лежал бушевавший от алкоголя парень... Уходя, я поцеловала отца в щеку. Он спросил, зачем это. "Телячьи нежности" не были приняты в нашей семье. И тут у меня без всякого умысла сорвалась ходовая фраза: "На всякий случай. Если завтра не смогу прийти". И тут я услышала: "Ну что же, я готов..." Готов к чему? Я опешила. Оказывается к смерти, к своему уходу. Ох, как я корила и корю себя за расхожую фразу! Отец отлично понимал свое положение. Только невероятная жажда жизни, которая была немыслима для него без творчества, и заботы врачей, мамы, медсестры В.Г. Жигановой, у которой мы все находились под началом, сделали истинное чудо: через три с половиной месяца отца из больницы провожал весь персонал отделения во главе с лечащим врачом Р.М. Стериной. Это была настоящая победа над смертью.

Когда Академия наук отдала на растерзание "общественности" А.Д. Сахарова, только тяжелый недуг не позволил отцу выступить тогда на его стороне. Сознание собственного бессилия несказанно мучило его. Единственное, что он мог сделать, это "не быть дома" и не подписать позорное письмо членов Академии, опубликованное позднее в газетах.

Он глубоко осознавал ответственность ученых перед обществом. Свои знания, считал он, они никогда не должны использовать во зло. Это были

последние месяцы его жизни, когда я задала ему вопрос о его участии в оборонных работах: "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".

Однажды в машине, за рулем уже я, по дороге в поселок Дарьино, отец вдруг заговорил о том, что люди когда-нибудь смогут создать такие машины, которые будут способны накапливать в своей памяти идеи ученых, а затем "оживлять" работу их мозга, т.е. потомки смогут воспринимать идеи предыдущего поколения, чтобы процесс познания шел более интенсивно. Сначала я восхитилась такой возможностью, а затем высказала сомнение в том, что в силу инерции и гордыни люди последующих поколений вряд ли пожелают отказаться от своего права совершать собственные глупости. Отец усмехнулся. "Возможно", – сказал он.

В последние годы отец подводил итоги жизни. Он вдруг начал просматривать свои бумаги, занялся воспоминаниями. Тогда я не понимала его спешки. Теперь я вижу, что он боялся не успеть. Он любил жизнь, она была для него возможностью познавать тайны природы, творить.

К ВОПРОСУ ОБ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ МАГНИТНОЙ РАДИОСПЕКТРОСКОПИИ*

На Вашу просьбу просмотреть статью И.М. Дунской "Очерк истории открытия явлений магнитного резонанса. К 60-летию открытия В.К. Аркадьева" и высказать свое мнение о статье, я хочу сообщить Вам следующее.

Каждый физик восхищается искусством В.К. Аркадьева, который сумел еще в начале XX столетия подметить зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от частоты внешнего поля, работая в *сантиметровом диапазоне длин волн*. Однако его наблюдениям в то время не могло быть дано правильное объяснение, которое бы превратило эту область в важный раздел учения о магнетизме. Естественно, что в этом нет ничьей вины. Таких примеров в науке множество. Более того, дальнейший путь к открытию магнитных резонансов был совершенно другим (обратите внимание, что в хронологической таблице автора очерка истории экспериментальное обнаружение ферромагнитного резонанса находится в последней строчке!), и причины к этому были неслучайными. Развитие квантовой механики, опыты Штерна и Герлаха, исследования парамагнетизма, открытие спина у электрона, наконец, интересная работа Валлера 1932 г., где он впервые изложил основы динамики элементарных магнитных моментов в средах и впервые дал оценку времени релаксации спинов. Именно с этой работы и начинается подход к будущим резонансным магнитным эффектам. Далее, серии блестящих работ Казимира и Дю Пре, Кронига, Ван Флека и др. расширили представление о динамике парамагнитных веществ. В этот период успехов квантовой теории твердых тел свои эксперименты начинает Гортер с сотрудниками (1935 г.), работы которых индуцируют классические измерения Раби (1936 г.). Итак, Гортер безуспешно ищет ядерный и затем электронный резонанс в конденсированных средах, а первый из них довольно легко находит Раби! В чем же дело? Перед Раби были опыты Штерна–Герлаха, а теоретичес-

* Письмо заместителю главного редактора журнала "Успехи физических наук" С.Г. Суворову (1972 г.).

кая работа Майораны давала решение задачи о вероятности переориентации свободного спина в магнитных полях. Работа Майораны была принципиально важна для методики Раби, как и для последующих работ по отысканию магнитных резонансов. Почему же "не везло" Гортеру? Все дело в том, что в это время все теоретические работы, которые должны были отвечать на вопрос, возможно ли вообще реально наблюдать магнитные резонансные явления в конденсированных средах, не давали ответа на него. Для этого достаточно привести два примера: теория Гайтлера–Теллера приводила ко времени установления равновесия системы ядерных спинов с решеткой в диэлектриках до миллиона лет, зато другие теории доказывали, что это время столь мало, что кривая резонанса размоется и будет ненаблюдаема. Разные теории приводили к зависимости времени релаксации от температуры от T^{-1} до T^{-9}. Раби же писал, что молекулярные пучки – это принципиально единственный способ наблюдения переориентации спинов радиочастотным полем. В такой ситуации теория совершенно не давала экспериментаторам рекомендации в выборе вещества и условий для наблюдений резонансов. Современному специалисту по радиоспектроскопии это положение кажется уже мало понятным, хотя он и знает трудности предсказания времен релаксации для конкретных веществ. Таким образом, даже в это время (1940 г.) никому еще не удалось ни открыть, ни предсказать "на кончике пера" магнитные резонансы, не показав с помощью этого "кончика", что есть реальные вещества, в которых его надо искать. Сам же феномен резонанса на зеемановских уровнях был уже описан Эйнштейном и Эренфестом. К типу предсказаний "на кончике пера" автор очерка относит работу Дорфмана. Об этой работе я хочу сказать подробнее. Она была опубликована в 1923 г., когда, как мы знаем, не было известно, что электрон имеет спин. Спин был открыт только в 1925 г. Поэтому Дорфман, повторяя идею Эйнштейна и Эренфеста о квантовых переходах между орбитальными зеемановскими уровнями, повторяя слова этих авторов об излучении и поглощении энергии при переориентации орбитальных моментов (только они и были известны), говорит о возможности этих явлений в телах, однако при этом он поясняет идею Эйнштейна и Эренфеста снова на свободном атоме, совершенно упуская из вида, что именно согласно Эйнштейну и Эренфесту внешнее резонансное поле не может поглощаться или излучаться свободными атомами, так как вероятности того и другого процесса тождественно равны и в сумме не могут дать ни поглощения, ни излучения, а только нуль. Говоря о возможности этих же процессов в телах, он не мог предположить (таково было состояние знаний о строении тел), что орбитальные моменты прочно вморожены в кристаллической решетке и не могут участвовать ни в одном из резонансных процессов, которые Дорфман рассматривает на свободном атоме. Более того, если бы даже орбитальные моменты атомов в телах могли свободно менять свою ориентацию во внешних магнитных полях, то и в этом случае поглощение могло бы возникнуть только при учете распределения моментов по магнитным уровням, согласно, например, Больцману (этот закон уже был известен в то время). Но даже намека на это необходимое условие нет в статье Дорфмана, так что он не понимал принципа поглощения радиоволн.

Таким образом, абсолютно бессмысленно говорить, что Дорфман теоретически предсказал явление "электронного парамагнитного резонанса", прикрывая этим названием и факт, что в то время не был известен спин электрона, которому обязано это явление, которое и в настоящее время еще часто называется "магнитно-спиновым резонансом", как было названо в 1944 г. Остается напомнить, почему спин электрона позволяет наблюдать в конденсированных средах переходы между магнитными подуровнями: в отличие от орбитального магнитного момента, который прочно вморожен в решетку, спин электрона слабо связан с колебаниями решетки, следовательно, относительно легко меняет ориентацию под действием переменного магнитного поля.

Я хочу сделать замечание, что автор очерка истории принижает роль Гортера в развитии идей, приведших к открытию магнитной радиоспектроскопии. Он представляется больше как "неудачник", но в этом виноват, может быть, он сам, так как часто пишет об этом. На самом деле его работы питали большую плеяду экспериментаторов и теоретиков, и ему во многом обязаны лица, впоследствии открывшие разнообразные высокочастотные резонансы, непосредственно также и Раби. Гортер очень тщательно изучил парамагнитную релаксацию и дисперсию, которые до сих пор многое дают для исследования структуры кристаллов и пр. Его неудачи в поисках резонансов всегда давали обильный материал для продолжения работ, а это бывает в науке не так часто.

Наконец, я всегда с горечью говорю о неудаче теории Я.И. Френкеля, которая была им написана спустя несколько дней после того, как я рассказал ему об открытии резонанса. Корни этой неудачи лежат глубоко в истории развития учения о парамагнетизме. Очень долго (до 1944 г.) казалось, что ширина кривой резонанса в парамагнетиках в первую очередь будет зависеть от времени релаксации между системой спинов и решеткой, и поэтому положение максимума поглощения должно сильно сдвигаться от времени релаксации, особенно для широких кривых. Первые же эксперименты совершенно неожиданно категорически опровергли это: даже для резонансных кривых, ширина которых намного превышала положение максимума, он находился при точном равенстве частоты переменного поля частоте Лармора вращения спина электрона. Это однозначно показывало, что размытие кривой объясняется внутренними микрополями кристаллов, что и было вскоре нами понято. Однако Я.И. Френкель не учел этого и дал теорию ширины линии, объясняя ее временем релаксации. Еще в 1944 г. я пытался подтвердить формулу Френкеля, но уже через два года совместно с Альтшулером и Козыревым нам пришлось показать резкое противоречие ее опыту.

Вспоминаю, как во время моего доклада об ЭПР на семинаре академика П.Л. Капицы в конце 1944 г. теория Я. Френкеля была подвергнута уничтожающей критике Л.Д. Ландау.

В тексте очерка истории говорится, что я не создал теории ЭПР, и это совершенно верно, так как мне было хорошо известно, что качественная квантовая картина ожидаемого резонанса уже отлично обоснована и проверена Раби на атомарных пучках, но остается пока совершенно недоказанной возможность наблюдения резонанса в конденсированных системах. Ответ на этот вопрос мог дать только опыт, и он был сделан.

Мне хотелось рассеять мнение, что только успехи генерации сантиметровых волн позволили обнаружить ЭПР. Как хорошо известно, ЭПР можно наблюдать на волнах в сотни и даже тысячи метров. Все зависит от выбора вещества.

Заключение: считаю очерк И.М. Дунской тенденциозным, неправильно и примитивно излагающим историю развития магнитной радиоспектроскопии. Он вряд ли украсит "УФН".

В то же время, мне кажется, следовало бы, если это не сделано, в какой-то форме отметить прекрасные работы В.К. Аркадьева, не только связанные с магнитными спектрами, которые являются неглавными работами его в физике и технике.

КАЗАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КОНЦА ДВАДЦАТЫХ–ТРИДЦАТЫХ ГОДОВ. СОРОКОВЫЕ ГОДЫ*

В памяти сохранились обрывки впечатлений о ректорской чехарде. В беспорядке мелькают фамилии: Мирославский, Галанза, Сегаль... Важные особы с толстыми тростями или с сигарами, которых мы, студенты, должны были встречать, молча стоя на почтительном расстоянии. При появлении каждой новой фигуры навстречу ей направляют Евгению Гинзбург как первую красавицу университета. Получалось ли это как-то случайно или планировалось, этого я не понимал. Но ректоры не задерживались и ретировались. Устойчивый ректор получился только из Н.-Б.З. Векслина, который через семь лет после своего утверждения любил говорить: "Как ректор я в университете семь лет, из которых семь лет мое главное занятие – уборные университета". В то время это было одной из главных проблем учебы: здания университета были без воды и не отапливались. Температура в аудиториях достигала –18°С, и профессора читали лекции в шубах, меховых шапках и теплых рукавицах, а голодные студенты выделяли воды и прочего не меньше, чем их предшественники из буржуазных времен России... Все это тут же замерзало, заливая в перерывах между лекциями коридоры университета. Но при Векслине, который был из числа стихийных наивных энтузиастов революционных лет, не только чистились и лихорадочно проектировались новые виды годных для работы вузов в новых условиях сортиров, но вытворялись штучки и другого фасона. Порывистый, доброжелательный, но и насквозь проникнутый революционными идеями преобразования всего, что встречалось ему на пути, уверенный, что революционному духу нет преград, он – и это поразительно – понял, что физике предстоит стать ведущей дисциплиной. Но в соответствии со своим революционным духом он вздумал заменить зав. кафедрой физики проф. А.Д. Гольдгаммера (сын знаменитого проф. Д.А. Гольдгаммера) изобретателем А.Г. Садреевым и переселить физиков из старого помещения над химиками А.Е. Арбузова в

* Эти воспоминания опубликованы в газете: Наука (Казань). 1989. 18 и 26 дек.; 1990. 2–4 янв.

прекрасный пристрой (1904 г.) к главному зданию университета. Хорошо помню заседание профессоров физического и математического отделений (присутствуют: Н.-Б.З. Векслин, А.Д. Гольдгаммер, А.Г. Садреев, П.А. Широков, Н.Н. Парфентьев, Б.М. Столбов, Б.И. Смирницкий, представители парткома, студентов и я). Векслин, ссылаясь на постановления сверху о необходимости установления особо тесных связей между наукой и производством, предлагает во главе кафедры физики поставить знаменитого изобретателя Садреева. К моему изумлению, А.Д. Гольдгаммер без видимых мучений соглашается уступить место. (Впоследствии я узнал, что Гольдгаммер уже тогда договорился с А.Ф. Иоффе о переводе в ФТИ.) Старшие не протестуют, и через несколько дней выходит приказ о назначении Садреева зав. каф. физики! Боже справедливый! Ведь "великий" изобрел только электрическую мышеловку и предложил проект использования энергии молний для энергетики первой пятилетки! Ему не хватило знаний для вычисления стоимости одного удара молнии (семь копеек по тогдашним казанским ценам).

Но это еще цветочки ... Пусть эти молнии разразят меня и я провалюсь сквозь землю ... он был искренне уверен, что его назначили заведовать кафедрой не физики, а физкультуры!!! Клянусь в этом! Я помню: точно холодная сталь входила эта уверенность в мой мозг, и у меня начала кружиться голова и появлялась тошнота, когда я начинал разговор с Садреевым. Где же служение науке, которому учили нас дорогие нам профессора нашего когда-то знаменитого университета, форпоста образования на востоке России! Почему "проклятая реакционная Россия" могла поставить ректором гениального Лобачевского, а в революционной России хорошего, простого рабочего человека могут нарядить в шутовской наряд для игры в демократию. Да, нет! Это принесение жертв новому богу – идеологии.

В 1933 г. А.В. Несмелов и я в один день защищаем кандидатские диссертации, и нас Векслин назначает доцентами, а меня и.о. заведующего кафедрой физики. С этого момента я испытываю постоянную заботу со стороны ректората, и вскоре Векслин организует при университете специальную лабораторию УКВ, заведовать которой поручено мне. Лаборатория возникла под влиянием ряда "чудодейственных" свойств УКВ. Я вызван в РКИ к Куйбышеву (это брат В. Куйбышева). В здании на Ильинке меня проводят какие-то личности во френчах и галифе с оттопыренными задами (револьверы) в кабинет за двумя обитыми дверями. За столом развалился грузный холеный человек, а рядом стоит военный. Меня без обиняков спрашивают: могут ли УКВ убивать человека на расстоянии? Я отвечаю, что нет, и твердо стою на своем. Интерес ко мне сразу пропадает, и меня напутствуют: лабораторию поддержим, но учтите, что заданный вопрос – самый важный! Я думаю: вот чем занимается РКИ (Рабоче-крестьянская инспекция), в которой я не встретил ни одного рабочего или крестьянина!

На всем протяжении существования лаборатории УКВ мы занимались, естественно, только чистой физикой, и ни один из ее членов никогда не выходил за эти пределы. Лаборатория помогла нам иметь в качестве сотрудников группу физиков и химиков и приобрести для кафедры физики

довольно много оборудования. В этой же лаборатории С.А. Альтшулером, Б.М. Козыревым и мной началась подготовка к экспериментам по розыску ядерного парамагнитного резонанса.

В это время я был вызван к ректору, который с радостью сообщил мне, что он (в уборной Наркомпроса) случайно встретил очень представительного человека, который назвался профессором физики К.Н. Шапошниковым. В нескольких словах К.Н. Шапошников объяснил, что он хочет поехать в Казань, и Векслин с восторгом тут же благодарил судьбу. Я не знал Шапошникова, поэтому всякие мои возражения были бы превратно поняты, и положился во всем на Векслина. Через несколько дней в ректорат университета с Московского вокзала в Казани позвонил Шапошников и просил прислать за ним машину, костюм и несколько денег. Оказалось, что он в дороге пропил с себя все. Машины в университете тогда не водилось, и за ним была послана пролетка. Шапошникова поместили в гостиницу, что на "Кольце", где после пяти-семи дней его попросили уехать, так как он приводил в номер посторонних девиц. Пришлось временно поместить его в одной из комнат на третьем этаже физического кабинета. Начались жалобы уборщиц на приставания старого сатира...

Ректор издал приказ о назначении проф. К.Н. Шапошникова на должность заведующего кафедрой физики еще до приезда его в Казань. Новый профессор быстро стал известен во всех близлежащих пивных чтением им сочиненных стихотворений. Качество стихов (часть из них он пытался прочитать мне) было на детском, лучше сказать, на идиотском уровне. Вскоре Шапошников приступил к чтению общей физики для студентов первого курса физмата и выступил с докладом на собрании Физико-математического общества университета. Зная то, что будет говориться на этом докладе, я советовал профессору П.А. Широкову не ходить на заседание, но он, привыкший все познавать сам, пошел и через десять минут, в течение которых лектор расправился с теорией относительности, прошептал мне: "Я не думал, что увижу столь низкое падение университета, где профессор физики отрицает теорию относительности".

Лекции студентам были похожи на упомянутый доклад, но основное время на них тратилось на анекдоты (иногда остроумные) и описания подвигов лектора в науке. Шапошников был выдворен из университета случайно. Желая оскорбить декана физмата профессора В.А. Баранова (до которого доходили жалобы на лекции и поведение Шапошникова), он обратился к нему с требованием предоставить для рассмотрения все научные работы Баранова за последние 15 лет, которых, он это знал, у декана не было. Баранов взбесился и в этот же день на ученом совете университета поставил вопрос: я или он. Пришлось К.Н. Шапошникову искать доверчивых людей в других городах и весях.

В период между Садреевым и Шапошниковым я успел с помощью студентов перевести физический кабинет в пристрой главного здания и теперь снова мог заняться осуществлением заветной мечты: сделать при кафедре физики современные лаборатории физического практикума и лаборатории для студентов старших курсов и дипломников. Я часто бывал в МГУ, не пропускал случая послушать лекции по физике и ознакомиться со спецпрактикумами университета. План включал: лаборатории общего

практикума, оптическую лабораторию, лабораторию колебаний и волн. Этому делу мне пришлось посвятить около семи-восьми тяжелых лет.

Надвигались 1936–1938 годы ... Печальна судьба Н.-Б.З. Векслина. Он был репрессирован и умер в лагере в 1942 г. Я читал общую физику на втором курсе физмата. На завтра была назначена лекция по кристаллооптике. Обычно перед лекцией часов в одиннадцать вечера я заходил в аудиторию для проверки подготовленных демонстраций. На этот раз ассистент Л.С. Николаев спросил меня, следует ли показывать "спираль Эри" – это давно известное явление в двуосных кристаллах, которое при вращении николей проявляется в форме картины от креста до свастики, при этом меняет размер и окраску. Подумав, я попросил его не показывать этот эксперимент, который я объясню студентам на доске. Но на лекции Л.С. Николаев, по-видимому, по ошибке вставил между николями именно этот кристалл и, о боже, на экране возникла блестящая картина из свастики внутри окружности. При вращении николя свастика переливалась цветами, жила! Я подробно изложил объяснение этого физического явления, но ... в конце лекции с задних рядов поднялся высокий студент и первый, чтобы не опоздать, помчался в партком, в первый отдел университета. Через 30 минут я был вызван к ректору, профессору Камаю, и мне было приказано принести злополучные кристаллы для наложения на них ареста. По университету распространился слух, что на кафедре физики ведут фашистскую пропаганду. Началось расследование ... Создана комиссия (опять комиссия) из членов обкома партии. Установлена прямая связь с КГБ на Черном озере ... Я застаю членов пресловутой комиссии за подробным рассмотрением (в лупу) кристаллов в поисках запрятанной там свастики, но тщетно, ее там нет. На всех общих собраниях университета, городских партийных конференциях и пр. везде говорят о фашистской пропаганде в лекциях по физике. Вера сушит сухари...

