

### Олег Владимирович Лосев

Русский ученый, один из первых исследователей свойств полупроводников, изобретатель, основоположник полупроводниковых приборов и устройств, кандидат физико-математических наук Олег Владимирович Лосев родился в Твери 10 мая (27 апреля по ст.ст.) 1903 г. в семье конторского служащего вагоностроительного завода. В 1912 г. мальчик поступил в Тверское реальное училище, в котором по сравнению с классической гимназией давали больший объем знаний по математике, физике и биологии; учебный план, кроме того, включал химию, черчение, немецкий и французский языки. В 1916



г. после публичной лекции начальника Тверской военной радиоприемной станции внешних сношений штабс-капитана В.М. Лещинского о беспроводной телеграфии он увлекся радиотехникой. Под руководством помощника начальника радиостанции поручика М.А. Бонч-Бруевича<sup>1</sup> (с 1931 г. член-корреспондент АН СССР) в 1916–1918 гг. принимал участие в разработке усилительных вакуумных электронных радиоламп и вскоре познакомился с проф. В.К. Лебединским, который часто приезжал из Москвы в Тверь для научных консультаций. Став заядлым радиолюбителем, Олег Владимирович устроил дома лабораторию, в которой вместе с К.Н. Евсеевым испытывал когереры (стеклянные трубки с металлическими опилками), изготавливал кристаллические детекторы (преобразователи) и другие приборы для изучения электрических колебаний.

В 1920 г. Лосев окончил среднюю школу (бывшее реальное училище), но поступить на факультет радиоинженеров в Москве не удалось. В сентябре 1920 г. в Москве проходил первый Всероссийский радиотехнический съезд, здесь он встретил Бонч-Бруевича и Лебединского и был приглашен на работу в радиолaborаторию Нижнего Новгорода (НРЛ), куда была переведена радиостанция из Твери и где работали многие ее бывшие сотрудники. С октября 1920 г. Лосев работал в НРЛ рассыльным,

только по окончании трехмесячного испытательного срока его перевели на должность младшего лаборанта в отдел приемников Лебединского. Ему было поручено исследовать возможность радиоприема безэлектронных ламп, дорогих в изготовлении и капризных в эксплуатации. С этой целью он изучил использование магнитных усилителей и пришел к выводу, что они неперспективны. В июне 1921 г. им в возрасте 18 лет была написана первая научная статья «О магнитных усилителях».

Не имея личного имущества, жилья и семьи, Лосев пристроил казенную железную койку на верх-

ней площадке лестничной клетки у входной двери на чердак трехэтажного здания НРЛ. Пропитанием его занималась уборщица, которой он отдавал свой продовольственный паек и платил за обслуживание. Через 10 месяцев у него открылась язва желудка и, получив отпуск по состоянию здоровья, в августе 1921 г. он вернулся в Тверь, где пробыл 15 месяцев, подрабатывая электриком на вагонном заводе.

Кристаллические детекторы, принцип действия которых был неизвестен, в радиоприемниках заменили когереры А.С. Попова. Эти устройства (в основном кристаллы искусственного свинцового блеска или галенита PbS) с дрожащими угольными иголочками были главными элементами входных цепей радиоприемников. Они были просты в изготовлении, обеспечивали прием, используя энергию высокочастотных колебаний из антенны, но работали неустойчиво. Поэтому сигнал на выходе был слаб, его можно было слышать с помощью чувствительных наушников; из-за непостоянства рабочей точки избирательность была нестабильной. Лосев еще в НРЛ заинтересовался по собственной инициативе механизмом действия кристаллов, проверял чистоту поверхности и внешнее их строение, изучал вольт-амперные характеристики (ВАХ) детекторов в различных режимах, обнаруживал и оценивал факторы, влияющие на нелинейные падающие участки ВАХ, на которых с ростом тока

<sup>1</sup> Статью о М.А. Бонч-Бруевиче см. в разделе «Из истории электротехники» («Электричество», 2013, № 4).

напряжение уменьшалось. Было принято решение искать пути их усовершенствования.

В домашней радиолaborатории в Твери им были испробованы различные материалы в качестве рабочего кристалла и иглы. В процессе исследований в январе 1922 г. в детекторе из цинкита (минеральная окись цинка  $ZnO$ ) с угольным острием были обнаружены активные точки, в которых в определенных условиях усиливались радиосигналы (происходил усилительный или, как теперь говорят, гетеродинный, а не детекторный прием передач далеких радиостанций на разных высоких частотах на основе полупроводникового прибора); в радиотехнических контурах при напряжении менее 10 В генерировались устойчивые незатухающие высокочастотные колебания с длиной волны до 68 м.

