

## Воспоминания о неустойчивых состояниях

В.Кошкин

Я уже немолодой человек. В этом возрасте воспоминания – отрада душе. Но и долг, на самом деле. Институт монокристаллов – время моей молодости. Я оставил это время двадцать два года назад, когда ушел из института. Изменились времена, изменился институт. Но я сохранил любовь к нему.

Я хочу рассказать о неких исследованиях, которые проводились в Институте монокристаллов в течение шестнадцати лет. О людях, которые так или иначе были к этой деятельности причастны. И о трех - четырех научных идеях, так или иначе связанных с Институтом монокристаллов.

Название этого рассказа отражает, как мне кажется, и научную и личностную компоненты жизни довольно большой группы людей, ядро которой внедрилось в Институт монокристаллов в марте 1966 года.

Вот как это произошло. В 1960 году профессор *Лев Самойлович Палатник*, выдающийся ученый, основоположник в СССР современной науки о тонких пленках, организовал небольшую группу в Научно-исследовательском институте основной химии. Л.С. предложил тему: тонкие пленки многокомпонентных полупроводников. В те годы полупроводниковая электроника развивалась исключительно быстро, и директор НИОХИМ профессор *Федор Кондратьевич Михайлов*, не просто администратор, а ученый с замечательным чутьем на новое и важное (а кроме того - человек исключительных душевных качеств) предложил Л.С.Палатнику собрать группу для разработки этой темы. К тому моменту я уже пару месяцев работал в НИОХИМ, в который (после многочисленных и безрезультатных моих попыток попасть в научный институт – окончив университет, я работал на заводе) был принят лично Федором Кондратьевичем, иначе бы не попал. Он и направил меня в группу, которую возглавил ученик Л.С.Палатника *Юрий Федорович Комник*. В эту группу вошли: *А.И.Ландау*, теоретик, сотрудник Льва Самойловича, *Е.К.Белова*, *Е.И.Рогачева*, *Л.В.Атрощенко*,

*Л.П.Гальчинецкий* и автор этого рассказа. Идея Л.С. заключалась в том, что многокомпонентные полупроводники должны быть не столь чувствительны к примесям, как элементарные полупроводники германий и кремний (в то время чуть ли не главной частью стоимости полупроводниковых приборов, пожалуй, были затраты на глубокую очистку материалов). И вот мы все – под водительством прекрасного человека и прекрасного физика Юры Комника (он уже раньше защитил кандидатскую диссертацию у Л.С., а впоследствии вместе с Л.С. стал лауреатом Государственной премии УССР за книгу «Физика тонких пленок») – со всем энтузиазмом молодости взялись за эту задачу. Энтузиазм – великая сила. Мы придумали некий алгоритм нахождения «рецептуры» и за полгода «насинтезировали» несколько десятков вполне доброкачественных трехкомпонентных полупроводников... Как мы гордились! Но юношеские радости очень часто преждевременны. И неустойчивы! Вскоре мы прочитали, что *почти все* синтезированные нами соединения за несколько лет *до нас* уже были открыты Ханом в Германии и Гудменом в США и исследованы профессором *Владимиром Пантелеймоновичем Жузе* с сотрудниками в Ленинграде, в Институте полупроводников. А кроме того, выяснилось, что *кристаллическая структура всех этих соединений не имела ничего общего с той, которую я предсказывал!* Лена Белова, которая проводила рентгеноструктурный анализ, подозревала это и раньше. Невероятно, но принцип подбора составов *работал* - я и сейчас не понимаю почему. Разве только валентности соблюдались... Словом, в «сухом остатке» мы получили только одно (новое) семейство тройных полупроводников. Публикация о полупроводниках типа  $Cu_2GeSe_3$  в ДАН СССР в 1961 году была одновременной с работой профессора *Нины Александровны Горюновой* из Ленинградского Физтеха, которая на самом деле (наряду с Велькером из Германии) была и автором, и идеологом начала всех исследований многокомпонентных полупроводников, включая и двухкомпонентные.

*Как неустойчив успех!* Казалось, мы остаемся у разбитого корыта... Но молодость! Мы любили физику и нам нравилось искать новое. Настолько нравилось, что однажды, выходя около двенадцати ночи из лаборатории, я едва не упал, поскольку дышал с трудом. После часов десяти подряд, проведенных за измерениями термоэдс новых сплавов, надышавшись благоуханными парами только что созданных химических шедевров. Наутро вся слизистая рта и горла была сплошным гнойником, и пару недель меня лечили от пренебрежения правилами техники безопасности.

Мы продолжали синтезировать, уже понимая, как строится решетка тех полупроводников, которыми мы занимались. Моя дипломница Светлана Баранова, которая измеряла температурные зависимости проводимости новых составов, стала приносить мне подозрительно одинаковые результаты: всегда одна и та же энергия активации, хотя гигиена наших тогдашних синтезов была далеко не прецизионной. Так быть не могло! И я засел за измерения сам. Невероятно, но все было именно так. *Хотя так быть не могло!* Не буду живописать подробно опыты и умозаключения, которые мы

делали, но через пару месяцев мы уже считали, что действительно обнаружили полупроводники, которые не чувствительны к примесям. И даже придумали разумную (как потом оказалось, правильную) модель этого явления. Главное, как мы поняли, определялось тем, что в отличие от других полупроводников, в тех, которые исследовали мы, присутствовал *необычный структурный компонент – стехиометрические вакансии (СВ)*, которые не являются дефектами решетки, а определяются исключительно валентными соотношениями между элементами в соответствующих соединениях.