Наконец, мне приходит мысль, что эти кристаллы подарены университету еще в прошлом веке В.П. Энгельгардтом. Разыскиваю материальные книги физического кабинета и, к счастью, нахожу подробную запись о кристалле и год, кажется, 1909. Без особой надежды несу книги в партком. Но уже начало 1938 г., да и член-корреспондент Н.Г. Чеботарев написал в Академию наук письмо с просьбой подтвердить существование несчастной спирали Эри. Ответ из ФИАНа (*Физический институт*!) продиктован паническим страхом: такое явление известно, но вот приедет из командировки профессор Г.С. Ландсберг, и мы пошлем в Казань комиссию! Но Л.С. Николаева под угрозой заставляют подать заявление о добровольном уходе из университета! Вскоре затихают толки, и затеявшие скандал надеются, что он не попадет в историю университета. Ректор Г.Х. Камай возвращает мне кристаллы и говорит, что я могу их показывать на лекциях. Я отвечаю: "Вот теперь-то я их и не буду показывать, если вы не дадите об этом письменного приказа". Но он, видимо, понял меня и не рискнул формально подтвердить всю эту грязную историю борьбы за чистоту идеологии.

Вскоре приехал новый ректор, назначенный из Москвы, К.П. Ситников. История его заслуживает более подробного изучения, чем это могу сделать я. Ситников по образованию почвовед (или что-то вроде этого), учился в Тимирязевской академии, а дипломную работу по определению

рН почв писал при кафедре физики этой академии. Когда он закончил диплом, заведующий этой кафедрой удрал за границу, и Ситникова как члена партии, подобно Садрееву, назначили вместо беглеца. Так как Ситников был родственником С.В. Кафтанова, то вскоре его назначили ректором КГУ. Приехав в университет, Ситников был представлен проректором профессором С.П. Сингалевичем собранию студентов как профессор физики. Ситников сделал вид, что это так и есть, и долгое время подписывался: ректор, профессор К. Ситников. Только через несколько лет местное начальство (обком партии) сделало вид, что интересуется этим вопросом, и получило, конечно, ответ, что никакого звания и ученой степени у уважаемого ректора нет и не было, а в том, что он так подписывал бумаги, Ситников обвинил машинисток, которых он не мог поправить, не унизив себя. О боги, этот человек должен был воспитывать молодежь! Но в стране в это время ложь во всех областях так захлестнула народ, что весь этот скандал казался мизерным. Ректор быстро закреплял свое положение в университете, назначив себя заведующим кафедрой общей физики университета, и взялся читать курс общей физики не у физиков. Насколько ректор был силен в науке, можно заключить из следующего анекдотического случая. На заседании кафедры физики был поставлен вопрос о программах преподавания общей физики не для физиков. С.А. Альтшулер и я предложили знакомить студентов со специальным принципом относительности, на что последовало возражение Ситникова: "Где уж нам говорить о *специальном* принципе относительности, нам хотя бы познакомить студентов с *общей* теорией относительности". Ректор спутал принципы теории относительности, забыв (или просто не зная), что общий принцип относительности так называется отнюдь не за счет его простоты, а совершенно наоборот! Этот "анекдот" теперь знаком физикам всего мира и прославил Казань благодаря тому, что академик И.Е. Тамм не утерпел и рассказал его на одной из международных конференций.

Вспоминаю, как в этот период в университете состоялся общественный суд над старейшим директором научной библиотеки университета М.А. Васильевым. Комиссия, работавшая по обследованию библиотеки, установила (возможно, даже справедливо), что новая естественно-научная литература, поступающая в библиотеку, обрабатывается в первую очередь и без задержек, но зато политическая литература залеживается. Это возмутило кафедру диамата, во главе которой стоял мерзавец Ищенко. Он настоял на суде над Васильевым. Актовый зал заполнен преподавателями и студентами. На трибуне Ищенко, а в первом ряду М.А. Васильев (скамья подсудимых!). Ищенко говорит о той науке, которая выше всех – марксизме-ленинизме, и переходит к анализу личности "подсудимого". "Передо мной протоколы заседания секции кадетов библиотеки 1919 г. И вот я вижу, что ее председатель (кивок в сторону Васильева) делает антисоветский доклад на тему..." В зале послышался тоненький и тихий голос М.А. Васильева: "Это не я, а другой, Н.С. Васильев, однофамилец. Я поступил в библиотеку только в 1925 г." Ищенко уперся в него своими черными глазами и в полном соответствии с тогдашней теорией Вышинского грозно прошипел: "Это не имеет значения..., если бы вы были в это время в университете, то сделали бы то же самое". О, великая сила

диамата и марксизма-ленинизма! Нет тебе преград, так же как нет тебе дела до истины. Все дело в том, найдется ли отважный человек возразить тебе, когда у тебя вся власть. Вместо аргументов у тебя всегда заготовлены репрессии, от которых выступает холодный или кровавый пот. В зале, где вершилось правосудие, сохраняется гробовое молчание, и подлец продолжает свою обвинительную речь дальше, как ни в чем не бывало! Приказом по университету Васильев, так много сделавший для библиотеки, был снят с должности ... В теплую пору много лет спустя мы видели его грустно сидящим в кресле с книгой во дворе университета около библиотеки. Вряд ли дела в библиотеке теперь текли лучше, чем при нем, так как все можно было уладить и так, дав библиотеке дополнительную библиотекаршу для приема и разбора увеличившегося притока книг, если эти книги кому-либо были нужны. Но при этом были бы все довольны, а, значит, подлецам не было бы достаточно оснований строить свои карьеры. Это же недопустимо.

Последние события перед войной ... Университет вечно пересекала плоскость, по одну сторону (в прежнее время) стояли богословы, часто философы и прочие, а по другую – так называемые прогрессивные настоящие ученые, профессора. Были частые вспышки розни ... Теперь первых заменили ... кафедры философии, поддержанные мощными административными и другими органами. Население другого полупространства поредело, но зато сияло как звезды первой величины. Этот свет всегда был великим утешением для студентов и начинающих ученых. Зажечь этот свет не смог бы даже сам господь бог с помощью Садреевых, Ситниковых, Ищенков и множества других, им подобных, но они могли погасить его. Здесь были люди, которые знали цену истинному жертвенному и свободному труду: профессора В.А. Ульянин, А.Е. Арбузов, Б.А. Арбузов, П.А. Широков, Н.Г. Чеботарев, Н.И. Порфирьев, Н.Н. Парфентьев, В.А. Яблоков, Д.Н. Зейлигер, Н.А. Ливанов, А.Ф. Самойлов и другие. Они не признавали никакой "новой" науки, которая строилась, исходя из закостенелых натурфилософских принципов, отвергнутых еще в прошлом веке, но насаждаемых везде с помощью винтовки. Чиновники, в руках которых находились университеты, всеми силами старались ослабить влияние могучих профессоров на студентов. Излюбленным в то время методом нажима был "добровольный" отказ профессоров читать лекции студентам. Некоторые шли на это (например, Н.Н. Парфентьев, который на общем собрании университета бил себя в грудь и клялся, что вот в следующем учебном году он действительно не прочтет ни одной лекции!). Однако студенты хотели слушать своих любимых лекторов и часто посещали тайные лекции в аудиториях или дома (профессора для этого сказывались больными и приглашали студентов домой под видом консультации). Почему они делали это опасное дело? Все просто, без позы – сознание своей ответственности перед народом, которому они в душе поклялись служить бескорыстно, по-своему. Что влекло их в университет? Не зарплата, она была нищенской даже для рабочего, который получал в несколько раз больше! Вот такие люди, великие Граждане своей страны, сохранили университетскую науку от планомерного, хорошо организованного разгрома. Мне приходит на ум аналогия с победой во второй мировой войне. Здесь зазвучали те же чистые струны народные...

Перед второй мировой войной правительство Татарии решило открыть антирелигиозный музей в здании собора Петра и Павла в Казани. Комиссия по организации музея пожелала установить в соборе маятник Фуко и поручила это сделать КГУ. Мне пришлось взять эту работу на себя. Собор к этому времени закрыли, но среди верующих распространился слух, что причина тому: не был заплачен налог, установленный властями. Через некоторое время этот слух привлек к церкви доброхотных жертвователей, которые ночью или рано утром, стали бросать мелкие деньги в щели дверей и окон собора. Комично, что сторож-татарин и его жена аккуратно подбирали эти деньги и стали жить припеваючи!

Бригада проектантов и строителей состояла из трех человек: мой ассистент Л.С. Николаев, механик Н.Е. Калагуров и я. За три-пять месяцев мы поставили в соборе очень совершенный маятник Фуко и вполне насладились его работой. Маятник пускался специальным приспособлением с амвона и совершал первое колебание от алтаря к входу в собор, т.е. с востока на запад. Было видно, как даже за один период маятника (высота его приблизительно 20 м) его плоскость качания "поворачивалась" на заметный угол. Нечего говорить, что это зрелище поразило будущего директора музея, молодого татарина. Все было готово к официальному открытию музея, но ... Утром за день до открытия ко мне домой прибежал молодой директор и, отдышавшись, сообщил, что открытие не состоится вообще, так как "казанские ученые осрамились на весь мир" (это обо мне). Это ему сказал профессор университета И.А. Дюков (гравиметрист), который произнес эти слова в присутствии сотрудников будущего музея. При этом Дюков потребовал, чтобы не платили деньги за работу (деньги должны были получить Николаев и Калагуров, а также рабочий). По мнению Дюкова, маятник не будет поворачивать плоскость качания, так как пускается в плоскости, проходящей с востока на запад. Я, конечно, возразил прогоревшему директору, что это какое-то недоразумение, но он справедливо заметил: "Вы доцент, а Дюков профессор, и кого же я должен слушать?". Все мои попытки объяснить молодому человеку работу маятника Фуко "на пальцах" разбивались об упомянутый аргумент. Я предложил: "Раз вам необходимо мнение профессора, то я приглашаю вас сию минуту отправиться к профессору астрономии В.А. Баранову". Через десять минут мы вошли в прихожую квартиры Баранова и к своему неописуемому изумлению услышали из комнаты отборную нецензурную ругань и видели, как в другую комнату пробежали, словно две мышки, жена и дочь профессора астрономии. Ругань относилась к ним! Кстати, Баранов был так называемый красный профессор, т.е. человек, заявивший в 1919 г., что желает быть профессором университета, хотя он работал в это время лаборантом (или ассистентом). В то время такое желание – закон. Его виртуозная способность переругать любого была использована при строительстве университета еще в 1920 г., когда ректором был, кажется, медик профессор А.Н. Мислявский ... Заседал ректорат университета, и в это время во двор "мужички" привезли дрова для отопления студенческого общежития. Ректор вышел к возницам и начал убеждать их свалить дрова у общежития, а не в университет. Уговоры действовали на мужичков не больше, чем комариные укусы, и расстроенный ректор вернулся на заседание и сообщил, что дрова все-

таки сваливаются здесь. Тогда вызвался поговорить с возницами Баранов. Как передавали свидетели, он подошел близко и обрушил всю мощь таланта на оторопевших ямщиков. Как говорят, они зачарованно пропустили несколько колец и завитушек отборного мата, прекратили сгружать дрова и заявили: "Чего ты ругаешься? Так бы и сказал. Мы что нелюди? Ментом погрузим и отвезем на место. Тут был какой-то сопливый, чего-то бормотал, а мы не поняли". Это был первый успех В.А. Баранова как профессора университета ... Однако я слушал его лекции по астрономии и сдавал ему курс по его знаменитому литографированному учебнику. Он спрашивал меня около двух часов, рассказывал о новостях астрономии и в конце, узнав, что я главным образом готовился по его учебнику, удивился, что я способен был понять написанное там, так как он сам этого сделать не может. Это свидетельствует о его остроумии и уме. К сожалению, этот ум был потрачен на карты и частые "моления о чаше". Но вот вышел к нам В.А. Баранов, и я попросил его ответить на вопрос о маятнике Фуко. Он спросил, для чего это нужно. Я ответил, что Дюков сомневается.

– Чего это ему взбрело? А возьмите и покачайте маятник и убедитесь сами!

– Мы качали, и все в порядке.

– Так чего же вам надо?

– Вот человек не верит мне.

– Поговорю с Дюковым. Прощайте!

Не знаю, говорил ли Баранов с Дюковым и что они решили, но на другой день в собор были посланы доцент Н.П. Макаров и его жена – ассистентка кафедры гравиметрии – для определения направления линии алтарь–дверь собора. Мне передал тот же молодой татарин, что Дюков объяснил ему, почему мы все-таки наблюдаем поворот маятника: "Знаю я, как строились церкви (он сын священника): "Выйдет утром подрядчик с рабочими, посмотрит на восток, перекрестится и покажет большим пальцем в землю: давай, клади! Вот и получается, что церковь стоит алтарем не на восток. Ваш маятник поэтому и отклоняется!". Макаровы не знали причин своей командировки, но убедились, что собор расположен точно с востока на запад.

Много лет спустя я обедал в московском ресторане и случайно встретил там Макарова, и он, зная, что был в соборе по делу, связанному с моим именем, попросил объяснить ему, что же тогда было. Да, было все точно так, как изложено, хотя это и не кажется возможным! История университета после революции полна подобных "историй", но вряд ли о них когда-либо узнают историки. Маятник Фуко все же был открыт для публики, но после войны его убрали, чтобы не раздражать верующих.

Я решил изложить эти события перед ученым советом университета вслед за открытием музея и приготовил речь, но уже на заседании профессор Н.Г. Четаев горячо не советовал мне делать этого. Я согласился с ним, хотя теперь и сожалею об этом.

С 1942 г. до конца 1943 г. я участвую в практической работе по радиолокации по заданию Комитета обороны и состою в подразделении ополчения. Читаю лекции на физмате КГУ, а летом вместе со студентами уезжаю в подсобное хозяйство университета на полевые работы.

Ректор выступает перед общим собранием ученого совета университета и членами АН СССР, эвакуированными в Казань, с разумным предложением к членам академии принять участие в преподавании в университете. Но форма предложения унизительна для ученых университета: он с усмешкой говорит (почти дословно): наши ученые (т.е. университетские работники) могут быть сравнены по квалификации только, пожалуй, с лаборантами Академии наук. Это вызывает замечание академика В.Г. Хлопина, которое слышно всем присутствующим: "А ведь во главе университета стоит оглобля!" Под эту реплику ректор, стараясь сложиться вдвое, сходит с трибуны. Надо отдать справедливость ректору: он искренне "заботился" об университете, но не всегда умел это делать достаточно удачно. Так, будучи назначенным ректором еще до войны, он, приехав в университет, решил очистить его от обременительных для университета профессоров и доцентов. Под сокращение попали семь профессоров и преподавателей, среди которых был профессор Н.А. Ливанов, всемирно известный своими работами по систематике животных, и другие. Через несколько месяцев справедливость восторжествовала: все исключенные были снова зачислены в университет – приказ из Москвы и ряд газетных статей не в пользу ректора[2]. Но оглобля, как ей положено, крепко держится на своем месте.

Кончилась вторая мировая война, и Академия наук празднует свое 220-летие. Я получаю приглашение на торжество, и мне выпадает счастье видеть парад победы, когда фашистские знамена бойцы с презрением бросают у Кремля. На параде воодушевление, подъем, но каждый, проходя мимо мавзолея, смотрит на героя войны. Я напротив него, у стены. Мне видно лицо и изредка бросаемый хмурый взгляд из-под надвинутого козырька ... Уже вечером мы узнаем, что всему народу отведена лишь роль винтиков в большой колеснице, на которой сидит одно лицо без винтиков. Мы слушаем доклад Ф. Жолио-Кюри об устойчивости тяжелых элементов и еще не знаем о том, что через несколько недель начнется новая эра науки. Академик Иоффе небрежно переводит большой доклад в пять минут. Потрясающие события августа 1945 г., и эхо атомных взрывов неожиданно отдается в Казани запретом ректора читать "Physical Review". Да, теперь это можно делать только с его письменного разрешения. Но скоро я получаю по почте из Москвы книгу Смита[3], она тоже запрещена в университете. У газетных киосков очереди... В прессе гробовое молчание...

Но вот откуда-то свежее указание, и ученые Казани уже разрываются на части от просьб прочитать лекции на заводе, в клубе, школе, больнице, институте, военным, пенсионерам, изобретателям и пр. и пр. Все силы напряжены у физиков и у химиков. Слушатели идут прямо со смены, часто опаздывая поесть, жуют паек тут же, и это никого не смущает, все захвачены интересом. Вопросы нарушают все инструкции, данные лекторам, да и мало инструкций, так как велика неожиданность, которая выбила весь аппарат из привычной колеи. Газета "Британский союзник" помогает получить популярную, часто завуалированную информацию об атом-

---

[2] Правда. 1938. 29 авг. Ленинец (Казань). 1938. 21 сент.

[3] *Смит Г.Д.* Атомная энергия для военных целей. М.: Трансжелдориздат, 1946.

ном котле, атомной бомбе, радаре, вычислительной автоматике и др. Здесь можно встретить описание интересных эпизодов прошедшей войны и прочее. А что у нас? Это самый первый вопрос на любой лекции. Ответ фальшив (слова Молотова: "Есть у нас все и даже многое другое"). Лекторы это знают, а слушатели относятся с недоверием. Мы убеждены, ничего нет. Нас начинают кормить особыми пайками, за нами ухаживают, следят. Ученые всех специальностей получают теперь высокую зарплату, они популярны, как прежде кинозвезды. Это как-то вселяет уверенность, так как нам известно, что наши мозги не хуже, чем американские. Отбирают целые группы лучших студентов и посылают их учиться во вновь образованные институты. Студенты "переживают", но едут, увлекаемые тайной или соблазнами. Трехразовое питание без карточек! Его спрашивают (!): Хочешь или не хочешь? Это необычно и ново для него. Он проникается уважением к себе и соглашается. Из этих людей впоследствии вышло много по-настоящему крупных ученых и руководителей промышленности. Им страна обязана многим; умная, тактичная система отбора людей оказалась правильной, к ним подошли не как к винтикам. Они живо ощущают, что их судьба все больше зависит не от произвола бюрократов отдела кадров, а от выдающихся ученых, стоящих во главе науки.

Но все далеко не так благополучно: мракобесы, привыкшие отрицать все новое, за что их особенно хвалят, организуют биологический съезд, где бредовые идеи внедряются административными мерами и приводят к гибели многих выдающихся ученых. Да, по биологии прошла гусеницами натурфилософия, сдобренная псевдодиалектикой и, кажется, надолго раздавила русскую науку. Этому завидуют философы, давно обиженные теорией относительности, квантовой механикой, раздавленные в своем окостенении принципом неопределенности, "исчезновением" такой любимой ими "массы", шокированные появившейся кибернетикой. Они мечтают повторить над физиками проклятия философов-лысенковцев и устроить побоище. Но стоп... масса же перешла над Японией в энергию... да еще как: 20.000 тонн взрывчатки в небольшом шарике, который можно держать в одной руке. Будьте осторожны: философия начетчиков *этого* сделать не может, потреплется и все..., а тут кто его знает! И вот, обдуманное жесткое наступление на точные науки остановлено. Кто герои этого сражения? По-видимому, И.В. Курчатов, С.И. Вавилов и близкие к ним. Я этого не знаю.

