

## НАУЧНАЯ АВТОБИОГРАФИЯ

*Время? Время дано!  
Это не подлежит обсуждению.  
Подлежишь обсуждению ты,  
Разместившийся в нем.  
Н.Коржавин*

Кажется, Максим Горький сказал, что каждый человек мог бы стать автором хотя бы одного неповторимого сюжета – описания собственной жизни. Я нахожусь под впечатлением научной автобиографии профессора Александра Николаевича Щукарева, далеким преемником по кафедре физической химии, организованной им в Харьковском технологическом институте (теперь – Национальном техническом университете «Харьковский политехнический институт»), я оказался. Я нашел этот поразительный документ в архивах Харьковского политехнического института. Работы и имя А.Н.Щукарева – в истоках нескольких направлений физической химии. В термохимии, современное состояние которой определяют его работы до сих пор. В кинетике растворения кристаллов в жидкостях (именное уравнение Щукарева). В исследованиях влияния магнитного поля на кинетику химических реакций. В началах кибернетики (которая в его время еще даже не была сформулирована как наука). В пионерских исследованиях количественных соотношений в педагогике. В применении математики к экономике. Наконец, в философии структурализма. А.Н.Щукарев – крупнейший ученый. Масштабы того, что удалось сделать мне – намного скромнее. Но – почти невероятно – я с почти мистическими ощущениями понимаю, что я наследую его, Щукарева, отношение к науке не как к специальности, а как к источнику вдохновения. Неважно, что является предметом исследования: только интерес, независимо от того, к какой области знаний это относится. Я нисколько не склонен к мистике, но я работал 27 лет в стенах, которые помнят Александра Николаевича. Я – как и он – занимался исследованиями в самых разных областях наук – естественных и гуманитарных. Может быть, и в самом деле, место действия определяет его содержание...

*Так или иначе - я полагаю, что каждый, кто посвятил жизнь попыткам понять Природу – независимо от масштабов того, что ему удалось – должен составить отчет об этом. Это и есть мой "отчет о проделанной работе".*

### **Хронология**

Родился 20 ноября 1936 года в Харькове. Мой отец, Моисей Львович Кошкин (1897–1965), доктор медицинских наук, профессор, заведовал кафедрой общей гигиены в Харьковском медицинском институте. Основные его научные работы связаны с технологией обеззараживания питьевой воды в водозаборах крупных городов и с бактерицидным действием ультрафиолетового облучения. Насколько я знаю, он был одним из пионеров применения излучений в гигиенической практике. Он занимался также общими вопросами сохранения здоровья населения. Есть современные работы историков медицины, где освещается роль М.И.Кошкина в становлении гигиенической науки в Украине. Моя мать, Дора Марковна Горфункель-

Кошкина (1901– 1983), кандидат медицинских наук, заведовала биохимической лабораторией в Институте им. И.И.Мечникова. Ее работы были посвящены методам очистки вакцин и производству антибактериальных препаратов. Насколько я знаю, препараты, разработанные ее с проф. Набокой и другими применяются до сих пор.

Я женился в 1959 г. Моя жена Нина Яковлевна Фогель – физик, профессор, автор не только работ по физике, но и известной книги о терроризме. Мой старший сын Илья Владимирович Кошкин родился в 12 октября 1960 г.. Он – успешный предприниматель, его жена Натела Амирановна Чкуасели. Их сын Дмитрий Ильич Кошкин – экономист.

Я женился во второй раз. Моя жена Ольга Владимировна Саяпина. Мой младший сын Михаил Владимирович Кошкин (родился 20 марта 1992 г) – студент. Это – мой социальный статус сегодня, в декабре 2009 года.

С 1941 г. до декабря 1944 г. вместе с семьей находился в эвакуации в Новосибирске. Там поступил в школу в 1944 г. Окончил школу в Харькове в 1954 году. После окончания физического факультета Харьковского университета в 1959 году, работал на заводе "Теплоавтомат" (1959-1960), затем во Всесоюзном институте основной химии НИОХИМ (1960-1966), затем во Всесоюзном Институте монокристаллов (1966-1981). С января 1982 года – заведующий кафедрой физической химии в Национальном техническом университете "Харьковский политехнический институт". Читая лекции в ХПИ начал задолго до этого: несколько лет вел курс общей физики для студентов физико-технического факультета. Еще раньше я читал спецкурсы в Харьковском университете им. Каразина. В 1964 году защитил кандидатскую диссертацию, в 1972 – докторскую. В 1981 году стал профессором. У меня были ученики. 14 из них защитили кандидатские диссертации под моим руководством. Опубликовал три книги, одна издана в Швейцарии в 1994 г. [1], две другие в Харькове в 2006 г. и 2009 г. [2,3]. Опубликовал около 200 статей, изобретений и обзоров по физике твердого тела и по исследованиям некоторых гуманитарных проблем. Посетил университеты многих стран с докладами и лекциями. Написал десяток-полтора публицистических статей в разных газетах и журналах. Издал три сборника стихов [203 - 205].

В 1983 году одно из явлений, в исследовании которого я принимал участие вместе с другими научными работниками из Харькова и Ленинграда, было признано Открытием (№ 245 по Государственному реестру СССР) [4]. Научные награды, которые мне присудили: Первая премия Министерства высшего и среднего специального образования Грузии, 1981г.; Диплом почета Выставки достижений УССР, 1983 г.; Золотая медаль Выставки достижений СССР, 1985 г.; Государственная премия Украины, 2001 год. В 2009 г. мне присвоили звание «Заслуженного деятеля науки и техники Украины». Считаю честью, что избирался членом Правлений Физического общества СССР и Украины в 1990 – 1992 гг. В 2002 году избран Иностранном членом Российской Академии естественных наук, в 2005 г. – Почетным членом

Российской Академии гуманитарных наук. Благодарен обеим Академиям за оказанную мне честь. С 1996 года – член Международной Ассоциации эмпирической эстетики.

Это внешняя сторона жизни, так сказать, послужной список. Теперь подробнее.

### **О людях, которым я обязан**

Свою научную автобиографию я начну с рассказа о тех, кто повлиял на выбор судьбы, научной судьбы.

Конечно, прежде всего, мои родители. Культ науки был доминирующим в нашей семье. И второй культ – культ постоянной работы. И отец и мать продолжали заниматься своей наукой и вечером, и в выходные дни, и в отпуске. Это было их потребностью. Увлеченность интеллектуальным трудом у меня от них. Рассказывая мне в детстве о чем-то научном, отец никогда не забывал сказать, что есть такой-то вопрос, ответ на который он не знает, а есть такие вопросы, ответ на который не знает никто. Как это стимулирует интерес ребенка!

В школе мне повезло с учителями. Сейчас есть огромное количество учебников и задачников самого разного уровня. В сороковые-пятидесятые годы прошедшего века ничего подобного не существовало. Иосиф Маркович Локшин, наш учитель физики, находил нетривиальные задачи или сам их придумывал, очень часто специально для меня. Он научил меня любить задачи, любить их решать. Именно ему я обязан тем, что уже в седьмом классе знал, что хочу стать физиком, а в десятом классе изучал физику по учебникам для вузов (по Арцыбашеву и по Фришу-Тиморевой), для чего мне понадобилось познакомиться и с началами математического анализа. Иосифу Марковичу я обязан тем, что физика стала моей главной профессией. Михаил Иванович Берлов вел у нас уроки русской литературы всего полгода. Но этого хватило, чтобы я стал с удовольствием писать сочинения, стараясь сказать свое, а не пересказать учебник – это оказалось увлекательным. Один только год украинскую литературу преподавал у нас Василий Степанович Бородин, совсем молоденький выпускник университета. Как и Берлов, он хотел, чтобы мы, его ученики, имели собственные соображения о литературе. И предлагал нам писать стихи. И мы писали стихи! По-украински. Берлов и Бородин прививали нам любовь к творчеству. М.И.Берлову и В.С.Бородину я обязан тем, что стал литератором. Совершенно необычный молодой учитель (логики и психологии) был у нас в девятом и десятом классах – С.М.Вул. Несомненно, он повлиял на многих из нас. Мы поняли, что такое интеллектуал, хотя такого слова тогда еще, вероятно, не было в словаре русского языка. Стиль личности Вула для меня стал притягательным. С Семеном Моисеевичем мы общаемся до сих пор. Он знаменитый криминалист и известный писатель. Добрая-предобрая Мирра Ароновна Курзан, учительница немецкого. Через тридцать пять лет после ее уроков, приехав на конференцию в Германию, я с удивлением обнаружил, что понимаю, когда говорят по-немецки. Р.М.Сорокина и

Т.Д.Вишар – русский и украинский языки и литература в девятом и десятом классах. Влияние этих учителей было огромным: они учили нас быть порядочными людьми. В начале пятидесятых годов в нашей стране это было очень непросто. Мне не хочется здесь излагать эпизоды из моей школьной жизни: страшноватые это были годы – до холодной весны 1953. Роза Михайловна и Таисия Дмитриевна (как я узнал намного позже, уже будучи студентом) дважды (!) защитили меня от исключения из комсомола, что, конечно же, сделало бы невозможным мое поступление в университет. Повезло мне с Учителями в школе. Спасибо им – на всю мою жизнь.