Но триумфальные настроения, как мы знаем, *неустойчивы*. На очередном семинаре Лена Рогачева (впоследствии профессор и доктор физико-математических наук) говорит, что видела статью В.П.Жузе, где тоже электропроводность полупроводника не зависит от содержания примесей. Бросаюсь в Библиотеку Короленко – так и есть. Полновесное исследование, сделанное классиком. А Жузе и в самом деле – классик, мы и тогда это знали. Чуть ли не все тогдашние советские корифеи физики полупроводников были научными внуками А.Ф.Иоффе и научными детьми В.П.Жузе (А.Р.Регель, Б.И.Болтакс, С.М.Рывкин, А.С.Цидильковский...). Снова неудача? Вещества у нас немного другие, но эффект тот же... И нам кажется, что объяснение явления у нас более правильное. Мы показываем, что эффект наблюдается и в других полупроводниках, придумываем серию экспериментов, чтобы понять механизм эффекта, факт которого уже несомненен. *У нас такая идея: примеси не ионизируются*. Я прошу Л.В.Атрощенко исследовать растворимость примесей в этих полупроводниках, и она приступает к последовательному изучению диаграмм состояния систем  $\text{In}_2\text{Te}_3$  и  $\text{Ga}_2\text{Te}_3$  - примесь (много химически разных примесей) с целью определить особенности термодинамики растворения примесей в полупроводниках со стехиометрическими вакансиями. Нам удается показать, что растворимость примесей в таких полупроводниках определяется именно атомными радиусами примесей, а не ионными и не ковалентными. Это послужило потом главным доказательством идеи о том, что *примеси в таких рыхлых кристаллических структурах внедряются в пустоты решетки в неионизованном, атомарном состоянии*. Ничего подобного в физике полупроводников в то время не было (только водород в германии), и мои первые доклады с этими результатами на конференциях вызывали яростные дискуссии, с побиванием меня камнями и преданием анафеме. Это было захватывающе интересно. Никогда не забуду выступление академика *Николая Петровича Сажина* на какой-то конференции после очередной потасовки по поводу неионизованных и химически не связанных атомов примесей в полупроводниках. (Н.П.Сажин - основоположник технологии полупроводников в СССР). «Я совсем не уверен, что Кошкин прав. Но то, что он говорит, настолько неожиданно, что уже поэтому нужно эту идею исследовать». Знаете, как это важно для молодого научного работника услышать такое от мэтра – в самом начале, когда идея только зарождается! Этот урок Николая Петровича (позднее я с ним несколько раз общался уже лично) я усвоил навсегда и стараюсь быть толерантным к молодым коллегам

с нестандартными идеями. Потом уже мы с *Юрием Александровичем Фрейманом* сделали количественную теоретическую модель, которая полностью описывала наши эксперименты. В каком-то смысле, даже без подгоночных параметров. Но это все – уже позднее, уже в Институте монокристаллов...

А перед этим произошло много событий. Академик Б.И.Веркин сделал Ю.Ф.Комнику предложение перейти во ФТИНТ, и в 1963 году я стал «начальником» - руководителем группы в НИОХИМ. В 1964 году я защитил кандидатскую диссертацию, там было много всякой всячины, а в качестве одной из моделей излагалась и идея о неионизованных примесях. Нужно сказать, что благодаря Ю.Ф.Комнику за два-три года мы уже оборудовали в НИОХИМе неплохо оснащенную лабораторию, располагавшуюся в замечательном дореволюционном особняке. Идут результаты, много статей. Наша группа «выбивается в люди». Но удача легкомысленна. Мгновение – и она от вас убежала! В конце 1965 года становится известно, что наш особняк будут сносить, чтобы построить большое здание на этом месте. И снова наше состояние неустойчиво! Лене Беловой и Лене Рогачевой Л.С. предложил аспирантуру в ХПИ. А остальным членам нашей группы (к нам присоединилась еще *Людмила Георгиевна Маниюкова*) нужно было искать новое пристанище, и нас, «вынужденных эмигрантов», принял Институт монокристаллов (ИМ). Это было не так просто. Все решила - счастливо для нас - добрая воля двух людей: директора института *Владимира Николаевича Извекова* и заведующего лабораторией полупроводниковых монокристаллов *Леонида Андреевича Сысоева*.

Все-таки, я пишу воспоминания, а не научный трактат, и поэтому текст содержит много эмоциональных моментов.

*Владимир Николаевич Извеков*, химик, он имел незаурядные заслуги перед химической промышленностью Советского Союза. Раньше он работал, кажется, в Челябинске и возглавил ИМ после длительной и склочной эпопеи в этом институте, которой предводительствовал его предшественник на посту директора. Именно Владимир Николаевич вместе с *Эдуардом Феликсовичем Чайковским*, его научным заместителем, сделали ИМ сначала всесоюзно, а затем и всемирно известным научным центром. Любое свершение требует мужества. Интеллигентнейший Владимир Николаевич был тверд в человеческих принципах (как и подобает интеллигенту). Елена Владимировна Воробьева, дочь В.Н., рассказывала мне через много лет после смерти отца, как он отбивался от вмешательства обкома партии в его, Извекова, кадровую политику. Дважды Харьковский обком ходатайствовал перед Министерством химической промышленности в Москве, чтобы Извекова сняли с поста директора – не понимает он политику партии. А Извеков отвечал за дело, и для успеха дела он принимал на работу специалистов не по анкетным данным, а по способностям. Светлый был человек. В конце концов его все-таки сняли, время было такое...

*Леонид Андреевич Сысоев*. Именно он нашел у себя в лаборатории место для нашей группы, и в его лаборатории мы работали в обстановке

творческого комфорта почти десять лет. Я до сих пор благодарен ему за это. Сегодня одним из важных направлений деятельности всего огромного комплекса НТК «Монокристалл» являются полупроводники  $A^{IV}B^{VI}$ . А начал все это Леонид Андреевич. Именно он придумал общие направления технологии, именно он привлек к работе над техническим осуществлением идей выращивания монокристаллов с высокой упругостью паров компонентов прекрасного инженера Э.К. Райскина и воспитал группу первоклассных «ростовиков» (Б.Г.Носачев, В.Р.Гурьев, В.И.Путятин и др.). Леонид Андреевич был одним из пионеров исследования акустических характеристик этих кристаллов. Многие сотрудники ИМ защитили диссертации, пользуясь кристаллами, которые были выращены по идеям Сыроева.

И вот наша группа в Институте монокристаллов.

*Л.В.Апрощенко* продолжает строить диаграммы состояния. Это каторжный труд, требующий и исключительной квалификации. Достаточно сказать, что для обеспечения равновесности каждого сплава был необходим отжиг при высокой температуре в течение времени порядка тысячи часов. Любовь Васильевна определила растворимости десятка примесей в каждом из двух полупроводников  $In_2Te_3$  и  $Ga_2Te_3$ . Определение растворимости и ее температурной зависимости (даже не говоря об измерениях) требует синтеза нескольких десятков образцов в каждой системе. Многие из построенных Л.В. диаграмм состояния вошли позднее в монографии. В 1969 году она с успехом защитила кандидатскую диссертацию.

*Леонид Павлович Гальчинецкий* исследовал физические характеристики этих сплавов. Но главным направлением его работ было изучение твердых растворов с изменяющимся содержанием стехиометрических пустот. Именно в его работах удалось показать, как влияет концентрация СВ на чувствительность электрических характеристик к примесям, как влияют СВ на теплопроводность полупроводников, чем определяется смещение окружающих атомов в сторону вакансий...

