

певта, значение которой отмечается даже представителями наиболее рационалистического крыла психоанализа: «Единственный и наиболее важный инструмент работы аналитика – работа его предсознательного и бессознательного», – считает один из наиболее известных современных последователей Фрейда, Р. Гринсон³³.

Можно сказать, что своеобразие психоанализа как явления культуры XX века определяется его двойственностью: с одной стороны, стремление к обнаружению универсальных законов психической жизни, с другой – не беспристрастно отстраненный подход к человеку как объекту познания, но лично заинтересованный, осуществляющий по отношению к нему интуитивно-эмоциональный прорыв понимания.

³³ *Greenson, R. R. The technique and practice of psychoanalysis. N.Y., 1986. P. 5.*

Ю. Р. НОСОВ

СОЗДАНИЕ СВЕТОДИОДОВ И ЛАЗЕРОВ: ВКЛАД РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ

Фантастический физико-технологический прорыв конца ушедшего века вызвал к жизни новую светодиодно-лазерную революцию, она ведет не просто к «дальнейшему техническому прогрессу», но кардинально преобразует саму среду обитания человека, ее световую, информационную, культурологическую составляющие. «Полупроводниковый свет» – это десятки ежегодных конференций, множество открытий, за которыми не успевают даже специалисты, все новые сферы применения. Это также огромные транснациональные корпорации почти с двукратным ежегодным ростом объемов производства, т.е. с 1000-кратным за 10 лет! А начиналось все лишь восемь десятилетий тому назад, первые страницы этой истории читаются сегодня как увлекательнейший триллер, активными действующими лицами были и многие наши соотечественники. Кто-то оказался на вершине признания, другим повезло меньше – история не всегда справедлива даже по отношению к достойнейшим.

I

Началось с обнаружения *свечения полупроводников*, которое порой было столь слабым, что его приходилось рассматривать в микроскоп. В 1922 г. в Нижегородской радиолaborатории (НРЛ), тогдашнем единственном радиотехническом институте страны, О. В. Лосев¹ занялся исследованием кристаллических детекторов². Восемнадцатилетний радиолобитель, только что окончивший школу, попытался обнаружить у этих приборов способность усиливать и генерировать радиоволны, полагая, что такими свойствами должны обладать все элементы с нелинейным сопротивлением, хотя любому специалисту известно, что для этого элемент должен иметь отрицательное сопротивление. Лосев об этом не знал, начал экспериментировать и... обнаружил

¹ О жизни и деятельности Лосева см.: *Лосев О. В. У истоков полупроводниковой техники*. Л.: Наука, 1972; *Нижегородские пионеры советской радиотехники* / Сост. Б. А. Остроумов. М.; Л.: Наука, 1966; *Центральная радиолaborатория в Ленинграде* / Под ред. И. В. Бренева. М.: Сов. Радио, 1973; *Остроумов Б., Шляхтер И. Изобретатель кристадина* О. В. Лосев // Радио. 1952. № 5; *Новиков М. А. Олег Владимирович Лосев: пионер полупроводниковой электроники* // ФТТ. 2004. Т. 46. № 1.

² Детектор – это полупроводниковый кристаллик с прижатой к нему металлической иглой. Выпрямляющее действие такого точечного контакта открыл Ф. Браун (1874), будущий Нобелевский лауреат за радиосвязь (совместно с Г. Маркони); он же впервые использовал детектор для радиоприема.

искомое³. Оказалось (это выявили в 1950-е гг.), что «механизм усиления» как бы вкраплен в некоторые природные кристаллы, оставалось лишь нащупать иголочкой активные точки. На основе этого открытия в НРЛ начали изготавливать радиоприемники и передатчики без радиоламп – это стало мировой сенсацией: брошюры о *кристадине*⁴ появились в Европе и США. Восхищаясь оригинальностью изобретения, публикаторы удивлялись непрактичности «профессора Лосева»⁵, он вразрез с традициями западного мира не запатентовал это свое изобретение, сделав его бесплатным достоянием всех радиолобителей.

В тех первых своих экспериментах Лосев заметил и свечение из-под иглы, но не придавал этому особенного значения – какая-то микроскопическая вольтова дуга, по-видимому, так и должно быть, ничего особенного. Но в подсознании это осталось. В 1927 г. он уже специально занялся свечением и установил, что это «холодное» свечение кристалла, ни дуга ни разогрев не имеют к эффекту отношения, все определяется квантовыми процессами внутри кристалла – самоучка постепенно становился профессиональным физиком. Мир признал и это открытие Лосева, мир – но не родина. Здесь его фактически не заметили. Правда, тогдашний глава отечественной полупроводниковой школы, директор Ленинградского физико-технического института А. Ф. Иоффе взял Лосева под свое покровительство, но к пользе исследований свечения это не привело. Дело в том, что интересы академика были связаны почти исключительно с полупроводниковыми термопреобразователями и фотоэлементами⁶, возможно, именно к этой тематике он намеревался приобщить и Лосева. Лосев, индивидуалист, как многие крупные личности, до конца оставался одиночкой, все его публикации без соавторов. В статьях ленинградского периода он неизменно выражал благодарность академику, а тот добился присуждения Лосеву степени кандидата физико-математических наук без защиты и без вузовского диплома, представлял его сообщения в «Доклады» Академии наук. Но Лосев, фактически работавший в Физтехе и сблизивший-

³ «Благословенны не знающие, но уверовавшие», – нередко подтверждается и в науке. «Дорога к научному открытию [...] не обязательно требует глубоких познаний [...] неопит часто имеет преимущество перед знатоком именно в силу своего невежества, так как [...] не представляет всех сложных причин, по которым бессмысленно даже поставить данный эксперимент», – это из нобелевской речи А. Джайвера (см.: Лауреаты Нобелевской премии. Энциклопедия. М.: Прогресс, 1992. С. 409). Человек реальной жизни, разнорабочий, капрал, механик по образованию, лишь в 27 лет приобщившийся к физике, он через пару лет достиг выдающихся результатов, и они поставили его в один ряд с двумя другими нобелевцами 1973 года: рафинированными университетчиками Б. Джоозефсоном и Л. Эсаки.