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 все 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 живет кафедра экспериментальной физики. Жаль уезжать, жаль друзей, учеников, университет, даже пыльный город, жаль бросать новое научное направление – парамагнитный резонанс, но ведь там (в Москве) храм науки. И главное: теперь, безусловно, наступает новое время торжества науки над техникой и слияние их. Грядет развитие всех наук. Новое общество! Нельзя быть вне этого движения.

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 ... Самолет 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, где подобная ситуация секретности, и от этого мне делается легче. Наконец, все выясняется, и меня везут в гостиницу. Но что это? Куда ни взглянешь, везде люди в оборванных, почти черных ватниках с желтыми лицами дистрофиков: это армия "строителей", попавших сюда не по своей воле.

Начинается мое знакомство с жизнью... До этого я – ученик школы, для которого нет свободного времени: оно все отдается 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 и до ночи лаборатории, лекции и снова лаборатории. Часто Вера приносит мне вечером ужин – булку плюс вкусную водопроводную воду и так до часу или двух ночи ежедневно, а с утра бесконечные лекции. Что делается в стране и мире, не до этого, 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, шепотом. Думаю, Игорь Васильевич удружил! Идея компромисса: надо и нам во что бы то ни стало иметь оружие, поэтому – за работу! Все это было принять очень трудно, но когда принял – стало легче, и работа пошла без счета часов и пощады здоровью...

Москва, 1971–1976 гг.

ОЧЕРК ИСТОРИИ ЭПР*

Как-то я ехал вместе с академиком М.А. Леонтовичем и профессором В.Д. Шафрановым на одно из бесчисленных заседаний. Леонтович вспомнил, что он с недоверием отнесся к моей первой работе по ЭПР и даже препятствовал защите ее как докторской диссертации. Тут же Леонтович с некоторой долей лихости сказал, что он в свое время не мог признать

---

* Воспроизведено по рукописи Е.К. Завойского, написанной им в 1972–1975 гг. Рукопись подготовлена к печати Н.Е. Завойской и опубликована в еженедельнике: Наука (Казань). 1989. 27 нояб. № 40. С. 3.

трех отечественных открытий: 1) черенковского излучения – он предполагал, что это грязь (!), 2) комбинационного рассеяния, впервые обнаруженного Мандельштамом и Ландсбергом и 3) ЭПР. Я сказал, что не слишком ли это много для одного человека! Все это было давно, и вряд ли стоило об этом вспоминать теперь, когда прошло 25 лет. Профессор Шафранов заметил, что такие истории интересны и часто поучительны для молодежи и об этой истории следовало бы вспомнить. Два года спустя я был прикован к постели тяжелым недугом, оторван от лаборатории, и у меня появилось время оглянуться назад и припомнить, как все было. Меня к этому обязывало и то, что история открытия ЭПР часто замалчивала работы многих выдающихся ученых, на трудах которых строилось здание магнитной радиоспектроскопии... Я буду весьма благодарен всем, кто сможет дополнить эту статью.

Предыстория (ЭПР) восходит к трудам Фарадея по парамагнетизму, исследованиям Кюри, Вейса, Ланжевена и др.

В начале нашего века (1913 г.) в России В.К. Аркадьев, ученик П.Н. Лебедева, провел, по-видимому, первые исследования ферромагнетиков в области сантиметровых волн. Найденный им широкий максимум поглощения был объяснен магнитной вязкостью. Несмотря на эти работы и теоретическую работу Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица, ферромагнитный резонанс был открыт только в 1946 г., после того как уже стали известны ЭПР и ЯМР и была детально разработана техника измерений, открытие резонансов стало делом выбора вещества. Как известно, А. Эйнштейн и П. Эренфест высказали утверждение, что под влиянием радиочастоты должны наблюдаться квантовые переходы между зеемановскими подуровнями атомов.

В 1923 г. Я. Дорфман иллюстрировал эту мысль на примере свободных атомов и высказал предположение о возможности резонансных эффектов в телах. Однако в то время еще не был известен спин электрона, и соображения Дорфмана относились к орбитальному магнитному моменту и, следовательно, такие резонансы не могли быть наблюдены. Это связано с тем, что орбитальный момент атомов "вморожен" в решетку и не может менять свою ориентацию в переменных магнитных полях. Кроме того, по Дорфману, к сожалению, вообще не могло быть никаких резонансов, так как, согласно Эйнштейну и Эренфесту, вероятности переходов с верхнего зеемановского уровня на нижний и обратно в силу законов сохранения тождественно равны друг другу и поэтому не может быть поглощения или излучения энергии телом. Для этого, как было показано позже Валлером, необходимо ввести распределение спинов по магнитным уровням, например по Больцману, и учесть релаксацию спинов. Поэтому работа Дорфмана оказалась ошибочной и не сыграла в истории открытия магнитных резонансов никакой роли.

История (ЭПР) начинается с фундаментальной работы 1932 г. 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 свое значение до наших дней (существует так называемый механизм Валлера).

Работы: Гортера, Майораны, Раби, термодинамическая теория релак-

сации спинов Казимира – Дю Пре. Наш метод, наша работа с С.А. Альтшулером и Б.М. Козыревым. Описание установки. Проточная система по ядерному резонансу. 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 с целью определить, есть ли в КГУ работы или оборудование, которые могла бы поддержать или использовать АН СССР. Комиссия вошла в лаб. № 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 все 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. Все... Мне было сказано: "Если вы завтра не вытряхнете все 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 ее 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 (площадь ~ 80 м^2) более полутора лет взвешивался и раздавался хлеб для сотрудников ФТИ А.Ф. Иоффе. Комната так и осталась пуста. Впоследствии в ней произошел пожар, и она долго стояла как мрачный памятник былого ... Проходя мимо этого места, я и теперь чувствую себя как на кладбище, где лежат близкие...

Гортер обнаружил удивительный по тому времени факт: влияние постоянного магнитного поля на поглощение высокочастотного магнитного поля кристалла! Это явление в настоящее время столь тривиально, что уже трудно представить то восхищение, которое испытывал экспериментатор, впервые повторяя эксперимент Гортера. Вспомним, что подобный эффект искал Фарадей для световых волн.

Открытие ЭПР. Я рассказал Я.И. Френкелю. Он совершенно не был знаком с этой областью и попросил меня и Б.М. Козырева дать ему литературу, а у нас было все. Через три-четыре дня Я.И. дал теорию этого эффекта исходя из представлений времени. Он затуханием объяснил ширину кривой.

Отдельные факты. Недоверие Г.С. Ландсберга к тому, что может быть найден какой-либо метод более тонкого исследования вещества, чем оптический (когда я ему впервые рассказал об ЭПР – зеемановских переходах в слабых полях. Комичность этой сцены! Я в сапогах и без галстука). Доклад у Капицы на семинаре. Выступление Ландау. Ферромагнитный резонанс – разговор с Ландау.

Факты. Демонстрация ЭПР ак. П.Л. Капице. Содействие А.И. Шальникова. Обнаружение антиферромагнитного резонанса Шальниковым и мной на $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ при жидком Не. Разговор с Е.М. Лифшицем; Ландау.

Защита диссертации (разговор с С.И. Вавиловым, предложение П.Л. (защищать у него), мои возражения.

... Как я добывал детали... Таскал в кармане магнетроны, детекторы, клистроны, куски СВЧ-кабеля и т.д., а в Голландии Гортер писал: "В России Завойский, использующий достижения радарной техники"... А в КГУ ректор (Ситников) говорил: "Завойский все сидит и снимает кривые, а толку в них нет". Через несколько лет по злой иронии судьбы он сам будет снимать подобные кривые (но толку от них действительно будет немного).

О ЧЕЛОВЕКЕ, ЧУЖДОМ РАВНОДУШИЮ*

Я всегда мечтал ближе познакомиться с Игорем Евгеньевичем, но он постоянно был окружен плотной оболочкой теоретиков, а мне, как экспериментатору, порой, и то случайно, доставались те минуты, которые Игорь Евгеньевич предназначал уже для отдыха.

Первый раз я был у него во второй половине 30-х годов, когда в Казанском университете было решено образовать кафедру теоретической физики. И.Е. рекомендовал на место заведующего своего аспиранта Семена Александровича Альтшулера, который к тому времени подготовил кандидатскую диссертацию о магнитном моменте нейтрона. Теперь мы знаем, какое важное значение для университета имела эта рекомендация: Семен Александрович быстро достиг выдающихся научных результатов и, уйдя добровольцем на фронт в 1941 г., провоевав всю войну, с 1946 г. по настоящее время возглавляет одну из крупнейших в стране и за рубежом научных школ по радиоспектроскопии. Семен Александрович перенял многие черты Игоря Евгеньевича: у него была большая группа учеников, он постоянно был окружен теоретиками, но в силу каких-то уже новых законов физики любит и сам экспериментировать.

На протяжении многих лет Игорь Евгеньевич активно поддерживал наши планы работ и, делая замечание, был всегда деликатен. Помню, как после эвакуации ФИАНа в Казанский университет, к собранию академиков обратился ректор университета с предложением предоставить им заведование кафедрами. Предложение было разумным, но форма его унизительна для ученых Казани: сравнивая научные силы университета с академическими, ректор произнес: "Наших ученых по квалификации можно сравнить только с лаборантами академии". Это вызвало возмущение среди академиков, а Игорь Евгеньевич, когда я обратился к нему с предложением занять кафедру физики, сказал, что он удивлен выступлением ректора и ни при каких условиях не даст своего согласия.

В конце 40-х годов мы с Игорем Евгеньевичем были в командировке и как-то поздно вечером после утомительного дня встретились в столовой. Наш путь домой проходил мимо подвальчика, из которого несло ужасной смесью винного перегара. Игорь Евгеньевич предложил сыграть в бильярд. Спускаясь по разбитой лестнице, я несколько раз останавливал

---

* Воспоминания о И.Е. Тамме. М.: Наука, 1981. С. 134–136.

Игоря Евгеньевича, говоря, что он не учел обстановку, так как пары сгущались, а хрип и ругань становились все явственнее. Но не тут-то было: Игорь Евгеньевич чувствовал только потребность быть победителем. Мне не хватает, как говорят, красок для изображения внутренности шинка.

Нам удалось пробиться к сносному столу и начать игру. И.Е. в игре не знал компромисса и был беспощаден к своим ошибкам: после каждого неудачного удара он с бесконечной мукой шептал: "Бездарно!" и на мое успокоительное замечание: "Вот видите, подставки не получилось!" – раздавалось: "Нет, оставьте, это совершенно бездарно!" И.Е. играл хуже меня, а я еще не знал его слабости: проигрыш, а затем искренние, как у ребенка, терзания души, так же быстро сменяющиеся веселым настроением.

Мы довольно часто играли в теннис, и здесь у меня были преимущества за счет возраста. Но в этой игре уже я испытывал большие страдания: я смертельно боялся сделать намеренно ошибку в приеме или подаче мяча, которую мог бы заметить Игорь Евгеньевич и расценить как пренебрежение или, еще того хуже, как уступку его годам. В этом случае он, как бы вынося приговор, коротко и мягко говорил: "Да!" – и прекращал игру.

Зато играя в шахматы, Игорь Евгеньевич почти всегда одерживал победу. Он играл легко, точно и так же самозабвенно, как и в другие игры.

... На одной из страшно скучных защит докторской диссертации все долго сидели, почти не шевелясь, так как докладчик умело с помощью графиков гипнотизировал аудиторию. Но вот И.В. Курчатов встал и расправил свои широкие плечи... Все радостно повскакали со своих кресел и собрались в тесную кучку около него. Я заметил, что Игорь Евгеньевич как-то бочком, с хитрой улыбкой заходит за меня то с одной, то с другой стороны: за моей спиной прятался профессор А. Наконец, Игорь Евгеньевич поймал его за пояс брюк и с молниеносной быстротой втолкнул под стол (таково было условие пари), а сам подошел как ни в чем не бывало к И.В. Курчатову и начал разговор о необходимости спасать отечественную биологию от варварства.

Если я знал, что на заседании будет выступать Игорь Евгеньевич, то обязательно приходил. Так, мне удалось услышать первое сообщение о термоядерной установке "Токамак", предложенной И.Е. Таммом и А.Д. Сахаровым. Их выступление поражало космической грандиозностью цифр. Теперь физика приближается к освоению токамаков и с захватывающим интересом мир следит за этой борьбой человека, возможно, за будущую энергетику мира.

Наше последнее грустное свидание состоялось незадолго до смерти Игоря Евгеньевича. За него уже дышала громадная шумная машина, он почти неподвижно лежал в постели. Наталия Васильевна провела меня в ванную комнату вымыть руки. Я был поражен ее стойкостью, видимо приобретенной не только во время долгой и самоотверженной борьбы за жизнь Игоря Евгеньевича, но в бесконечной преданности сердцу этого необычайно доброго человека. Игорь Евгеньевич энергично, как всегда, поздоровался, сказал несколько комплиментов и перешел к волновавшей его теме о судьбах отечественных наук. Он хорошо знал последние

мировые достижения, но несколько раз возвращался к вопросу: могут ли у нас повторяться заблуждения, подобные биологическим. В этой заботе не чувствовалось никакой близости смерти, никакого безразличия. Наоборот, была твердая уверенность в важности дела и, как смертельно раненный боец, он хотел передать знамя в руки живых.

ПИСЬМО П.Л. КАПИЦЕ*

15 января 1976 г.

Глубокоуважаемый Петр Леонидович!

Благодарю Вас за присланный текст Вашего доклада и, если позволите, я хотел бы сделать некоторые замечания.

Если исходить из идеи сохранения человечества на Земле на возможно долгие времена, измеряемые астрономическими катаклизмами или геологическими процессами, масштаб которых неопределен, то следует ограничить изменение среды обитания человека и животных, а также снизить расход энергии, ограничивая его энергией, которую Солнце посылает на Землю. Эта ситуация сразу приводит к заключению, что проблема выживания человека в будущем становится проблемой уже сегодняшнего дня, общечеловеческой, социальной. Первый вывод, который позволяет сделать наука, – это сокращение населения Земли, необратимо расходующего природные ресурсы в крупных масштабах. А необратимо в глобальных масштабах тратится, главным образом, энергия. И только человеком. Животный мир в доисторические времена был гармонично вписан в мир растений и круговорот природы, и, конечно, не могли возникнуть существенные проблемы нарушения среды обитания и даже необратимые процессы. Эта необратимость появилась только с развитием человека, вследствие его труда. (Необратимость здесь понимается как глобальное изменение среды обитания.) До человека популяции животных определялись "естественным" путем, т.е. численность их саморегулировалась пищей. Этот путь регулирования популяции для человека непригоден, так как такого рода конфликт даже при современном развитии техники может привести только к уничтожению человечества. Только человек, развивая свою "сноровку" и затем науки, вышел из гармонического круга животных. Масштабы вносимых человеком в природу неравновесных процессов постепенно сравниваются с глобальными природными явлениями, например, потребляемая им энергия приближается к получаемой Землей от Солнца, а радиоактивные продукты могут превысить содержание их в земле и космическую радиацию. Известно, что в 2000 г. потребляемая человеком энергия будет составлять ~ 10^{21} Дж/год. Допуская, что каждые десять лет эта величина увеличивается в 2 раза, найдем, что в 2100 г. потребность в энергии достигнет 10^{24} Дж/год, т.е. немного меньше, чем присылает на Землю наше светило. Так как используемая человеком энергия в значительной мере переходит в тепло Земли, то при этом воз-

---

* Химия и жизнь. 1992. № 8. С. 86–88.

можны быстрые изменения климата и появление перерождения растительного и животного мира, а также таяние льдов и пр. Перспективы делаются еще более мрачными, если вспомнить, что технологически более выгодно получать энергию от локальных источников на Земле (например, от термоядерных станций), которые вокруг себя на сотни километров будут сильно перегревать поверхность Земли, превращая ее в раскаленную пустыню.

Таким образом, перспектива неудержимого роста населения мира, сопровожающаяся увеличением потребляемой им энергии, неизбежно приведет к глобальному конфликту человека с природой. Этот вывод неизбежен, и конфликт не может быть разрешен в пределах Земли. На этом пути нет никаких надежд, и нельзя строить иллюзий.

Более того, этот путь – путь социальных и национальных конфликтов, принимающих все большие масштабы с течением времени, который должен перерасти в катастрофический взрыв. Этот финал, вследствие гибели большей части населения Земли, неизбежно отбросит человечество к его предкам. При этом Земля может оказаться уже непригодной для жизни.

Одна из иллюзий в этом мире: все распределять поровну и порцию каждого урезывать (а это, как мы видели, неизбежно) прогрессивно. Нет слов – такое состояние неустойчиво и означает регресс человеческий. Нет, мир должен быть построен так, чтобы человек мог, пока позволяет астрономическая ситуация, постоянно развиваться, а общество прогрессировать. Это условие устойчивости. А это возможно только тогда, когда человек бесконечно может познавать окружающий мир и использовать его для совершенствования общества людей. Этого вечно будет требовать его интеллект, пока он останется человеком. Таким образом, виден только один путь: ограничение роста населения мира, но средствами ограничения ни в каком случае не могут быть глобальные войны или процессы типа геноцида и прочее, чем бы то ни было вызванные. Ведь в такие грандиозные процессы "сокращения" населения могут быть втянуты силы, могущие погубить весь остальной животный и даже растительный мир. Да и перспективы таких войн никогда не улучшат человеческое общество, а интервалы между войнами превратятся в интенсивную подготовку к ним.

Процесс ограничения населения может быть только сознательно эволюционным, связанным с сознательным сокращением рождаемости, понятой необходимостью. Здесь другого пути нет. Некоторые "философские системы", провалившись при первом столкновении с действительностью, ради своего спасения обещают такой социальный порядок, при котором человечество может вовсе не ограничивать свою численность и будет всегда благоденствовать. Иллюзорность таких обещаний очевидна и противоречит всем данным науки, т.е. является рассчитанным обманом. Более того, будущее с неограниченным увеличением численности людей неизбежно приведет к неравенству их, выделению нового класса – руководящей и одновременно угнетающей бóльшую часть населения верхушки и превращение населения в рабов, численность которых можно регулировать, как численность скота. Причиной этого будет невозможность обеспечить каждого человека достаточной пищей и энергией и другими благами, а предназначением человека будет служение избранным. Надо

заметить, что научно-технический прогресс непосредственно связан с быстрым ростом затрат всех видов энергии в расчете на человека, так что на некоторой ступени его (это состояние уже достигнуто в передовых в техническом отношении странах) доля физического труда человека (т.е. труда рабочего) становится малой и непрерывно уменьшается. Так, для США отношение энергии, идущей на все виды производства и сферы обслуживания $2 \cdot 10^{12}$ т в год условного топлива, к энергии, которую могло бы отдать все население всем этим видам затрат, больше 50, т.е. уже в современном обществе тяжелый физический труд человека может составить менее 2% от всей потребляемой им энергии. Факт вытеснения ручного физического труда показывает его неэффективность в технически развитом обществе, коренную смену социальных условий, рост производительности труда во всех областях хозяйства, увеличение потребности в квалифицированном труде специалистов. Это приводит к необходимости введения всеобщего образования, резкому увеличению технических школ, университетов и других видов обучения. Это есть внутренняя "жесткая" связь технической революции с революцией образования.

Но ведет ли НТР обязательно к процветанию человечества, т.е. есть ли НТР безусловное благо? Ответ может быть только один – нет!

Надо помнить, что НТР привела прежде всего к созданию грозных средств ведения войн и сделала возможным самоуничтожение человечества. И это не пустые слова. Десятки тысяч атомных и водородных зарядов уже вложены в головки межконтинентальных ракет, наведенных на все крупнейшие города мира. Такая ситуация создана на Земле впервые и без всякого участия и контроля, как часто говорят, "народных масс"! Но эти массы и есть цель удара, который последует, как об этом помышляют Ключи Имеющие, вслед за уничтожением арсенала ракет противника.

Взрыв всех термоядерных зарядов мира не может перегреть Землю, так как их общая энергия не превышает энергии, вырабатываемой электростанциями всех стран в течение одного года и составляет менее $\sim 10^{-3}\%$ от солнечной энергии, получаемой Землей в год. Но опасность атомной перестрелки – в устойчивом заражении атмосферы и поверхности Земли остротоксичными радиоактивными веществами. Если это произойдет, то человек недолго будет свидетелем гибели всего живого. Вот для этого вполне хватает атомных бомб.

