

**Л. Н. Парицкая, Ю. С. Кагановский**  
**УЧЕНЫЙ, УЧИТЕЛЬ, РОМАНТИК НАУКИ**

В этом очерке мы хотим рассказать о науке, которую ежедневно «делал» Яков Евсеевич Гегузин — замечательный ученый, один из создателей харьковской научной школы кристаллофизиков, профессор харьковского университета, заведующий кафедрой физики кристаллов, учитель нескольких поколений физиков, блестящий лектор, педагог и популяризатор науки, яркий, талантливый человек. Работы Я.Е. (так мы его называли между собой) вошли в золотой фонд физики реального кристалла — новой области науки, формировавшейся в 50—60-е годы прошлого века. Эта область физики, в которой Я.Е. творил и мечтал, жил и работал, была как нельзя более созвучна его характеру и темпераменту, его умению смотреть на мир «глазами ученого и художника». Такими словами сам Я.Е. характеризовал редкий дар Якова Ильича Френкеля, замечательного ученого-физика, романика науки, о котором Я.Е. говорил всегда восторженно и примеру которого следовал всю свою жизнь. Мы, проработавшие с Я.Е. не один десяток лет, в полной мере можем отнести эти слова и к самому Якову Евсеевичу, который постоянно держал нас всех «в тонусе», заражая своим энтузиазмом и влюбленностью в науку, умением восхититься красивым экспериментом, красивой идеей, красотами природы, красивым поэтическим словом. Мы благодарны судьбе за то, что она подарила нам счастливую возможность проработать большую часть жизни вместе с этим человеком.

Когда Я.Е. задумывал новый эксперимент и говорил о его постановке, предмет исследования «оживал» на наших

глазах, приобретал реальные очертания, становился «родным и близким» — появлялось желание поскорее «пощупать» его и увидеть, что в нем реально происходит. Объект наших исследований — реальные кристаллы, образовавшиеся в природе или выращенные искусственно, т.е. кристаллы с высокой плотностью дефектов структуры. Именно дефекты ответственны за все многообразие процессов, происходящих в реальных кристаллах, и те уникальные свойства, которые обеспечивают им широкий спектр практических приложений.

В 1964 году на физическом факультете Харьковского университета усилиями Я.Е. была создана новая кафедра — кафедра физики кристаллов, которая сразу стала активно действующим центром исследований в области физики реального кристалла. В то время эта область физики получила новый импульс к развитию в связи с широким практическим применением как монокристаллов, так и поликристаллических объектов с высокой плотностью дефектов структуры (дислокаций, пор, включений, межзеренных и межфазных границ) вплоть до наноматериалов. Основные исследования Я.Е. в этой области были посвящены процессам диффузии и диффузионного переноса массы в объеме и на поверхности реальных кристаллов.

Среди этих исследований одним из приоритетных направлений, которое в мировом сообществе ученых связано с именем Я. Е. Гегузина, является физика спекания. Собственно Я.Е. впервые выделил из большого запаса знаний, главным образом технологического свойства, физику спекания как отдельную главу физики твердого тела. Монография Я. Е. Гегузина «Физика спекания», вышедшая первым изданием в 1967 году, обозначила круг идей и физических процессов, которые составляют содержание этой важнейшей области фундаментальной и прикладной физики твердого тела. Спекание порошков в реальных условиях — это сложный физико-химический процесс, который приводит к формированию плотного монолита из

порошка, спрессованного в форме будущего изделия. Из всего многообразия процессов, происходящих при спекании, физика спекания выделяет процессы, приводящие к уплотнению пористого тела: перенос массы в зоне контакта между порошниками и в объеме пористого тела при «зачечивании» ансамбля пор.