Диссертацию Леонид Павлович должен был защищать одновременно с Любовью Васильевной, только в другом квалификационном совете. В Харькове свирепствует грипп. За несколько дней до защиты Л.П. заболевает. В день защиты температура у диссертанта 39 по Цельсию. Инициативная группа пеленает диссертанта и привозит в Университет, чтобы предьявить тело уважаемым членам ученого совета. И тут выясняется, что «бессмертные», члены совета, тоже иногда заболевают. Вполне солидарно с Л.П.. Кворум не собрался. Защиту перенесли. Тело Л.П. тоже перенесли: инициативная группа отвезла его домой и сдала на хранение жене для дальнейшего прохождения службы. Л.П. защищался через пару месяцев. Уже здоровенький. Блестяще. И члены совета были здоровы, и все были счастливы.

Но как *неустойчиво* счастье! До сих пор научный фольклор стран СНГ сохранил эту историю, которая стала уже притчей. Но все – истинная правда. Народная молва – самый достоверный источник информации! По тогдашним

правилам ВАК все относительно кандидатских защит должно было решаться не более чем в течение 6 месяцев. На седьмом месяце я еду в Москву и прихожу в ВАК на консультацию – в качестве научного руководителя диссертанта. Чтобы справиться о состоянии... Не знаю, как сейчас, но тогда, в 1970 году Отделение физико-математических наук в ВАК СССР – все целиком – было представлено комнатой 5x5 квадратных метров с тремя или четырьмя инспекторами в ней, каждый из которых имел под своим началом машинистку, и каждая из которых не покладая рук работала на своем очень музыкальном инструменте. Иван Михайлович Вишняков, наш инспектор, добрый старенький человек (его - Гоголевская - «Шинель», конечно, висела где-нибудь на гвоздике за шкафом!), смотрит в библиографические святцы в коробке на своем столе. Долго ищет. Потом сообщает: «На рецензии!». Ну что ж... Я тогда часто бывал в Москве. Ниже станет понятно почему. На девятом месяце начинаю понимать, что замешательство Ивана Михайловича при моем появлении становится уже симптомом. И даже рефлексом... Но года все-таки не прошло, и Л.П. утвердили в кандидатах. Оказалось, что его диссертацию столь долго рецензировал совсем не изощренный мозг дотошного специалиста по физике полупроводников. Нет, не мозг совсем! Машинистка в описанном выше святилище ВАК использовала переплетенный научный труд в качестве сиденья. Уровень повышала. Повидимому, машинистке диссертация понравилась, и ВАК дал добро. Так Леша Гальчинецкий стал Алешей Поповичем в научном фольклоре.

В 1972 году я защитил докторскую диссертацию «Стехиометрические вакансии в полупроводниковых кристаллах», в которую вошли и работы по механизму растворения примесей и всякое другое, конечно. Но в этой статье я хочу рассказать о судьбах только тех идей, которые считаю более или менее значимыми.

И все-таки несколько слов о защите моей докторской диссертации. Ведь интересны не только результаты, но и психологии. Тем более, что сюжет очень точно отражает дух того времени. Я представил свою диссертацию к защите сразу же после того, как Л.П.Гальчинецкий был утвержден в кандидатском звании. Моя-то диссертация была готова раньше, но представлять ее было нельзя, чтобы не повредить признанию Л.П. в ВАКе, поскольку в моей работе использовались, конечно, в числе других и наши совместные с ним публикации. Кажется, осенью 1970 года на ученом совете ИМ докладываю диссертацию. Мои рецензенты *Б.Л.Тиман* и *И.В.Смушков* рекомендуют ее к защите, *Э.Ф.Чайковский* энергично поддерживает их, ученый совет под председательством *С.Е.Ковалева*, нового директора ИМ, единогласно утверждает мои притязания на докторскую степень. Нужно сказать, что в тот момент, в 1970 году, Всесоюзный институт монокристаллов имел в своем списочном составе «под ружьем» всего трех докторов наук. «Юный» (тридцатичетырехлетний) - четвертый - доктор наук был «до зарезу» нужен Институту! – не по делу, конечно (реальное дело не зависит от степеней и званий тех, кто его делает), а для социалистической отчетности!

Опять эмоциональное отступление: все-таки – мемуары!

*Беньямин Липович Тиман.* Прекрасный теоретик. Множество собственных идей, автор Открытия, замечательные интерпретации экспериментов в самых разных областях физики кристаллов. Руководитель полутора десятков кандидатов наук. Работы Б.Л.Тимана играли большую роль, поддерживая научную «ауру» ИМ даже тогда, когда после ухода с директорского поста В.Н.Извекова ИМ стал быстрыми темпами превращаться в экспериментальный завод по производству изделий.

*Игорь Вадимович Смушков.* Это совершенно особая фигура не только в ИМ, но и в среде физиков Харькова. Эрудиция. Бездна идей. Умение мгновенно понять главное и сформулировать. Обаяние. Нет у меня слов, чтобы перечислить его выдающиеся качества. И.В. был и душой и совестью ИМ. Он очень рано ушел из жизни, но между всем прочим, он оставил Институту монокристаллов самую прибыльную сегодня его тематику – монокристаллы щелочногалоидных соединений.

Получив «благословение» Ученого совета, я должен был получить и соответствующую бумагу, чтобы подать ее в Ученый совет университета. Жду подписи директора месяц, еще месяц... Нет подписи. Иду на прием к С.Е.Ковалеву. Спрашиваю, чем прогневил. «Нет-нет, не прогневил, просто небольшая задержка: надо бы внедрить эту вашу науку в промышленность. И тогда – пожалуйста!» Я провел в кабинете Сергея Евстратьевича не более десяти минут. Не стану воспроизводить, что именно я ему говорил, но говорил исключительно открытым текстом, без эвфемизмов. На следующее утро я получил подписанное решение Совета ИМ с рекомендацией. Много лет спустя Эдуард Феликсович Чайковский, человек, которому лично я обязан многим, рассказал мне, кто и под каким предлогом по сути дела принуждал С.Е.Ковалева не подписывать ту сакраментальную бумагу. И рассказал мне, как сетовал Сергей Евстратьевич на то, что не может поступать «по совести».

*Сергей Евстратьевич Ковалев.* Знаете, я и тогда (и тем более, сейчас) относился к нему хорошо. Он был, несомненно, лично честный человек. Более того, добрый. За все время его правления он «не пролил ни капли чужой крови». Но что ему было делать, если партия «бросила его на науку» после того, как 15 лет он был секретарем райкома партии. Говорят, что и на той работе он проявил себя как порядочный человек. Но как *неустойчиво* состояние деятельного и честного человека, который вынужден заниматься делом, ему чуждым! Он не имел, конечно, собственного мнения в науках и просто старался выполнять точно и неукоснительно распоряжения более высоких чиновников. А тенденция в отношении науки была совершенно определенной: давай экономический эффект. Вот поэтому ИМ стал превращаться из очень перспективного научного центра в завод по производству монокристаллов. Это не вина С.Е.Ковалева, он просто не мог этому противостоять.