Но не вызовет ли сокращение численности населения замедления роста наук и техники? Если это сокращение будет происходить в результате войн и подобных процессов, то вместе с гибелью людей будет неизбежно происходить утрата человеческих знаний и навыков, помимо всех рассмотренных выше катастроф. Планомерное (эволюционное) сокращение рождаемости приведет, в противоположность войнам, к устремлению общества людей к прогрессу через познание Природы, Земли и Космоса. При этом "недостаток" людей не может сказаться на возможностях крупномасштабного поиска, а наоборот: ликвидация опасности войн освободит человечество от губительной траты своей энергии. Но не обеднеет ли при этом человечество генетически? Естественно, что уменьшение числа особей приведет неизбежно и к сокращению генетического фонда, но даже уже достигнутые медициной результаты обещают человеку разумно распорядиться в этой области.

Какова же должна быть максимальная численность населения Земли? Так как этот вопрос должен решаться в связи с потреблением энергии на душу населения, то следует в качестве ориентира взять наиболее технически развитые страны. По данным ООН за 1969 г., потребление энергии на человека в США составляет около 10 т в год условного угольного топлива. Эта цифра линейно растет с валовым доходом страны так, что ее можно принять к 2300 г. равной ~ 10^2 т в год. Известно, что полная энергия, получаемая Землей от Солнца, составляет ~ $2 \cdot 10^{26}$ Дж в год. Принимая эти ориентировочные цифры, находим, что человеческое общество должно ограничить свою численность к 2300 г. цифрой порядка несколько миллиардов человек. Мы взяли 2300 г. потому, что процесс сокращения населения Земли, как об этом было сказано выше, может идти только эволюционным путем, путем понятой необходимости, без войн и общественных катаклизмов. Но человечество не готово к этому в данный момент.

На современном обществе можно хорошо проиллюстрировать то, как энергетический кризис, вызванный колоссальным техническим прогрессом, начал вызывать глобальные национальные и социальные конфликты. Однако пока этот кризис вызван только близкой перспективой истощения обычных видов топлива, но на смену ему, когда будет освоена ядерная или термоядерная энергетика, придет неизбежное ограничение потребляемой энергии за счет угрозы изменения среды обитания, если рост численности населения не будет остановлен. Это будет кризис более глубокий, чем теперь, так как ограничение энергетики не оставит обходных путей, какие теперь открылись при замене химического топлива на ядерное.

ОСНОВНЫЕ ДАТЫ ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АКАДЕМИКА Е.К. ЗАВОЙСКОГО

Евгений Константинович Завойский родился 15 (28 ст.ст.) сентября 1907 г. в г. Могилеве-Подольском Подольской губернии; скончался 9 октября 1976 г. в Москве.

1926 г. Окончил среднюю школу-девятилетку (Казань).

1926–1930 гг. Студент физико-математического факультета КГУ.

1930 г. Окончил физико-математический факультет КГУ.

1930–1933 гг. Аспирант кафедры экспериментальной физики КГУ.

1933 г. Присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук за диссертацию "Исследование суперрегенеративного эффекта и его теория".

1933–1947 гг. Доцент, с 1945 г. профессор, зав. кафедрой экспериментальной физики КГУ.

1944 г. Открыл явление электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), положившее начало новому разделу физики – магнитной радиоспектроскопии.

1945 г. Присуждена ученая степень доктора физико-математических наук за диссертацию "Парамагнитная абсорбция в перпендикулярных и параллельных полях для солей, растворов и металлов".

1946 г. Утвержден в ученом звании профессора.

1946–1947 гг. Заведующий сектором физики Казанского филиала АН СССР.

1947–1971 гг. Начальник сектора Института атомной энергии им. И.В. Курчатова (Москва) (до 1955 г. Лаборатория № 2).

1949 г. Присуждена Государственная премия СССР.

1953 г. Избран членом-корреспондентом Академии наук СССР.

1954 г. Награжден орденом Ленина за выслугу лет и безупречную работу.

1955–1976 гг. Член редколлегии журнала "Приборы и техника эксперимента".

1957 г. Присуждена Ленинская премия за открытие и изучение парамагнитного резонанса.

1961 г. Открыл явление турбулентного нагрева и аномального сопротивления плазмы (совместно с сотрудниками возглавляемого им сектора ИАЭ им. И.В. Курчатова). Командирован в Австрию на Международную конференцию по физике плазмы и управляемым термоядерным реакциям; выступил с докладом "Поглощение плазмой энергии переменных электромагнитных полей большой амплитуды".

1964 г. Избран действительным членом Академии наук СССР.

1965 г. Командирован в Англию на II Международную конференцию по физике плазмы и управляемому термоядерному синтезу; выступил с докладом "Турбулентный нагрев плазмы током прямого разряда".

1967 г. Командирован в Чехословакию на симпозиум по взаимодействию пучков быстрых частиц с плазмой.

1967–1974 гг. Член Научного совета по проблеме "Физика низких температур" АН СССР.

1967–1975 гг. Член Комитета по Ленинским и Государственным премиям СССР в области науки и техники при Совете Министров СССР.

1968–1974 гг. Член секции динамики плазмы Научного совета по комплексной проблеме "Физика плазмы" АН СССР.

1969 г. Присвоено звание Героя Социалистического Труда с вручением ордена Ленина и золотой медали "Серп и Молот" за большие заслуги в развитии науки. Принял участие в Международной юбилейной конференции в Казани, посвященной 25-летию открытия им ЭПР.

1969–1976 гг. Член экспертной комиссии по присуждению золотой медали им. С.И. Вавилова.

1975 г. Награжден орденом Трудового Красного Знамени за заслуги в развитии советской науки и в связи с 250-летием Академии наук СССР.

1976 г. Главный редактор журнала "Успехи физических наук".

1977 г. Присуждена премия Международного общества магнитного резонанса в признание открытия им явления ЭПР. в Казани в 1944 г. (посмертно).

1982 г. С этого года в КГУ проводятся регулярные Завойские чтения.

1984 г. Имя академика Е.К. Завойского присвоено Казанскому физико-техническому институту, учреждены для студентов КГУ две стипендии имени академика Е.К. Завойского, одна из улиц в Казани названа именем академика Е.К. Завойского.

1991 г. Казанским физико-техническим институтом им. Е.К. Завойского Академии наук, Казанским университетом и издательством Шпрингер-Ферлаг (Вена – Нью-Йорк) утверждена ежегодная премия имени Е.К. Завойского. Первым лауреатом стал проф. В. Мимс (США), вторым – проф. Б. Блини (Англия).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Агошков Михаил Иванович (р. 1905 г.), геолог, академик РАН, лауреат Государственных премий, Герой Социалистического Труда, профессор. Работы по технике добычи минерального сырья и экономической эффективности разработки рудных месторождений.

Адьясевич Борис Петрович (р. 1929 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук. В РНЦ "Курчатовский институт"[1] с 1952 г. Область научных интересов – ядерные реакции при больших энергиях, физика твердого тела.

Александров Анатолий Петрович (р. 1903 г.), физик, академик РАН, президент Академии наук СССР (1975–1986), лауреат Ленинской и Государственной премии, трижды Герой Социалистического Труда, директор ИАЭ (1960–1987). Труды по ядерной физики, диэлектрикам, электрическим и механическим свойствам полимеров.

Альтшулер Семен Александрович (1911–1983), физик-теоретик, член-корреспондент АН СССР, в 1961–1983 гг. – заведующий кафедрой радиоспектроскопии и квантовой электродинамики Казанского университета, заслуженный деятель науки РСФСР, профессор. Работы по электронному парамагнитному резонансу, акустическому резонансу. Разработанная им теория акустического резонанса легла в основу нового направления физики – квантовой акустики.

Антонова Рема Александровна, физик-экспериментатор, научный сотрудник Абастурманской астрофизической обсерватории АН республики Грузии.

Аранчук Леонид Ефимович (р. 1946 г.), физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук. В РНЦ с 1968 г. Область научных интересов – физика плазмы.

Арбузов Борис Александрович (1903–1991), химик-органик, академик РАН, лауреат Государственной и Ленинской премий, Герой Социалистического Труда, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР, заслуженный деятель науки и техники ТАССР. Труды по химии терпенов и диенов, синтезу и стереохимии фосфорорганических соединений.

Аскарьян Гурген Ашотович (р. 1928 г.), физик-теоретик, лауреат Ленинской премии. Труды по физике плазмы и взаимодействию мощного излучения с веществом, ядерной физике высоких энергий, нелинейной оптике.

Ахматов Александр Павлович (р. 1931 г.), физик, кандидат техн. наук. В РНЦ в 1953–1959 гг. Область научных интересов – прикладная физика, создание рентгеновской досмотровой техники.

Блинов Петр Иванович (р. 1932 г.), физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук. В РНЦ с 1955 г. Исследования в области физики плазмы и мощных электронных пучков.

Боровик-Романов Андрей Станиславович (р. 1920 г.), физик-экспериментатор, академик РАН, директор Института физических проблем (1984–1990), профессор. Труды в области физики магнитных явлений и физики низких температур.

Валиев Камиль Ахметович (р. 1931 г.), физик, академик РАН, лауреат Ленинской премии, директор Физико-технологического института, профессор. Труды по физико-техническим проблемам микроэлектроники, физике твердого тела и жидкостей.

Вонсовский Сергей Васильевич (р. 1910 г.), физик-теоретик, академик РАН, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных премий, профессор, председатель Президиума Уральского научного центра РАН (1971–1986). Работы по физике магнитных явлений и физике твердого тела.

Гаврин Павел Павлович (1919–1989), физик-экспериментатор, кандидат техн. наук. В ИАЭ в 1950–1984 гг. Работы в области физики плазмы.

Гинзбург Виталий Лазаревич (р. 1916 г.), физик-теоретик, академик РАН, лауреат Ленинской и Государственной премий, профессор. Работы в области физики плазмы, теории сверхпроводимости, радиоастрономии, теории происхождения космических лучей, социологии, истории и методологии науки.

Головин Игорь Николаевич (р. 1913 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук,

---

[1] Российский научный центр "Курчатовский институт" имел следующие названия: Лаборатория № 2, ЛИПАН, Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова. Далее по тексту РНЦ.

профессор. В РНЦ с 1944 г. Работы по управляемому термоядерному синтезу.

Гуревич Исай Израилевич (1912–1992), физик, член-корреспондент РАН, лауреат Государственной премии, профессор. В РНЦ с 1943 г. Работы по физике атомного ядра и элементарных частиц, физике высоких энергий.

Даутов Рифгат Ахметзянович (р. 1921 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук. Работы в области ядерного магнитного резонанса.

Демидов Борис Алексеевич (р. 1935 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук. В РНЦ с 1959 г. Работы по физике плазмы, электронным релятивистским пучкам.

Завойская Наталия Евгеньевна, ассистент кафедры иностранных языков МИФИ. В РНЦ с 1985 г.

Загородников Станислав Павлович (р. 1928 г.), физик-экспериментатор. В РНЦ с 1954 г. Область научных интересов – физическая электроника.

Зарипов Махмут Мубаракшиевич (р. 1918 г.), физик, доктор физ.-мат. наук, профессор. Работы по электронному парамагнитному резонансу.

Ишмаев Фарит Мансурович (р. 1911 г.), геолог-минералог, кандидат геол.-минерал. наук. Основные труды по железным и медным рудам Урала и литологии нефтеносных отложений.

Калмансон Александр Эммануилович (1926–1990), биофизик, доктор биол. наук, профессор. Труды по электронным процессам в биологии, мембранологии.

Кастлер Альфред (1902–1984), французский физик, член Парижской академии наук, лауреат Нобелевской премии, профессор. Работы по оптике, атомной спектроскопии, квантовой электронике.

Козырев Борис Михайлович (1905–1979), физик, член-корреспондент Академии наук, профессор. Труды в области парамагнетизма. Известны также литературные исследования Б.М. Козырева о творчестве Ф.И. Тютчева.

Копвиллем Уно Херманович (1923–1991), физик, доктор физ.-мат. наук, профессор, заведующий отделом квантовой океанологии Тихоокеанского института Дальневосточного отделения РАН, организатор Тихоокеанского физического общества. Области научных интересов – квантовая физика, нелинейность, когерентность, энергоинформационное взаимодействие.

Копейкина Людмила Ивановна, физик, заведующая редакцией журнала "Успехи физических наук" (1965–1985).

Коротков Слава Федорович (р. 1930 г.), физик, кандидат физ.-мат. наук. Область научных исследований – гидро- и аэромеханика.

Лин Дмитрий Николаевич (р. 1941 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук. В РНЦ с 1965 г. Область научных интересов – тонкая структура спектров атома водорода.

Марков Моисей Александрович (р. 1908 г.), физик-теоретик, академик РАН, Герой Социалистического Труда, профессор. Основные исследования связаны с квантовой механикой, физикой элементарных частиц и структурой Вселенной.

Мирнов Сергей Васильевич (р. 1939 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственной премии, профессор. В РНЦ с 1959 г. Область научных исследований – физика токамаков, термоизоляция и устойчивость.

Немировский Павел Эммануилович (р. 1916 г.), физик-теоретик, доктор технических наук, лауреат Государственной премии. В РНЦ с 1947 г. Работы в области физики атомного ядра.

Непримеров Николай Николаевич (р. 1921 г.), физик, доктор физ.-мат. наук, профессор. Работы по ядерному магнитному резонансу в гравитации и биологии, физической динамике гетерогенных сред.

Нигматуллин Рашид Шакирович (1923–1991), физик, доктор физ.-мат. наук, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор. Область научных интересов – электроника.

Панфилова Вера Ивановна, врач.

Пец Борис Дмитриевич (р. 1904 г.), физик, демонстрационный лаборант кафедры физики Казанского университета (1944–1962 гг.).

Подгорный Игорь Максимович (р. 1925 г.), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Ленинской премии, профессор. Работы в области физики плазмы и космической физики.

Покровская Лидия Моисеевна, физик, кандидат физ.-мат. наук. Область научных исследований – электронный парамагнитный резонанс.

Рубинин Павел Евгеньевич (р. 1925 г.), филолог. В 1955–1985 гг. референт директора Института физических проблем, ответственный секретарь комиссии РАН по изданию и под-

Русанов Владимир Дмитриевич (р. 1929 г.), физикохимик, академик РАН, лауреат Государственной премии, профессор. В РНЦ с 1958 г. Область научных интересов – ядерная физика, физика плазмы, холодной плазмы, химически активной плазмы.

Рютов Владимир Дмитриевич (р. 1944 г.), физик, кандидат физ.-мат. наук. В РНЦ с 1971 г. Работы в области физики плазмы и управляемого термоядерного синтеза.

Рютов Дмитрий Дмитриевич (р. 1940 г.), физик, член-корреспондент РАН. В РНЦ в 1962–1968 гг. Исследования в области физики плазмы.

Самойлов Петр Семенович (р. 1917 г.), физик, кандидат физ.-мат. наук. В РНЦ в 1946–1961 гг. Область научных интересов – экспериментальная ядерная физика и ядерное приборостроение.

Санадзе Тенгиз Иванович (р. 1930 г.), физик, член-корреспондент АН республики Грузии. Область научных иинтересов – ЭПР-спектроскопия.

Силкин Игорь Иванович (р. 1939 г.), электрик. Научные интересы – история науки, в частности история ЭПР. Владелец уникальной коллекции электро- и радиоприборов XIX в.

Силкин Николай Иванович (р. 1945 г.), физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук. Научные интересы в области магнитного резонанса, физики твердого тела, квантовой электроники.

Сирота Николай Николаевич (р. 1913 г.), физик, академик АН республики Беларусь. Работы по физике и физической химии твердых тел.

Соболев Сергей Сергеевич (р. 1938 г.), физик, кандидат физ.-мат. наук. В РНЦ с 1979 г. Работы по физике плазмы и когерентным оптическим эффектам.

Суворов Сергей Георгиевич (р. 1902 г.), заместитель главного редактора журнала "Успехи физических наук". Область научных интересов – философские проблемы физики.

Супруненко Виктор Афанасьевич (1932–1983), физик, доктор физ.-мат. наук, профессор. Работы в области физики плазмы.

Трофанчук Людмила Александровна, физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук. Научные интересы – магнитный резонанс, история ЭПР, физика твердого тела, интегральная оптика.

Файнберг Яков Борисович (р. 1918 г.), физик, академик АН Украины, профессор. Работы в области физики и техники ускорителей, физики плазмы, плазменной электроники, управляемого термоядерного синтеза.

Цинцадзе Гиви Александрович (р. 1933 г.), физик, доктор физ.-мат. наук, профессор. Область научных интересов – спектроскопия твердых тел, физика магнетизма и физика низких температур.

Шафранов Виталий Дмитриевич (р. 1929 г.), физик-теоретик, член-корреспондент РАН, лауреат Ленинской премии. В РНЦ с 1952 г. Работы в области физики плазмы и управляемого термоядерного синтеза. Главный редактор журнала "Физика плазмы".

Шолин Геннадий Васильевич (р. 1934 г.), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук. В РНЦ с 1962 г. Труды в области физики плазмы.

Яблоков Юрий Васильевич (р. 1933 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук. Область научных интересов – физика магнитных явлений, радиоспектроскопия конденсированных сред.

УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН

Абрагам Анатоль (р. 1914 г.), физик, член Парижской академии наук. Исследования в области магнетизма и физики твердого тела 20, 155, 156, 170.

Абрикосов Алексей Алексеевич (р. 1928 г.), физик-теоретик, академик РАН, лауреат Ленинской и Государственной премий. Труды по физике твердого тела, теории сверхпроводимости, астрофизике, физике плазмы, квантовой электродинамике 139.

Агошков Михаил Иванович (см. Сведения об авторах) 173.

Агуреев Владимир Никитович (р. 1937 г.), инженер-физик, лауреат Государственной премии. В ИАЭ в 1955–1978 гг. Работы по исследованию ориентированных ядер при сверхнизких температурах и сверхпроводимости 81.

Адамчук Юрий Владимирович (1925–1990), физик, кандидат физ.-мат. наук. В ИАЭ в 1947–1990 гг. Работы по нейтронной спектрометрии, прецизионные исследования процессов взаимодействия нейтронов с ядром, по вулканологии, проблемам предсказания землетрясений, радиационной безопасности 76, 195.

Адоскин Анатолий Михайлович (р. 1927 г.), автор и исполнитель литературно-документальных композиций, актер театра им. Моссовета 195.

Адьясевич Борис Петрович (см. Сведения об авторах) 66, 68.

Александров Анатолий Петрович (см. Сведения об авторах) 48, 55, 77, 83, 174, 176, 202.

Альвен Ханнес (р. 1908 г.), шведский физик и астрофизик, член Шведской академии наук, почетный член многих академий, лауреат Нобелевской премии. Научные труды по электродинамике, физике плазмы, космической физике и астрофизике 124.

Альтшулер Семен Александрович (см. Сведения об авторах) 5, 12, 15, 22, 27, 31, 32, 41, 45, 48, 52, 53, 58, 78, 79, 107, 114, 115, 145, 146, 148, 151, 154, 155, 158, 169, 170, 186, 197, 201, 216, 224, 225.

Андрианов Александр Михайлович (1910–1987), физик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Ленинской премии. Работы по управляемому термоядерному синтезу 100.

Андроникашвили Элевтер Луарсабович (1910–1989), физик-экспериментатор, академик АН ГССР, лауреат Государственных премий. Работы по физике низких температур, физике космических лучей, радиационной физике твердого тела, ядерной физике, биофизике 105.

Андронов Александр Александрович (1901–1952), физик, академик АН СССР, профессор. Труды по теории нелинейных колебаний 164.

Аникеёнок Алексей Авдеевич (1925–1984), художник. Работал в Казани до 1969 г. Затем переехал в Псков. Участник областных, зональных и республиканских художественных выставок. С 1982 г. – член Союза художников. Мастер пейзажа и философско-социального портрета 158, 159, 196.

Антонова Рема Александровна (см. Сведения об авторах) 104.