Начало физики спекания можно отнести к 1946 году, когда почти одновременно были опубликованы теоретические работы Я. И. Френкеля «О вязком течении твердых тел» и Б. Я. Пинеса «О спекании в твердой фазе». Потом появились экспериментальные работы Кучинского (1949 г.), в которых впервые рассматривались различные диффузионные механизмы переноса массы в зоне контактного перешейка между порошниками. К тому же времени относятся и первые работы Я.Е. в этой области. В эти и последующие годы Я.Е. с сотрудниками выполнили основополагающие работы, относящиеся к разным стадиям процесса спекания. Исследования процессов переноса массы в зоне контактного перешейка между порошниками на начальной стадии спекания позволили расширить существовавшие представления о диффузионных механизмах припекания и развить новые идеи о роли пластичности при спекании. Впервые при припекании разноименных кристаллических тел в зоне контакта «порошника А — плоскость В» были обнаружены динамичные дислокационные структуры в форме розеток, которые свидетельствовали о наличии в контактной области напряжений, достаточных для образования и перемещения дислокаций. Детальное исследование «розеток спекания» стало возможным благодаря применению в качестве объекта исследований ионных кристаллов, на которых эти и многие другие процессы переноса массы исследовались впервые. Обнаружение и исследование «розеток спекания» позволило изучить основные закономерности дислокационных механизмов переноса массы при спекании и при взаимной диффузии, понять механизмы релаксации капиллярных и диффузионных на-

пряженний, оценить реальные напряжения после их релаксации.

Понимание физики процессов на последующих стадиях спекания пористого тела с открытой и замкнутой пористостью наступило благодаря основополагающей идеи Я.Е. о спекании как о ползучести пористого тела под действием напряжений, обусловленных наличием искривленных поверхностей пор. На первый взгляд, эта идея противоречила известной теореме Херринга о том, что дислокации не могут возникнуть под действием капиллярных сил. Я.Е. удалось показать, что в случае припекания порошников эта теорема не работает. Рассмотрение различных механизмов ползучести, которые связаны с перемещением и взаимодействием различных типов дефектов, привело к новым представлениям о вязкости кристаллического тела и диффузионно-вязком течении, важным элементом которого является самосогласованное изменение формы элементов структуры. Именно этот процесс приводит к направленному течению вещества в случае, когда границы между элементами структуры являются источниками и стоками вакансий. Работами Я.Е. с сотрудниками было показано, что для реальных кристаллических объектов такие представления являются идеализированными, поскольку источниками и стоками вакансий в них могут быть также одиночные дислокации и другие дефекты, плотность которых может меняться со временем. В противоположность известному явлению формирования полигональных стенок, когда одиночные дислокации встраиваются в границы, было обнаружено новое явление «россыпи» дислокационных границ под действием напряжений, вызывающих ползучесть. «Рассыпающиеся» границы являются источниками одиночных подвижных дислокаций, вносящих существенный вклад в ползучесть.

Одной из нерешенных проблем физики спекания долгое время оставалась проблема активированного спекания. Мно-

гочисленные эксперименты, соображения, теории не давали ответа на все новые вопросы, которые возникали при решении этой проблемы. Развивая представления о роли пластичности при спекании, Я.Е. сформулировал революционную идею о том, что активированное спекание происходит не путем поатомного переноса массы, как это было общепринято, а в результате перемещения относительно друг друга элементов структуры как целого. Фактически он развил идею классической работы И. М. Лифшица о роли проскальзывания зерен в процессе диффузионной ползучести поликристаллов (механизм Набарро—Херринга—Лифшица). Если в плотных поликристаллах проскальзывание зерен являлось следствием диффузионного преобразования их формы, то в пористой структуре зернограничное проскальзывание может оказаться основным механизмом деформации, которая осуществляется по мере преобразования формы неровностей на межзеренных границах. Исходя из этой идеи, Я.Е. представил активированное спекание как «сверхпластичность» пористой структуры — прозрачная аналогия, вскрывающая суть явления. Идеи и расчеты Я.Е. впоследствии были подтверждены экспериментально и продолжают развиваться в направлении поиска условий, способствующих или тормозящих проскальзывание.