Получив, наконец, вожделенную бумагу от ИМ, я еще полгода бегал по кругу уже в университете. Никто не отказывался принять диссертацию к защите, но каждая инстанция требовала визы от следующей, так что круг был безнадежно замкнутый. Причины этого марафона я старался не

выяснить, и только добрый ум профессора *Валериана Ивановича Старцева* сумел остановить это беличье колесо. Но это уже другая история, не относящаяся к Институту монокристаллов.

Вот дальнейшая судьба идеи об атомарных примесях в полупроводниках со стехиометрическими вакансиями. К нам в группу пришла *Елена Евгеньевна Овечкина*. Мы намеревались вместе с нею исследовать примеси с помощью ЭПР и очень долго экспериментировали с этой целью. Нам помогали сотрудники ИМ В.Н.Ямпольский и Э.Н.Николова. Но спектры оказались сложными, и однозначную их интерпретацию так и не удалось получить. А хотелось «увидеть» атомарные примеси «непосредственно», так сказать, собственными глазами, а не только по все-таки косвенным термодинамическим проявлениям. Замечательный метод – эффект Мессбауэра! Я встретился с моим приятелем, *Владиславом Павловичем Романовым* из ФТИНТа, известным специалистом по ядерному гамма резонансу, и предложил ему поработать с нами. Он согласился. Е.Е.Овечкина синтезировала набор сплавов  $\text{In}_2\text{Te}_3$  и  $\text{Ga}_2\text{Te}_3$  с примесями олова и железа, определила растворимость этих элементов, приготовила равновесные сплавы со  $\text{Sn}^{119}$  и  $\text{Fe}^{57}$ , а В.П.Романов получил соответствующие Мессбауэровские спектры. Их обработка показала, что действительно и олово и железо внедряются в кристаллы в атомарном состоянии. К тому времени, надо сказать, нас уже не столько побивали камнями, сколько цитировали. Владислав Павлович предложил, чтобы мы подали заявку на открытие. Я написал Владимиру Пантелеймоновичу Жузе в Ленинград, и году в 1977 мы вместе послали заявку на Открытие «Свойство химической инертности примесей металлов в полупроводниках со стехиометрическими вакансиями». Авторский коллектив был таким: Л.В.Атрощенко, В.П.Жузе, В.М.Кошкин, Е.Е.Овечкина, Л.С.Палатник, В.П.Романов, В.М.Сергеева и А.И.Шелых. В этом составе мы и получили в 1982 году соответствующий диплом №245.

Конечно, было приятно, тем более, что мы знали характерные цифры: в среднем проходила тогда одна работа из тысячи с лишним представляемых. Как потом мне рассказывали, важную роль в признании нашей работы Открытием сыграло выступление на заседании Отделения физики и астрономии АН СССР академика *Александра Михайловича Прохорова*, которому несколькими годами раньше я рассказывал об этом явлении. Такова судьба этой идеи. Ну и конечно, Е.Е.Овечкина защитила кандидатскую диссертацию. Не могу не упомянуть здесь замечательного патентоведа *Виталия Федоровича Федько*, которому мы обязаны тем, что наша заявка без малейших неприятностей проходила все формальные проверки – я-то во всем этом не разбирался ни капельки.

А вот судьба другой идеи. Еще году в 1968 мне пришло в голову, что уж если стехиометрические вакансии «убивают» примеси, не помогут ли они справиться и с радиационными дефектами. Идея была простая: выбитые атомы будут попадать в СВ и локализоваться там. Потом выяснилось, что кристаллы с СВ действительно обладают грандиозной радиационной стойкостью, но причина не имела почти ничего общего с моей



первоначальной идеей. Но тогда мы энергично взялись за ее проверку. Радиационная стойкость кристаллов, полупроводников, в особенности, была уже тогда важной проблемой. Я познакомился с *Михаилом Ивановичем Руденко* из Москвы и с *Валерием Ивановичем Шаховцовым* из Киева. Они взялись облучить наши кристаллы на импульсном реакторе в Дубне и на мощном гамма-источнике в Киеве. И уже в 1969 году мы знали, что полупроводники типа  $\text{In}_2\text{Te}_3$  практически не изменяют свои параметры после воздействия доз до  $10^{18}$  квантов излучения  $\text{Co}^{60}$  с энергией 1 Мэв и  $10^{16}$  быстрых нейтронов реактора. Это стало предметом нашего авторского свидетельства, которое было написано по настоянию начальства. Я брыкался, но заявку вынужден был написать. И это был тот редкий случай, когда начальство отдало действительно правильный приказ! Авторское свидетельство 1970 года все-таки как-то зафиксировало наш приоритет, хотя и задержало первую открытую публикацию на три года. В этой статье было 9 соавторов, большинство из них облучали наши кристаллы в разных условиях, и их вклад был действительно важен. Ссылок на этот эффект было много, а потом стали упоминать почти как законы Ньютона, в стиле «известно, что...». Все равно, приятно.

Позднее мы довели дозы по быстрым нейтронам реактора почти до  $10^{19}$  (в Обнинске, вместе с *Иваном Ивановичем Кузьминым*), провели серию низкотемпературных облучений и измерений непосредственно в канале реактора (в Риге, с *Улдисом Арнольдовичем Улманисом*). Свойства наших полупроводников по-прежнему оставались неизменными. Провели эксперименты на мощном линейном ускорителе электронов в ХФТИ вместе с *Петром Михайловичем Рябкой*. Энергии электронов до 300 Мэв, дозы до  $10^{18}$   $\text{см}^{-2}$  (в пересчете на нейтроны с энергией 1 Мэв по количеству производимых дефектов по *поглощенной* дозе, это соответствует приблизительно  $10^{20}$ ). Другие полупроводники изменяют свои параметры до неузнаваемости, а наши «стоят» как ни в чем ни бывало! Стало очевидным, что полупроводники с СВ обладают, по-видимому, неограниченным радиационным ресурсом.

Везло нам на «эффекты отсутствия»! В описанных раньше явлениях - отсутствие влияния примесей, теперь вот - отсутствие влияния радиационных дефектов. Исследование подобных явлений требует особой гигиены. Обнаружение «эффекта аномально высокой радиационной стойкости» (так высокопарно мы называли нашу первую открытую публикацию в 1972 году) потребовало *во всех экспериментах* наличия образцов—«свидетелей», обычных полупроводников с той же кристаллической структурой, но без СВ. Принципиально необходимо, чтобы одновременно и в тех же условиях облучению подвергались наряду с нашими, нетрадиционными, и классические полупроводники. Так мы и делали, зафиксировав, в полном соответствии с результатами наших предшественников, что свойства классических полупроводников при таких дозах облучения деградируют полностью.