Аранчук Леонид Ефимович (см. Сведения об авторах) 108.

Арбузов Александр Ерминингельдович (1877–1968), химик-органик, академик АН СССР, лауреат Государственных премий, Герой Социалистического Труда, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР, заслуженный деятель науки и техники ТАССР. В 1929–1960 гг. – директор НИХИ им. А.М. Бутлерова. Основополагающие труды по фосфорорганическим соединениям, по таутометрии, химической технологии, истории химии 31, 45, 54, 102, 212, 217.

Арбузов Борис Александрович (см. Сведения об авторах) 52, 102, 217.

Арденне Манфред фон (р. 1907 г.), немецкий физик, член Академии наук ГДР, лауреат Государственных премий и Национальных премий ГДР. Основные труды по электронной оптике, электронной и ионной физике, электронной микроскопии, медицинской электронике 121.

Аркадьев Владимир Константинович (1884–1953), физик, член-корреспондент АН СССР.

Основные работы относятся к области магнетизма 13, 25, 144, 145, 147, 149, 209, 212, 223.

Арраго Роман Семенович (1883–?), мастер быстрого устного счета 180.

Артеменков Лев Иванович (р. 1926 г.), физик, кандидат физ.-мат. наук. В РНЦ с 1952 г., научный сотрудник. Работы в области физического приборостроения 81.

Арцимович Лев Андреевич (1909–1973), физик, академик АН СССР, лауреат Ленинской и Государственной премий, Герой Социалистического Труда, академик-секретарь Отделения общей физики и астрономии АН СССР (1957–1973). В ИАЭ в 1945–1973 гг. С 1951 г. возглавлял исследования по проблеме управляемого термоядерного синтеза в СССР. Исследовал процессы взаимодействия быстрых электронов с веществом. Работы в области электронной оптики, электромагнитного разделения изотопов 38, 59, 61, 62, 63, 77, 85, 88, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 152, 154, 160, 174, 175, 176, 196, 224.

Аскарьян Гурген Ашотович (см. Сведения об авторах) 91.

Ахиезер Александр Ильич (р. 1911 г.), физик-теоретик, академик АН Украины. Работы по ядерной физике, квантовой электродинамике, физике элементарных частиц, физике плазмы, магнитной гидродинамике, теории твердого тела, магнетизму 86.

Ахматов Александр Павлович (см. Сведения об авторах) 71, 81.

Бабыкин Михаил Васильевич (1932–1990), физик, кандидат физ.-мат. наук, лауреат Государственной премии. В ИАЭ в 1955–1990 гг. Исследования в области мощной импульсной техники, физики плазмы 62, 71, 81, 83, 100, 111, 200.

Бакшаев Григорий Иванович (1902–1959), авиаконструктор 35.

Баранов Владимир Андреевич (1872–1942), астроном, профессор, заведующий кафедрой астрономии и гравиметрических исследований, директор Казанской астрономической обсерватории. Труды по гравиметрии и астрономии (наблюдения малых планет, комет и двойных звезд) 31, 181, 214, 218, 219.

Баранов Сергей Александрович (1910–1982), физик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Ленинской и Государственной премий. В ИАЭ в 1944–1982 гг. Один из создателей прецизионной аналитической и спектрометрической аппаратуры 139.

Барзаковский Валентин Павлович (1906–1979), химик, доктор хим. наук, профессор. Работы по химии силикатов 37.

Бартини Роберт Людовигович (1897–1974), авиаконструктор 33.

Басов Николай Геннадиевич (р. 1922 г.), физик, академик РАН, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Нобелевской премий. Работы в области квантовой радиофизики и ее применений 96.

Батрак Игорь Константинович (р. 1950 г.), физик, кандидат физ.-мат. наук. Работы в области физики плазмы и источников тока 177.

Бах Иоганн Себастьян (1685–1750), немецкий композитор и органист 35.

Белицер Владимир Александрович (р. 1930 г.), биохимик, академик АН Украины. Труды по биохимии 132.

Белов Николай Васильевич (1891–1982), кристаллограф и геохимик, академик АН СССР, лауреат Ленинской и Государственной премий. Герой Социалистического Труда. Труды по теории плотнейшей упаковки атомов в кристаллах, кристаллохимии силикатов 148.

Беляев Спартак Тимофеевич (р. 1923 г.), физик-теоретик, академик РАН. Работы по теории релятивистской плазмы, квантовой теории многих тел, теории ядра 66, 68.

Бергман Ингмар (1918–1989), шведский кинорежиссер и театральный продюсер. 195.

Берия Лаврентий Павлович (1899–1953) 222.

Бетховен Людвиг ван (1770–1827), немецкий композитор, пианист, дирижер 35.

Бирилев Александр Васильевич (1885–?), адвокат 45.

Блини Бребис (р. 1915 г.), английский физик, член Лондонского королевского общества. Исследования в области физики твердого тела, физики низких температур, микроволновой спектроскопии, магнетизма, электронного парамагнитного резонанса 48, 107.

Блинов Петр Иванович (см. Сведения об авторах) 74, 80, 85.

Блох Феликс (1905–1983), американский физик, член Национальной академии наук, лауреат Нобелевской премии, профессор. Работы по физике твердого тела, магнетизму, квантовой электродинамике, сверхпроводимости, ядерной физике 9, 20, 23, 48, 49, 52, 64, 138, 140, 141, 143, 146.

Блохинцев Дмитрий Иванович (1908–1979), физик-теоретик, член-корреспондент АН СССР и АН УССР. Работы по физике твердого тела, физике полупроводников, оптике, акустике, квантовой теории поля, физике элементарных частиц 148.

Блатт Михаил Львович (р. 1909 г.), мастер художественной фотографии 53.

Блюменфельд Лев Александрович (р. 1921 г.), химик, биофизик, доктор хим. наук, профессор. Работы по биофизике, биоэнергетике, ЭПР 128, 130, 133, 134, 135, 155.

Больцман Людвиг (1844–1906), австрийский физик-теоретик, член многих академий наук. Работы по математике, механике, гидродинамике, теории упругости, теории электромагнитного поля, оптике, термодинамике и кинетической теории газов 210, 223.

Большакова Александра 46.

Бор Нильс Хендрик Давид (1885–1962), датский физик-теоретик, один из создателей современной физики, лауреат Нобелевской премии. Труды по теории металлов, теории атомного ядра и ядерных реакций, философии естествознания 18, 26, 131.

Борн Макс (1882–1970), немецкий физик-теоретик, профессор. Работы по динамике кристаллической решетки, термодинамике кристаллов, квантовой теории, кинетической теории конденсированных газов и жидкостей, теории относительности, атомной физике 181.

Боровик-Романов Андрей Станиславович (см. Сведения об авторах) 135, 162.

Брауштейн Александр Евсеевич (1902–1986), биохимик, академик АН СССР и АМН, лауреат Государственной и Ленинской премий. Основные труды по обмену аминокислот и химии ферментов 132.

Бриллюэн Леон (1889–1969), французский физик, член Национальной академии наук США. Основные работы в области квантовой механики, радиофизики, физики твердого тела, кибернетики, философских проблем науки 18, 181.

Будкер Андрей Михайлович (Герш Ицкович) (1918–1977), физик, академик АН СССР, профессор, лауреат Государственной премии. Работы в области физики плазмы 176.

Буланая Людмила Викторовна, математик. В ИАЭ в 1945–1987 гг. 202.

Бутслов Михаил Михайлович (1914–1973), физик, доктор техн. наук, профессор, лауреат Ленинской премии. Работы по созданию электронно-оптических преобразователей (ЭОП) для научных исследований 58, 61, 70.

Вавилов Олег Николаевич (1918–1946), физик. Работы по космическим лучам 36.

Вавилов Сергей Иванович (1891–1951), физик, академик, президент АН СССР (1945–1951), лауреат Государственных премий. Основные работы по физической оптике, люминесценции, философии естествознания, истории науки 138, 164, 221, 225.

Вагнер Рихард (1813–1883), немецкий композитор, дирижер, музыкальный писатель 35.

Валлер Ивар (1898–1988), шведский физик-теоретик, член Шведской академии наук. Работы по физике твердого тела, ядерной физике, квантовой электродинамике. Член Нобелевского комитета (1945–1971) 12, 19, 22, 23, 166, 209, 223.

Валиев Камиль Ахметович (см. Сведения об авторах) 35, 169.

Валитова Фазиля Гарифовна (1908–1973), химик-органик, кандидат хим. наук. Работы по синтезу свободных радикалов 54.

Ван Флек (1889–1980), американский физик-теоретик, член Национальной академии наук, лауреат Нобелевской премии. Работы относятся к квантовой теории атомной структуры, магнетизму, теории валентности, изучению атомных и молекулярных спектров, ферро- и ферримагнитному резонансу. Один из создателей современных представлений о магнетизме вещества 12, 19, 209.

Варбург Отто Генрих (1883–1970), немецкий биофизик, лауреат Нобелевской премии. Труды по фотосинтезу и онкологии 132.

Васильев Михаил Андреевич (1878–1944), филолог, кандидат филол. наук, старший научный сотрудник научной библиотеки КГУ, доцент 216.

Васильев Николай Степанович (1873–?), юрист, главный библиотекарь научной библиотеки Казанского университета 216.

Вейс Пьер Эрнст (1865–1940), французский физик, член Парижской академии наук, профессор. Работы относятся к магнетизму 223.

Векслер Владимир Иосифович (1907–1966), физик, академик АН СССР, лауреат Государственной премии. Исследования в области физики и техники ускорителей, физики высоких энергий, ядерной физики, физики космических лучей 138, 164.

Векслин Носон-Бер Залманович (1897–1942), экономгеограф, профессор, заведующий кафедрой экономической географии КГУ. В 1931–1935 гг. – ректор. В 1935–1937 гг. – заместитель наркома просвещения ТАССР. В 1937 г. был арестован, умер в лагере в 1942 г. Реабилитирован в 1956 г. 205, 212, 213, 214, 215.

Велихов Евгений Павлович (р. 1935 г.), физик-теоретик, академик РАН, лауреат Ленинской и Государственной премий, Герой Социалистического Труда. В РНЦ с 1958 г., с 1988–

директор. Исследования в области физики плазмы и управляемого термоядерного синтеза, квантовой электроники 159.

Винтерберг Фридвардт (р. 1929 г.), американский физик, профессор. Исследования в области ядерной физики 87.

Вишневская Галина Павловна, певица 195.

Власов Анатолий Александрович (1908–1975), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Ленинской премии, профессор. Работы по физике плазмы, оптике, теории кристаллического состояния, теории гравитации, статистической теории множественного рождения частиц. Предложил новое кинетическое уравнение плазмы, учитывающее коллективные взаимодействия между заряженными частицами (уравнение Власова). Развил метод исследования свойств плазмы 122, 125.

Власов Василий Васильевич (р. 1932 г.), научный редактор журнала "Успехи физических наук" 172.

Воеводский Владимир Владимирович (1917–1967), физикохимик, академик АН СССР, лауреат Государственной премии. Труды по теории окисления водорода, теории крекинга 155.

Вознесенский Андрей Андреевич (р. 1933 г.), поэт 195.

Волков Евгений Дмитриевич (р. 1934 г.), физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук, доцент. Работы в области физики плазмы 103.

Волохова Татьяна Ивановна (1911–1989), физик, кандидат физ.-мат. наук. Работы по электронному парамагнитному резонансу 43.

Волькенштейн Михаил Владимирович (р. 1912), физикохимик и биофизик, член-корреспондент РАН, лауреат Государственной премии. Труды по молекулярной спектроскопии, физике молекул и макромолекул, молекулярной биофизике 128.

Воксовский Сергей Васильевич (см. Сведения об авторах) 21, 143, 145, 148.

Вул Бенцион Моисеевич (1903–1985), физик, академик АН СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных и Ленинской премий. Работы по физике диэлектриков и полупроводников 37, 138.

Вышинский Андрей Януарьевич (1883–1954), прокурор СССР, государственный обвинитель на фальсифицированных политических процессах 30-х годов 216.

Гаврин Павел Павлович (см. Сведения об авторах) 82, 97, 111.

Гагаев Борис Михайлович (1897–1975), математик, профессор КГУ, заведующий кафедрой математического анализа (1934–1974). Исследования по проблемам функций вещественного переменного, теории полигармонических функций, по функциональному анализу 31.

Гайтлер Вальтер Генрих (1904–1981), физик-теоретик, член ряда академий наук, профессор. Работы по квантовой теории, квантовой механике, квантовой электродинамике, физике космических лучей, теории ядерных сил, мезонной физике, философии науки 12, 14, 15, 210.

Галанза Петр Николаевич (1893–1982), юрист, доктор юридических наук, профессор, ректор КГУ (1928–1929 гг.) 212.

Галанин Игорь Иванович (р. 1937 г.), художник 195.

Галеев Альберт Абубакирович (р. 1940 г.), физик, академик РАН, лауреат Ленинской премии. Труды по физике плазмы и космической физике 90.

Галкин Александр Александрович (1914–1982), физик-экспериментатор, академик АН УССР. Работы по физике твердого тела и конденсированного состояния вещества, радиоспектроскопии, сверхпроводимости, физике высоких давлений 107.

Галле Иоганн Готфрид (1812–1910), немецкий астроном 146.

Гарифьянов Нургаяз Салихович (1920–1970), доктор физ.-мат. наук, профессор. Труды по радиоспектроскопии 153, 156, 157, 158.

Гаспарян Гоар Микаэловна, певица 195.

Гейзенберг Вернер (1901–1976), немецкий физик-теоретик, профессор, один из создателей квантовой механики, лауреат Нобелевской премии. Работы в области квантовой механики, квантовой электродинамики, релятивистской квантовой теории поля, теории ядра, магнетизма, физики космических лучей, теории элементарных частиц, философии естествознания 131.

Гейликман Борис Товиевич (1914–1977), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, профессор. В ИАЭ в 1946–1977 гг. Исследования в области сверхпроводимости, сверхтекучести, физики твердого тела, ядерной физики 197.

Гельмгольц Герман Людвиг Фердинанд (1821–1894), немецкий естествоиспытатель, член Берлинской академии наук, профессор. Исследования в области электродинамики, оптики, теплоты, акустики, гидродинамики 125.

Гергели Джон (р. 1919 г.), американский биохимик, профессор. Работы в области квантовой химии, ЯМР, физической химии протеинов 133.

Герлах Вальтер (1889–1979), немецкий физик-экспериментатор, член Геттингенской академии наук, профессор. Исследования по атомной и ядерной физике, спектроскопии, квантовой теории, магнетизму, истории физики 12, 18, 68, 131, 146, 149, 209.

Герц Генрих Рудольф (1857–1894), немецкий физик, член-корреспондент Берлинской академии наук. Работы относятся к электродинамике и механике 146, 150.

Гинзбург Виталий Лазаревич (см. Сведения об авторах) 11, 167, 197.

Гинзбург Евгения Семеновна (Соломоновна) (1904–1976), доцент КГУ, журналистка, писательница 212.

Гогоберидзе Димитрий Борисович (р. 1906), физик, кандидат физ.-мат. наук. Работы в области рентгеновской спектроскопии 31.

Гоголь Николай Васильевич (1809–1852), писатель 194.

Гойя Франсиско Хосе де (1746–1828), испанский живописец 198.

Головин Игорь Николаевич (см. Сведения об авторах) 58, 60, 201.

Головко Арсений Григорьевич (1906–1962), военачальник, адмирал 55.

Гольдгаммер Александр Дмитриевич (1899–1941), физик, доктор физ.-мат. наук, профессор КГУ (1922–1932), старший инженер ФТИ им. А.Ф. Иоффе (1932–1933). Работы по электрическим свойствам твердых тел 6, 182, 204, 205, 212, 213.

Гольдгаммер Дмитрий Александрович (1860–1922), физик, профессор Казанского университета. В 1916–1917 гг. – ректор. Работы посвящены оптике, магнетизму, метеорологии. Многое сделал для пополнения физического кабинета Казанского университета ценными приборами. В течение трех лет (1899–1902) он занимался установкой электрического освещения в главном здании университета и в Старых клиниках г. Казани 29, 32, 46, 212.

Гортер Корнелис Якоб (1907–1980), нидерландский физик, член Нидерландской академии наук, с 1960 г. ее президент. Директор Лаборатории им. Г. Камерлинг-Оннеса. Работы по физике твердого тела, физике низких температур, сверхпроводимости, магнетизму 8, 12, 14, 15, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 75, 107, 114, 115, 141, 144, 145, 155, 156, 170, 186, 209, 210, 223, 224, 225.

Гоцци Карло (1720–1806), итальянский драматург 179.

Гращенков Николай Иванович (1901–1965), невролог, член-корреспондент АН СССР, академик АМН и АН БССР 134.

Григорьев Евгений Иванович (1876–1950), математик, доктор математических наук, доктор honoris causa, профессор, заслуженный деятель науки ТАССР. Работы по теории чисел и элементарной математике 31, 179, 180, 181.

Гриффитс Джеймс Говард Игл (1908–1981), английский физик, профессор. Работы по радиоспектроскопии 37, 141, 145.

Громов Сергей Кириллович (р. 1952 г.), физик. Начальник лаборатории НПО "Энергия". Работы по информатике 163.

Грошев Леонид Васильевич (1907–1975), физик, доктор физ.-мат. наук, профессор, иностранный член Датской академии наук, лауреат Государственной премии. В ИАЭ в 1951–1975 гг. Работы в области физики атомного ядра, ядерной спектроскопии 81, 181.

Гурвич Александр Гаврилович (1874–1954), биолог, доктор биологических наук, лауреат Государственной премии. Труды по цитологии, эмбриологии, биофизике, теоретической биологии 130, 134.

Гуревич Исай Исидорович (см. Сведения об авторах) 64, 68.

Дарвин Чарльз Роберт (1809–1882), английский естествоиспытатель 35.

Даутов Рифгат Ахметзянович (см. Сведения об авторах) 45, 48.

Дебай Петер Йозеф Вильгельм (1884–1966), физик и химик, лауреат Нобелевской премии. Работы в области квантовой теории твердых тел, теории теплопроводности кристаллов, теории строения молекул, квантовой теории атома 18, 181.

Девятков Николай Дмитриевич (р. 1907 г.), физик, академик АН, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премий. Основные труды в области разработки газоразрядных и СВЧ-приборов 153.

Демидов Борис Алексеевич (см. Сведения об авторах) 95, 110.

Джеффрис Кэрсон Даннинг (р. 1922 г.), американский физик, член Национальной академии наук, профессор. Область исследований – ядерный магматизм 155, 170.

Дингль Герберт (1890–1978), английский физик. Работы по теории относительности, астрофизике 141.

Дирак Поль Адриен Морис (1902–1984), физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии, профессор. Работы относятся к квантовой механике, квантовой электродинамике, квантовой теории поля, теории элементарных частиц, теории гравитации 125, 181.
Дорфман Яков Григорьевич (1898–1974), физик, доктор физ.-мат. наук, профессор. Исследования в области физики твердого тела, магнетизма, истории физики 13, 25, 26, 27, 138, 139, 141, 145, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 210, 211.
Достоевский Федор Михайлович (1821–1881), писатель 194.
Дубяго Александр Дмитриевич (1903–1959), астроном, профессор Казанского университета. Исследовал движение комет, вопросы об их структуре и распаде, автор монографии по определению орбит малых тел Солнечной системы, а также ряда работ по геодезии, гравиметрии, истории астрономии 31.
Дунская Ирина Михайловна, кандидат физ.-мат. наук. Работы по истории естествознания 209, 212.
Дюков Иван Александрович (1888–1961), астроном, профессор КГУ, заслуженный деятель науки РСФСР и ТАССР. Работы по астрономии, в частности наблюдения за малыми планетами 31, 218, 219.
Дю Пре Фриц Карел (р. 1912), американский физик-экспериментатор. Область исследований – микроволновая физика 12, 19, 209, 224.
Дяткина Мирра Ефимовна (1915–1972), химик, доктор химических наук, профессор. Работы по квантовой химии 133.