Многие аспекты физики спекания были рассмотрены Я.Е. теоретически, что явилось источником новых идей и представлений. Так, при решении задачи о распределении вакансий вблизи изолированной поры с учетом приложения внешних давлений родилась новая идея о роли малых давлений всестороннего сжатия на подсистему вакансий. Малые давления по величине порядка лапласовских, т. е., по оценкам, до ста атмосфер, изменяют условия равновесия в вакансационной подсистеме. Они препятствуют возникновению пор из пересыщенного раствора вакансий и способствуют залечиванию уже имеющихся пор. Таким образом, переоценивается относительная роль различных типов источников и стоков вакансий, что приводит к из-

менению кинетики процессов переноса массы. «Интрига» последнего утверждения заключается в том, что малые давления, практически не влияя на коэффициент диффузии, существенно изменяют кинетику переноса массы. Применение малых давлений при исследовании различных процессов переноса массы, вызванных отклонениями от равновесия в вакансационной подсистеме, привело к таким важным физическим и практическим следствиям, как получение бесспористых материалов при спекании; ускорение рекристаллизации в пористых материалах благодаря удалению с движущихся границ пор-стопоров, ускорение процессов фазообразования, связанных с движущимися границами; формирование бесспористых контактов при припекании плоских поверхностей в деталях сложных конфигураций.

Идея малых давлений всестороннего сжатия оказалась особенно плодотворной при исследовании процессов в диффузионной зоне. Это направление исследований развивалось на стыке с исследованиями в области физики спекания, ползучести и процессов поверхностного переноса массы. В своей монографии «Диффузионная зона» (1979 г.) Я.Е. обобщил оригинальные результаты, полученные на кафедре, существенно подняв «уровень понимания» по сравнению с имеющимся в мировой литературе. Проблема «диффузионная зона» впервые предсталла во всем многообразии процессов, сопровождающих взаимную диффузию. Было показано, что собственно диффузионное перемешивание атомов нельзя рассматривать без учета генерирования и взаимодействия различных типов дефектов, возникновения и релаксации напряжений, особенностей структуры и формы реальных кристаллических объектов. Эта мысль была многократно подтверждена исследованиями взаимной диффузии и фазообразования в реальных кристаллических объектах разного происхождения — вmono- и поликристаллах, в тонких пленках, в компактах из порошков разной степени дисперсности (вплоть до нано-

дисперсных) и различной активности, в частности механически активированных. Были обнаружены новые структурно-чувствительные эффекты в диффузионной зоне, связанные с особенностями релаксации неравновесной вакансационной подсистемы в структурах различной дисперсности и с изменением условий релаксации возникающих «диффузионных» напряжений при различных внешних воздействиях. Среди них эффекты обращения направленного потока вакансий и, соответственно, эффектов Френкеля и Киркендалла; эффекты Киркендалла и Френкеля в однокомпонентной системе (при самодиффузии); явление «вакансационного пробоя» во внешнем электрическом поле в двух- и однокомпонентных системах, составленных из ионных кристаллов. С помощью малых давлений были исследованы закономерности взаимодействия избыточных вакансий с различными типами стоков в объеме и на поверхности диффузионной зоны. Это дало возможность разделить конкурирующие эффекты Киркендалла и Френкеля, выделить объемный эффект Киркендалла «в чистом виде», обнаружить и исследовать новый «приповерхностный» эффект Киркендалла. Применение малых давлений позволило создавать различные управляемые условия релаксации возникающих при взаимной диффузии напряжений. Важным следствием обнаруженных структурно-чувствительных эффектов явились возможность управления диффузионными потоками, которые могут быть ускорены, замедлены, запрещены вообще и даже обращены. Например, вопреки известным коэффициентам диффузии, направление эффектов Киркендалла и Френкеля было изменено на противоположное. Это значит, что кинетика процессов переноса массы в реальных кристаллах определяется не только, а иногда и не столько коэффициентами диффузии, сколько реальной структурой и условиями релаксации неравновесной вакансационной подсистемы.