Главными действующими лицами в экспериментах по облучению полупроводников и их исследованию были *Л.П.Гальчинецкий* и *Валерий Николаевич Кулик*, поступивший ко мне в аспирантуру. Потом к ним присоединились *Юрий Николаевич Дмитриев*, *Григорий Клавдиевич Гусев* и *Константин Алексеевич Катрунов*. В.Н.Кулик и Ю.Н.Дмитриев, конечно, защитили свои кандидатские диссертации – каждый в свое время. К.А.Катрунов тоже защитился, по другой уже тематике. А вот способный экспериментатор и порядочнейший человек Г.К.Гусев так и не защитился, так сложилось. Он занимался разработкой измерителей (на основе полупроводников типа  $\text{In}_2\text{Te}_3$ ) потоков ионизирующих излучений, имел несколько полновесных публикаций. В работах с его участием было показано, что такие кристаллы могут использоваться для детектирования исключительно больших интенсивностей и доз быстрых электронов, гамма квантов и смешанного излучения внутри ядерного реактора. Насколько я знаю, до сих пор аналогов этим рабочим элементам все еще нет. Они так и не были «внедрены», и наверное, это моя вина. К сожалению, я не имею способностей «пробивного человека»... Григория Клавдиевича и Валерия Николаевича уже нет в живых. И *Альбины Дмитриевны Ковалевой*, которая многие годы была душой нашего коллектива. И *Льва Ильича Фиготина*, работавшего с нами над очень чувствительными тензодатчиками на основе наших кристаллов... Радиационная стойкость кристаллов лично для меня осталась увлекательным занятием и потом. С Ю.Н.Дмитриевым мы разработали позднее кристаллографический критерий радиационной стойкости неметаллических соединений. С Ю.Р.Забродским получили авторское свидетельство на металлические сплавы с повышенным радиационным ресурсом. Совсем уже недавно, в 2000-2002 годах я снова поработал с Институтом монокристаллов - с В.Д.Рыжиковым, Н.Г.Старжинским и вновь с Л.П.Гальчинецким - в области радиационной стойкости полупроводников.

Возвращусь к первоначальной идее (в общем, неправильной, но которая все-таки привела нас к обнаружению радиационно-стойких кристаллов!). Не стану приводить логические пассажи, которые заставили нас понять, что главным в эффекте является самозалечивание радиационных дефектов. Еще в 1960 году Дж. Вайньярд показал, что вблизи образовавшейся при облучении вакансии может существовать область, такая, что если междоузельный атом оказывается в ее пределах, то он безактивационно, при любой, сколь угодно низкой температуре, аннигилирует с вакансией. Именно эти *зоны неустойчивости*, главным образом, и определяют и темп образования, и концентрации насыщения радиационных дефектов. Этот факт оказался одним из двух, определяющих радиационную стойкость. Мы показали, что в рыхлых кристаллических решетках фокусировка атомных соударений подавлена, и поэтому в момент радиационного образования пары вакансии – междоузельник последний не может удалиться от вакансии на расстояния, превышающие размеры зон неустойчивости. Он аннигилирует с вакансией тут же, в месте и в момент рождения за времена порядка  $10^{-10}$  –  $10^{-11}$

секунд. Поэтому радиационные дефекты не накапливаются. Поэтому *кристаллы с рыхлой решеткой оказываются радиационно-стойкими*: в них существуют дефокусирующие атомные линзы, уменьшающие длину свободного пробега кроудионов. Это следствие нарушения локальной симметрии – даже при сохранении высокой симметрии решетки в целом. Природа радиационной стойкости чистых кристаллов, как нам показалось, стала понятной. Похоже, что это действительно так.

Но стало понятно и другое: уж если зоны неустойчивости так сильно проявляются в судьбе радиационных дефектов, то и судьба равновесных дефектов должна зависеть от зон неустойчивости. Появилась идея *равновесных неустойчивых пар вакансия – атом (или ион) в междоузлии*. Это – «недообразовавшиеся» пары Френкеля, когда компоненты термически возбужденной пары не расходятся в пространстве дальше, чем на размер зоны неустойчивости. Оказалось, что равновесная концентрация таких неустойчивых решеточных возбуждений при определенных условиях может превышать равновесные концентрации долгоживущих дефектов Шоттки и пар Френкеля. Вместе с *Борисом Исааковичем Минковым* мы в 1972 году построили термодинамику этого *третьего типа дефектов в кристаллах*. В веществах, где такие дефекты преобладают, наблюдается ряд аномальных явлений: закалка не сохраняет дефектов (это показали мы с Ю.Н.Дмитриевым), действует весьма необычный механизм диффузии (это мы выяснили вместе с *Владимиром Моисеевичем Эккерманом*). Позднее, уже вне ИМ, в Харьковском Политехническом институте, мы с *Юрием Рэмовичем Забродским* и *Юрием Борисовичем Решетняком* показали, что равновесные неустойчивые пары определяют свойства суперионных кристаллов и фазовые переходы суперионик - сегнетоэлектрик. Еще позднее я опубликовал исследование, которое показало, что многие тепловые свойства металлов определяются именно неустойчивыми парами, особенно при высоких температурах вблизи точки плавления. С Ю.Р.Забродским, который присоединился к нашей группе в ИМ, кажется, в 1974 году, мы выполнили и ряд других теоретических исследований *неустойчивых дефектов в кристаллах*, в частности, с ним и с *Нелли Менделевной Подорожанской* мы выяснили общее происхождение неустойчивости взаимодействующих дефектов в твердых телах. Ю.Р.Забродский тоже стал кандидатом наук.