Евтушенко Евгений Александрович (р. 1933 г.), поэт 195, 196.
Елисеев Георгий Алексеевич (р. 1927 г.), физик, кандидат физ.-мат. наук. Область научных интересов – физика плазмы 177.
Ельяшевич Михаил Александрович (р. 1908 г.), физик, академик АН республики Беларусь, лауреат Государственных и Ленинской премий. Исследования в области теоретической спектроскопии, физики низкотемпературной плазмы, теории строения вещества, истории квантовой физики 165.

Жиганова Валентина Георгиевна, медицинская сестра 208.
Жилин Николай Петрович (1893–1989), юрист и музыкант 203.
Жилина Людмила Петровна (1887–1978), педагог 203.
Житников Рэм Анатольевич (р. 1925 г.), физик, доктор физ.-мат. наук, профессор. Область научных исследований – электронный парамагнитный резонанс 158.
Жолио-Кюри Фредерик (1900–1958), французский физик, член Парижской академии наук, член многих академий наук, лауреат Нобелевской премии. Работы по ядерной физике, ядерной химии, ядерной технике 220.
Жуков Василий Александрович (р. 1928 г.), физик, доктор физ.-мат. наук. Область научных исследований – физика промежуточных энергий 67.
Жуков Виктор Викторович (1914–1989), физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук, профессор, лауреат Государственной премии. В ИАЭ в 1945–1988 гг. Работы по физике плазмы 192.
Жукова Наталия Ивановна (1917–1982), пианистка. Жена В.В. Жукова 192.

Заболоцкий Николай Алексеевич (1903–1958), поэт 160.
Завойская Елизавета Николаевна (1880–1934), мать Е.К. Завойского. Родилась в семье П.Г. и Н.А. Егорушиных–Калашниковых в селе Горенки Симбирской губернии. Рано лишилась отца и воспитывалась у своего дяди В.А. Калашникова. В 1899 г. вышла замуж за К.И. Завойского. В годы первой мировой войны работала сестрой милосердия в одном из госпиталей Казани 179, 195, 203, 204.
Завойская Людмила Андреевна (1901–1984), жена Б.К. Завойского. Незаконно репрессирована 15 февраля 1938 г. Отбывала срок в Карлаге в 1938–1946 гг. 185.
Завойская Наталия Евгеньевна (см. Сведения об авторах) 179, 188.
Завойская Элеонора Евгеньевна (1934–1936), дочь Е.К. и В.К. Завойских 188, 203.
Завойский Александр Иванович (1871–?), ветеринарный врач 204.
Завойский Александр Николаевич (1805–1877), прадед Е.К. Завойского. Фамилию свою получил в Вятской духовной семинарии. Сын иерея села Лапугинского Вятской губернии Николая Захаровича Курочкина (1773–1833). Наставник в приходском училище, депутат по следственным делам Нолинского уезда. Жена его – Мария Кузьминична 203.
Завойский Борис Константинович (1902–1937), брат Е.К. Завойского, инженер. Незаконно репрессирован 5 ноября 1937 г. в Киеве и 26 декабря 1937 г. расстрелян 185, 196.

Завойский Иван Александрович (1842–1898), становой пристав Вятского уезда, дед Е.К. Завойского 203–204.
Завойский Константин Иванович (1873–1919), отец Е.К. Завойского. Родился в г. Малмыж Вятской губернии. После окончания Вятской гимназии в 1893 г. поступил в Императорскую Военно-медицинскую академию, окончил курс в 1898 г. со званием лекаря и был назначен младшим врачом 150-го пехотного Таманского полка; 1900–1904 гг. – на медицинской службе в Гирине (Маньчжурия); 1904–1908 гг. – врач 73-го Крымского пехотного полка; 1906 г. – действительный член Императорского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. С 1908 г. – младший врач Казанского порохового завода. В 1914 г. получил степень доктора медицины. Главный врач 438-го полевого подвижного госпиталя в 1914–1916 гг. Автор 16 публикаций по медицине, среди них: "Медицина и врачи в Маньчжурии", "Холера в Гиринс", "Путь по Амуру", "Завод азотной кислоты в санитарно-гигиеническом отношении", "Праздник Яо-вана в Маньчжурии" 179, 203, 204.
Завойский Николай Иванович (1888–1952), врач 204.
Загородников Станислав Павлович (см. Сведения об авторах) 67.
Зарецкий Давид Фишерович (р. 1926 г.), физик-теоретик, кандидат физ.-мат. наук. Работы в области ядерной физики 126.
Зарипов Максуд Мухамедзянович (р. 1929 г.), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, профессор, лауреат Государственной премии. Работы в области электронного парамагнитного резонанса 156.
Зарипов Махмут Мубаракшиевич (см. Сведения об авторах) 27, 137.
Зверев Анатолий Тимофеевич (1931–1986), живописец 77, 196.
Зверев Митрофан Степанович (р. 1903 г.), астроном, астрофизик, член-корреспондент РАН. Труды по астрометрии, службе времени 148.
Зееман Питер (1865–1943), нидерландский физик, член Нидерландской академии наук, лауреат Нобелевской премии. Работы в области оптики, магнитооптики, атомной спектроскопии 18, 131, 146.
Зейлигер Дмитрий Николаевич (1864–1936), механик, доктор прикладной математики, профессор КГУ, заслуженный деятель науки РСФСР. Работы в области теоретической механики, линейчатой геометрии 180, 217.
Зеленков Анатолий Георгиевич (1929–1990), физик, доктор физ.-мат. наук 177.
Зельдович Яков Борисович (1914–1987), физик, академик, трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий. Работы по химической физике, теории горения, физике ударных волн и детонации, физической химии, физике ядра и элементарных частиц, астрофизике и космологии 57, 92, 93, 127.

Иванов Андрей Акимович (р. 1939 г.), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, профессор. В РНЦ с 1964 г. Работы в области теории плазмы 71.
Иванов Денис Петрович (р. 1930 г.), физик, кандидат физ.-мат. наук. В РНЦ в 1953 г. Область научных интересов – физика плазмы 100.
Ильинский Игорь Владимирович (1901–1987), актер Малого театра, режиссер 194.
Иоффе Абрам Федорович (1880–1960), физик, академик, вице-президент АН СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной и Ленинской премий. Основные исследования в области физики твердого тела 45, 56, 143, 148, 152, 181, 213, 220, 224.
Ишмаев Фарит Мансурович (см. Сведения об авторах) 39.
Ищенко Тимофей Семенович (1903–1938), историк, заведующий кафедрой диамата КГУ 216, 217.

Кадомцев Борис Борисович (р. 1928 г.), физик, академик РАН, лауреат Государственной премии. В РНЦ с 1956 г. Область научных интересов – физика плазмы, проблемы управляемого термоядерного синтеза, магнитной гидродинамики 59, 90.
Казимир Хендрик Бругт Герхард (р. 1909 г.), нидерландский физик, член Нидерландской академии наук, ее президент, член ряда академий наук, президент Европейского физического общества. Работы по квантовой механике, ядерной физике, физике низких температур, сверхпроводимости, термодинамике, магнетизму, прикладной математике 12, 19, 209, 224.
Калагуров Николай Евдокимович (1896–?), механик в механических мастерских Казанского университета в 1934–1941 гг. 218.
Калашников Василий Андреевич (1855–1935), подполковник, воспитатель Е.Н. Завойской 204.

Калинин Юрий Григорьевич (р. 1940 г.), физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук. В РНЦ с 1966 г., научный сотрудник. Область научных интересов – физика плазмы, электроника 87.

Калмансон Александр Эммануилович (см. Сведения об авторах) 127.

Калугин Михаил Степанович (1893–?), главный бухгалтер КГУ в 30-е годы 221.

Камай Гильм Хайревич (1901–1970), химик, доктор химических наук, профессор, лауреат Государственной премии, заслуженный деятель науки и техники РСФСР и ТАССР. В 1935–1937 гг. – ректор КГУ. Работы по фосфорорганическим и мышьякорганическим соединениям 215.

Кандинский Василий Васильевич (1866–1944), живописец и график. Один из основоположников абстрактного искусства. Эмигрировал в 1921 г. 159.

Капица Петр Леонидович (1894–1984), физик, академик АН СССР, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной и Нобелевской премий, профессор, член многих зарубежных академий наук. Работы посвящены ядерной физике, физике и технике сверхсильных магнитных полей, физике и технике низких температур, электронике больших мощностей, физике высокотемпературной плазмы 15, 22, 36, 38, 45, 58, 77, 89, 120, 121, 135, 136, 137, 138, 139, 148, 152, 161, 162, 163, 166, 196, 201, 206, 207, 211, 224, 225, 226.

Карчевский Александр Иванович (р. 1931 г.), доктор физ.-мат. наук. В РНЦ с 1957 г. Работы в области физики плазмы 71, 93, 99, 100.

Касона Алехандро (1903–1965), испанский драматург 194, 207.

Кастлер Альфред (см. Сведения об авторах) 18, 49, 155, 170.

Катаев Александр Павлович (1860–?), родственник К.И. Завойского. Был женат на его сестре, Софье Ивановне Завойской 195.

Кафтанов Сергей Васильевич (1905–1978), министр высшего образования (1946–1951) 216.

Кейлин Дэвид (1887–1963), член Лондонского королевского общества, биолог, профессор. Труды в области биохимии 132.

Кельвин Уильям (Томсон) (1824–1907), английский физик, один из основоположников термодинамики. Работы по гидродинамике, электромагнетизму, упругости, термодинамике, математике, технике 125.

Кикоин Исаак Кушелевич (1908–1984), физик, академик АН СССР, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премий, профессор. В ИАЭ в 1944–1984 гг. Работы по физике твердого тела, атомной и ядерной физике, ядерной технике 58, 77, 87, 93, 99, 137, 143.

Киселев Олег Николаевич (1912–1978), океанолог, кандидат геогр. наук, заведующий лабораторией техники подводных исследований Полярного научно-исследовательского и проектного института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, один из инициаторов создания исследовательских глубоководных аппаратов в СССР. Выпускник КГУ, слушал лекции Е.К. Завойского 197.

Клаузиус Рудольф Юлиус Эмануэль (1822–1888), немецкий физик-теоретик. Работы в области молекулярной физики, термодинамики, теории паровых машин, теоретической механики, математической физики 125.

Клюкин Ефим Афанасьевич (1896–1968), учитель физики и математики в школе № 1 2-й ступени в г. Слободском 203.

Кован Игорь Анатольевич (р. 1931 г.), физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук. В РНЦ с 1955 г. Область научных исследований – ВЧ-нагрев плазмы на токамаках 81, 85, 177.

Козоровицкий Леонид Леонидович (р. 1933 г.), кандидат физ.-мат. наук. Работы в области физики плазмы 177.

Козырев Борис Михайлович (см. Сведения об авторах) 7, 12, 22, 27, 32, 41, 48, 52, 53, 58, 78, 79, 145, 146, 148, 151, 153, 154, 155, 158, 196, 197, 201, 202, 224.

Койдан Василий Семенович (р. 1939 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук. Область научных интересов – физика плазмы и управляемый термоядерный синтез, турбулентная плазма, взаимодействие пучков заряженных частиц с плазмой, мощные электронные и ионные пучки 113.

Колб Аллан (р. 1930 г.), президент корпорации Максвелловской лаборатории в Сан-Диего (США).

Коммонер Барри (р. 1917 г.), американский биолог. Труды по физиологии растений 129, 130.

Кондорский Евгений Иванович, физик, доктор физ.-мат. наук, профессор МГУ. Работы по ферромагнетизму 138.

Конторова Татьяна Абрамовна (1911–1977), доктор физ.-мат. наук. Работы по теоретической физике 37.
Копвиллем Уно Херманович (см. Сведения об авторах) 47.
Копелев Лев Зиновьевич (р. 1912 г.), писатель, германист 202.
Копейкина Людмила Ивановна (см. Сведения об авторах) 169, 171.
Кораблев Лев Владимирович (р. 1932 г.), физик. В ИАЭ в 1955–1967 гг. Работы по теории плазмы 74, 81.
Корепанов Виктор Данилович (р. 1928 г.), физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук. Основные направления научной деятельности – аппаратура ЯМР и поляризационное эхо в пьезоэлектриках 48, 50.
Коржавин Наум Моисеевич (р. 1925 г.), поэт. В 1947 г. был незаконно репрессирован. Амнистирован в 1954 г. В 1956 г. реабилитирован. В 1974 г. эмигрировал. В настоящее время живет в США 195.
Коротков Слава Федорович (см. Сведения об авторах) 102.
Косинов Антон Тимофеевич (р. 1913 г.), сотрудник ИАЭ 198.
Кравченко, генерал, 239.
Крат Владимир Алексеевич (1911–1983), астроном, член-корреспондент АН СССР. Работы по переменным звездам, космогонии и физике Солнца. Один из создателей баллонной астрономии 31.
Крониг Ральф (р. 1904 г.), нидерландский физик-теоретик, член Нидерландской академии наук. Работы относятся к спектроскопии, теории молекулярных структур, теории валентности, квантовой механике, ядерной физике, физике твердого тела 12, 209.
Кругляков Эдуард Павлович (р. 1934 г.), физик-экспериментатор, член-корреспондент РАН, заместитель директора Института ядерной физики (Новосибирск). Область научных интересов – физика и диагностика плазмы 113.
Куйбышев Валериан Владимирович (1888–1935), государственный и партийный деятель 213.
Куйбышев Николай Владимирович (1893–1938), брат В.В. Куйбышева 213.
Кулаков Михаил Александрович (р. 1933 г.), художник 195.
Куртмуллаев Рустем Халилович (р. 1932 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук, профессор. Работы по бесстолкновительным ударным волнам и системам "компактный тор" 113.
Курчатов Игорь Васильевич (1903–1960), физик, академик АН СССР, трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных и Ленинской премий, организатор и руководитель работ по атомной науке и технике в СССР, основатель и первый директор Института атомной энергии. Труды по физике диэлектриков, физике атомного ядра 24, 55, 57, 58, 61, 62, 64, 65, 75, 81, 82, 85, 86, 88, 160, 173, 192, 221, 222, 226.
Кюри Пьер (1859–1906), французский физик, член Парижской академии наук, лауреат Нобелевской премии. Исследования посвящены физике кристаллов, магнетизму, радиоактивности 18, 223.

Лаврентьев Олег Александрович (р. 1926 г.), физик, кандидат физ.-мат. наук. Работы в области термоядерного синтеза и физики плазмы 175.
Лазарев Петр Петрович (1878–1942), физик, биофизик, академик. Работы посвящены физике, физической химии, геофизике, биофизике 181.
Лазарева Любовь Ефремовна, физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук. Работы в области физики космических лучей 197.
Лазуркин Юрий Семенович (р. 1916 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук. В ИАЭ в 1955–1975 гг. Труды в области высокомолекулярных соединений 56.
Ландау Лев Давидович (1908–1968), физик-теоретик, академик АН СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных и Ленинской премий, профессор, член многих зарубежных академий наук. Работы по квантовой механике, физике твердого 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 122, 125, 145, 181, 211, 223, 224.
Ландсберг Григорий Самуилович (1890–1957), физик, академик АН СССР, профессор. Работы по физической оптике, молекулярной физике, прикладной спектроскопии 46, 138, 150, 164, 181, 215, 223, 224.
Ланжевен Поль (1872–1946), французский физик, член Парижской академии наук, профессор. Работы по ионизации газов, квантовой теории, теории относительности, ультраакустике, магнетизму 18, 223.

Лаптев Борис Лукич (1905–1989), математик, доктор физ.-мат. наук, профессор КГУ, заслуженный деятель науки РСФСР и ТАССР, лауреат премии им. П.Л. Чебышева АН СССР, директор НИИ математики и механики (1961–1980). Труды в области дифференциальной геометрии, обобщенных пространств и их приложений, общей теории пространств, опорных элементов. Автор исследований по истории отечественной математики, истории КГУ 197.

Лармор Джозеф (1857–1942), английский физик-теоретик и математик, член Лондонского королевского общества. Работы по электродинамике движущихся тел, термодинамике, магнетизму, изучению структуры атома 211.

Лебедев Петр Николаевич (1866–1912), физик-экспериментатор, создатель первой русской научной школы физиков. Работы в области магнетизма, электромагнитных волн 150, 223.

Леверье Урбан Жан Жозеф (1811–1877), французский астроном 146, 148, 150.

Лемпорт Владимир Сергеевич (р. 1922), скульптор 77, 195.

Ленард Филипп Эдуард Антон (1862–1947), немецкий физик, член Берлинской академии наук, профессор, лауреат Нобелевской премии. Работы в области оптики, атомной и молекулярной физики 125.

Ленгмюр Ирвинг (1881–1957), американский физик и химик, член Национальной академии наук, лауреат Нобелевской премии. Работы по изучению разрядов в газах, физике плазмы, электронике, атомной физике 123.

Леонович Александр Анатольевич (р. 1951 г.), физик. Заместитель главного редактора журнала "Знание–сила" 163.

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 59, 62, 83, 87—90, 99, 175, 176, 200, 222.

Лепешинская Ольга Борисовна (1871–1963), биолог, академик АМН СССР. Ее работы о неклеточной структуре живого вещества были отвергнуты, как антинаучные 201.

Лермонтов Михаил Юрьевич (1814–1841), поэт 193.

Лёше Артур (р. 1921 г.), немецкий физик, член АН ГДР, профессор, лауреат Государственной премии ГДР, член академии "Леопольдина". Работы в области В4-спектроскопии и физики жидкого состояния 155.

Ливанов Николай Александрович (1876–1974), биолог, профессор КГУ, заслуженный деятель науки РСФСР 217, 220.

Лин Дмитрий Николаевич (см. Сведения об авторах) 84.

Линник Владимир Павлович (1889–1984), физик, академик АН СССР, лауреат Государственной премии, Герой Социалистического Труда. Труды в области оптики 148.

Лифшиц Евгений Михайлович (1915–1985), физик-теоретик, академик АН СССР, лауреат Государственной и Ленинской премий. Работы в области физики твердого тела, теории гравитации, космологии 223, 224.

Лифшиц Илья Михайлович (1917–1982), физик-теоретик, академик АН СССР и АН УССР, профессор. Работы по физике твердого тела 128.

Лихтенберг Георг Кристоф (1742–1799), немецкий физик, писатель-сатирик, литературный, театральный и художественный критик. Почетный член Петербургской академии наук. Исследования в области электричества и магнетизма 204.

Лобачевский Николай Иванович (1792–1856), математик, создатель неевклидовой геометрии. В 1827–1847 гг. – ректор Казанского университета. Труды по геометрии, алгебре, математическому анализу, теории вероятностей, механике, физике и астрономии 31, 47, 180, 213.

Ломоносов Михаил Васильевич (1711–1759), ученый-естествоиспытатель, академик, поэт, историк, художник 134.

Лондон Фриц (1900–1954), физик-теоретик, профессор. Работы по спектроскопии, квантовой механике, физике низких температур, теории сверхпроводимости и сверхтекучести в жидком гелии 8.

Лопухина Евдокия Федоровна (1669–1731), первая жена Петра I 198.

Лоренц Хендрик Антон (1853–1928), нидерландский физик-теоретик, член Нидерландской академии наук, лауреат Нобелевской премии. Работы в области электродинамики, термодинамики, статистической механики, оптики, теории излучения, теории металлов, атомной физики 146.

Лукьянов Степан Юрьевич (р. 1912 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук, профессор. В РНЦ в 1948 г. Область научных интересов – электромагнитный метод разделения изотопов, физика плазмы 174, 224.
Лысенко Трофим Денисович (1898–1976), биолог, академик АН СССР. Нанес большой ущерб развитию отечественной генетики и биологии в целом 201.