⁴ Звучное и адекватное название открытия/изобретения – половина успеха и почти всегда – пропуск в историю, на Западе это понимают лучше нас. Название кристадин, прославившее изобретателя, за Лосева и его окружение придумали немцы. См.: *Lossev, O. Der Krystadin // Zeitschrift f. Fernmeldetechnik. 1925. № 9. S. 132.*

⁵ Ему в ту пору было 22–24 года, он только начал посещать лекции в Нижегородском университете, но так и не доучился до диплома.

⁶ Во время войны физтеховские преобразователи, одетые на керосиновую лампу, обеспечивали питанием радиоприемники в глухих партизанских землянках. Но сосредоточившись на одном, просмотрели транзисторы: спустя 7 лет после их изобретения академик лишь вскользь упоминает о «твердых усилителях» в ряду других достижений, а свечение полупроводников вообще отодвигает на 16-е место (*Иоффе А. Ф. Полупроводники в современной физике. Л.: Изд. АН СССР. 1954.*)

ся с его молодой порослью (он подружился с В. П. Жузе), так и не был введен в штат и, когда грянула война, не был включен в список эвакуируемых сотрудников ⁷.

Житейская судьба Лосева не была счастливой ⁸. В Нижнем он начинал рассыльным и первое время ночевал прямо на предчердачной площадке в здании Радиолaborатории; когда в период кристадина стали приходить письма с обращением «Dear professor», он все еще не каждый день был сыт ⁹; в 1928 г. после закрытия НРЛ он, как и другие ее сотрудники, оказался в Ленинграде, но постоянного места работы у него не было, всюду на птичьих правах; перед войной стал ассистентом на кафедре физики Мединститута и в первую страшную блокадную зиму 22 января 1942 г. скончался от истощения на 39-м году жизни. Место захоронения Олега Владимировича Лосева неизвестно.



Олег Владимирович Лосев, 1928 г.

Открытия, как поэмы и симфонии, живут самостоятельно, независимо от судеб их авторов. Рождение «свечения Лосева» пришлось на счастливую для отечественной физики пору: провозглашение «массового похода революционной молодежи в науку» подкреплялось материальными вложениями и значительностью задач, то было время, когда юные гении Г. А. Гамов, К. Д. Синельников, Л. Д. Ландау могли беспрепятственно ехать на стажировку к Бору и Резерфорду, а публикации в западных журналах были нормой ¹⁰. Уже с 1930 г. лосевские статьи по свечению цитируются педантичными немцами, и к середине 1930-х гг. понятие «*Lossev Licht*» становится на Западе ходовым. А дальше – тишина на долгие 15 лет. Полупроводниковая наука и технология

⁷ Лосев остался в Ленинграде, чтобы подготовить к публикации одну из работ, – в начале войны многие не смогли оценить масштабность надвинувшейся катастрофы. Но вскоре он все понимает: «Жалею, что я не эвакуировался... из Ленинграда, разумеется, следовало уехать с самого начала» (из письма В. П. Жузе 17 ноября 1941 г. см.: Нижегородские пионеры советской радиотехники... С. 194). Его могли вывезти и позже, но никто из руководителей этим не озаботился. Нижегородский исследователь М. А. Новиков обнаружил письменное обращение Лосева в дирекцию института с просьбой об эвакуации и с резолюцией «мест нет».

⁸ В представлении и терминах обывателя. Человека, живущего наукой, только наукой, и достигшего двух ее вершин, можно ли назвать несчастливый? Подробнее см.: *Лосев Ю. П.* К истории открытия О. В. Лосевым электролюминесценции полупроводников // *Электронная промышленность*. 2004. № 1. С. 69–77.

⁹ Голодные обмороки случались и у «раннего» И. В. Курчатова, такое было время.

¹⁰ См. например: *Колчинский Э. И.* «Культурная революция» и становление советской науки (1928–1932) // *Наука и кризисы*. СПб.: ИИЕТ РАН, 2003. С. 577–664.

пребывали в зачаточном состоянии ¹¹, для применения «свечения Лосева» не было объективных условий. На талантливую молодежь начал воздействовать «магнит попутрягательней» – нейтронная физика. А с 1939–1940 гг. все подчинила себе военная тематика.

Лишь в начале 1950-х гг. вновь обратились (сначала в США, потом у нас) к карбиду кремния (именно в нем Лосев наблюдал самое яркое свечение), но стимулировалось это транзисторными проблемами: первые транзисторы, изготавливаемые из германия, не работали при повышенных температурах (что особенно драматично проявилось в Корейской войне 1950–1953 гг.), и Пентагон излил золотой дождь на решение этой проблемы. Вскоре альтернативой германию стал кремний и закрепился навсегда, а на карбиде кремния транзисторы изготовить не смогли, но – не отказываясь же от дарованных денег – потихоньку от военных занялись свечением и заметно преуспели. Естественно, вспомнили и Лосева, с цитирования его статей, в том числе и русскоязычных, начиналась тогда каждая публикация, было дано теоретическое обоснование его открытию и определено место Лосева в истории как *первооткрывателя инжекционной люминесценции полупроводников* – явления, составляющего основу принципа действия светодиодов и лазеров. Круг исследований начал стремительно расширяться, появились новые, более эффективные полупроводники, и вскоре приступили к созданию светодиодов.