Я.Е. с сотрудниками принадлежат пионерские работы в области физики поверхности реального кристалла — на-

уки, которая начала активно развиваться в 50—60-е годы. Огромный интерес к исследованиям поверхности был стимулирован главным образом практическими задачами микроэлектроники, такими, в частности, как управляемый рост сложных тонкопленочных структур, обеспечение термической стабильности микроэлектронных схем, устойчивости поверхности под действием различных излучений в земных и космических условиях, «самопроизвольного» преобразования рельефа поверхности и т. д. Первые теоретические работы Маллинса по поверхностному переносу массы появились на Западе в конце 50-х годов, но еще раньше были выполнены первые экспериментальные работы Я.Е. и Н. Н. Овчаренко по исследованию процессов, происходящих на поверхности металлов и ионных кристаллов, а также теоретические работы Я.Е. с сотрудниками (развитие ступеней «естественной шероховатости», залечивание царин). С тех пор эта область исследований активно развивалась на кафедре. Я. Е. Гегузиным совместно с Ю. С. Кагановским была написана монография «Диффузионные процессы на поверхности кристалла» (1984 г.), в которой существующие идеи и экспериментальные результаты, в том числе оригинальные, систематизированы и изложены с единой точки зрения.

Диффузионные процессы на поверхности реального кристалла исследовались в разнообразных нетрадиционных постановках разными методами на различных объектах. Новыми объектами, дававшими дополнительные возможности для исследования реальных кристаллических поверхностей заданных ориентаций, стали, как и в других работах на кафедре физики кристаллов, ионные кристаллы, на которых поверхностная диффузия ранее не изучалась.

Исследования поверхностной диффузии изотопными методами всегда сопряжены с трудностями, связанными с маскирующим участием газовой фазы, недостаточной чувствительностью изотопных измерений (связанной с необходимостью измерять малые количества изотопа в субмо-

нслоях) и необходимостью обеспечения чистоты поверхности (предотвращение окисления, адсорбции примесей и т. д.). При исследовании ионных кристаллов возникли дополнительные трудности, обусловленные их высокой упругостью пара и низкой активностью одноименных изотопов. Поэтому корректные изотопные измерения на ионных кристаллах требовали создания и развития новых методик, и они появились. Были разработаны и успешно применены оригинальные и вместе с тем простые методики устранения переноса через газ и контроля за участием газовой фазы. В целях повышения чувствительности изотопных измерений были исследованы особенности влияния адсорбционно-активных центров на кинетику распространения изотопа и установлены закономерности диффузии на поверхности с «ловушками», исследована роль «граничной кинетики» при распространении изотопа, когда лимитирующим процессом является не диффузия вдоль поверхности, а отрыв меченых атомов от источника диффузии. Сображения о роли граничной кинетики оказались общими и существенными для многих диффузионных процессов и были затем учтены при описании процессов, происходящих в ансамблях пор (спекание, коалесценция), ансамблях островков на поверхности (двумерная и одномерная коалесценция, испарение островковых пленок), при формировании и росте объемных и поверхностных фаз, при реакционной диффузии, движении включений и т. д.

Параллельно с изотопными методами закономерности поверхностной диффузии исследовались методами переноса массы в разных постановках: залечивание одиночных царапин и гофров, сглаживание статистически шероховатой поверхности. Последний метод был разработан и впервые применен на кафедре. Его преимущество и эффективность по сравнению с другими методами сглаживания макроскопических рельефов заключается в том, что кинетика нивелировки статистически шероховатой поверхности измеряется методом светорассеяния, который «чувствует»

неровности порядка нанометров. Это дает возможность измерять достаточно низкие коэффициенты поверхностной диффузии, на несколько порядков ниже, чем с помощью стандартных методов, и значительно расширить температурный интервал измерений.

Сравнение коэффициентов диффузии, полученных изотопным методом и методами переноса массы, показало, что они могут значительно отличаться друг от друга. Было установлено экспериментально и теоретически, что эти отличия в основном являются результатом торможения элементарных ступеней, благодаря движению которых осуществляется перенос массы на поверхности кристалла. Торможение ступеней происходит либо в результате их взаимодействия с атомами или кластерами примесей, либо в результате диффузионного взаимодействия ступеней между собой. При этом возникают более высокие ступени, тормозящие движение эшелона элементарных ступеней. При торможении элементарных ступеней примесями или макроступенями коэффициенты диффузии, определяемые методами переноса массы, могут быть значительно меньше изотопных коэффициентов, которые практически не зависят от того, застопорены элементарные ступени или нет.