Мне повезло и с Учителями в университете. Харьковский университет всегда был одним из сильнейших университетов в России, а потом в СССР и в Украине. В пятидесятые годы прошлого века мы учились у академиков Ильи Михайловича Лифшица, Александра Ильича Ахиезера, Владимира Александровича Марченко – у ученых, чьи имена навсегда вписаны в мировую науку. Когда я был уже взрослым физиком, Илья Михайлович и Александр Ильич несколько раз представляли мои работы в Доклады АН СССР и Украины. Я слушал великолепные курсы лекций профессоров Есельсона, Повзнера, Витензона, Гулиды, Паргаманика. Я специализировался по кафедре физической оптики и одновременно слушал спецкурсы на кафедре теоретической физики. У профессора Игоря Николаевича Шкляревского я делал дипломную работу и научился у него, как без боязни браться за такую физику, которая в данный момент "не модна" в среде коллег. Мне трудно было найти работу по специальности после окончания университета, поскольку моя еврейская национальность была почти непреодолимым препятствием для поступления на работу в исследовательский институт. С этим было трудно бороться. У меня был список из 14 институтов и лабораторий, где были вакансии для физиков моей специальности и куда меня готовы были принять на работу по рекомендации И.Н.Шкляревского. Но все разбивалось соответствующими отделами кадров, даже когда на моем заявлении о приеме на работу стояла «виза» директора соответствующего института. Игорь Николаевич настойчиво занимался моим трудоустройством целый год, даже после получения мною диплома. Навсегда сохранил благодарность ему. На кафедре оптики работал молодой тогда преподаватель В.К.Милославский. У Владимира Константиновича я научился тому стилю научной работы, который стал впоследствии и моим: сочетанию эксперимента и модельных теоретических расчетов. Блестящий физик-теоретик и лектор Моисей Исаакович Каганов, тогда еще совсем молодой, увлекал нас и физикой и широтой своих интересов. С В.К.Милославским и с М.И.Кагановым я постоянно общаюсь до сих пор.

Начало самостоятельной работы. Лев Самойлович Палатник, выдающийся физик и материаловед, создавший школу физики тонких пленок мирового класса, был научным руководителем моей кандидатской диссертации. У него я научился ставить задачи прогнозирования новых материалов. Вместе с Л.С.Палатником мы стали соавторами Открытия № 245 по Госреестру СССР. Я прокомментирую это позднее.

Общение с Я.Е.Гегузиным, выдающимся ученым, популяризатором науки и замечательно яркой личностью было для меня исключительно важным. Я познакомился с ним, будучи уже взрослым человеком. Вместе мы написали всего две статьи, но постоянное общение с Яковом Евсеевичем научило меня высоким критериям оценок и в науке и в жизни.

Анатолий Антонович Авдеенко, Юрий Генрихович Гуревич, Александр Львович Мишулович, Юрий Петрович Степановский, Юрий Яковлевич Фиалков – мои ближайшие друзья на протяжении десятков лет. Столь же долго я общаюсь с близкими мне людьми – Вадимом Григорьевичем Манжелием и Юрием Александровичем Фрейманом. Я действительно счастливый человек – уже в зрелые годы у меня появились новые друзья: Владимир Михайлович Петров, Виктор Ильич Фистуль, Валентин Иванович Шустиков. Каждый из тех, кого я назвал – известный в своей области ученый. С Юрой Гуревичем, с Виталием Слезовым, с Виктором Фистулем, с Юрой Фрейманом у нас случались и совместные научные работы. Еще близкие мне люди, которых я должен упомянуть: Виталий Слезов, Тсион Авитал, Дмитрий Белозоров, Федор Мощный, Борис Перли, Владимир Солунский, Валентина и Игорь Фалько... Друзья – это люди, которые всегда с тобой. Они и были со мной – в любых жизненных обстоятельствах. Без них мне было бы трудно. Еще два имени: два человека, общение с которыми повлияло на мое понимание как науки, так и человеческих взаимоотношений в ней. Это Виталий Лазаревич Гинзбург и Даниил Семенович Данин. С каждым из них я беседовал два-три раза в жизни, но переписывался в течение многих лет. Их уже нет. Но память о них у меня – навсегда.

Моя наука и моя жизнь совпадают, и любовь всегда играла большую роль в моей жизни, в науке, наверное, тоже. Я должен был бы упомянуть самых любимых друзей в своем научном жизнеописании. Но не доверю их имена бумаге. Пусть они знают, что в моей памяти каждая из них живет всегда.

Профессору Федору Кондратьевичу Михайлову, директору НИОХИМ, и Владимиру Николаевичу Извекову, директору Института монокристаллов, я обязан тем, что вообще получил возможность заниматься наукой. С профессором Эдуардом Феликсовичем Чайковским, научным руководителем Института монокристаллов, нас связывала не только общность понимания того, что полезно и что вредно для науки, но и совпадение понимания принципов человеческой порядочности. Я знаю, чего стоило профессору Николаю Федоровичу Киркачу, ректору ХПИ, добиться в 1981 году в Харьковском обкоме КП Украины моего перевода в ХПИ – еврея по национальности и абсолютно беспартийного. Мне и с директорами иногда везло! Хотя, должен признаться, не всегда. Я не склонен к конформизму, и у меня бывали и весьма сложные взаимоотношения с начальством. Впрочем, может быть, им не везло со мной?

С удовольствием вспоминаю сотрудничество с коллегами из разных институтов, городов и стран, с которыми в разное время (50 лет, как никак!) я работал над разными научными задачами: В.В.Азаров, Л.В.Атрощенко, Е.К.Белова, И.Н.Воловичев, Л.П.Гальчинецкий, Г.И.Гурина, Г.К.Гусев,

Г.Д.Гусейнов, М.И.Джибладзе, Ю.Н.Дмитриев, А.Я.Дульфан, В.Д.Евтушенко, Ю.Р.Забродский, А.Л.Зазунов, Ю.И.Зайцев, В.Д.Запорожский, Е.А.Зигер, В.Р.Карась, К.А.Катрунов, А.Д.Ковалева, Ю.Ф.Комник, А.И.Корин, В.А.Кошелев, И.И.Кузьмин, Е.И.Кузьмина, В.В.Куколь, В.М.Кулаков, В.Н.Кулик, И.К.Любомирский, Л.Г.Манюкова, А.П.Мильнер, Б.И.Минков, О.А.Мураева, Е.Е.Овечкина, Е.М.Островская, Н.Н.Петров, Н.М.Подорожанская, Ю.Б.Решетняк, Е.И.Рогачева, В.П.Романов, М.И.Руденко, П.М.Рябка, К.В.Савченко, Л.А.Сысоев, Р.А.Тарнопольская, Б.Л.Тиман, Н.В.Ткаченко, Д.В.Толмачев, Л.И.Фиготин, Л.Г.Фризман, В.Л.Чергинцев, В.И.Шаховцов, С.И.Шевченко, А.Г.Шкорбатов, У.А.Улманис, О.В.Юрченко, В.М.Эккерман, Э.Б.Ягубский.

Я благодарен моим коллегам – преподавателям кафедры физической химии ХПИ, которые столько лет поддерживают (и выдерживают!) меня в качестве своего "начальника": доцентам Л.А.Антроповой, О.Н.Близнюк, Б.А.Веретенченко, А.В.Дженюку, С.И.Рудневой, профессорам Ю.И.Долженко и А.П.Некрасову. В равной мере я благодарен моим коллегам – инженерам кафедры: Т.В.Васьковской, Л.Н.Головко, А.Ф.Коротковой, Ю.М.Мартыненко, О.И.Ниловой, О.Н.Овчаренко, С.Г.Пахомовой, Т.Л.Слонской, В.Н.Яворовской.