Оказалось, однако, что историю «свечения Лосева» кое-кто непрочь и переписать. Готовясь к 200-летию США (1976), американские историки науки ¹² обнаружили, что свечение карборунда наблюдалось еще в 1907 г. ¹³, и даже такой серьезный исследователь, как Е. Лёбнер, долгие годы проживший в Москве, тщательно изучивший наследие Лосева и еще в 1973 г. безоговорочно признававший его приоритет, теперь стал говорить лишь о переоткрытии им электролюминесценции ¹⁴. В упомянутом письме в редакцию Г. Дж. Раунд толково рассказывает о свечении детекторов, но из его краткого сообщения (150 слов) неясно, была это инжекционная люминесценция или другое явление, также исследованное Лосевым, значительно менее эффективное и не имеющее практического значения. Резонанса заметка Раунда не получила, сам он, насколько известно, к «любопытному явлению» более не возвращался и, дожив до 1966 г., ни на какой приоритет не претендовал. Кстати говоря, и Лёбнер определяет имя Раунда в первооткрыватели электролюминесценции со множеством оговорок: «по-видимому, можно считать», «вероятно», «однако» и проч. «Страсти по Раунду» в истории техники это прелюдия той массивной мифологизации общей истории, которая позднее начала осуществляться на Западе очень широко (как, например, в кино-притче о солдате Райане, «выигравшем» Вторую мировую войну).

¹¹ Эту ситуацию середины 1930-х гг. образно охарактеризовал будущий академик-ядерщик Г. Н. Флеров: «Я оставил полупроводники, ибо понял, что там науки еще нет – кухня! Да притом без возможности пробовать суп до того, как он сварился» (цит. по: Игорь Васильевич Курчатов в воспоминаниях и документах. М.: ИздАТ, 2003. С. 339).

¹² В США «история науки... получила значительную поддержку благодаря холодной войне». См.: *Лесли С. В.* Наука и политика в Америке во времена холодной войны // Наука и кризисы... С. 940.

¹³ *Round, H. J.* A note on carborundum // *Electr. World*. 1907. Vol. 49. P. 399.

¹⁴ *Loebner, E. E.* Subhistories of the light emitting diode // *IEEE Trans*. 1976. Vol. ED-23. № 7. P. 675.

Историку науки очевидно, что открытие нового эффекта это нечто большее, чем просто факт его обнаружения. Кроме этого первого начального события, обычно случайного, «алгоритм открытия» должен включать ¹⁵: многократное воспроизводимое его наблюдение; исследование с целью выявления природы явления; объяснение, хотя бы как попытка; подтверждение истинности теми или иными практиками; публикация и признание обществом. И при этом окончательное суждение история выносит лишь спустя некоторое время, достаточное для осмысления произошедшего ¹⁶.

Переходя к общей оценке научной деятельности Лосева, повторимся, что открытие им инжекционной люминесценции в полной мере соответствует описанному алгоритму, чего нельзя, по нашему мнению, распространить на его же открытие кристадина. Здесь мы имеем дело лишь с обнаружением и использованием эффекта; ни исследования, ни приближения к пониманию механизма явления не произошло ¹⁷. В этой связи утверждение Лебнера, что изобретатели транзистора Дж. Бардин и У. Браттейн переоткрыли в 1947 г. эффект усиления, открытый Лосевым в 1922 г., несостоятельно. Даже с большой натяжкой Лосева нельзя считать предтечей изобретения транзистора, – как говорится, чужого нам не надо.

Другое дело, что если бы в конце 1930-х гг. или сразу же после войны перед ним была сформулирована проблема полупроводникового усилителя и если бы жизнь его не оборвалась так рано, то с большой вероятностью транзистор мог бы родиться в России – залогом тому лосевская интуиция, самоотдача, изощренность экспериментатора.

II

Итак, к началу 1950-х гг. разобрались со свечением полупроводников, однако тогда же поняли, что ни карбид кремния, ни германий, ни кремний для светодиодов не подходят. Нужен похожий на них полупроводник, но совсем другой, и такого в природе нет. Так в традиционной цепочке «физика (эффект + теория) – материал – изделие (конструкция + технология + применение)» исследования переместились на второе звено. Новые полупроводники были нужны всей электронике, правда, в то время транзисторы полностью удовлетворились кремнием, а на роль «главного заказчика» вышла *инфракрасная техника*, которая все эффективнее демонстрировала военным свои чудодейственные возможности, в первую очередь: противосамолетные тепловые головки самонаведения ¹⁸ и приборы ночного видения, включая тепло-

¹⁵ Носов Ю. Р. Из истории полупроводниковых светодиодов // Труды X Юбилейной годичной конференции ИИЕТ. 2004. С. 668–670.

¹⁶ Из классики: спектральное разложение солнечного света неоднократно наблюдалось и до Ньютона; реакцию стрелки компаса на протекание тока по проводнику первым заметил студент на лекции Эрстеда; но в историю науки эти открытия вошли под именами Ньютона и Эрстеда.

¹⁷ Отчасти и по этой причине «кристадинный бум» угас в течение нескольких лет.

¹⁸ В 1944–1945 гг. они обеспечили американской ПВО практически стопроцентное уничтожение японских самолетов-камикадзе. См. например: Пролейко В. М. Военные и информационные аспекты развития отечественной электроники // Труды X Юбилейной годичной конференции... С. 671–673.

визоры ¹⁹.