Одним из важных аспектов проблемы поверхностного переноса массы является проблема термодинамической стабильности поверхности и возможность предсказания ее поведения при повышенных температурах. На поверхности кристалла при определенных условиях происходят противоположные сглаживанию процессы развития поверхностных неровностей. Они могут быть обусловлены термодинамической целесообразностью появления ступеней, ограниченных плоскостями с минимальным поверхностным натяжением (так называемая «естественная шероховатость»), а могут быть связаны с особенностями кинетики движения эшелона ступеней неоднородной плотности в условиях испарения или роста кристалла. Формирование ступенчатых поверхностных структур может быть обуслов-

лено также ролью поверхности в качестве источника или стока дефектов в процессах объемного и приповерхностного переноса массы: при взаимной диффузии, деформировании под нагрузкой, припекании разноименных крупинки и плоскости. Механизмы и кинетика развития всех этих типов поверхностных структур исследовались Я.Е. с сотрудниками экспериментально и теоретически. Эти исследования позволили установить общие закономерности динамики ступеней и их взаимодействия в процессах роста и растворения (испарения) кристаллов, а также во многих технологических процессах, в которых эксплуатационные характеристики материалов резко изменяются с появлением шероховатости на их поверхностях, примесей и др. В качестве примера можно привести процесс формирования «паразитных» ступенчатых структур на изогнутых в цилиндры монокристальных поверхностях катодов термоэлектронных преобразователей (ТЭП) энергии. Эти структуры значительно увеличивали работу выхода электронов и приводили к деградации ТЭПов, и одним из «технологических» достижений Я.Е. с сотрудниками было установление природы формирования таких структур и нахождение способов предотвращения их роста.

Ряд важных новых результатов был получен при исследовании процессов в тонких пленках на подложках, таких как распад сплошных пленок на островки, растворение (испарение) островков, коалесценция в ансамбле островков, расположенных на поверхности и вдоль ступеней. Была построена теория двумерной и одномерной коалесценции, основанная на идее И. М. Лифшица и В. В. Слёзова об эволюции размеров включений в самосогласованном поле пересыщений, обусловленных радиусами кривизны включений. По данным о кинетике двумерной и одномерной коалесценции в островковых металлических пленках на поверхности ионных кристаллов и металлов были впервые определены диффузионные и кинетические коэффициенты, в меру которых осуществляется перенос массы вдоль

поверхности. Эти результаты оказались особенно актуальными в настоящее время, когда ансамбли наночастиц находят все более широкое практическое применение в микро- и оптоэлектронике.

Одним из наиболее увлекательных направлений своей деятельности Я.Е. считал движение включений в кристаллах. Возможно, потому, что к тому времени эта проблема еще практически не изучалась, по крайней мере в таком объеме и таких постановках, как это было сделано Я.Е. с сотрудниками, и таила в себе много нового и неожиданного. Привлекало также разнообразие типов включений и явлений, которые можно было наблюдать и исследовать в нетривиальных экспериментах не только в лабораторных, но и в естественных природных условиях. Часто это приводило к эмоциональному восприятию изучаемых явлений, но в каждом отдельном случае физика процессов анализировалась глубоко и скрупулезно. Я.Е. понимал, что разнообразные включения в кристаллах (твердые, жидкые, газожидкие, полые) и процессы, происходящие в них, являются носителями ценной информации и представляют как фундаментальный, так и практический интерес. Включения оказались важнейшим фактором при решении проблемы жаропрочности и получении новых композиционных материалов с регулируемыми механическими свойствами. Движение включений в различных силовых полях используется при решении и других технологических проблем: сложных случаев легирования кристаллов, освобождения их от примесей, выращивания бесспористых кристаллов, получения бесспористых литейных заготовок, захоронения радиоактивных отходов в соляных шахтах и многих других. Включения в горных породах являются источниками незаменимой информации для геологов: химический состав, форма включений, структура минерала вблизи включений, распределение включений — все это хранит память о биографии минерала и о тех процессах, которые происходили в земной коре.