Майорана Этторе (1906–1938), итальянский физик-теоретик, профессор. Работы по атомной, молекулярной и ядерной физике 210, 223.
Макаров Николай Петрович (1905–1976), геодезист, кандидат физ.-мат. наук, доцент КГУ. Работы в области геодезии и гравиметрии 219.
Макарова Таисия Семеновна, геодезист 219.
Максвелл Джеймс Клерк (1831–1879), английский физик, член Эдинбургского и Лондонского королевских обществ, профессор. Работы по электродинамике, молекулярной физике, общей статистике, оптике, механике, теории упругости 146, 148, 150.
Малевич Казимир Северинович (1878–1935), художник 66.
Малков Михаил Петрович (р. 1909 г.), физик, доктор технических наук. Работы по технике низких температур и разделению газов 162.
Мандельштам Леонид Исаакович (1879–1944), физик, академик АН СССР, лауреат Государственной премии. Работы относятся к оптике, радиофизике, теории нелинейных колебаний, квантовой механике, истории и методологии физики, 150, 164, 181.
Мантуров – школьный учитель математики в г. Казани, который готовил Е.К. Завойского к поступлению в КГУ 180, 203.
Марков Моисей Александрович (см. Сведения об авторах) 165, 167, 197.
Мартынов Дмитрий Яковлевич (1906–1989), астроном, доктор физ.-мат. наук, заслуженный деятель ТАССР, профессор, директор Астрономической обсерватории им. В.П. Энгельгардта. Работы посвящены исследованию переменных звезд 31.
Матисон Мирон Григорьевич (1897– ?), доктор физики, польский физик-теоретик, профессор. Работал в КГУ в 1936–1937 гг., заведующий кафедрой теоретической физики. Работы по физике атомного ядра 31.
Маяковский Владимир Владимирович (1893–1930), поэт 182.
Мельников Павел Иванович (Андрей Печерский) (1818–1883), писатель 206.
Мёссбауэр Рудольф Людвиг (р. 1929 г.), физик, член Баварской академии наук и ряда академий, лауреат Нобелевской премии, профессор. Труды по ядерной физике, физике твердого тела 96.
Мигдал Аркадий Бейнусович (1911–1991), физик-теоретик, академик АН СССР, профессор. В ИАЭ в 1945–1971 гг. Область научных исследований – квантовая теория поля, физика атомного ядра и элементарных частиц 160.
Мирнов Сергей Васильевич (см. Сведения об авторах) 96.
Миропольский Леонид Михайлович (1896–1965), геолог, доктор геол.-минер. наук, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР и ТАССР. Труды по минералогии, петрографии и геохимии 139.
Мирославский Александр Николаевич (1880–1958), медик, профессор КГУ, ректор в 1928 г. 212, 218.
Михаэлис Леонор (1875–1949), немецкий физик, биохимик, профессор. Труды по физической химии в приложении к медицине и биологии 132.
Молотов Вячеслав Михайлович (1890–1986), государственный и партийный деятель 221.
Морохов Игорь Дмитриевич (р. 1908 г.), заместитель министра среднего машиностроения 83.
Мостовой Владимир Иосифович (р. 1919), физик, академик РАН, Герой Советского Союза. Работы по нейтронной физике и физике ядерных реакторов 176.
Муштари Хамид Музафарович (1900–1981), механик, доктор физ.-мат. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР и ТАССР. Возглавлял Казанский физико-технический институт КФ АН в 1946–1972 гг. Труды в области нелинейной механики оболочек и пластин 154.
Мюллер К. Алекс (р. 1927), швейцарский физик, лауреат Нобелевской премии. Работы в области физики твердого тела и сверхпроводимости 155.

Нагибаров Вилен Романович (1935–1979), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук. Область научных исследований – динамика оптических систем 50.
Наумов Алексей Александрович (1916–1985), физик, член-корреспондент АН СССР, лауреат Государственной и Ленинской премий. Исследования в области ускорительной техники 194.

Недосеев Сергей Леонидович (р. 1937 г.), физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук, доцент. В РНЦ с 1965 г. Область научных интересов – физика плазмы 100, 108.
Неизвестный Эрнст Иосифович (р. 1925 г.), скульптор. Эмигрировал в 1976 г. 159, 160, 195.
Некрасов Николай Алексеевич (1821–1878), поэт 194.
Неменов Леонид Михайлович (1905–1970), физик-экспериментатор, академик АН КазССР, лауреат Государственной премии, профессор. В ИАЭ в 1943–1962 гг. Работы в области физики диэлектриков и полупроводников, ускорительной техники 55.
Немировский Павел Эммануилович (см. Сведения об авторах) 67.
Непримеров Николай Николаевич (см. Сведения об авторах) 46.
Несмелов Андрей Викторович (1906–1951), физик-теоретик, кандидат физ.-мат. наук, доцент КГУ. Работы по кинетической теории газов 181, 184, 213.
Нестеров Михаил Васильевич (1862–1942), живописец 98.
Нечаева Любовь Петровна (ок. 1900–1983), педагог школы № 3 г. Казани 191.
Нигматуллин Рашид Шакирович (см. Сведения об авторах) 40.
Низами Ганджеви Абу Махаммед Ибн Юсуф (ок. 1141 – ок. 1209), азербайджанский поэт и мыслитель 33.
Никифоров Анатолий Яковлевич (р. 1902 г.), физик, кандидат физ.-мат. наук, доцент КГУ. Работы по физике газового разряда 31.
Николаев Леонид Степанович (1908–1975), радиотехник, ассистент кафедры общей физики КГУ в 1933–1937 гг. 215, 218.
Никоноров Константин Васильевич (р. 1913 г.), химик-органик, кандидат химических наук. Область научных исследований – лекарственные препараты 139.
Никсон Ричард (р. 1913 г.), президент США в 1969–1974 гг. 206.
Новаковская Татьяна Николаевна (р. 1914 г.), жена Б.М. Козырева 202.
Нудельман Александр Эммануилович, авиационный конструктор 135.
Нужин Михаил Тихонович (1914–1983), механик, доктор физ.-мат. наук, профессор КГУ, ректор (1954–1979). Один из создателей теории обратных краевых задач 139.
Ньютон Исаак (1643–1727), английский математик, механик, астроном и физик 35, 89.

Обреимов Иван Васильевич (1894–1981), физик-экспериментатор, академик АН СССР, лауреат Государственной премии. Работы относятся к физике кристаллов, молекулярной спектроскопии, оптике 31.
Омар Хайям (ок. 1048 – ок. 1122), персидский и таджикский поэт, математик и философ 33.
Осокина Раиса Петрова, адвокат, 177, 178.
Оствальд Вильгельм Фридрих (1853–1932), немецкий физикохимик, лауреат Нобелевской премии. Труды по теории растворов и электролитов, химической кинетике 125.
Островский Александр Николаевич (1823–1886), драматург 194.
Остроумов Георгий Андреевич (1898–1985), физик, доктор физ.-мат. наук, профессор. Работы в области акустики 21, 182.

Павлов Иван Петрович (1849–1936), физиолог 35.
Панфилова Вера Ивановна (см. Сведения об авторах) 173.
Папанин Иван Дмитриевич (1894–1986), полярный исследователь, доктор геогр. наук, контр-адмирал 56.
Парфентьев Николай Николаевич (1877–1943), математик, магистр чистой математики, профессор КГУ, Герой социалистического строительства ТАССР, заслуженный деятель науки и техники. Работы в области теории функций и математического анализа 31, 180, 181, 213, 217.
Патрушев Борис Иванович (р. 1931 г.), физик, кандидат физ.-мат. наук. В РНЦ с 1955 г. Область научных исследований – управляемый термоядерный синтез с использованием ВЧ-техники, плазмохимия в ВЧ-разрядах 81, 85.
Паули Вольфганг (1900–1958), физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии, один из создателей квантовой механики и релятивистской квантовой теории поля. Труды по теории относительности, магнетизму, мезонной теории ядерных сил 131.
Пахомов Петр Васильевич (р. 1902 г.), военнослужащий 199.
Пекар Соломон Исаакович (1917–1985), физик-теоретик, академик АН УССР, лауреат Государственной премии УССР, профессор. Работы по теории твердого тела 107.
Пергамент Михаил Иосифович (р. 1931 г.), физик, доктор физ.-мат. наук. Работы по лазерному термоядерному синтезу 70.
Перселл Эдвард Милс (р. 1912 г.), американский физик, член Национальной академии наук, профессор. Работы в области радиоспектроскопии, ядерного магнетизма, атомной,

молекулярной и ядерной физики, радиоастрономии, биофизики, астрофизики 9, 20, 23, 52, 64, 138, 140, 141, 143, 146.

Персидский Константин Петрович (1903–1970), математик, академик АН КазССР. В КГУ до 1940 г. Работы в области основных теорем теории вероятностей, теории устройчивости, конечных и бесконечных систем дифференциальных уравнений 31.

Петров Георгий Иванович (1912–1987), механик, академик АН СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных премий. Труды по прикладной газовой динамике и космической аэродинамике 177.

Пец Борис Дмитриевич (см. Сведения об авторах) 43, 44.

Пискарев Евгений Владимирович (р. 1927 г.), физик. В ИАЭ в 1954–1975 гг. Область научных интересов – физика высоких энергий, ядерная физика, науковедение 85.

Планк Макс Карл Эрнст Людвиг (1858–1947), немецкий физик-теоретик, основоположник квантовой теории, член Берлинской академии наук, профессор, лауреат Нобелевской премии. Работы в области термодинамики, теории теплового излучения, теории относительности, квантовой теории, истории и методологии физики, философии науки 124, 131.

Плахов Алексей Георгиевич (1912–1991), физик, кандидат физ.-мат. наук. В ИАЭ в 1951–1977 гг. Работы в области физики плазмы 67.

Подгорный Игорь Максимович (см. Сведения об авторах) 174.

Покровская Лидия Моисеевна (см. Сведения об авторах) 42.

Полинг Лайнус Карл (р. 1901), американский физик и химик, лауреат Нобелевской премии по химии и Нобелевской премии Мира, Международной Ленинской премии 131.

Полунин Юрий Павлович (р. 1921 г.), физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук. В РНЦ с 1952 г. Область научных интересов – поляризационные явления в ядерных реакциях, ядерные реакции при высоких энергиях 66, 68.

Поль Роберт Вихард (1884–1976), немецкий физик-экспериментатор, член Геттингенской академии наук, профессор. Работы в области физики твердого тела, физики полупроводников 181.

Поляков, полковник КГБ 177.

Попов Леонид Вениаминович (1911–1954), физик, кандидат физ.-мат. наук, доцент КГУ. Работы по оптической спектроскопии 102.

Порфирьев Николай Иванович (1863–1930), математик, профессор КГУ. Работы в области комплексных чисел и кватернионов, теории вероятности, теории функций комплексного переменного 180, 181, 217.

Пригожин Илья (р. 1917 г.), бельгийский физик и физикохимик, лауреат Нобелевской премии, один из основоположников термодинамики неравновесных процессов 128.

Прохоров Александр Михайлович (р. 1916 г.), физик, академик РАН, лауреат Государственной, Ленинской и Нобелевской премий, профессор. Исследования в области квантовой электроники и ее применений, радиофизики, физики ускорителей, радиоспектроскопии, лазерного термоядерного синтеза, нелинейной оптики, физики твердого тела 78, 96, 155.

Пуанкаре Анри (1854–1912), французский математик, физик, астроном и философ, член Парижской академии наук. Исследования по теории относительности, термодинамике, электричеству, оптике, теории упругости, молекулярной физике 149.

Пушкин Александр Сергеевич (1799–1837), поэт 193.

Раби Исидор Айзек (1898–1988), американский физик, лауреат Нобелевской премии, профессор. Работы по магнетизму, ядерной физике, спектроскопии молекулярных пучков, квантовой механике 7, 12, 19, 20, 23, 48, 114, 147, 209, 210, 211, 223.

Рабинович Матвей Самсонович (1919–1982), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Ленинской премии. Специалист по синхротронам 93.

Разумов Михаил Осипович (1894–1937), советский и партийный деятель. В 1928–1933 г. – первый секретарь Татарского обкома ВКП(б) 205.

Разумова Ксения Александровна, физик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Госу-дарственной премии. Исследования в области физики плазмы 100.

Раман Чандрасекхара Венката (1888–1970), индийский физик, член Индийской академии наук, лауреат Нобелевской премии. Работы по оптике, акустике, молекулярной физике, физике кристаллов, магнетизму 150.

Регель Вадим Робертович (р. 1917 г.), физик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственной премии, профессор. Работы в области магнетизма и физики твердого тела 55, 56.

Резерфорд Эрнст (1871–1937), английский физик, основоположник ядерной физики, член

Лондонского королевского общества и его президент, профессор, лауреат Нобелевской премии. Исследования по радиоактивности, атомной и ядерной физике 125, 131.

Реклю Жан Жак Элизе (1830–1905), французский географ, социолог 33.

Розов Виктор Сергеевич (р. 1913 г.), драматург 194.

Рокоссовский Константин Константинович (1896–1968), маршал 176.

Романов Игорь Михайлович (1915–1987), физик, доктор техн. наук, профессор КГУ. Исследования в области радиофизики, ЭПР и по истории Великой Отечественной войны 41, 45, 115, 186.

Ростомашвили Георгий Ираклиевич (р. 1932 г.), физик, заместитель директора Института физики АН Грузии. Область научных интересов – физика плазмы 104.

Ростропович Мстислав Леопольдович (р. 1927 г.), виолончелист, дирижер. С 1974 г. живет в США. В 1989 г. был восстановлен в гражданских правах 195.

Рубинин Павел Евгеньевич (см. Сведения об авторах) 161.

Рудаков Леонид Иванович (р. 1933 г.), физик-теоретик, академик РЕАН, лауреат Государственных премий, профессор. В РНЦ с 1955 г. Труды в области физики плазмы 60, 62, 63, 71, 81, 87, 99, 110, 111, 177.

Румер Юрий Борисович (1901–1985), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, профессор. Исследования в области квантовой механики 33

Русанов Владимир Дмитриевич (см. Сведения об авторах) 71, 81, 85, 87.

Рыжов Николай Иванович (1910–1986), актер Малого театра 194.

Рыжова Варвара Николаевна (1871–1963), актриса Малого театра 194.

Рютов Владимир Дмитриевич (см. Сведения об авторах) 109.

Рютов Дмитрий Дмитриевич (см. Сведения об авторах) 110, 124.

Сабурова Соломония Юрьевна (ок. 1485–1542), первая жена великого князя Василия III 198.

Сагдеев Роальд Зиннурович (р. 1932 г.), физик, академик РАН, лауреат Ленинской и Государственной премий. Работы по физике плазмы, проблемам управляемого термоядерного синтеза, магнитной гидродинамике, космической физике 87, 90, 113, 123.

Садреев А.Г., заведующий физическим отделением КГУ в 1931–1932 гг. 185, 212, 213, 214, 216, 217.

Салам Абус (р. 1926 г.), пакистанский физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии, профессор. Труды по теории двухкомпонентного нейтрино, унитарной симметрии адронов, калибровочной теории электрослабых взаимодействий 166.

Салихов Саид Гареевич (1905–1968), физик, кандидат физ.-мат. наук. Работы в области электронного парамагнитного резонанса 29, 30, 31, 32, 39, 41, 54, 115, 186.

Сальери Антонио (1750–1825), итальянский композитор. Прообраз героя трагедии А.С. Пушкина "Моцарт и Сальери" 94.

Самитов Юсуф Юнусович (1925–1987), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук, профессор. Работы по ЯМР высокого разрешения органических и элементоорганических соединений 55.

Самойлов Александр Филиппович (1867–1930), физиолог, профессор КГУ. Основатель Казанской школы электрофизиологии 217.

Самойлов Борис Николаевич (1920–1975), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственной премии, профессор. В ИАЭ в 1955–1975 гг. Основные направления научной деятельности – физика низких температур, сверхпроводимость 80, 81.

Самойлов Петр Семенович (см. Сведения об авторах) 77.

Санадзе Тенгиз Иванович (см. Сведения об авторах) 78, 106.

Сатонина Галина Ивановна, график 196.

Сахаров Андрей Дмитриевич (1921–1989), физик-теоретик, академик АН СССР, трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной и Ленинской премий, лауреат Нобелевской премии Мира, всемирно известный общественный деятель и правозащитник. Автор нескольких фундаментальных открытий в области физики элементарных частиц, космологии, теории гравитации 61, 125, 173, 196, 208, 226.

Сегаль Моисей Абрамович (1891–?), юрист. В 1929 г. – ректор КГУ 212.

Семенов Николай Николаевич (1896–1986), химик и физик, академик АН СССР, лауреат Государственных премий, дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Нобелевской премии. Исследования по химической физике 78, 127, 131, 135, 181.

Сен-Джон Чарльз Эдвард (1857–1935), американский физик, профессор. Работы по физике Солнца 146.

Сидур Вадим Абрамович (1924–1986), скульптор 77, 159, 195.

Силис Николай Андреевич (р. 1928 г.), скульптор 77, 195.
Силкин Игорь Иванович (см. Сведения об авторах) 6, 8, 114, 118.
Силкин Николай Иванович (см. Сведения об авторах) 158.
Симбирин Ефим Александрович (р. 1923 г.), живописец 39.
Симоненко Данила Лукич (1910–1973), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственной и Ленинской премий. В ИАЭ в 1943–1973 гг. Исследования в области физики твердого тела 197.
Сингалевич Сергей Платонович (1887–1954), историк, профессор КГУ. Работы по общей истории 216.
Синельников Кирилл Дмитриевич (1901–1966), физик-экспериментатор, академик АН УССР, профессор. Исследования по ядерной физике и технике ускорителей, физике и технике вакуума, физическому металловедению, физике плазмы, управляемому термоядерному синтезу, физике диэлектриков и полупроводников, физической и электронной оптике 62, 103.
Сирота Николай Николаевич (см. Сведения об авторах) 36.
Ситников Кирилл Прокофьевич (1899–1988), физик, кандидат физ.-мат. наук, ректор КГУ в 1937–1951 гг. 39, 215, 216, 217, 220, 225.
Скобельцын Дмитрий Владимирович (1892–1990), физик, академик АН СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии. Работы по ядерной физике, физике космических лучей и физике высоких энергий 94, 138.
Скорюпин Вячеслав Александрович (р. 1924 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук, профессор. В РНЦ с 1951 г. Область научных интересов – физика плазмы, физика твердого тела 60, 62, 86, 87, 111.
Скрипов Федор Иванович (1917–1957), физик, кандидат физ.-мат. наук. Работы в области радиоспектроскопии 155.
Скроцкий Георгий Викторович (1915–1993), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, профессор. Труды в области магнитного резонанса, электронной и ядерной голографии, квантовой оптики, теории тяготения 155.
Скрынников Руслан Григорьевич (р. 1931 г.), историк, доктор исторических наук, профессор. Труды по истории эпохи Ивана Грозного 194.
Скрябин Александр Николаевич (1872–1915), композитор, пианист 35.
Сливков Игорь Николаевич (р. 1926 г.), физик, доктор физ.-мат. наук. В ИАЭ в 1961–1972 гг. Исследования в области сильноточной электроники 82.
Смекал Адольф (1895–1959), австрийский физик-теоретик. Работы по квантовой теории, статистической механике, квантовой статистике, физике кристаллов, технической физике 150.
Смирницкий Борис Иванович (1880–1958), физик. В Казанском университете в 1903–1931 гг. 213.
Смирнов Адриан Анатольевич (р. 1908 г.), физик-теоретик, академик АН Украины, лауреат Государственной премии. Работы по теории несовершенных металлических кристаллов и некоторым вопросам теории поля 21.
Смирнов Валентин Пантелеймонович (р. 1937 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственной премии, профессор. В РНЦ с 1961 г. Область научных исследований – физика плазмы 60, 177.
Смолкин Геннадий Ефимович (р. 1924 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук. В РНЦ с 1951 г. Область научных интересов – ядерная физика плазмы, управляемый термоядерный синтез, диагностика плазмы 85, 87.
Соболев Сергей Сергеевич (см. Сведения об авторах) 69.
Соколов Лев Петрович (р. 1931 г.), юрист. В 1956–1957 гг. секретарь Ученого совета КГУ 139.
Солженицын Александр Исаевич (р. 1918 г.), писатель, лауреат Нобелевской премии 194, 195.
Соминский Монус Самуилович (р. 1908 г.), физик, кандидат физ.-мат. наук. Работы в области термоэлектрических и магнитных свойств полупроводников 224.
Спектор Александр Моисеевич (р. 1938 г.), физик, кандидат физ.-мат. наук, лауреат премии им. И.В. Курчатова. В РНЦ с 1955 г. Труды в области физики плазмы 177.
Спиноза Бенедикт (1632–1677), нидерландский философ 35.
Сталин Иосиф Виссарионович (1879–1953), 34, 57, 220.
Скворцов Алексей Анатольевич (р. 1908 г.), доктор техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР. Работы в области металлургии 200.