В 1952–1953 гг. Генрих Велькер из Мюнхена опубликовал фундаментальную статью ²⁰, в которой обосновывалась возможность создания целого класса искусственных полупроводников на любой вкус, соединяя парами специально подобранные металлы, образующие интерметаллические соединения. Но за два года до этого, в 1950 г. наша соотечественница Н. А. Горюнова уже предсказала «полупроводниковость» некоторых интерметаллов. Отталкиваясь от химических представлений об изоморфизме, кристаллохимических группах, видах валентной связи, она, пока еще интуитивно, перебрасывала мостик к электрофизическим свойствам синтезируемых веществ. Тогда же на двух составах это было подтверждено экспериментально ²¹. Но в первооткрывателях ее имя на Западе ни тогда, ни позднее не появилось, только Велькер, безоговорочно и в единственном числе. Может быть, так и есть, и мы имеем дело с повторением ситуации Лосев – Раунд? Ведь в предыдущем разделе обосновывалось (хочется надеяться, убедительно), что не обязательно первый, кто подметил новое, должен зачисляться в авторы. Да, не обязательно. Но это не случай Горюновой.

Нина Александровна Горюнова принадлежит к ярчайшим представителям военного поколения, закаленного в трудностях, целеустремленного и волевого. Когда в 1946 г. она появилась в Физтехе, у нее за плечами были фабрично-заводское училище, химфак Ленинградского университета, два года работы по распределению в заводской лаборатории, предблокадные ленинградские будни, эвакуация в далекий Хабаровск. По возвращении в Ленинград ей уже 30, надо растить четырехлетнего сына и годовалую дочь. Но была в этой русской женщине небесная искра – она поступает в аспирантуру к А. Ф. Иоффе!

Академик дал ей вполне защищаемую и не слишком перспективную тему из числа тех, когда надо закрыть очередную клеточку в мозаике необследованных веществ, которые – а вдруг? – могут оказаться полезными полупроводниками. «Серое олово» – одно название могло навести тоску, но она раскрутила его на свой лад. Могли же шерлок холмсы по ниточке и обрывку газеты воссоздать личность человека, а заодно и всю его родословную. За подсказками по методологии обобщений она обращается не к кому-нибудь, а к Менделееву, Курнакову, Гольдшмидту ²²; в практической деятельности ис-

¹⁹ Подобно тому, как «битву за Британию» (1940) выиграли радары, окончание Вьетнамской войны и Парижский мир (1973) обеспечили тепловизоры: к ним не сумели подобрать противодействие, аналогично тому, как это было сделано в отношении радаров, и американские ВВС начали нести слишком значительные потери. В этой и некоторых последующих ремарках отчетливо видно, как тесно переплетаются в современном мире общая история с историей электроники (Носов Ю. Р. США и новейшая история электроники // США/Канада. 2003. № 9. С. 87–98).

²⁰ Welker, H. Uber neue halbleitende Verbindungen // Zeitschrift Naturforschung. 1952. Bd. 7a. S. 744–749; 1953. Bd. 8a. S. 248–251.

²¹ Горюнова Н. А., Обухов А. П. Серое олово – электронный полупроводник; Блум А. Н., Мокровский Н. П., Регель А. Р. Изучение электропроводности полупроводников и интерметаллических соединений в твердом и жидком состояниях – доклады на совещании в Киеве 14–21 октября 1950 см. информацию в: ЖТФ. 1951. Т. XXI. Вып. 2. С. 231. Обе работы, кандидатская – Горюновой и докторская – Регеля, шли под патронажем А. Ф. Иоффе, настойчиво искавшим связь между структурными и электрофизическими свойствами материалов.

²² Н. С. Курнаков (1860–1941) – русский металлург; В. М. Гольдшмидт (1888–1947) – норвежский геохимик.

пользует свой, ставший потом «фирменным», напор: пробивается в запасники Эрмитажа, где ей разрешают с потемневших старинных оловянных потиров наскрести пригорошню «оловянной чумы», это и есть серое олово. Предвидение академика подтвердилось: серое олово и впрямь оказалось полупроводником, но практически бесполезным. Зато на нем Горюнова угадала тот рецепт, по которому можно было синтезировать любые интерметаллы. Первое сообщение об этом – ее кандидатская диссертация (1950), но диссертации часто



Нина Александровна Горюнова, 60-е гг.

остаются незамеченными. В октябре того же года – доклад на Всесоюзном совещании в Киеве, отмеченный патриархами А. Ф. Иоффе²³ и В. Е. Лашкаревым, в 1951 г. появляются ее публикации в «Докладах...» и «Известиях...» Академии. Это читают на Западе, но стоит ли им ожидать чего-то значительного из невозстановленной после военной разрухи страны? А Горюновой не до утверждения приоритетов, она торопится: синтезирует все новые соединения, находит ключик к смешиванию трех, четырех (и сколько хотите еще) компонентов. Ее энергия, оптимизм, профессионализм, весь ее облик притягательны²⁴, она щедра в раздаривании идей – «школа Горюновой» распространяется на многие научные центры страны, с ней стремятся познакомиться знаменитая Генриетта Родо из Франции, английский профессор К. Хилсум... В 1968 г. появляется ее итоговая монография, где сделана попытка предложить *периодическую систему полупроводниковых соединений*²⁵. В новых идеях у нее тоже нет недостатка, но ... Так часто судьба бывает подчеркнута несправедливой по отношению к лучшим: Нина Александровна умерла от тяжелой болезни 31 января 1971 г., едва достигнув 54 лет. На одном из международных конгрессов еще при ее жизни Нобелевский лауреат Н. Н. Семенов отметил: «Работы Горюновой совершают... переворот в неорганической химии». Как видим, на ситуацию Лосев – Раунд совсем непохоже, по «горячим следам» о приоритете Горюновой неоднократно высказывались такие авторитетные ученые, как Б. И. Болтакс, Б. Т. Коломиец, А. И. Губа-

²³ Свой доклад он закончил заклинанием: «Руководящие указания партии, широкое использование метода критики и самокритики оградят нас от заблуждений и грубых ошибок» и славословием в адрес «величайшего гения человеческой мысли и творческих достижений». В условиях бесчисленных кампаний по закручиванию гаек (см.: *Кременцов Н. Л. Советская наука и холодная война // Наука и кризисы... С. 830–907*) это уже не спасало – вскоре его отстранили от директорства, причем осуществили это с остроумным изяществом: просто заколотили и опечатали дверь из квартиры академика (в левом крыле институтского здания) в сам Физтех.