В связи с важностью проблемы движения включений в твердых телах ею серьезно занялись теоретики, и первая в мировой литературе монография «Движение макроскопических включений в твердых телах» (1971 г.) была написана Я. Е. Гегузиным совместно с М. А. Кривоглазом, одним из ведущих теоретиков в области физики реального кристалла. Интерес к проблеме был настолько велик, что монография практически немедленно была переведена на английский язык и издана в США.

Работы в области движения включений, проводимые Я.Е. с сотрудниками, поражают оригинальностью постановок, многообразием и новизной полученных результатов. Изучались закономерности движения пор и включений под действием сил, приложенных непосредственно к включениям (например, силы тяжести самого включения; сил, действующих на включения, расположенные на движущихся границах, дислокациях, поверхностных ступенях и т. д.), а также сил, обусловленных внешними полями, приложенными к кристаллу (градиенты температуры, напряжений, концентрации, потенциала). Это и твердофазный опыт Стокса, в котором тяжелый металлический шарик перемещается в монокристалле KCl при предплавильной температуре путем огибания его дислокационными петлями от лобовой к тыльной поверхности. Это и движение пор в ионных кристаллах в электрическом поле: из-за накопления электрических зарядов разных знаков на противоположных поверхностях пор, блокирующих их движение, поры перемещаются при участии двух диффузионных механизмов — объемного, переносящего вещество от лобовой к тыльной поверхности поры, и поверхностного, перераспределяющего заряды вдоль поверхности. Это и различные случаи движения жидких включений в кристаллах с неоднородно распределенными дефектами: скоплениями дислокаций в деформированных кристаллах или F-центров в облученных кристаллах. При своем движении включения

«поглощают» дефекты и оставляют за собой области, свободные от дефектов. Особенно красиво это выглядит, когда в облученных кристаллах KCl фиолетового цвета (с F-центрами) за движущимися включениями остаются пересекающиеся бесцветные дорожки. В конечном счете, весь кристалл оказывается освобожденным от дефектов, причем это могут быть дефекты разного происхождения. Эти результаты дали основания для многих практических приложений, связанных со специальными методами очистки кристаллов от дефектов и примесей или, наоборот, дозированного сложного легирования.

Много новых эффектов, связанных с взаимодействием пор и включений с движущимися границами, было установлено при спекании и рекристаллизации. Рассматривая движущие и тормозящие силы, действующие на поры (и включения), увлекаемые движущимися границами, можно было определить оптимальные условия получения беспористых материалов при спекании.

Очень результативными оказались исследования Я.Е. с сотрудниками, посвященные структуре и механизмам формирования треков в твердых телах — дефектов, которые возникают при облучении твердых тел тяжелыми многозарядными ионами. Эти исследования были инициированы академиком Г. Н. Флёровым, который в 60-е годы активно занимался поиском сверхтяжелых элементов Периодической системы по следам их осколков — трекам, оставляемым в различных материалах. Слушая один из докладов Г. Н. Флёрова, Я.Е. заинтересовался физическими механизмами формирования треков и их термической устойчивостью. Устойчивость треков к температурным воздействиям была чрезвычайно важна при идентификации треков. Я.Е. с сотрудниками выполнили пионерские исследования термической устойчивости треков в стеклах, слюде, фотографистом литии и других кристаллах и выяснили механизмы и активационные параметры «залечивания» треков при повышенных температурах.

Исследуя механизмы формирования треков, Я.Е. обратил внимание на то, что треки практически не наблюдались в металлах, а только в диэлектриках. Он предположил, что энергия, поглощаемая кристаллом вокруг траектории осколка, в металлах быстро разносится по большому объему в связи с их высокой теплопроводностью, в то время как в диэлектриках, теплопроводность которых значительно меньше, она «не успевает» разноситься. Это приводит к возникновению «термического пика» в области траектории и образованию трека. Догадка Я.Е. блестяще подтвердилась в результате специально поставленных опытов с мелкодисперсными пленками никеля и других металлов, которые характеризовались сравнительно низкой теплопроводностью в связи с наличием высокой плотности межзеренных границ и других дефектов, уменьшающих длину свободного пробега электронов. В этих пленках действительно были обнаружены треки!