Стерина Розита Михайловна, врач 208.
Столбов Борис Михайлович (1888–1981), физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук. В годы учебы Е.К. Завойского в КГУ – ассистент кафедры физики. В 1935 г. был освобожден от работы в университете из-за прочитанной им "политически вредной" лекции 117, 213.
Стрэндберг Мелком Вудроу Першинг (р. 1919 г.), американский физик, профессор. Область научных исследований – радиопередатчики и приемники, молекулярная абсорбция в микроволновой области 155.
Суворов Сергей Георгиевич (см. Сведения об авторах) 164, 172, 209.
Супруненко Виктор Афанасьевич (см. Сведения об авторах) 82, 103.
Сухомлин Евгений Афанасьевич (р. 1931 г.), физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук. Работы по физике плазмы 103.
Сцент-Дьерди Альберт фон (1893–1988), биохимик, лауреат Нобелевской премии, профессор. Труды по биоэнергетике, биологическому окислению, химической физиологии тканей, субмолекулярной биологии 132, 133.
Сциллард Карл Степанович (Карол) (1901–1980), математик. В 30-е годы эмигрировал в СССР. В 1937 г. был репрессирован. После освобождения вернулся в Венгрию и работал руководителем отдела Математического института Венгерской академии наук 33.
Сыркин Яков Кивович (1894–1974), физикохимик, академик АН СССР, лауреат Государственной премии. Труды по химической термодинамике и кинетике, теории химической связи 132, 133.

Табаков Олег Павлович (р. 1935 г.), актер 194.
Тамм Игорь Евгеньевич (1895–1971), физик-теоретик, академик АН СССР и ряда зарубежных академий, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных премий и Нобелевской премии, профессор. Работы по теории бета-сил, теории излучения Вавилова–Черенкова, работы по рэлеевскому и комбинационному рассеянию света в кристаллах, по квантовой теории металлов, термоядерному синтезу 127, 130, 138, 168, 216, 225–227.
Тарле Евгений Викторович (1874–1955), историк, академик АН СССР, лауреат Государственных премий 36.
Твардовский Александр Трифонович (1910–1971), поэт 194.
Теллер Эдвард (р. 1908 г.), американский физик, член Национальной академии наук, профессор. Работы по квантовой механике, ядерной физике, проблеме управляемого термоядерного синтеза, спектроскопии многоатомных молекул, физической химии, физике космических лучей, физике элементарных частиц 12, 14, 15, 210.
Тендряков Владимир Федорович (1923–1984), писатель 195.
Толстой Алексей Константинович (1817–1875), писатель и поэт 193.
Толстой Лев Николаевич (1828–1910), писатель 166.
Томсон Джозеф Джон (1856–1940), английский физик, член Лондонского королевского общества, лауреат Нобелевской премии, профессор. Работы по изучению прохождения электрического тока через разреженные газы, катодным и рентгеновским лучам, атомной физике 125.
Трофанчук Людмила Александровна (см. Сведения об авторах) 114.
Труфанова Вера Владимировна (1891–1961), мать жены Е.К. Завойского, фельдшерица-акушерка. Работала в Чепчугах, Арске и Казани 193.
Труфанова-Завойская Вера Константиновна, жена Е.К. Завойского, химик 39, 102, 115, 120, 222.
Туров Всеволод Николаевич (?–1979), библиограф 203.
Турова Екатерина Ивановна (урожд. Завойская) (1884–1960), художница 203.
Турчанинова Евдокия Дмитриевна (1870–1963), актриса 194.

Удалов Федор Иванович (1887–1974), физик, заместитель проректора КГУ по заочному обучению, один из первых аспирантов Е.К. Завойского. Работы по электромагнитным колебаниям 31.
Ульянин Всеволод Александрович (1863–1931), физик, геофизик, организатор метеорологической геомагнитной службы в Татарии, профессор КГУ. Исследования в области поляризации и поглощения света 5, 6, 32, 53, 180, 181, 182, 217.
Ульянов Владимир Ильич (Ленин) (1870–1924) 204.
Ушкова Зинаида Николаевна (урожд. Высоцкая), владелица дома по ул. Воскресенской, построенного по проекту К.Л. Мюфке в 1906 г. 188.

Файнберг Евгения Владимировна, физик, кандидат физ.-мат. наук. Работы в области физики плазмы 197.
Файнберг Яков Борисович (см. Сведения об авторах) 86, 103, 118, 197.
Фальк Роберт Рафаилович (1896–1958), живописец 77, 195, 196.
Фанченко Сергей Дмитриевич (р. 1931 г.), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук, профессор. В РНЦ с 1953 г. Исследования в области физики плазмы 58, 60, 62, 84, 95, 110.
Фарадей Майкл (1791–1867), английский физик, член Лондонского королевского общества, профессор. Исследования в области электричества, магнетизма, магнитооптики, электрохимии 35.
Фаттахов К. 46.
Феер Джордж (р. 1924 г.), американский физик, член Национальной академии наук. Исследования в области физики твердого тела, квантовой электроники, биофизики 79.
Фейнберг Савелий Моисеевич (1910–1973), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственных и Ленинской премий, профессор. Работы в области математической теории пластичности, нейтронной физики, теории и проектирования реакторов и энергетических атомных установок 57.
Фейнман Ричард Филипс (1918–1988), американский физик-теоретик, член Национальной академии наук, профессор, лауреат Нобелевской премии. Работы по квантовой теории поля, квантовой электродинамике, физике элементарных частиц, статистической физике, сверхпроводимости, теории гравитации 125.
Филиппов Дмитрий Васильевич (р. 1910), механик, участник спецработ в Ленинграде и Архангельске 55.
Фирдоуси Абулькасим (ок. 940 – ок. 1020), персидский и таджикский поэт 33.
Фирц Маркус (р. 1912 г.), швейцарский физик-теоретик, профессор. Работы в области квантовой теории поля, теории относительности, статистической механики, истории науки 12.
Флеров Георгий Николаевич (1913–1990), физик-экспериментатор, академик АН СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных премий. Работы в области физики ядра, ядерной энергетики, физики космических лучей 57.
Фок Владимир Александрович (1898–1974), физик-теоретик, академик АН СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной и Ленинской премий. Работы по квантовой механике, квантовой электродинамике, квантовой теории поля, теории многоэлектронных систем, статистической физике, теории относительности, теории гравитации, радиофизике, математической физике, философским вопросам физики 148, 152, 164.
Франк Глеб Михайлович (1904–1976), биофизик, академик АН СССР, член-корреспондент АМН, лауреат Государственных премий. Труды по биологическому действию УФ-излучения, биофизике нервного возбуждения 130,131.
Франк Илья Михайлович (1908–1990), физик, академик АН СССР, лауреат Государственной и Нобелевской премий. Работы в области физической оптики, нейтронной и ядерной физики низких энергий 92, 138.
Франк-Каменецкий Давид Альбертович (1910–1970), физик-теоретик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственных премий, профессор. В ИАЭ в 1956–1970 гг. Работы по физике горения и взрыва, химической кинетике, химической техчологии, астрофизике, физике плазмы 62, 81, 85, 89, 177, 196.
Френкель Сергей Яковлевич (р. 1923 г.), физик, доктор физ.-мат. наук. Работы в области высокомолекулярных соединений 36.
Френкель Яков Ильич (1894–1952), физик-теоретик, член-корреспондент АН СССР, лауреат Государственной премии, профессор. Основные работы по физике твердого тела, магнетизму, физике жидкостей, физике ядра 8, 15, 20, 36, 37, 116, 130, 131, 138, 144, 149, 181, 185, 187, 211, 224.
Фурсов Василий Степанович (р. 1910), физик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственных премий. В ИАЭ в 1944–1957 гг. Исследования в области теоретической оптики, квантовой статистики, ядерной энергетики 57.

Хан Эрвин Луис (р. 1921 г.), американский физик-экспериментатор, член Национальной академии наук, профессор. Исследования по физике твердого тела, магнетизму, электронной физике, физике лазеров 48, 49.
Харитон Юлий Борисович (р. 1904 г.), физик, физикохимик, академик АН СССР, трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных и Ленинской премий. Работы

по молекулярной физике и химической кинетике, исследования процессов детонации и взрыва, теории детонационной способности взрывчатых веществ, ядерной физике 127, 131, 222.
Харитонов Павел Иванович (1903–1939), химик, муж старшей сестры Е.К. Завойского, Татьяны Константиновны. Незаконно репрессирован в 1937 г. Умер в поселке Хатынах Ягоднинского р-на Магаданской области 185.
Хлопин Виталий Григорьевич (1890–1950), радиохимик, академик АН СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных премий. Труды по химии и геохимии радиоактивных элементов 220.
Хрущев Никита Сергеевич (1894–1971), партийный и государственный деятель 77.

Цинцадзе Гиви Александрович (см. Сведения об авторах) 107.
Цинцадзе Нодар Леванович (р. 1930 г.), физик, доктор физ.-мат. наук, член-корреспондент АН Грузии, профессор. Работы по физике плазмы 105.

Чеботарев Николай Григорьевич (1894–1947), математик, член-корреспондент АН СССР, основатель Казанской алгебраической школы, лауреат Государственной премии, заслуженный деятель науки РСФСР и ТАССР, профессор КГУ. Директор НИИ математики и механики (1935–1947). Исследования по теории Галуа, теории групп Ли, проблемам продолжаемости полиномов и проблемам резольвент 31, 32, 180, 215, 217.
Черенков Павел Алексеевич (1904–1989), физик, академик АН СССР, Герой Социалистического Труда, лауреат Нобелевской и Государственных премий, профессор. Работы по физической оптике, ядерной физике, физике космических лучей, ускорительной технике. Автор одного из крупнейших открытий XX в. – эффекта Вавилова–Черенкова 200.
Черницын Арнольд Иванович (р. 1933), физик, кандидат техн. наук. Работы в области ядерного магнитного резонанса 48.
Четаев Николай Гурьевич (1902–1959), механик, член-корреспондент АН СССР, основатель Казанской школы теории устойчивости, заслуженный деятель науки РСФСР и ТАССР, лауреат Ленинской премии, профессор. Работы в области устойчивости равновесия вращающихся жидких тел 31, 219.
Чехов Антон Павлович (1860–1904), писатель 3, 202.
Чирков Борис Петрович (1901—1982), актер 194.

Шальников Александр Иосифович (1905–1986), физик-экспериментатор, академик АН СССР, лауреат Государственных премий. Основные исследования в области физической химии, физики низких температур, научного приборостроения 64, 127, 135, 138, 162, 163, 224.
Шамонин Юрий Яковлевич (1920–1981), физик-экспериментатор. Научные исследования в области электронного парамагнитного резонанса 48.
Шапошников Иван Григорьевич (р. 1911 г.), 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 ее использование в теории магнитного резонанса и магнитной релаксации 31, 155.
Шапошников Константин Николаевич (1880–?), физик, заведующий кафедрой физики в КГУ в 1935 г. 185, 214.
Шаройко Евлампий Андреевич (1895–?), биолог 184.
Шафранов Виталий Дмитриевич (см. Сведения об авторах) 88, 222.
Шварц Евгений Львович (1896–1958), драматург 195.
Шварцшильд Карл (1873–1916), немецкий астроном 146.
Шипчинский Андрей Валерианович (1885–?), физик, профессор 184.
Широков Петр Алексеевич (1895–1944), математик, профессор КГУ. Работы в области геометрии и тезорного анализа 31, 180, 181, 213, 214, 217.
Шифрин Кусиэль Соломонович (р. 1918), физик, доктор физ.-мат. наук. Исследования в области оптики 36.
Шнейдер Яков 46.
Шолин Геннадий Васильевич (см. Сведения об авторах) 87, 120, 175, 177.
Шпольский Эдуард Владимирович (1892–1975), физик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственной премии. Один из основателей и в 1936–1975 гг. главный редактор журнала "Успехи физических наук" 171.
Шрёдингер Эрвин (1887–1961), австрийский физик-теоретик, иностранный почетный член АН СССР, лауреат Нобелевской премии. Труды по кристаллографии, математической физике, теории относительности, биофизике 128, 130, 131.

Штерн Отто (1888–1969), физик-экспериментатор, член Национальной академии наук США, лауреат Нобелевской премии. Исследования в области молекулярной физики, атомной и ядерной физики, квантовой теории 12, 18, 68, 131, 146, 149, 209.

Щекин Кротова Ангелина Васильевна, педагог и переводчица, жена Р.Р.Фалька 77.

Щепкин Герман Яковлевич (1906–1980), физик-экспериментатор, доктор физ.-мат. наук, профессор. В ИАЭ в 1943–1980 гг. Работы по сегнетоэлектричеству, ядерной физике, плазменным ускорителям 55.

Эванс Мередит Гвинн (1904–1952), английский физикохимик, профессор. Труды по биологии клетки 133.

Эдриан Эдгар Дуглас (1889–1977), английский физиолог, лауреат Нобелевской премии 134.

Эйнштейн Альберт (1879–1955), физик-теоретик, член многих академий, лауреат Нобелевской премии, один из основателей современной физики 12, 19, 131, 146, 147, 149, 150, 151, 210, 223.

Энгельгардт Василий Павлович (1828–1915), астроном, член-корреспондент Петербургской академии наук, почетный доктор астрономии Казанского университета. Передал оборудование своей обсерватории в Германии в дар Казанскому университету. В 1901 г. была открыта обсерватория Казанского университета, оснащенная инструментами ученого и названная его именем 215.

Энгельгардт Владимир Александрович (1894–1984), биохимик, академик АН СССР и АМН, Герой Социалистического Труда, один из основоположников молекулярной биологии 132.

Эренфест Пауль (1880–1933), физик-теоретик, профессор. Труды по термодинамике, статистической механике, ядерной физике, теории относительности, квантовой теории 12, 19, 146, 147, 151, 210, 223.

Яблоков Василий Андреевич (1892–1975), математик, профессор КГУ. Исследования в области дифференциальной геометрии, вариационного исчисления и теории дифференциальных уравнений 31, 217.

Яблоков Юрий Васильевич (см. Сведения об авторах) 153.

Янсон Юлий Яковлевич (1904–1963), физик-экспериментатор, кандидат физ.-мат. наук, доцент КГУ. Основные работы в области физики диэлектриков 31, 181.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

ВОСПОМИНАНИЯ УЧЕНИКОВ, СОТРУДНИКОВ, ДРУЗЕЙ И БЛИЗКИХ

Альтшулер С.А. О жизни и научной деятельности академика Е.К. Завойского 5

Альтшулер С.А., Козырев Б.М. К истории открытия парамагнитного резонанса 12

Кастлер А. К вопросу о предыстории открытия электронного парамагнитного резонанса 18

Вонсовский С.В. Воспоминания об академике Е.К. Завойском 21

Зарипов М.М. Воспоминания 27

Сирота Н.Н. О Е.К. Завойском 36

Ишмаев Ф.М. Далекие сороковые 39

Нигматуллин Р.Ш. Наиболее яркие впечатления об учителе – академике Е.К. Завойском 40

Покровская Л.М. Мой учитель 42

Пец Б.Д. Трудные, но молодые годы 44

Даутов Р.А. Лампа Р-5 45

Непримеров Н.Н. Е.К. Завойский как педагог 46

Копвиллем У.Х. Резонанс на рассвете 47

Арбузов Б.А. Мои воспоминания о Е.К. Завойском 52

Александров А.П. Академик Евгений Константинович Завойский 55

Головин И.Н. Несколько слов о Е.К. Завойском 60

Гуревич И.И. Е.К. Завойский. Воспоминания. 1952–1976 годы 64

Загородников С.П. Работать с ним было интересно 67

Адьясевич Б.П. Идеи Е.К. Завойского в области источников поляризованных ионов 68

Соболев С.С. Вспоминая учителя... 69

Ахматов А.П. Годы моей работы у академика Е.К. Завойского 71

Немировский П.Э. Мои встречи с Евгением Константиновичем 76

Самойлов П.С. Не все так гладко 77

Санадзе Т.И. Радость общения 78

Блинов П.И. Gaudeamus igitur 80

Гаврин П.П. Годы, о которых я люблю вспоминать 82

Лин Д.Н. Праздник творчества 84

Русанов В.Д. Штрихи к творческой биографии Е.К. Завойского 85

Шафранов В.Д. Встречи с Е.К. Завойским 88

Аскарьян Г.А. Памяти Е.К. Завойского 91

Демидов Б.А. Все началось с галош... 95

Мирнов С.В. Противостояние 96

Коротков С.Ф. О Е.К. Завойском 102

Супруненко В.А. Путь к открытию 103

Антонова Р.А. Штрихи к портрету 104

Цинцадзе Г.А. "Не забывайте читать классиков..." 107
Аранчук Л.Е. Учитель 108
Рютов В.Д. Годы учебы 109
Рютов Д.Д. Глазами новичка 110
Силкин И.И., Трофанчук Л.А. Об истории открытия ЭПР 114
Файнберг Я.Б. Вспоминая Евгения Константиновича 118
Шолин Г.В. Физический мир школы Е.К. Завойского 120
Калмансон А.Э. Электроны и жизнь 127
Боровик-Романов А.С. У истоков ЭПР 135
Зарипов М.М. Открытие явления парамагнитного резонанса. Дискуссия о приоритете 137
Яблоков Ю.В. Казань... И ныне и присно... 153
Силкин Н.И. Живопись в жизни Е.К. Завойского 158
Рубинин П.Е. Е.К. Завойский и П.Л. Капица 161
Суворов С.Г. Моя последняя беседа с Е.К. Завойским 164
Марков А.М. Памяти друга 165
Гинзбург В.Л. Евгений Константинович Завойский 167
Валиев К.А. Магнитный резонанс в моей жизни 169
Копейкина Л.И. Памяти Е.К. Завойского 171
Панфилова В.И. Штрихи к портрету 173
Агошков М.И. Обаяние личности Евгения Константиновича 173
Подгорный И.М. Он протянул мне руку помощи 174
Завойская Н.Е. Листая ветхие страницы 179
Завойская Н.Е. Слово об отце 188

ИЗ РУКОПИСЕЙ Е.К. ЗАВОЙСКОГО

К вопросу об истории магнитной радиоспектроскопии 209
Казанский университет конца двадцатых-тридцатых годов. Сороковые годы 212
Очерк истории ЭПР 222
О человеке, чуждом равнодушию 225
Письмо П.Л. Капице. 15 января 1976 г. 227

Основные даты жизни и деятельности академика Е.К. Завойского 231
Сведения об авторах 232
Указатель имен 235

Научное издание

ЧАРОДЕЙ ЭКСПЕРИМЕНТА

Сборник статей об академике Е.К. Завойском

Утверждено к печати
Отделением общей физики и астрономии
Российской академии наук

Руководитель издательской фирмы
"Наука: Математика, физика, информатика"
Н.Н. Прокофьева
Редактор *Н.Н. Лезнова*
Художник *Е.Н. Волков*
Художественный редактор *В.Ю. Яковлев*
Технические редакторы *Г.И. Астахова, Л.В. Русская*
Корректоры *Н.Л. Голубцова, Т.И. Шеповалова*

Набор выполнен в издательстве
на компьютерной технике
ИБ № 390

Подписано к печати 06. 07. 93
Формат 60 × 90 1/16
Гарнитура Таймс. Печать офсетная
Усл. печ. л. 16,0 + 0,1 вкл. Усл. кр. отт. 16,4. Уч.-изд. л. 21,1
Тираж 1200 экз. Тип. зак. 3385.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство "Наука"
117864 ГСП-7, Москва В-485,
Профсоюзная ул., 90

Санкт-Петербургская типография № 1
ВО "Наука"
199034, Санкт-Петербург В-34,
9-я линия, 12