²⁴ Автору довелось мельком видеть Н. А. Горюнову в Физтехе в начале 60-х гг.; впечатление: сочетание женственности и стремительной решимости. О жизни Н. А. Горюновой см.: *Кудесница алмазоподобных полупроводников / Под ред. А. М. Андриеша. Кишинев, Штиинца, 1987.*

²⁵ *Горюнова Н. А. Сложные алмазоподобные полупроводники. М.: Сов. Радио, 1968.*

нов, позднее – Ж. И. Алферов, причем очень активно и на представительных международных форумах.

Было ли признание всеобщим? Длительное время Горюнова работала у Д. Н. Наследова, он возглавлял единственную тогда в Физтехе полупроводниковую лабораторию, где многие вполне сложившиеся ученые довольствовались секторами или группами. Профессор Наследов (1903–1975) был блестящим лектором, педагогом, организатором: руководить аспирантами он начал с 25 лет, и в какие-то моменты их одновременно бывало у него более 15; в 28 – он заместитель директора; позднее – много сил и внимания уделял организации научных центров в республиках СССР. Его отличали склонность к обобщениям, обстоятельность и неспешность, так вплоть до 1957–1958 гг., судя по публикациям, он сохранял заметный интерес к исследованиям селена, полупроводника, бесперспективность которого всем в мире уже была очевидна.

И вот рядом с ним Горюнова – «лед и пламень». Искрометная одержимость, упоение созданием новых веществ, их «здесь и сейчас» своими руками она синтезировала в вытяжном шкафу. Конечно, в ее ранних исследованиях не было законченности и строгой доказательности, их тогда и не могло быть по сути дела. Возможно, поначалу она не очень-то уверенно чувствовала себя в среде физиков, которые иронизировали: «если один грязный металл соединить с другим грязным, то что, кроме грязи, мы получим?» В те годы требование суперчистоты всех компонентов полупроводниковой технологии уже фактически стало аксиомой. Загипнотизированные совершенством германиевых и кремниевых кристаллов физики недоверчиво поглядывали на очередной слиточек, извлеченный Горюновой из ампулы: «а полупроводник ли это?» (Характерно в этой связи название доклада: «Изучение электропроводности полупроводников и интерметаллических соединений ...».)

Пока иронизировали и сомневались, время утекало, приоритет Горюновой таял, фактически почти не обозначенный: без всестороннего исследования синтезированных образцов их значимость была мизерной, только физик мог дать оценку тому, что «сварил» химик. Трудно быть пророком в своем отечестве, в нашем – в особенности ²⁶. Разумеется, лаборатория Наследова все же занялась исследованием интерметаллов ²⁷, причем одной из первых в мире, но все же не первой. Стартовой отмашкой послужила упомянутая выше статья Велькера. Первая публикация Наследова по новой тематике, появившаяся в 1956 г. в соавторстве с очередным его аспирантом, цитировала только Велькера «со товарищи» и «примкнувших к нему» американцев – эта команда уже заметно вырвалась вперед. В конце статьи отмечалось, что «исследованные материалы были синтезированы Н. А. Горюновой и В. С. Григорьевой», и – благодарность, но не соавторство. Эта практика утвердилась на дальнейшее: из более чем 400 работ Наследова, лишь 3 или 4 идут в соавторстве с Горюновой. Работы Горюновой не отмечены ни Ленинской, ни Государственной пре-

²⁶ Невольно напрашиваются исторические сопоставления. Ни Д. И. Менделеев, ни А. С. Попов, ни П. Н. Лебедев не выдвигались на Нобелевскую премию ни одним из *отечественных* ученых, хотя возможность кому-то и предоставлялась (*Блох А. М. Советский Союз в интерьере Нобелевских премий*. СПб., Гуманистика, 2001).

²⁷ В период повального увлечения кремнием это был смелый шаг, а с учетом того, что от нашей науки тогда требовали быстрой промышленной отдачи, – мужественный шаг – в интерметаллах все было туманно и быстрого выхода в практику не ожидалось.

миями – традиционными научными наградами тех времен. Она не стала и членом Академии наук – не сложилось.

В 1956 г. о физтеховских исследованиях новых полупроводников Наследов доложил на представительной международной конференции в Гармиш-Партенкирхене, там прозвучало и имя Горюновой, но вряд ли было услышано: мир уже определился с приоритетом ²⁸.

В 1976 г. вышли в свет воспоминания Г. Велькера о делах четвертьвековой давности, в них признанный родоначальник нового полупроводникового направления раздает «всем сестрам по серьгам». Проникновенно и интересно описывает свой путь к открытию, это естественно; подробно и подчеркнуто благожелательно анализирует исследования американцев, начавшиеся с 1953 г., наделяя некоторые их результаты отметкой «впервые»; вскользь, одним абзацем сообщает о «независимой работе в Советском Союзе», о том, что в 1950 г. Горюнова предсказала полупроводниковость новых соединений, при этом цитирует лишь наследовский доклад 1956 г. А ведь в 1976 г. 64-летний патриарх заведомо знал о многочисленных статьях и монографиях Горюновой, подтверждавших неслучайность ее *приоритетного сообщения* 1950 г. Но напрашивающееся «впервые» из его уст так и не прозвучало.