### **Самоанализ научного работника**

Я получаю наслаждение от науки, от самого процесса понимания природы. Это и есть счастье – заниматься делом, которое ты любишь. Я считаю себя более или менее способным научным работником. Но не хочу лукавить: если что-то мне удавалось в науке – это результат далеко не только так называемого "вдохновения", это результат труда. Придумывать новое – это удовольствие. Как любовь. Но проверить придуманное, доказать свою идею или опровергнуть (самого себя на самом деле!) – это длительный труд. Это – как воспитание ребенка, плода любви. Это труд, чаще всего, впрочем, – труд с удовольствием. Я на весьма скромном уровне владею аппаратом теоретической физики, у меня нет способностей соорудить экспериментальную установку. То, что мне более или менее удавалось – это придумывать, где искать новые явления, замечать (не пропускать) их, придумывать соответствующие эксперименты и теоретические подходы и, наконец, строить физические модели явлений. Не только в физике. Как только я понимал смысл явления, которое хотел понять, мне становилось неинтересно, даже скучно развивать это направление дальше, даже если продолжения были заманчивы, например, в прикладном отношении. Я начинаю думать о новых вещах, они становятся главным для меня. На некоторое время. Я довольно безрассудно бросаюсь в новую для себя область науки, если придумаю какую-то идею, которая мне кажется нетривиальной. Это не зависит от возраста. Почти всегда я начинал заниматься увлекшей меня задачей, будучи совершеннейшим дилетантом в соответствующей области. Но уж начав работать над задачей, энергично выяснял все, что с ней связано – становился профессионалом в этом деле. Я занимался химией многокомпонентных халькогенидов, квантовой механикой искажений связей в кристаллах – и пытался разобраться в природе

терроризма. Исследовал примеси в полупроводниках и равновесные короткоживущие дефекты в кристаллах – и одновременно занимался эволюционным механизмом в теории эволюции. Изучал высокотемпературные сверхпроводники – и работал над количественной литературометрией. Разрабатывал критерий радиационной стойкости веществ – и некую модель происхождения религий. Исследовал длинноволновые периодические процессы в психологии социума – и физику слоистых полупроводников. Занимался развитием идеи Нильса Бора о дополнительности в психологии – и теорией жидких растворов...

Я всегда полагал и сохраняю эту убежденность: Наука о Природе так же едина, как и сама Природа. Это я постарался выразить в книжке "Введение в естествознание" [1], идея которой – преподавание всех естественнонаучных дисциплин в едином контексте. Иначе пропасть взаимного непонимания двух культур, которую увидел Чарльз Сноу еще в середине прошедшего века, станет непреодолимой. И это – конец науке как таковой. Научный работник должен быть если и не универсалом, то, по меньшей мере, видеть очертания Природы в целом. Каждый – в меру своих возможностей. В связи с упомянутой книжкой: в процессе ее написания я с удовольствием сотрудничал с Александром Георгиевичем Шкорбатовым, прекрасным физиком и энциклопедически эрудированным человеком.

Вот написал – в первый раз все вместе. А не станет ли смешно тому, кто прочтет? Что ж – мне-то было интересно так работать! Но я совсем не уверен, что такой подход в научной жизни правилен, ведь нередко выяснялось, что многое из того, что я начинал, было уже сделано до меня – иногда задолго, иногда только что. Нет, нельзя рекомендовать такой способ жизни в науке – опасно для того, кто такой путь выберет. Это постоянный поиск, ожидание находки – но с полным осознанием того, что вероятность найти невелика. Но – уж если! – то открывался простор с великолепными пейзажами, где еще (почти!) не ступала нога исследователя. Все-таки, "почти!" – совсем дикие прерии мне обнаружить так и не удалось: у каждого научного работника свой предел, своя планка. А архив становится интересен, только если при жизни усопший сумел оставить нечто непреходящее. Мне это не удалось. Но какие архивы! Вот стихотворение по этому поводу, которое я написал в шестидесятые годы, когда только начал сознавать, что увлекает меня в научной работе.

*Мелькнет идея – как красавица в толпе.  
Ах как красноречив был взгляд случайный!  
Ищу, мечусь – нашел! Протянет руку мне...  
Идея замужем. С колечком обручальным.*

*Мелькнет идея – как красавица в толпе.  
Вперед! Улыбка, поцелуй – и счастье...  
Как просто все. Но как тоскливо мне:  
Идея раньше целовалась очень часто.*

*Мелькнет идея – сразу уходит:  
Ведь, может быть, она другого любит.  
А если ты ей нужен, только ты,  
Придет сама. И поцелует в губы.*

Мне очень комфортно работать в коллективе. Возможно, мои "подчиненные" (хотя бы иногда!) находят мотивы, по которым им – в свою очередь – комфортно работать со мной. Я обожаю научные семинары и защиты хороших диссертаций, поскольку в обсуждениях новых для меня вещей я значительно быстрее осваиваю новую область. Мне дискомфортно работать по чьей-то идее, не моей собственной. Впрочем, это случалось очень редко. К тому же я не умею работать по распорядку, я законопослушен, но недисциплинирован. Поэтому я очень ценю свой статус "начальника" – научного начальника, отдавая себе отчет, что способность командовать у меня отсутствует начисто. Будучи "начальником", впрочем, я никогда не требовал от сотрудников выполнения "буквы" распоряжений, но преданность делу и духу коллектива я поддерживал и требовал. В моих "командирских" делах многие годы работы в НИОХИМе и в Институте монокристаллов мне помогали мой друг и коллега Леонид Павлович Гальчинецкий. На кафедре физической химии ХПИ до 1991 года мне помогали мои заместители Вера Дмитриевна Евтушенко и Юрий Рэмович Забродский. С 1992 года профессор Юрий Иванович Долженко, а позднее еще и доцент Анатолий Владимирович Дженюк и заведующая учебной лабораторией кафедры Тамара Леоновна Слонская делят со мною тяготы административной работы. Я благодарен им за это.

О педагогической работе. Самым замечательным для меня "профессорским" временем были несколько лет во второй половине семидесятых – начале восьмидесятых годов, когда я вел (еще по совместительству, работая в основном в Институте монокристаллов) курс общей физики для студентов физико-технического факультета ХПИ. Подготовка к этому курсу и его прочтение перевели меня самого на существенно более высокую ступень понимания физики. Одно дело, когда ты постигаешь науку как систему в молодости – с чужих слов. И совсем другое дело, когда ты осваиваешь ее заново, формируя собственную систему, после того, как уже получил опыт собственной творческой работы в конкретной области науки. Педагогическая деятельность мне просто нравилась, я любил эту работу. Раньше. Когда многие из наших студентов хотели получать знания, а не просто дипломы об образовании. С ними мне было интересно. Мне казалось, что и им со мной. (Мою педагогическую "идеологию" того времени я выразил в книжке [2]). Сейчас – это редкие дети, три-четыре на 100–140 человек каждого курса. Именно для этих детей вот уже 14 лет я читаю лекции на английском языке по физико-химическому материаловедению и по количественным методам в гуманитарных науках. Это факультативы, посещение – по желанию. Их посещают иногда 6-7 ребят в семестре, но чаще 3-4. Интерес к наукам в обществе теряется, если не потерян уже окончательно.

Наши дети понимают, что прожить на зарплату инженера, научного работника или преподавателя не только трудно, но и непрестижно, и они выбирают другие пути – обеспечивающие жизненный комфорт. Чем грозит это нашей стране, очевидно: интеллектуальный потенциал выпускников школ и вузов в последние годы быстро снижается. На мой взгляд, эти потери невосполнимы. Вымирают те, кто мог чему-то научить, а новые учителя не появляются. Я с большим опасением воспринял новую, трехступенчатую систему высшего образования в Украине. На мой взгляд, эта система понижает его уровень. Система образования в СССР была великолепной – это то небольшое положительное, что дала советская власть своему народу. Об эффективности образования в СССР свидетельствует грандиозный успех наших ученых и инженеров, эмигрировавших на Запад или работающих на Западе в течение последних двадцати-двадцати пяти лет. Отказ от этой системы вреден для страны. Мне кажется, что ожидать подъема науки и образования в следующем поколении не приходится, поскольку потеряна преемственность научных поколений. Это горько. Но даже сейчас, хоть и редко, обнаруживаются среди наших студентов ребята, которым наука интересна. Я слежу за их судьбой и стараюсь помогать, как только могу.