Вот эпизод из тех еще времен... В 1973 году мы с Минковым, Гальчинецким, Куликом и Улманисом посылаем статью в один из самых престижных тогда журналов по физике твердого тела *Solid State Communications* – это журнал для самой быстрой публикации, три-четыре недели. Не стану перечислять количество экспертиз «на секретность», которые нужно было пройти, чтобы получить право публиковать статью за границей. Это сейчас такие публикации, слава богу, в порядке вещей, а тогда это было почти сверхъестественным событием. Отослать статью за границу могло только Управление науки Министерства химической промышленности СССР. Собрав все документы и все подписи в ИМ (месяца два «плодотворной» работы!), отправляюсь в Москву, чтобы *лично* сдать в наш

Главк, где работали симпатичные люди, которые и старались побыстрее все сделать, и еще месяца через два статья отправилась в Соединенные Штаты. Через три недели после этого в Первый отдел ИМ начинают по очереди вызывать сотрудников моей группы, даже не только тех, кто был в числе соавторов статьи. Каждого предупреждают, чтобы Кошкину не говорили о факте вызова... Тем не менее, *почти все* (но не все все-таки!) предупреждают меня... Наконец, вызывают и меня. Вопрос такой: как статья оказалась за границей без разрешения? Оказывается, корректура статьи из США поступила не ко мне, а в Первый отдел (это отдел КГБ в каждом учреждении, если кто-то из молодых людей этого, слава богу, уже не знает). Объясняю, что все сделано по всем правилам. Но оказывается – нет! Где сопроводительное письмо от нашего института в Управление о том, что документы посланы? Действительно, такой бумаги нет... Ведь я возил документы сам. Говорю, что можно легко справиться, позвонив в Москву. «Вот вы и звоните», - говорит мне начальник Первого отдела *М.Ф. Шишко*, - «а завтра я должен написать представление директору и в соответствующие органы. Вы нарушили режим секретности». Это означало автоматическое лишение допуска и автоматическое лишение места работы. Должен сказать, я испугался. Бегу в почтовое отделение, напротив, через проспект имени Ленина, бессмертного автора моих страхов, звоню в Главк. Дама, которая приняла мои документы в Москве, заболела. Ее не было на работе около полутора месяцев. *И все это время Михаил Федорович Шишко не передавал мое «дело» по инстанции. Думаю, что он рисковал лично.* Когда, наконец, пришло письмо из Москвы с официальным подтверждением моей лояльности, я был рад не только за себя, но и за него!

А статью американцы опубликовали в том же 1973 году, так и не дождавшись моей корректуры. Наверное, понимали, что к чему... До сих пор это самая долгоживущая из моих работ, видел ссылку, кажется, еще в 2000 году. Идеология равновесных и радиационных *неустойчивых* дефектов отражена теперь в нескольких книгах и учебниках по физике твердого тела, но я горжусь больше всего тем, что эту идею благословил *Илья Михайлович Лифшиц* еще в 1976 году, представив соответствующую статью в ДАН СССР.

Вот еще несколько «околонаучных» эпизодов. В 1971, кажется, году я познакомился с сотрудниками С.П.Королева из НПО «Энергия» *Николаем Николаевичем Петровым* и *Владимиром Алексеевичем Кошелевым*. Это очень интересные исследователи, и мы были взаимно полезны друг другу. Мы сотрудничали с ними 20 лет и выполнили для «Энергии» довольно много исследований по радиационной стойкости разных веществ. Надо сказать, что и финансировали они нас щедро, так что ИМ не тратил на содержание нашей группы ни копейки.

В.А.Кошелев познакомил меня в 1973 г. с полковником *Нерушенко*. Я уже не помню его имени и отчества, к сожалению, да и виделся я с ним всего дважды. Он был доктором технических наук, а на его мундире было две медали лауреата Государственной премии СССР. Он пригласил меня к себе в институт в Подмосковье. Мы провели с ним часов восемь вместе.

Впечатление осталось до сих пор: я никогда ни до этого, ни после не слышал столь компетентного и столь фантастичного одновременно рассказа о проблемах техники. Конечно, и я ему рассказал что-то новое о радиационной стойкости, но – честно! – мой монолог был слабым мальчишеским дискантом рядом с полифоническим интеллектуальным оркестром.

Эта встреча получила неожиданное продолжение.

В середине 1974 года меня вызывает С.Е.Ковалев и сообщает, что завтра на 14.00 для меня заказан пропуск в Кремль. Куда?? Мне в Кремль? - может быть, поближе, в Мавзолей? Нет, в ВПК (Военно-промышленная комиссия Верховного Совета СССР). «Поедете с Эдуардом Феликсовичем» - это мне было приятно. Мы с Э.Ф. хорошо провели вечер в двухместном купе в компании с бутылочкой коньяка, утром явились в Министерство, были приняты заместителем министра, он дал нам инструкции относительно ВПК, и ровно в 14.00 по московскому времени мы вошли в Спасские ворота Кремля. Результатом нашего визита было последовавшее постановление ВПК, с выделением специальных штатов и денег на оборудование для организации лаборатории радиационно-стойких материалов. И деньги и штаты ИМ получил, а из 19 полученных «единиц» нам добавили две. Но нужно организовывать лабораторию – ВПК постановил! А у старшего научного сотрудника Кошкина лаборатории нет. *Такую* кандидатуру нужно утверждать в обкоме... Эдуард Феликсович потом, много позднее, со смехом и в лицах рассказывал мне, как происходили «напряженные» обсуждения с участием секретаря парткома и начальников по линии секретности. Нашли компромиссный вариант: организовали сектор. Кажется, это не требовало утверждения обкомом... Не могу сказать, что мне все это было совсем безразлично, но мне было вполне хорошо работать с моей группой и в прежнем статусе. Существенным было только то, что я смог перевести некоторых моих сотрудников на более высокие должности. Так что радиационная стойкость дала все-таки материальные результаты!

Еще об одной идее. В начале 70-тых годов американские исследователи Гэболл, Гэмбл, Ди Сальво обнаружили явление интеркаляции. Интеркаляцией в графит интенсивно занимались в Москве академик *Марк Ефимович Вольпин* и профессор *Юрий Николаевич Новиков*. (Потом мы долгие годы взаимодействовали с их лабораторией). Американцы же впервые интеркалировали именно слоистые соединения. Эффект заключается в том, что слоистые кристаллические матрицы, помещенные в среду из молекул или атомов, обладающих электронодонорными (как выяснили позднее уже мы, и электроноакцепторными) свойствами, захватывают такие молекулы в межслоевые промежутки. Это приводит к множеству следствий, но одно казалось тогда самым увлекательным. В.Л.Гинзбург предсказал еще раньше, что в структурах, где слои металла чередуются со слоями диэлектрика, возможен не фононный, не Куперовский, а экситонный механизм притяжения электронов. Было впечатление, что явление интеркаляции просто создано для того, чтобы проверить замечательную идею Гинзбурга. Казалось, что это путь к высокотемпературной сверхпроводимости. Через много лет, когда я имел