Велькер не монумент, у него своя человеческая история, и, возможно, он испытывал обиду на несправедливость судьбы. В 1933 г. он начал работать в Мюнхене у знаменитого А. Зоммерфельда, к 27 годам он – «Doktor habilitiert», т. е. «полный доктор», и начинает исподволь подходить к идее интерметаллических полупроводников. Впереди блистательное будущее, но разразилась война, и ему пришлось заниматься детекторами для радаров, а в 1947 г. из разрушенной Германии на несколько лет законтрактоваться во Францию ради хлеба насущного. От «дела жизни» война отбросила его на 7–10 лет, возможно, подсознательно на столько же лет раньше он «числил» и свой приоритет и не считал себя морально обязанным уступать его кому-нибудь ²⁹. Несомненно на его мироощущение как немца наложила отпечаток национальная трагедия. Послевоенное унижение побежденной нации у немецких ученых дополнялось еще и горьким осознанием научно-технического проигрыша американцам, утратой (и ясно, что безвозвратной) своего былого подавляющего превосходства ³⁰, в чем они не хотели признаваться даже самим себе ³¹. Поколению, жизнь и смерть которого определяли американские летающие крепости и танки «Шерман» ³², пришлось научиться улавливать тончайшие нюансы

²⁸ Вновь напрашивающееся сопоставление: приоритет О. В. Лосева в изобретении кристаллина обусловлен в значительной степени и тем, что его руководитель проф. В. К. Лебединский всячески подталкивал талантливого юношу к оперативным публикациям в отечественной и зарубежной периодике. У «ранней» Горюновой таких публикаций не оказалось.

²⁹ И у Горюновой война «украдала» 7 лет. Вообще говоря, проблема приоритета несущественна для развития науки (но не для истории науки).

³⁰ Из 77 предвоенных (до 1945 г.) Нобелевских премий по физике и химии немцы участвовали в 27 (35%), что превышает участие англичан и американцев вместе взятых (32%).

³¹ Уолкер М. Наука в послевоенной Германии // Наука и кризисы... С. 908–922.

³² Несомненно, этой грохочущей реальностью навеяно обращение М. Хайдеггера к философии техники (1949); неудивительно, что именно тогда, не прошедший денацификацию и уволенный из Фрейбургского университета, он пришел к своей грустноватой концепции «поставы» (см. например: Новая технократическая волна на Западе. М., Прогресс, 1986). А ведь в последней предвоенной лекции (1938) он воспарял к философии «новоевропейской картины мира» – исторические реалии «обламывают» и философа.

заокеанских пожеланий-команд. Поэтому в номере американского «IEEE Transactions» (1976), где были помещены воспоминания Велькера об открытии интерметаллических полупроводников, не могло быть и речи о каком-либо советском приоритете – то был пик холодной войны, Конгресс только что ввел ограничения на свободу торговли с СССР (1974).

Сегодня в исторической ретроспективе, очищенной насколько возможно от политических наслоений, видно, что работы Г. Велькера и Н. А. Горюновой в их совместном прочтении дали науке *совокупность определяющих физических и химических представлений об интерметаллических полупроводниках*³³ – в этом суть их общего приоритета.

III

В начале 1960-х гг. большинство из тех, кто занимался свечением полупроводников, устремились к созданию лазера. Возникшая в 1953–1955 гг. *квантовая электроника*³⁴ в качестве своего главного вывода содержала утверждение о том, что может быть разработан принципиально новый источник излучения с узконаправленным суперинтенсивным когерентным³⁵ лучом света. Правильнее было бы сказать, что это являлось не следствием, а предназначением квантовой электроники. Ничего подобного в природе не было. Ученые оказались вплотную к тому, чтобы «преступить грань», и возможность совершить это первым – возбуждала.

Классическая квантовая электроника исследовала радиоволны, возникающие в газах, поэтому, задумываясь о свете, полагали, что надо лишь подобрать какой-то другой подходящий газ; Ч. Таунс и А. Шавлов (его шурин) даже указали, где искать³⁶. История, как водится, раскрутила сюжет по-своему: первый лазер сделал (15 мая 1960 г.) из рубинового стерженька, наподобие карандаша, американец *Теодор Мейман*. Человек независимых суждений и непредсказуемых поступков (он мог, например, бросить все и на полгода отправиться в кругосветное путешествие), высмеивающий преклонение аспирантствующего молодняка перед авторитетом профессоров, Мейман с беззаботностью победителя не исполнил ритуальный реверанс в сторону предсказателей и получил адекватную ответную реакцию: к его презентации (7 июля 1960 г.) отнеслись сдержанно, не спеша признавать реальность прорыва в лазерный век, а острословы утверждали, что он «нашел решение, для которого

³³ Достижение, более чем достойное Нобелевской премии, но так и не увенчанное ею.

³⁴ Одно из величайших открытий XX в., и мы горды тем, что его признанными авторами являются Н. Г. Басов и А. М. Прохоров (Нобелевская премия 1964 г. совместно с американцем Ч. Таунсом) – об этом много написано. Отвлекаясь от чисто научных аспектов, заметим, что эта премия стала и символическим рукопожатием двух стран, стремившихся тогда сгладить недавнее противостояние (Западный Берлин, Куба).

³⁵ Особое свойство света, на бытовом уровне близкое к чистой одноцветности, принципиально для многих применений. Однако, в чистом естественном цвете намешано множество полутонов не всегда различимых глазом: «просто человек» выделяет до 100-150 оттенков, художник – до 3000, физические приборы – десятки миллионов.