О том, как изменялись в нашей стране возможности научной работы в течение последних 45 лет, с 1960 года, когда я непосредственно стал ею заниматься. В силу моей склонности к фундаментальной, а не прикладной науке, финансирование работ тех научных коллективов, которыми я руководил, испытывало несколько большие затруднения, чем деятельность наших коллег, занимавшихся прикладными разработками или коллег, работавших в институтах Академии наук, фундаментальные исследования в которой финансируются непосредственно государством. Но даже в самых что ни на есть промышленных министерствах (как Министерство химической промышленности, которому принадлежали НИОХИМ и Институт монокристаллов) всегда имелся фонд фундаментальных исследований, и если предлагалась тема со свежей идеей, она практически всегда получала приличное финансирование. Между прочим, именно такова научная стратегия и крупнейших промышленных фирм на Западе. Так было до середины семидесятых годов. Позднее мы получали прекрасное финансирование непосредственно по постановлению Правительства (после того, как нам удалось разработать полупроводники с исключительно высоким радиационным ресурсом). Еще позднее содружество с НПО "Энергия" и НПО "Астрофизика", для которых мы делали ту или иную разработку, обеспечивало нам финансирование. Причем оплачивались также и наши работы на перспективу, т.е. именно фундаментальные исследования. Когда мы с группой сотрудников перешли в 1982 году ХПИ, нам удалось за полтора-два года организовать при кафедре хорошо оснащенную лабораторию. У нас были современные рентгеноструктурные установки, спектроскопия в широком диапазоне частот, возможности исследований в широких температурных интервалах, хорошая технологическая база для синтеза и для выращивания монокристаллов и т.д. Нам очень помогли ХПИ и НПО "Энергия", для которого мы провели много

исследований, главным образом, по подбору материалов с высокой радиационной стойкостью для использования в космосе. Постоянный штат нашей лаборатории составлял более двадцати научных сотрудников и инженеров. Это был самосогласованный научный коллектив, который решал самые разнообразные задачи в области физики и химии твердого тела. За десять лет (с 1982 до 1992 года) мы сделали несколько десятков работ по интеркаляции, по физике равновесных и радиационных дефектов, по физикохимии растворов, по исследованию высокотемпературных сверхпроводников – помимо технических разработок для наших заказчиков. Хорошая была лаборатория! В начале 1992 г. все финансирование прекратилось: наши партнеры – из Москвы, а Советский Союз развалился. Зарплаты у сотрудников не стало. Еще три-четыре года я барахтался, перебиваясь случайными хоздоговорами в попытках сохранить коллектив. Этому тоже пришел конец. Мы, конечно, продолжаем заниматься наукой, выигрывая довольно часто украинские, европейские и американские гранты. Но вся наука на кафедре – это только теоретические работы. Эксперимент мы уже вести не можем: уже восемь лет на кафедре нет ни одного научного сотрудника. Вот почему я и занялся, параллельно с физикой, разумеется, исследованиями гуманитарных задач, применяя к их решению идеи и методы из физики. Раньше это было хобби. А теперь – едва ли не самый интересный аспект работы, когда ты не зависишь ни от каких причуд внешнего мира и все можешь делать сам, правда, безвозмездно. Но оказывается, в этом тоже можно найти прелесть. Все-таки, горькую прелесть.

## **Основные результаты моей работы**

### **Физика**

#### **Многокомпонентные полупроводники**

Задачу поиска новых, именно многокомпонентных, полупроводников поставил нашей группе в НИОХИМ проф. Л.С.Палатник. Мы синтезировали несколько десятков вполне доброкачественных трехкомпонентных полупроводников и думали, что они – новые. Но выяснилось, что большую часть из них незадолго до нас уже исследовали группы Хана в Германии, Гудмена в США, группа Жузе и группа Горюновой в Ленинградском Физтехе. Только соединения типа  $Cu_2GeSe_3$  оказалась действительно новыми [18,20], мы обнаружили их одновременно с группой Нины Александровны Горюновой, выдающегося исследователя. Н.А.Горюнова (наряду с Велькером из Германии) была идеологом начала всех исследований многокомпонентных полупроводников с решеткой, подобной алмазу, германию и кремнию – так называемых "алмазоподобных" структур. Занимаясь синтезом новых веществ, мы старались понять общие закономерности их строения. В работе [22] мы предложили обобщенную систему кристаллохимических радиусов элементов, с учетом ионности связей. В [44] предложили полуэмпирическую зависимость степени ионности

в кристаллах с тетраэдрическими связями. В работе [19] показали, что тетрагональное искажение кубической решетки в трехкомпонентных полупроводниках определяется мерой их ионности и различием кристаллохимических размеров структурных элементов, находящихся в одной подрешетке. В работах [25,46,56,63] показано, что при таком искажении связей вклад ионной волновой функции в суперпозиции возрастает по сравнению с ковалентной, что приводит к уменьшению энергии связи и одновременно к росту ширины запрещенной зоны полупроводника.

### **Полупроводники со стехиометрическими вакансиями**

Довольно случайно в наших поисках новых полупроводников мы "наткнулись" на большой класс соединений (незадолго до этого синтезированных Ханом), тоже с алмазоподобной решеткой, но с пустотами в катионной подрешетке. Мы назвали такие пустоты "стехиометрическими вакансиями" (СВ). Эти вакантные позиции не являются дефектами решетки, а представляют собою ее структурный "компонент", наличие и концентрация которого определяется исключительно валентными соотношениями. Мы построили модель ковалентных связей в таких кристаллах, показали, что СВ не вносят вклад во внутреннюю энергию решетки и предложили простой метод расчета температур плавления кристаллов с СВ [31,42,49]. Мы предложили модель аномально больших ангармонизмов колебаний атомов, являющихся следствием только асимметрии колебаний атомов вблизи СВ, что позволило объяснить исключительно малую теплопроводность и исключительно большой коэффициент теплового расширения таких кристаллов [38,47]. В работе [51] мы выяснили причины смещения атомов, граничащих с СВ, в сторону последних, которая определяется т.н. "внутренним давлением". Работая параллельно с группами профессора Джона Вулли в Канаде и профессора Сергея Ивановича Радауцана в Кишиневе, мы, так сказать, вместе (но исследуя разные объекты) продемонстрировали, что существует много алмазоподобных твердых растворов с участием соединений с СВ в качестве компонента, что позволяет варьировать концентрацию СВ и параметры соответствующих полупроводников в широких пределах (см., например, [23,24,32,36,53] и обзор на эту тему [5]).

Полупроводники с СВ имеют много любопытных особенностей, но совершенно необычно следующее их свойство.

### **Свойство химической инертности примесей в полупроводниках со стехиометрическими вакансиями.**

Это название Открытия №245 по Государственному Реестру СССР [4]. Его авторы: 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. Вот его короткая

история. Мы обнаружили, что для каждого данного полупроводникового соединения с СВ электропроводность и ее температурная зависимость всегда одинаковы, независимо от наличия примесей. Это казалось невероятным, поскольку свойства всех полупроводников, как было хорошо известно, очень сильно зависят от содержания примесей. Выяснилось, однако, что за два года до наших наблюдений, это было обнаружено в лаборатории одного из крупнейших ученых в области физики полупроводников Владимира Пантелеймоновича Жузе в ЛФТИ (В.П.Жузе, В.М.Сергеева и А.И.Шелых). В чем причина этого неожиданного явления было непонятно. Мы поставили серию специальных экспериментов с целью исследовать термодинамику растворения примесей в таких структурах (с Л.В.Атрощенко) и показали, что растворимость примесей в полупроводниках типа  $\text{In}_2\text{Te}_3$ , в которых одна треть катионных позиций представляет собою СВ, определяется атомными радиусами примесных атомов, а не ионными и не ковалентными [6,34,35,37,52, 55,57,60,62,65,67]. При этом легированные полупроводники остаются собственными, примесная проводимость не возникает [61,66]. Это стало главным аргументом, подтверждающим нашу гипотезу о том, что примесные атомы в равновесном состоянии локализуются в СВ, не вступая в химическую связь с атомами решетки и оставаясь неионизованными. Основываясь на этом, мы с Ю.А.Фрейманом построили количественную теорию эффекта [39,40]. Эта модель полностью подтвердилась при исследовании (с Е.Е.Овечкиной и В.П.Романовым) электронного состояния примесей железа и олова с помощью гамма-резонансной и рентгеновской спектроскопии [80,97,101,102,113]. Это стало предметом Открытия № 245, упомянутого выше [4]. По-видимому, подавление электрической активности примесей в полупроводниковых стеклах определяется тем же механизмом [111]. Не следует придавать некий величественный смысл слову "открытие" в этом контексте. Бывают открытия в собственном, именно величественном смысле, открытия, которые влияют на судьбы науки – как открытие деления ядер, двойной спирали ДНК или инвариантности скорости света... Масштаб нашего открытия не такого ранга. Признание такого рода свидетельствует только о том, что подобные явления до тех пор не были обнаружены. Но конечно, было приятно, тем более, что мы знали характерные цифры: в среднем получала статус Открытия одна работа из тысячи с лишним представляемых. Это значительно более жесткий, но и значительно более объективный отбор, чем отбор работ, представляемых, например, на государственную премию. Он тем хорош, что претенденты не вступают в конкурентную борьбу друг с другом. Сначала несколько полностью анонимных рецензий (не менее трех-четырёх) научных центров, причем рецензии становятся известными авторам, только если их работа была признана Открытием. Если этот этап преодолен, соответствующее Отделение Академии Наук СССР (в нашем случае – Отделение физики и астрономии) назначает специального рецензента–академика, который дает свой отзыв. Его предложение "голосует" собрание Отделения, и если решение благоприятно, его еще должен утвердить Президиум Академии Наук СССР. Последний этап

– утверждение на заседании Коллегии Госкомитета по делам изобретений и открытий. Длинная процедура, несколько лет, но обеспечивающая объективность – без сомнений. Поэтому-то и приятно получить такое признание.