честь познакомиться с *В.Л.Гинзбургом*, он говорил мне, что по-прежнему уверен в том, что нефононные механизмы образования Бозе-пар электронов будут обнаружены. *Я верю Виталию Лазаревичу*, просто потому, что он гений. В 1973 году мы занялись исследованиями интеркаляции. В отличие от американцев, мы взялись не за исследование соединений типа  $TiS_2$  с металлической проводимостью слоев, а интеркалировали широкозонные полупроводники типа  $PbJ_2$  со слоистой структурой в надежде, что при интеркаляции электроны, перенесенные в слои матрицы от внедренных органических донорных молекул, дадут вырожденный газ носителей заряда, а дальше - следствия по Гинзбургу. Но не Природа слушает наши соображения! – мы должны услышать ее шепот. Вы уже заметили, наверное, что многие из идей, которые я высказывал в момент постановки задачи, оказывались *неустойчивыми* и даже *неправильными*. На самом деле, нужно *влюбиться в проблему, надеясь, что она ответит взаимностью*. Так было и с интеркаляцией. Первоначальная моя идея опять оказалась непохожей на реальность, но влюбившись в идею, мы обнаружили столько прелестей в реальности, которые нам и не снились. Это действительно, как в любви! За работы по интеркаляции полупроводников через 25 лет после их начала, в 2001 году я вместе с другими физиками из разных городов Украины получил Государственную премию. Действительно, нам удалось обнаружить довольно много совершенно неожиданных вещей в явлении интеркаляции, главным образом, потому именно, что мы опять занялись нетрадиционными объектами. Не стану перечислять эффекты, которые мы обнаружили. *Алла Павловна Мильнер* была первым экспериментатором в Советском Союзе, которая занималась интеркаляцией как явлением. Я называл ее *«бабушкой русской интеркаляции»*. Тридцать лет назад ее это обижало. Сейчас, кажется, она уже примирилась с этим статусом... Конечно, *А.П.Мильнер* и вслед за нею еще ряд сотрудников в ИМ, а потом в ХПИ защитили свои кандидатские работы по исследованию интеркаляции. Очень важную работу сделал для нас *Валерий Викторович Куколь*, определивший структуры интеркалированных соединений. *Евгений Анатольевич Зигер* обнаружил совершенно новые структуры при интеркаляции в протонированной среде. *К.А.Катрунов* и *Ю.Р.Забродский* исследовали изменения спектров поглощения после интеркаляции...

В общем, работалось нам всем интересно и довольно успешно. Появлялись идеи, часть из них проверялась, что-то публиковалось, что-то отбрасывалось, что-то, вполне доброкачественное, так и осталось неопубликованным. Это, вообще говоря, естественно. Но вмешивались и *неестественные* обстоятельства. *Опять неустойчивость!*

Году в 1976 лабораторию *Л.А.Сысоева* расформировывают. У *Леонида Андреевича* в тот год было много душевных травм, он действительно выпустил что-то из-под контроля, но снимать его с должности было, конечно, несправедливо, если помнить о том, что он сделал для ИМ. После ряда мытарств наш сектор и сектор *В.К.Комаря* объединяют в одну лабораторию, начальником которой назначают *Святослава Сидоровича Колокова*. Я

сознательно изменил здесь имя и фамилию этого человека: у него, наверное, есть дети и внуки, не нужно им все это знать... К этому моменту С.С.Колоков зарекомендовал себя опытным начальником, он уже руководил большими коллективами в ИМ, и эти коллективы последовательно разваливались. В данный момент коллектива под его руководством не было, хотя должность начальника за ним каким-то образом сохранялась. Назначение начальником новой лаборатории все-таки требовало утверждения парткомом. Я выступал против назначения С.С.Колокова на должность начальника очередной лаборатории, мотивируя это и его не очень удачным опытом предыдущего руководства и тем, что он даже не знаком с вопросами, которыми занимаются оба сектора искусственно создаваемой для него лаборатории. Разумеется, на заседании парткома, куда я, беспартийный, был все-таки приглашен, я выступил в присутствии кандидата на пост совершенно открыто. Но кандидатура, конечно же, была утверждена. Несколько человек должны были поставить свои подписи при ознакомлении с приказом. Я написал на тексте приказа, что я против назначения С.С.Колокова. Э.Ф.Чайковский свою подпись под приказом поставить вообще отказался.

В который раз я вспоминаю *Эдуарда Феликсовича!* Его в институте любили. *Не только уважали как ученого, но именно любили.* Я не стану перечислять его заслуги перед наукой и перед институтом. Это дело подробной биографии, которая, надеюсь, будет издана. Только в связи с сюжетом моего рассказа: я-то отстаивал мое, личное право на творческую работу, а Э.Ф. отстаивал справедливость. Мне нечего было терять, а он рисковал, возможно, должностью научного руководителя института.

С.С.Колоков приступил к исполнению своих новых обязанностей. Он не только не вмешивался в работу сектора по своей инициативе, но всякий раз, когда что-то было нужно подписать у начальства, он делал это молниеносно. Я добивался годами, чтобы некоторым сотрудникам сектора повысили зарплату, Святослав Сидорович сумел этого добиться уже через пару месяцев. Словом, не было у меня причин в чем-то его упрекнуть. Более того, когда С.С.Колокову предстояло переизбрание на его должность, я выступил на заседании ученого совета в его поддержку... Переизбрание состоялось. А ведь за пять лет до этого, когда Колоков переизбирался на очередной срок на должность начальника лаборатории, совет при тайном голосовании его забаллотировал. Тогда результаты голосования были аннулированы, собрали «партийную группу» совета, потребовали, чтобы члены партии проголосовали так, как нужно, и С.С.Колоков был избран. Вы можете не поверить мне, но *я поверил* в искренность Колокова. Эта идиллия продолжалась года два. С.Е.Ковалев, встретив меня однажды в коридоре института, сказал, улыбаясь: «Вот видите, как у вас с Колоковым хорошо!» Мне нечего было возразить Сергею Евстратьевичу. Институт с изумлением наблюдал за развитием наших взаимоотношений, и коллеги предупреждали меня, что *идиллия неустойчива*, что не может взрослый человек так измениться в одночасье. Я убеждал их: вот – бывает! Я стыжусь своей легковёрности (а может быть, самоуверенности?) до сих пор.

Коллеги оказались правы. С.С.Колоков защитил докторскую диссертацию. В какой-то день становится известно, что он получил соответствующее подтверждение из ВАК. Я захожу в кабинет к имениннику, поздравляю его. И слышу: «Спасибо–спасибо. Кстати, мы должны заняться перестройкой лаборатории...» И называет имена сотрудников, которым надлежит перейти из нашего сектора в некое новое подразделение, которому и нужно передать все приборы и ровно половину площадей... Если бы все это я услышал два года назад – не было бы ничего удивительного, но сейчас... Я был обескуражен. Началась борьба, в которой С.С.Колоков был заведомо сильнее нас. Не только потому, что был «номенклатурой». Это действительно умный человек, имевший огромный опыт борьбы с коллективами, которыми он руководил раньше. Его методы были разнообразны и могли бы вызвать восхищение, будь они применены к более благородным целям. Когда я вспоминаю сейчас о том времени, мне всегда приходят на память два литературных шедевра: «Ричард Третий» Шекспира и «Вулли» Джека Лондона... Не мое это дело, да и неинтересно вообще-то, но я так и не понял, *зачем* Святославу Сидоровичу было все это нужно. Может быть, он просто находил наслаждение в таких играх, в *таких неустойчивостях*?