³⁶ *Schawlow, A., Townes, Ch. Infrared and optical masers // Phys. Rev. 1958. Vol. 112, № 6. P. 1940–1949.* Статья признана «классической», хотя ее практические рецептуры в дело не пошли.

еще надо найти проблему»³⁷. Через полгода был создан газовый лазер, все как бы встало на свои места, с возмутителем спокойствия постепенно смирились и отвели ему в истории место создателя первого лазера, но первого в ряду других, в какой-то мере тоже первых³⁸.

Летом 1962 г. началась стремительная атака на *полупроводниковый лазер* – все понимали, что именно он станет действительно массовым и сможет кардинально преобразить облик новой электроники. Еще в 1958–1960 гг. к проблеме начали исподволь подходить в нашем Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР, пожалуй, здесь был наиболее подходящий для этого коллектив³⁹. К 1961 г. сформулированы теоретические предпосылки создания полупроводникового лазера⁴⁰, неясно было лишь, какой именно полупроводник даст результат (повторение меймановской ситуации). Однако в конце июля 1962 г. американцы определились – арсенид галлия; отныне счет пошел на недели и дни, и в сентябре-октябре лазерный эффект получили сразу в трех лабораториях, а первой оказалась группа Роберта Холла (24 сентября 1962 г.). Позднее он вспоминал, что в разгар событий они узнали о статье Д. Н. Наследова, датированной январем 1962 г., в ней содержался намек на обнаружение лазерной генерации; по-видимому, у русских уже есть лазер, и они вот-вот о нем объявят, значит, надо еще прибавить оборотов. «Синдром спутника»⁴¹, да еще подкрепленный гагаринским полетом (1961), действовал безотказно. Правда, вскоре американцы поняли, что лазерной генерации в этой работе не было и быть не могло, так как не соблюдались некоторые обязательные для этого условия (авторы и сами от такой интерпретации своих экс-

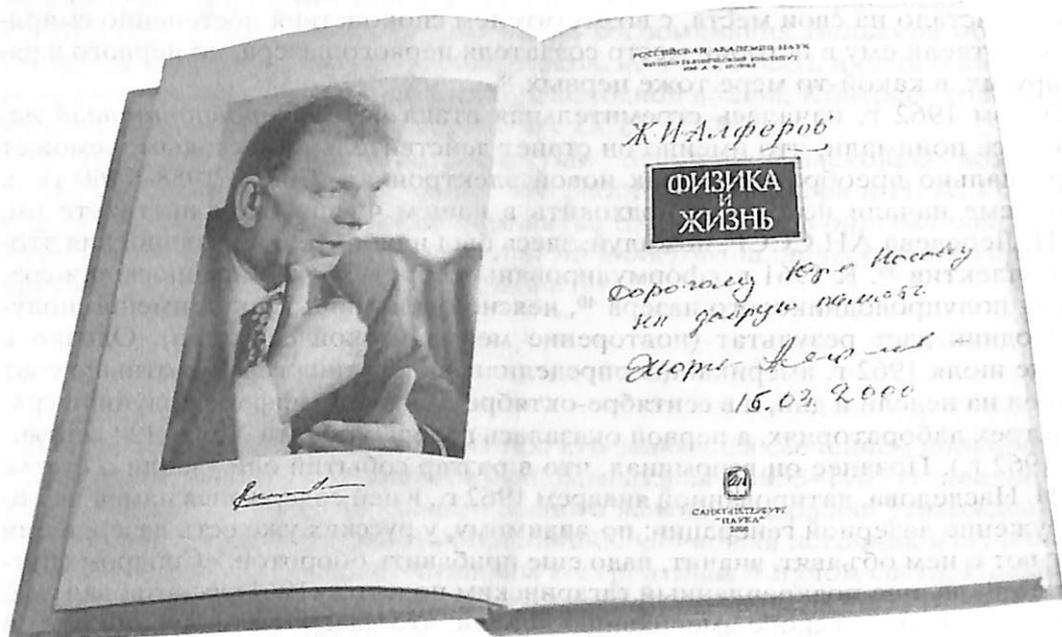
³⁷ Иронизировали зря: от изобретения Меймана пошли твердотельные лазеры, нашедшие широчайшее применение, кроме всего – в высокоточном оружии и в гигантских установках термоядерного синтеза.

³⁸ Жестко, но справедливо. Чем старательнее мы пытаемся выяснить, кто был первым, тем более неопределенным оказывается ответ; кажется, это общее правило. В 1938–1940 гг. наш соотечественник В. А. Фабрикант продемонстрировал (на грани различимости) лазерное усиление в газах, в 1951 г. он с коллегами подал соответствующую заявку, по которой получил авторское свидетельство (1959) и диплом на открытие (1964). (См. например: Светотехника. 1998. № 1. С. 41–47.) В ноябре 1957 г. некто Г. Гоулд, американец, подал заявку на «лазерное усиление с оптической накачкой», через 20 лет Патентное ведомство США выдало ему патент, но к тому времени все награды за лазер уже раздали (Электроника. М., Мир, 1980. С. 121). Сильное забегание вперед, да еще вне общего строя, как правило, оборачивается личной драмой и науке, в особенности прикладной, мало что дает.

³⁹ На высшем мировом уровне работали лаборатории Н. Г. Басова и А. М. Прохорова, родоначальников квантовой электроники, и лаборатория полупроводников Б. М. Вула.

⁴⁰ Положение основополагающей статьи (*Басов Н. Г., Крохин О. Н., Попов Ю. М.* Получение состояний с отрицательной температурой *p-n*-переходах вырожденных полупроводников // ЖЭТФ. 1961. Т. 40. № 6. С. 1879) через полгода повторил француз М. Бернард в англоязычном журнале (вполне корректно, со ссылкой на наших), и американские лазерщики-практики цитировали уже именно Бернарда – вот так и «утекают приоритеты» (один из каналов).