### **Радиационно-стойкие кристаллические вещества**

Еще году в 1968 мне пришло в голову, что уж если стехиометрические вакансии "блокируют" действие примесей, не помогут ли они "справиться" и с радиационными дефектами? Последние возникают в результате попадания в кристалл частицы с высокой энергией. Атомы, испытавшие это воздействие, выбиваются из правильных позиций в решетке, на их месте остается вакансия (не СВ, конечно, а вакансия, которая представляет собою дефект решетки). Покинувший свой узел атом размещается в междоузлии. Это описание самых простых радиационных дефектов, дефектов Френкеля; есть и значительно более сложные. Но в существенной степени природа последних определяется судьбой описанных элементарных дефектов.

Радиационная стойкость кристаллов, полупроводников, в особенности, была уже тогда важной проблемой и в связи с ядерной энергетикой, и в связи с исследованиями космоса. Параметры полупроводников деградируют уже при очень малых дозах облучения. Вместе Л.П.Гальчинецким, В.Н.Куликом и с коллегами из Киева (В.И.Шаховцов) и из Москвы (М.И.Руденко) мы провели облучения на мощной гамма-установке и в ядерном реакторе. 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 (огромные для полупроводников дозы). Это стало предметом нашего авторского свидетельства [64]. Оно 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 1971 года все-таки как-то зафиксировало наш приоритет, хотя и задержало наши первые открытые публикации [68,70] на три года. В этой статье было девять соавторов, большинство из них облучали наши кристаллы в разных условиях, и их вклад был действительно важен. Позднее мы довели дозы по быстрым нейтронам реактора почти до  $10^{19}$ , провели серию низкотемпературных облучений и измерений непосредственно в канале реактора (с У.А.Улманисом и И.И.Кузьминым). Все свойства наших полупроводников (электрические, магнитные, оптические, фотоэлектрические, механические) по-прежнему оставались неизменными. Провели эксперименты на мощном линейном ускорителе электронов – энергии электронов до 300 Мэв, дозы до  $10^{18} \text{ см}^{-2}$ , что в пересчете на нейтроны с энергией 1 Мэв по количеству производимых дефектов по поглощенной дозе соответствует приблизительно  $10^{20}$  [72,79,83,84, 87,94,106, 115]. Другие полупроводники изменяют свои параметры до неузнаваемости, а наши «стоят» как ни в чем ни бывало! Стало очевидно, что полупроводники с СВ обладают, по-видимому,

неограниченным радиационным ресурсом. Обнаружение «эффекта аномально высокой радиационной стойкости» (так высокопарно мы назвали нашу первую открытую публикацию [70] в 1972 году) потребовало во всех экспериментах наличия образцов-"свидетелей". Это были известные ранее полупроводники с той же кристаллической структурой, но без СВ (германий, теллурид кадмия, теллурид цинка). Действительно, было 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.

Конечно, обнаружив столь необычный эффект, мы хотели понять его физическую причину. Еще в 1960 году Дж. Вайнъярд с сотрудниками показал, что вблизи образовавшейся при облучении вакансии может существовать область вблизи последней, 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 (зоны абсолютной аннигиляции взаимодействующих дефектов) и определяют, главным образом, и темп образования, и концентрации насыщения радиационных дефектов. Этот фактор оказался одним из двух, определяющих радиационную стойкость. Нам удалось выяснить природу возникновения зон неустойчивости. Это, разумеется, есть результат взаимодействия дефектов (электростатического или упругого). Если таковое достаточно для "срезания" периодического потенциального рельефа с амплитудой, равной энергии миграции междоузельного атома в решетке [73], то образуется пространственная область, где экстремумы потенциала отсутствуют как в окрестности вакансий, так и вблизи дислокаций [73, 107]. Позднее мы показали, что зоны неустойчивости существуют не только в случае притяжения дефектов, но и при их отталкивании друг от друга [171,172,174]. Зоны абсолютной аннигиляции, как и зоны абсолютного вытеснения "работают" с одинаковой эффективностью в увеличении радиационной стойкости.

Мы показали, что в рыхлых кристаллических решетках (с СВ, в частности) фокусировка атомных соударений подавлена, и поэтому в момент радиационного образования пары вакансия – междоузельник последний не может удалиться от вакансии на расстояния, превышающие размеры зон неустойчивости, и он аннигилирует с вакансией тут же, в месте рождения за времена порядка  $10^{-10} - 10^{-11}$  секунд [83,86,89,91]. Поэтому радиационные дефекты не накапливаются. Поэтому кристаллы с рыхлой решеткой оказываются радиационно-стойкими: в них существуют дефокусирующие атомные линзы, уменьшающие длину свободного пробега краудионов [124, 158]. Это следствие нарушения локальной симметрии – даже при сохранении высокой симметрии решетки в целом [15,140]. Природа радиационной стойкости для чистых кристаллов, как нам показалось, стала понятной. Похоже, что это действительно так. Особенности радиационных нарушений в

кристаллах с примесями при наличии зон неустойчивости были исследовали тоже [92]. Мы разработали общий кристаллографический критерий радиационной стойкости неметаллических соединений, что позволяет прогнозировать радиационную стойкость неметаллических соединений [124, 158]. С Ю.Р.Забродским и с Ю.Н.Дмитриевым мы предложили и детально разработали идею создания металлических сплавов с повышенным радиационным ресурсом для конструктивных элементов ядерных реакторов [103, 161]. Обзорные статьи разных лет по радиационной стойкости - [7,9,11,15,16].

Явление аномально высокой радиационной стойкости неметаллических кристаллов с рыхлой кристаллической решеткой открывает перспективы для разработки измерительных устройств, устойчиво работающих в условиях воздействия очень больших доз ионизирующих излучений. Мы опробовали их в качестве радиационно-стойких фоторезисторов, терморезисторов, термоэлектрических датчиков температуры, датчиков локального энерговыделения ядерных реакторов [75,96]. Такие устройства можно использовать для измерения огромных доз и мощностей дозы ионизирующих излучений разного типа, в частности, в промышленных и исследовательских ускорителях [93]. Это мы показали экспериментально. Насколько я знаю, до сих пор аналогов этим рабочим элементам все еще нет. Они так и не были «внедрены» в промышленное производство, и, наверное, это моя вина. К сожалению, я не имею способностей «пробивного человека».

Вот еще несколько идей использования радиационно-стойких кристаллов, проверенных теоретическими расчетами и опубликованных, но – в отличие от перечисленных выше – еще не осуществленных экспериментально. Твердотельный лазер с ядерной накачкой [109,110] – эта великолепная идея принадлежит М.И.Джибладзе, я только помогал ему. Еще одно направление для будущих экспериментальных исследований, развитое нами совместно с Ю.Г.Гуревичем и И.Н.Воловичевым. Полупроводники с СВ, как мы видели выше, остаются собственными при легировании. Организовать p-n – переход на их основе, казалось, невозможно. Мы показали, однако, что на гетероконтакте двух собственных полупроводников с разными значениями ширины запрещенной зоны в результате выравнивания уровня Ферми удастся равновесно "перекачать" электроны и получить эффект выпрямления. При специальной геометрии пленочных конструкций (это идея И.Н.Воловичева) возможен и транзисторный эффект. Коэффициенты выпрямления и усиления этих структур электроники не очень высоки, но огромная радиационная стойкость таких устройств дает перспективы использования в больших полях радиоактивных излучений [160,162,163, 167,170].

Обзор прикладных возможностей радиационно-стойких материалов – в [17].

Физика дефектов в кристаллах и сейчас осталась увлекательным для меня занятием. В 2000-2002 годах я снова поработал над такими задачами с Л.П.Гальчинецким и его коллегами из Института монокристаллов,

теоретически исследовав разработанные ими полупроводниковые материалы [171-175].