Этот результат явился основанием для развития новых методов детектирования и идентификации треков. Один из таких методов заключается в нанесении на поверхность скола щелочно-галоидного кристалла, гипса или слюды островковой металлической пленки, теплопроводность которой мала благодаря изолированности островков металла друг от друга. Тяжелый высокоэнергетичный ион, пролетая в такой пленке или даже вблизи нее, оставляет в ней дорожку, свободную от островков, т. е. трек, по которому можно проследить траекторию движения иона. Очень интересными и важными для приложений оказались эксперименты со скользящими пучками тяжелых ионов. Например, было обнаружено, что при влете в кристалл-подложку под малыми углами тяжелые ионы изменяют свою траекторию и летят параллельно поверхности подложки, захватываясь в межплоскостной канал. При этом поверхностные треки оказываются аномально протяженными. Исследуя ширину трека как функцию пройденного пути в кристалле, можно оценить энергетические потери иона при его взаимодействии с атомами или ионами подложки.

Детальные электронно-микроскопические исследования морфологии треков в специально поставленных опытах позволили определить основные механизмы их формирования, такие, в частности, как термический пик, возникновение ударной волны и др.

Многие красивые результаты, полученные на кафедре, явились сюжетами для научных фильмов, популярных книг, статей и обзоров в международных и центральных советских естественно-научных журналах Академии наук СССР, таких как «Природа», «Наука и человечество», «Наука и жизнь», «Квант» и др. Я.Е. делал все это мастерски. Каждый, кто смотрел научные фильмы с его комментариями, слышал его выступления, читал книги или был знаком лично, подпадал под его обаяние и навсегда сохранил незабываемые воспоминания о нем. Об этом пишет практически каждый автор воспоминаний о Якове Евсеевиче, собранных в этой книге.

Теперь, по прошествии многих лет, мы ясно осознаем, каким счастьем было работать в коллективе единомышленников, созданном и управляемом Я.Е., когда каждый день мы шли на работу с удовольствием, в ожидании чего-то нового и неожиданного. Работа была, конечно, прежде всего, но мы и сейчас отлично помним его «Люся, Юра, зайдите ко мне!», и нередко, когда дверь кабинета закрывалась, мы слышали: «Я вам почитаю хорошие стихи.... Слушайте...» Читал стихи он необыкновенно...

Интенсивная научная работа на кафедре сочеталась с постоянной учебой всех, начиная от студентов и аспирантов, включая научных сотрудников, преподавателей и самого Я.Е., который понимал, что учеба и постоянное совершенствование — это необходимые условия существования жизнеспособного научного коллектива. На кафедре еженедельно работали три семинара: для студентов, для аспирантов и общекафедральный семинар для всех вместе. На первых двух семинарах, присутствие на которых сотрудников и преподавателей было обязательным, докла-

дывали соответственно студенты и аспиранты. Кафедральный семинар был трибуной для выступлений в основном преподавателей и сотрудников кафедры, а также посторонних докладчиков, которые хотели обсудить свои результаты в столь авторитетном месте. Время заседаний семинара (четверг, 15.15) было известно во многих научных центрах бывшего Союза и даже за его пределами; расписание работы семинара составлялось на несколько месяцев вперед. Через семинар «прошли» десятки, а может быть, и сотни кандидатских и докторских диссертаций. И практически каждый докладчик уходил с семинара, обогащенный новыми идеями, нередко новым пониманием своих результатов, что открывало новые возможности для дальнейших исследований. Распространению идей, развиваемых на кафедре, во многом способствовали всесоюзные конференции и семинары по актуальным проблемам физики реального кристалла, которые организовывал Я.Е. в Харьковском университете: по физике спекания, радиационной физике, поверхностной диффузии и процессам переноса массы на поверхности кристаллов, процессам в диффузионной зоне. Эти семинары были чрезвычайно популярны и собирали самых авторитетных ученых, работающих в этих областях, из Москвы, Ленинграда, Киева, Свердловска, Риги. На кафедре учились и проходили стажировку иностранные студенты и молодые ученые, которые сейчас являются ведущими специалистами в своих странах. В этих условиях создавалась научная школа кристаллофизиков, которая унаследовала от своего Учителя и создателя высокие принципы служения науке.