⁴¹ Запуск первого советского спутника (4 октября 1957 г.) породил в США комплекс неуверенности в своем технологическом превосходстве. Тогда в течение нескольких месяцев посредством долларовых вливаний они переключили миллион(!) исследователей на военную тематику, и один из них, Дж. Килби, изобрел интегральную схему – так в 1958 г. родилась микроэлектроника. Но страх, что русские могут преподнести сюрприз, остался надолго.



Ж.И. Алферов – размышление о прошлом и будущем электроники

периментов фактически благоразумно отказались), но этот посыл из России сыграл свою роль в ускорении создания лазера.

Научный мир был хорошо разогрет лазерными страстями, так что у нас в стране первые образцы были изготовлены в ФИАНе (А. П. Шотов) через несколько недель после публикации Холла, еще через месяц – в НИИ-333 (В. И. Швейкин) ⁴², а к началу 1963 г. началась подготовка их полупромышленного производства на заводе «Старт» с участием НИИ-311 (будущий НИИ «Сапфир»). Увы, дальнейшее показало, что созданные с таким старанием и надеждой полупроводниковые лазеры крайне недолговечны и в качестве коммерческого изделия перспективы не имеют, как у нас, так и у американцев. Через несколько лет безуспешных исследований ситуация стала казаться неразрешимой.

Счастлиное продолжение лазерной истории связано с гетероструктурами, здесь отечественный вклад и приоритет получили столь очевидное мировое признание (Ж. И. Алферов, Нобелевская премия, 2000), что в каких-то дополнениях нет необходимости. Разве лишь несколько штрихов из самого раннего периода. Основополагающую заявку на изобретение подал Алферов (совме-

⁴² Созданный по постановлению ЦК КПСС и СМ СССР № 285-137 от 24.03.1962 г. этот НИИ (будущий «Полус») был ориентирован на твердотельные лазеры, но уже летом 1962 г. в нем организовали отдел полупроводниковых лазеров, еще не появившихся на свет. Дело решили дар предвидения и смелость директора М. Ф. Стельмаха, одного из выдающихся лазерщиков страны, и упрямая одержимость В. И. Швейкина, уже создавшего в воображении «свой» лазер (авт. свидетельство 714114 «Полупроводниковый лазер для инфракрасного излучения», заявл. 25.11.1961).

стно с Р. И. Казариновым, теоретиком) всего лишь через 5 месяцев после публикации Холла. По сути еще и обычных лазеров не было, их совсем не распробовали. Несколько лет группа Алферова билась над поиском подходящего для реализации материала, а нашла его, в некотором смысле полуслучайно, в соседней лаборатории у Н. А. Горюновой, где этот сложный трехкомпонентный полупроводник был изготовлен впрок «на всякий случай». *Гетеролазер* на этом материале был создан в канун 1969 г., а приоритетной датой на уровне обнаружения лазерного эффекта является 13 сентября 1967 г.⁴³

Вернемся к началу 1960-х гг. Фактически каждый, кто исследовал свечение полупроводников, так или иначе изготавливал *светодиод*, поэтому искать первооткрывателя в каком-то абсолютном смысле бесперспективно. Если же повести речь не об эффекте, не о научном достижении, а об изделии, то определяющим критерием факта его существования является наличие коммерческого производства. Сугубо прагматически: если изделие используют и покупают, то оно существует (и наоборот). В упомянутой лазерной гонке «побочным» результатом стали красные светодиоды, о начале их мелкосерийного производства фирма «Дженерал Электрик» объявила в широкой печати 28 ноября 1962 г., а спустя четыре десятилетия их создатель Ник Холоньяк удостоен премии «Глобальная энергия». Заметим, что в том же 1962 г. у нас в НИИ-311 уже было развернуто производство светодиодов другого вида – на основе карбида кремния – фактически это означало развитие идей Лосева на более совершенной технологической основе⁴⁴. И хотя эти светодиоды отличались низкой эффективностью, но благодаря их безинерционности им было найдено важное применение в ядерной физике для калибровки счетчиков частиц. Их производство в нарастающих объемах продолжалось много лет, в том числе и для аппаратуры оборонного назначения; с течением времени карбидокремниевые светодиоды уступили место другим, более эффективным. К сожалению, публикации об этих первых коммерческих светодиодах, не только в СССР, но и в мире, появились лишь через несколько лет после начала их производства (1962), причем в узковедомственных изданиях, поэтому вопрос об отечественном приоритете в создании светодиода и не ставился.

Славное двадцатилетие 1950–1970 гг. стало решающим периодом в истории оптоэлектроники и ее основы – лазеров и светодиодов. Ученые двух великих стран – США и СССР – фактически *общими усилиями* совершили колоссальный прорыв, который привел (совместно с транзисторной микроэлектроникой) к рождению новой электроники, кардинально изменившей нашу жизнь к концу XX века. И по большому счету ни идеологическое противостояние наших стран, ни железный занавес, ни режим секретности препятствием не стали – решающими факторами оказались лишь желание и воля.

⁴³ Назовем и ближайших сотрудников Алферова той поры: В. М. Андреев, Д. З. Гарбузов, В. И. Корольков, Е. Л. Портной, Д. Н. Третьяков.

⁴⁴ Т. Г. Кмита, И. В. Рыжиков, В. И. Рыкалин, В. И. Павличенко. Полупроводниковый источник наносекундных световых импульсов, авт. свид. 161349 (заявл. 31.08.1962).