### **Равновесные "мерцающие пары"**

Увидев "воочию" важную роль зон неустойчивости в радиационных явлениях, мы поняли, что 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 короткоживущих решеточных возбуждений, "мерцающих пар", при определенных условиях может превышать равновесные концентрации "классических" долгоживущих дефектов Шоттки и Френкеля. Вместе с Б.И.Минковым мы построили термодинамику этого третьего типа дефектов в кристаллах [71,72]. В веществах, где такие дефекты преобладают, наблюдается много аномальных явлений. Быстрая закалка (в отличие от всего, что было известно раньше) не замораживает дефекты [78]. Обнаруживается необычный механизм диффузии, когда энергия ее активации не зависит от природы диффундирующих частиц. Это наши работы с В.М.Эккерманом и др. [74,76,77,82]. С Ю.Р.Забродским и Ю.Б.Решетняком мы показали, что взаимодействие равновесных короткоживущих ("мерцающих") диполей, определяет свойства суперионных кристаллов – веществ с очень большой ионной проводимостью [147,149]. Вместе мы исследовали и фазовые переходы суперионик–сегнетоэлектрик (идея этого рассмотрения принадлежит Ю.Р.Забродскому) [148,150]. Позднее я показал также, что тепловые и диффузионные свойства металлов при высоких температурах, удается непротиворечиво описать с использованием модели неустойчивых пар вакансия–междоузельник [165,169]. Обзоры о равновесных "мерцающих" парах: [9,11,13,15,16].

Мерцающие пары – третий тип равновесных дефектов, они существуют в кристаллах наряду с дефектами Френкеля и Шоттки. Конечно, мне приятно, что эта идея принята, кажется, не только на уровне ссылок в журнальных статьях. Она излагается и в ряде монографий и учебников (Гегузин, Неклюдов с соавторами, Фистуль, Kraftmakher, Болеста, Джафаров).

### **Интеркаляция**

Это явление внедрения сторонних атомов, молекул или ионов в межслоевые пространства слоистых кристаллических структур, обнаруженное шестьдесят лет назад Рудорфом на примере графита. М.Е.Вольпин и Ю.Н.Новиков с сотрудниками развили это наблюдение до статуса отдельного направления в химии твердого тела. В начале семидесятых годов прошедшего века американские ученые Геболл, Гэмбл,

Ди Сальво и др. обнаружили, что явление интеркаляции наблюдается не только в графите, но и в кристаллических соединениях со слоистой структурой, таких как  $TiS_2$ ,  $NbSe_2$  и многочисленных других, большая часть которых представляет собою полуметаллы. Были надежды обнаружить в таких интеркалированных структурах нефононный механизм образования Куперовских пар – по блестящей идее Гинзбурга и Литтла. Пока это еще никому не удалось. Но исследование явления интеркаляции оказалось увлекательным не только в этом аспекте. Мы были, по-видимому, первыми, кто целенаправленно изучал интеркаляцию слоистых полупроводников (Шельхорн до нас указал на возможность этого эффекта в полупроводниках). В качестве модельного объекта в наших экспериментах мы использовали широкозонные полупроводники  $PbJ_2$  и  $BiJ_3$ , имеющие слоистую кристаллическую структуру. Они оказались удобными для выяснения общих закономерностей термодинамики и кинетики интеркаляции. С А.П.Мильнер нам удалось обнаружить несколько десятков новых интеркаляционных соединений на основе  $PbJ_2$  и  $BiJ_3$  с внедренными в межслоевые промежутки электронодонорными органическими молекулами (типа аминов, в частности) [85,100]. Мы первыми обнаружили возможность равновесного интеркалирования электроноакцепторными молекулами, предложив заменить матрицы для интеркалирования на такие структуры, которые имеют инверсный кристаллохимический мотив по сравнению с  $PbJ_2$  или  $TiS_2$ . Это слоистые кристаллы  $Ag_2F$  и  $Tl_2S$ . Такие "обращенные" структуры очень редки по сравнению с распространенными структурами типа с  $PbJ_2$  или  $TiS_2$ . Но в таких решетках обнаруживается интеркаляция акцепторными молекулами [90,114], именно равновесная, без воздействия внешних факторов. Мы обнаружили несколько новых эффектов в явлении интеркаляции. Вместе с Г.И.Гуриной мы обнаружили термодинамический концентрационный порог образования соединений при интеркаляции из растворов [126,127,133], определение которого позволяет – помимо всего прочего – определять энтальпию и энтропию образования интеркаляционных фаз. С А.П.Мильнер мы показали, что внедрение интеркалирующих молекул в слоистую матрицу определяется не диффузионным процессом, а движением фронта фазы. Это подтверждено затем прямыми кинографическими и рентгеноструктурными измерениями *in situ* [164,166]. Мы обнаружили также порог одноосного давления, перпендикулярного кристаллографическим слоям (порядка  $10 \text{ н/см}^2$ ), превышение которого приводит к запрету проникновения инородных молекул в слоистую матрицу. Показали, что это кинетическое явление определяется обобщенным уравнением Гриффитса развития трещин, но с учетом того, что расклинивающее действие производит фронт внедряющихся молекул. Выяснилось, что и после превышения порога одноосного давления равновесные интеркаляционные соединения все равно образуются, но уже путем выдавливания (экстракции) фрагментов слоистой матрицы в среду, которая содержит интеркалирующие молекулы. Мы назвали это эффектом экстеркаляции [120]. Вместе с А.П.Мильнер мы обнаружили, что растворив

слоистые неорганические кристаллы в жидкостях, можно затем вырастить монокристаллы равновесных интеркаляционных соединений [108]. Кажется, это стало предвестником многочисленных сейчас в мире работ по "сборке" интеркаляционных фаз из готовых их фрагментов в растворе. В интеркаляционных системах обнаруживается несколько упорядоченных фаз (с разной стехиометрией или разным способом укладки молекул в слоях). Их наличие в слоистых неметаллических кристаллах определяется взаимодействием диполей, появляющихся при переносе заряда от молекул к матрице (или наоборот), причем мера переноса заряда зависит от концентрации молекул интеркалянта в слое [118, 119]. Эти работы обобщили термодинамику образования интеркаляционных фаз, развитую ранее Сафраном для слоистых матриц с металлической проводимостью. Полупроводниковые матрицы для интеркаляции значительно богаче по свойствам, чем таковые на основе слоистых металлов. Электроника таких интеркаляционных фаз определяется двумерным квантовым размерным эффектом и образованием минизонного спектра электронов [95,105,134]. Образование минизонного энергетического спектра электронов обнаруживается и при интеркаляции кристаллов с металлическим типом проводимости [143-145]. Обнаружены фотохимические явления при интеркаляции – тоже с пороговыми эффектами по концентрациям и по энергии квантов [131,154,155]. Выяснилось, что интеркаляция слоистых полупроводников в химически "кислой", протонированной среде приводит к образованию совсем других кристаллических структур элементоорганических соединений, квазиодномерных, а не слоистых. Это было показано в наших совместных работах с Е.А.Зигером, А.Б.Бланком, В.Н.Баумером и Ю.Т.Стручковым и др. [112,117,125,141,142]. Словом, это была увлекательная работа. Мне даже присудили в 2001 году за нее (вместе с другими физиками, исследовавшими слоистые полупроводники) Государственную премию Украины.

Основные результаты наших исследований по физике кристаллов с СВ, по радиационной стойкости, по интеркаляции, по равновесным "мерцающим парам" обобщены в обзорах [6-13, 15-17] и в нашей с Ю.Н.Дмитриевым монографии [1].

### **Несколько коротких увлечений из области физики конденсированных тел**

1. Жидкие растворы. Наши недолгие исследования в этой области основаны на идее Самойлова: ионы или молекулы в растворах могут либо стимулировать образование компактных сольватных структур, конкурирующих с собственной структурой растворителя, либо просто разрушать последнюю. Мы показали, что обобщение уравнения Бачинского-Френкеля-Андрате, учитывающее так называемый "свободный объем", остающийся после "вычитания" объемов, занятых частицами (как в уравнении Ван-дер-Вальса), позволяет по значениям вязкости определить числа сольватации ионов и меру разрушения структуры жидкости. Мы с

О.А.Мураевой предложили полуэмпирическую формулу, позволяющую вычислять вязкость растворов, пользуясь кристаллохимическими радиусами ионов. И наоборот, определять числа сольватации по данным вискозиметрии [128-130,138,139].

2. Обнаружение Беднорцем и Мюллером в 1987 году высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП), конечно, не могло оставить нас безучастными. Е.Е.Овечкина организовала технологию изготовления ВТСП оксидов разного состава. С нею, с Игорем Кивовичем Любомирским и др. мы провели серию экспериментов, которые показали, как можно управлять стехиометрией и параметрами сверхпроводников типа Y-Ba-Cu-O с помощью электрохимической обработки [152,153].