Нам рассказывали сотрудники лаборатории, которая (до нас) освободилась от его руководства: много лет после этого они собирались раз в году, чтобы отметить День освобождения от Колокова, как День рыбака или День шахтера... До такого праздника нам было далеко. Мы проигрывали по всем статьям, и наши дни были сочтены. Как раз вскоре у нас заканчивался срок действия нашего договора с НПО «Энергия». Нужно было заключать новый. Он был полностью согласован с заказчиком. Визировать договор должен начальник лаборатории. Отказ. Пишу официальную записку. С копией. Без ответа. Повторяю попытки. Снова письменно и снова с копиями. Эти копии нас и спасли потом! Специально приезжает представитель заказчика. В присутствии Э.Ф.Чайковского С.С.Колоков заявляет, что все завизирует, только маленькие редакционные правки... И все начинается сначала. Договор тогда мы потеряли. Тут уж расправиться с нами ничего не стоило: финансирование у нас недостаточное! Вот тогда я написал длинную реляцию директору с изложением всего хода событий и с просьбой отделить сектор от лаборатории Колокова. Но если отделить сектор, то нет и лаборатории, и Святослав Сидорович вновь лишается номенклатурного места... Почему все так боялись Колокова? Слухи ходили разные...

Создается комиссия по разбору моего заявления. В составе комиссии – мои коллеги, научные работники, каждый из которых полностью понимает все, сочувствует нам, рассказывает мне о том, что происходит на заседаниях комиссии, но каждый вынужден сохранять необходимую осторожность. Заместитель председателя комиссии – *Иван Федорович Труфанов*, полковник КГБ в отставке, начальник одного из отделов института по обеспечению секретности. Первое заседание комиссии. Меня вызывают, чтобы я изложил суть моего «иска». Начинаю. Через минуту И.Ф.Труфанов прерывает меня: «Короче!». Через минуту прерывает снова, еще через минуту... Я обращаюсь



к председательствовавшему на первом заседании комиссии М.Б.Космыне (он был тогда вторым заместителем директора ИМ): «Если этот человек прервет меня еще один раз, я встану и уйду. Или вы предложите ему уйти из этого кабинета». Меня больше не прерывали. Я понимал, конечно, что И.Ф.Труфанов теперь мой враг. Комиссия работала долго, около полугода. Решение ее было вполне обтекаемым, но достаточно ясным: сектор Кошкина перевести в другую лабораторию, Колокову указать на недопустимость его методов руководства. С.Е.Ковалев вернул это решение на пересмотр. Даже директор института побаивался гражданина Колокова. Время было такое. Вскоре новая редакция решения комиссии была принята директором и ученым советом: сектор Кошкина вывести из лаборатории Колокова, а обоим героям (в равной степени!) указать на недопустимость подобных методов в «научных дискуссиях». Мы победили. Но Пиррова это была победа. Сектор после изнурительной борьбы за выживание был уже мало дееспособен. «Иные погибли в бою, иные ему изменили и продали шпагу свою...» Вскоре я ушел из Института монокристаллов.

Но самое интересное! После заключения комиссии было дописано «Особое мнение» заместителя председателя И.Ф.Труфанова. Смысл «особого мнения» был значительно более определенным: организовать отдельную лабораторию радиационно-стойких материалов и поставить вопрос о пребывании в КПСС тов. Колокова С.С., поскольку фальсификации документов, допускавшиеся им неоднократно, несовместимы с членством в партии... Это я увидел недели через три после заседания ученого совета. Я был потрясен. Тут же отправился к Ивану Федоровичу, с которым раньше был едва знаком. Это был 1980 год, до демократии было далеко. «Как это Вы поддержали беспартийного еврея против члена партии и доктора наук, которого все боятся?» Ответ Ивана Федоровича был не менее неожиданным, чем его «особое мнение». «Я юрист. Я ознакомился с документами. Заподозрил неладное. Разобрался. А бояться? – я ничего не боюсь. «Органы» для того и поставлены, чтобы все было по-честному». Далеко не уверен, что Иван Федорович был прав в последней фразе. Но он так думал. А действовал он действительно смело, мог лишиться должности.

Совершенно уж невероятное. Прошло лет десять, я уже давно работал в Политехническом институте. Звонок по телефону. «Это Труфанов Иван Федорович. Может, помните?» Я не сказал Ивану Федоровичу, что запомнил его навсегда. «Скажите, те три тематики, которые вы тогда вели, они продолжаются?»

Дорогой Иван Федорович! Да, продолжают!

Я благодарен Институту монокристаллов за мою научную молодость. Я благодарен ему за уроки благородства и за уроки борьбы с бесчестием. Я благодарен ИМ за то, что в его стенах я был рядом с замечательными людьми: с *В.Н.Извековым*, *Э.Ф.Чайковским*, *Б.Л.Тиманом*, *И.В.Смушковым*, *Ю.А.Цирлиным*, *Б.С.Скоробогатовым*, *В.В.Азаровым* – с теми, которых уже нет с нами теперь. Я благодарен ИМ за то, что познакомился и общаюсь до сих пор с выдающимися учеными и выдающимися людьми *Б.М.Красовицким* и

*А.Б.Бланком. Наука и жизнь переплетены, разделить их нельзя. Для тех, кто науку потребляет, наука - совокупность достигнутого. Для тех, кто науку делает, наука – это процесс постижения. Для них никогда нет устойчивого состояния. Заниматься Наукой – это быть в поиске, а не в покое.*

Как счастливо *это* неустойчивое состояние. *Состояние поиска.*

## Литература

1. V.M.Koshkin, Yu.N.Dmitriev, *Chemistry and Physics of Compounds with Loose Crystal Structures*, Ser. Chemical Reviews, ed. by M.E.Vol'pin, v. 19/2, Harwood Academic Publishers, England – Switzerland, 1994, 138 pp.
2. V. Koshkin, *Molecular Physics Reports*, v. 23, 24 - 31 (1999)
3. V.M.Koshkin, *Low Temperature Physics*, v. 28, 695 – 705 (2002)