3. Особенно увлекательным было для нас исследование эффекта гигантского изменения критических параметров ВТСП при обработке их в атмосфере химически инертных веществ. Эффект обнаружил Грэм Рассел с сотрудниками в Кенсингтонском университете в Сиднее. Действительно невероятно: выдержка в химически инертном азоте, например, увеличивает температуру сверхпроводящего перехода на двадцать-тридцать кельвин, а при дальнейшей обработке эффект полностью исчезает! Причины явления и даже его достоверность были под сомнением, поскольку, как отмечали сами авторы, воспроизводимость эффекта была очень низкой. Нам удалось не только надежно воспроизводить эффект, но и выяснить его происхождение. Оказалось, что явление имеет сугубо кинетическую природу и определяется эффектом Ребиндера-Дерягина, который сопровождается огромными локальными механическими напряжениями в устьях трещин, возникающих при продвижении фронта адсорбции инертных газов по границам зерен в керамике. Поэтому, как мы выяснили, эффект очень сильно зависит от размеров зерен ВТСП-керамики, и исчезает, как только наступает релаксация этих механических напряжений. Это неравновесное явление, но им можно управлять. Вместе с Е.Е.Овечкиной, В.Д.Запорожским и др. мы показали, что эффект имеет место не только в "иттриевой" сверхпроводящей керамике, но и в "висмутовой", проявляясь как в резистивных, так и в магнитных свойствах ВТСП керамики [151,157].

4. Нано-материалы с размерами частиц порядка немногих десятков ангстрем станут в ближайшие годы основой электроники. Вместе с В.В.Слезовым мы показали, что равновесная растворимость примесей в столь малых частицах может превышать таковую в массивных кристаллах в десятки и сотни раз [177]. Это объясняет имеющиеся сейчас экспериментальные факты, но кроме того, позволяет сформулировать новый подход к формированию материалов. Вклад поверхностной энергии в малых частицах соизмерим с вкладом объемной, что предопределяет эффекты Лапласа – Томсона – Вант-Гоффа. Мы с Ю.И.Долженко показали, что этот факт приводит к новой интерпретации понятия предельной растворимости кристаллов в жидкостях [176]. Вместе с А.Я.Дульфам и В.Л.Чергинцом мы показали, что "нано-эффекты" проявляются и в процессах роста и растворения кристаллов, главным образом, в степени дефектности кристалла.

Выяснилось, что размерные эффекты термодинамике и эффекты в кинетике роста возникают в одном и том же диапазоне размеров твердых "неоднородностей" [178].

### **Гуманитарные задачи**

В комментариях к этим результатам я буду менее лаконичен. По нескольким причинам. Во-первых, потому, что эффекты гуманитарного свойства являются более общечеловеческими, и читатель, возможно, воспримет их с большим интересом, чем рассуждения о физике. Во-вторых, количество моих работ в этой области меньше "строго" в девять раз: 20 против 180. А в-третьих, должен признаться, еще и потому, что в данный момент моей научной жизни они увлекают меня больше, чем задачи из физики.

1. Пожалуй, первым исследованием вне физики, которое я опубликовал (с Ю.Р.Забродским), была работа об этологическом механизме естественного отбора [179]. Всегда ли в процессе естественного отбора выживают сильнейшие (сильнейшие по тому признаку, который в данных условиях обеспечивает особи наиболее благоприятные возможности выжить и, следовательно, размножаться)? Всегда ли выгоден для вида этот жесткий механизм отбора? Мы старались показать, что в условиях резкой смены условий существования вида перспективными для его выживания являются как раз те особи, которые были до этого хуже других приспособлены к окружающей среде. Именно такие особи, не имея возможности обеспечить свое выживание традиционным способом, "ищут" другие пути. Слово "ищут" – в кавычках, никаких сознательных поисков они не ведут, это достаточно хаотичный перебор возможностей. Вероятность найти удачный путь весьма мала, но заведомо намного больше, чем у успешных в стационарных условиях особей. Поэтому "слабые" (в указанном смысле) особи могут послужить единственной надеждой выживания вида именно при резком изменении условий существования. Подчеркну, что у слабейших (в этом смысле) нет никаких преимуществ перед сильными – кроме одного: они раньше других были вынуждены искать альтернативные пути пропитания или защиты. Это свойство слабейших в популяции предопределило эволюционно, на мой взгляд, поразительную толерантность сильных по отношению к слабым в популяции – при всей жестокости внутривидовой борьбы сильные не умерщвляют слабых после победы, например, в честном поединке за самку. Это – именно этология, которая, на мой взгляд, является предшественницей морали в человеческом сообществе.

2. Самая любимая мною из всех работ, когда-либо мною написанных – это статья в журнале "Октябрь" 1996 года "Инстинкт веры, или Чего жаждут боги" [184]. Ее смысл коротко изложен потом по-английски в [190]. В известной степени она развивает идею, описанную выше. Я использовал эту идею и позднее, в моих попытках понять природу терроризма. Это мои соображения о происхождении религий. Б. Д. Джозефсон (Нобелевский лауреат по физике) в 1993 году высказал очень важное соображение:

всеобщая распространенность религий в мире не может не иметь эволюционного значения для выживания человеческой популяции. Он предположил поэтому, что религия предопределена в геноме человека. Еще значительно раньше в 1964 году крупнейший генетик В.П.Эфроимсон показал, что в поведении животных наблюдается не только пресловутый инстинкт борьбы за собственное выживание (вопреки особям из собственной популяции), но и инстинкт поддержки слабейших в популяции со стороны сильных против внешней опасности. Это альтруистический инстинкт присущ всем коллективным животным. Более простой инстинкт, тоже альтруистический, известен всем: это материнский инстинкт, когда родитель готов пожертвовать собственным благосостоянием и даже жизнью ради спасения своих детей. В работе [184] я ввел понятие "возвратного инстинкта", проявляющегося в ожидании слабейшими особями спасения со стороны сильнейших в популяции. Этот инстинкт проявляется у всех нас в момент крайней опасности в крике "Мама!" – мы взываем о помощи инстинктивно. По мере того, как популяции разрастались, персонификация сильных (вождей или шаманов) становилась все более размытой, зов о помощи тоже становился все менее персонифицированным, превратившись, наконец, в зов о спасении к кому-то абстрактному, но из собственной популяции. Этот зов и есть зов к Богу, к Спасителю. Я старался проследить, как этот механизм взаимоотношений в социуме трансформировался, чтобы стать религиями. Речь и письменность, развитые людьми, сделали доступными и сопоставимыми представления о Спасителе. Так возникли религии. Бог (и боги) – как я полагаю – есть мифологизированный и обобщенный символ спасителя. Не стану детализировать разные аспекты этого понимания происхождения Веры, но некую финальную формулировку все-таки приведу. Не Природа есть создание Бога. Наоборот, Бог есть создание Природы, именно природы человеческого социума. Бог – это надежда на спасение в безнадежной для индивидуума ситуации. Апелляция к Богу, на самом деле, есть апелляция к популяции в целом. И поэтому мораль материалиста-безбожника, склонного сочувствовать ближнему, полностью совпадает с моралью верующего, который со-чувствует страждущему через посредство Бога. Мораль едина у верующих и неверных, даже если они это не осознают. Вся эта конспективно описанная здесь идеология приобрела недавно вполне материальное основание. В 2004 году профессор Эбштейн (с коллегами) в Иерусалимском университете обнаружили ген в хромосоме человека, ответственный за альтруистическое поведение его обладателя. Альтруизм – в генетике человека. Заметим, однако, что "ген альтруизма" проявляет себя не у всех особей. Но религии, Десять заповедей, в частности, – это общечеловеческое законодательство альтруизма. Как мы понимаем, выработанное эволюцией, то есть, выгодное для сохранения вида. Как было бы здорово, если бы оно восторжествовало.

3. Но диалектика неумолима. Именно альтруистическое начало, записанное в геноме стремление спасти соплеменника, что есть, казалось бы, основа толерантности, оказывается и источником ненависти и ксенофобии. Это

столкновение "толерантностей" и "милосердий", каждое из которых распространяется только на свой клан, на своих соплеменников, на своих единоверцев. Это, похоже, и есть столкновение цивилизаций, предсказанное С.Хантингтоном. Но причина столкновения, развитие которого началось на наших глазах, на самом деле, как представляется мне, и проще и глубже. Это зависть – в терминологии морали. Это стремление занять более высокую ступень в иерархии – в терминах социологии популяций. Я пытался показать, что предпосылкой нынешней глобализации терроризма стала глобализация информированности всех обо всех, что предопределяет глобализацию сопоставлений собственного достатка и успеха с таковыми на другом, географически другом, полюсе достатка. Проповедники терроризма используют именно этот психологический ресурс, рекрутируя фанатиков и отбирая из них смертников-террористов. Они идут на смерть ради альтруистической идеи помочь своим соплеменникам. Излишне говорить, что это – извращение альтруизма, записанного в наших генах. Именно извращение природного инстинкта спасти ближнего, трансформированного в антигуманный лозунг: умертвить тех, кто не с нами. Это свойство во всех популистских течениях, оно присутствует и отдельных конфессиях религий. Эти соображения я изложил в [194,196,197]. Там же я привел некоторые соображения о том, что следовало бы сделать, чтобы ослабить распространение идей и практики терроризма. У меня мало надежд, что мои рекомендации в духе "Государя" Макиавелли будут приняты обществом. Но мое дело сказать... Как в известном анекдоте.

3. Довольно долго я занимался такой проблемой: можно ли только читая стихи, составить психологический портрет их автора? Можем ли мы сегодня определить психологические черты Шекспира, Пушкина, Шевченко, не имея возможности (по известным причинам!) взять у них интервью и провести личностное тестирование? Оказывается, такая возможность есть. Создатели современной количественной психологии К.Юнг, Ч.Осгуд, А.Айзенк предложили идею "полярных шкал". Вот в чем она состоит. Назначается шкала: например, "интроверт – экстраверт", или "националист – космополит", или "мизантроп – человеколюб". Или любая другая альтернативная пара понятий. Психологические черты каждого человека можно оценить по таким шкалам "в процентах". Методика таких оценок разработана психологами. Мы с Л.Г.Фризманом предложили нескольким экспертам провести подобную оценку каждого из стихотворений Пушкина и Шевченко (610 и 230 стихотворений соответственно). Проведя статистический анализ этих оценок, нам удалось количественно определить психологические предпочтения этих классиков славянской литературы. Пушкин, например, оказался весьма оптимистичной и удовлетворенной собою личностью, а Шевченко – выраженным пессимистом. Шевченко значительно более нонконформист, чем Пушкин. Частотный анализ творчества Александра Сергеевича показывает, что ему вообще было мало интересна политическая жизнь, его больше интересовали личности, а не социум. Не правда ли – это контрастирует с восприятием Пушкина как борца

с самодержавием? Тарас Григорьевич, напротив, был очень озабочен социальными проблемами. Оба великих поэта скорее верили в фатум, чем в возможности собственного определения своей судьбы, оба они скорее эмоциональны, чем рассудочны [182,183,185]. Эти наши количественные определения хорошо согласуются с воспоминаниями современников о великих поэтах. Но это сопоставление с мнениями, это правдоподобно, но не может быть доказательным. Мы с Е.Л.Кузьминой и Ю.И.Зайцевым провели исследование творчества трех современных поэтов. Мы предложили шести независимым экспертам 22 полярных шкалы для оценки психологических черт и предпочтений поэтов, и предложили одновременно каждому из поэтов провести точно такую же экспертизу своих собственных произведений. Выяснилось, что статистика оценок экспертов и самооценки поэтов практически совпали. Это свидетельствует о том, что поэт в творчестве адекватно выражает собственную психологию и о том, что читатели столь же адекватно воспринимают поэзию. Наши исследования показали также, что проявления поэта в жизни похожи на его самовыражение в поэзии [187,193]. Лично мне этот результат доставил удовольствие. Мне кажется, что методика подобного анализа применима и для анализа межличностных, межнациональных и межконфессиональных взаимоотношений.

4. Оказалось, что метод полярных шкал позволяет не только разглядеть психологические черты поэтов, но выяснить и психологические черты наций – сквозь даль прошедших десятилетий. Литература, оказывается, является хранилищем сведений о психологии народа, черты которой могут быть восстановлены через столетия. В 1990 году мы с Л.Г.Фризманом мы попросили 13 независимых экспертов-литературоведов из Украины, России и Узбекистана дать их оценки нескольких сотен русских поэтов, действовавших в России на протяжении полутора веков только по одной полярной шкале "интроверт – экстраверт". Если полагать, что совокупность поэтов отражает настроения нации в данный исторический момент, то появляется возможность на основе анализа их творчества составить количественную картину изменений психологического состояния народа на протяжении веков его истории. Я опушу детали математической обработки массива данных. Оказалось, что мера интровертности–экстрровертности социума испытывает колебания с периодом около 50 лет [181,183]. Этот период совпадает с определениями Кондратьева, Маслова, Петрова, Мартиндэйла, исследовавшими разные параметры социальной жизни, экономики и жизни искусства. В [186,14] я предложил простую математическую модель осцилляционного поведения жизни сообществ, основанную на идее об общем ресурсе данного параметра и альтернативного ему. Количественное литературоведение может стать инструментом историографии. И инструментом для прогноза развития общества. Гуманитарные исследования в сочетании с пониманием механизмов, аналогичным физическим, сопровождающиеся разумной математической обработкой представляют необозримые возможности для прогнозов, а

возможно, и управлением обществом. Хочу думать, что это действительно так.

5. Вот еще одна идея, которая мне до сих пор симпатична. Великий Нильс Бор указал (шестьдесят лет назад!), что в психологии, по-видимому, действует принцип дополнительности, аналогичный таковому в квантовой физике. Последний связан с соотношениями неопределенностей Гейзенберга: чем более точно определяется некий параметр состояния частицы, то другой параметр, комплементарный (известным образом связанный с первым), определяется все менее точно. Используя идею семантического дифференциала Осгуда, который ввел метрику и, следовательно, возможность сопоставлений в пространстве психологических признаков, я исследовал возможность взаимопонимания двух индивидуумов (или двух культур, если хотите). Предположив гауссово распределение предпочтений по одномерной шкале у двух индивидуумов, намеревающихся найти взаимопонимание, удается показать, что взаимопонимание тем более вероятно, чем ближе максимумы указанных распределений, конечно, но также и чем более размыты предпочтительные значения. В общечеловеческом смысле это означает, что чем более близки наши предпочтения (это естественно, конечно) и чем более размыты критерии оценки, тем более вероятна возможность взаимопонимания. Толерантность есть широта взглядов. В общем-то, тривиально. Но появляется возможность оценить вероятность примирения, количественно и а priori [188]. Еще один совет государям! Эта же модель позволяет предложить количественную формулу успеха, по крайней мере, в интеллектуальной деятельности [189,193]. Успех определяется мультипликативной функцией, в которой в качестве сомножителей выступают расстояние (в смысле семантического дифференциала Осгуда) понимания автора и сообщества, дисперсия распределения этих пониманий – и конечно, тиражирование произведения, что не зависит от автора, к сожалению, чаще всего.

Обзор результатов о применении физико-математических моделей к гуманитарным задачам (на уровне 1996 года) содержится в обзоре [14].

Вот чем я занимался в науках в течение отпущенных мне 70 лет.

Останется ли это на какое-то время?

Посмотрим.

Впрочем, смотреть буду уже не я, а вы.

### **Мои жизнеописания опубликованы в таких книгах:**

Я.Е.Гегузин, "Живой кристалл", М., Изд."Наука", Главная редакция физико-математической литературы, 1987, с.60-65

International Who is Who of Intellectuals, 11th Edition, 1995/96, Cambridge, England, p.246.

"Выдающиеся педагоги высшей школы Харькова", 1998, Глобус, Харьков, с. 338-339.

Харьковский политехнический. Ученые и педагоги. 1999, Флаг, Харьков, с. 155-156.

"500 влиятельных личностей. Украина 2002", Восточно-Украинский биографический институт ВУБИ, с.78.

В.И.Фистуль, "Физика и химия твердого тела", 2002, т.1, М., Изд."Металлургия", 95, с.351.

"500 влиятельных личностей. Украина, год 2003", Восточно-Украинский Биографический институт, 2003, с.84.

Моя персона в разное время была предметом недолгого, конечно, внимания нескольких газет и журналов. "Экономика и жизнь", "Природа", "Человек", "Известия" – в России. "Зеркало недели", "Всеукраинская техническая газета", "Время", "Вечерний Харьков", "Дайджест Е", "Дружба народов" – в Украине. Благодарен авторам всех публикаций, ибо честолюбие – неизбывное свойство ученых, писателей и артистов – людей, работа которых ожидает признания по определению! Анонимные послания, которые посылали по моему адресу или по адресам "вышестоящих инстанций" в связи с моей персоной тоже приятны: если ты вызываешь у кого-то зависть – значит, чего-то стоишь! Это надежный критерий. Благодарен авторам анонимок. Без иронии. С сочувствием.

Еще я писал стихи.

Ваш

Владимир Кошкин