Это открытие, принесшее Лосеву мировую известность, легло в основу созданного им в 1922 г. радиоприемника без электронных ламп, который состоял из генерирующего полупроводникового кристалла и двух электродов. В 1924 г. в журнале «Radio News» приемнику дается название «Кристалдин» (кристаллический гетеродин). Он принимал слабые сигналы далеких передающих станций и усиливал их в головных телефонах (наушниках) в 15 раз по сравнению с обычным детекторным приемником, повышал избирательность приема, ослаблял уровень помех, передавал радиосигналы. Девятнадцатилетний молодой человек изобрел принципиально новый и полезный прибор, в зарубежных научных журналах Лосева называли «профессором».

В июне 1922 г. в журнале «Телеграфия и телефония без проводов» появилась статья Лосева «Детектор-генератор и детектор-усилитель». В ней он подробно разъяснил, что усиление или генерация при помощи двухполюсника (полупроводника, лампы и др.) возможны только при наличии падающего участка ВАХ. Отрицательное сопротивление уменьшает активное сопротивление колебательного контура за счет энергии батареи питания. Режим усиления или генерации детектора определяется выбором тока и напряжения на участке отрицательного сопротивления.

В следующем номере того же журнала в статье «Генерирующие точки кристаллов» Лосев описал методику быстрого отыскивания активных точек на поверхности цинкита для касания острия, обеспечивающих возбуждение колебаний. Он заменил угольное острие металлической иглой от старой лампы, включаемой к «минусу» батареи, и предложил способы искусственного получения чистой окиси цинка переплавкой в электрической дуге естественных кристаллов цинкита с примесями.

Изобретатель разработал несколько практических схем для регенеративных и гетеродинных радиоприемных устройств с генерирующими кристаллами, получил на их технические решения 7 патентов и написал для радиолюбителей популярную брошюру «Кристалдин (самодельный радиоприемник с кристаллическим детектором)» со схемами и характеристиками радиоприемников и рекомендациями по изготовлению кристаллов. Брошюра о кристалдине расходилась массовыми тиражами, сначала в 2000 экземпляров, а при повторном издании в 1925 г. — в 15000. Была переведена на английский и немецкий языки, издана в США и Германии. Волна радиолюбительства охватила молодежь страны. Электронных ламп не хватало, и они были дороги, им требовался специальный источник электропитания. Схема Лосева могла работать от трех-четырех батареек для карманного фонарика. Кристалдин стоил недорого и позволял не только принимать радиосигналы на больших расстояниях, но и передавать их. Радиолюбители писали, что при помощи детектора из цинкита в Томске можно слышать Москву, Нижний Новгород и заграничные станции. Кристалдины на длине волны 24 м работали на нескольких радиостанциях Наркомата почт и телеграфов (НКПТ), предшественника министерства связи. Их автор был дважды в 1922 и 1925 гг. удостоен премии НКТП. Полупроводниковые приемники кристалдин в середине 20-х годов 20 в. демонстрировались на основных европейских радиотехнических выставках. Молодой изобретатель получил широкое европейское признание. Даже в 1959 г. этот радиоприемник кристалдин демонстрировался в советской экспозиции на выставке в Нью-Йорке.

В октябре 1924 г. в американском журнале «The Wireless World and Radio Review» Лосев опубликовал статью «Осциллирующие кристаллы». В редакционном предисловии написано, что автор за сравнительно короткий промежуток времени приобрел мировую известность в связи с открытием осциллирующих свойств у некоторых кристаллов. Другой американский журнал «Radio News» опубликовал в 1924 г. редакционную статью «Сенсационное изобретение». В ней говорилось: «Это революционное радиоизобретение, делающее эпоху. В скором времени мы будем говорить о схеме с тремя или шестью кристаллами, как мы говорим теперь о схеме с тремя или шестью усилительными лампами. Потребуется несколько лет для того, чтобы генерирующий кристалл усовершенствовался настолько, чтобы стать лучше вакуумной лампы, но мы предсказываем, что такое время наступит».

Бонч-Бруевич (научный руководитель НРЛ) и Лебединский (председатель Совета НРЛ и редактор

радиожурналов научного «Телеграфия и телефония без проводов» и популярного «Радиотехник») обратили внимание, что, немного поработав, детекторы-генераторы из-за невосстанавливаемости эффекта перестают функционировать, поэтому, по их мнению, они не могут конкурировать с ламповыми радиоприемниками как с генеральным направлением. Основное внимание было уделено разработке электронных ламп и созданию на их основе мощных радиовещательных и приемных станций. Исследование полупроводников и усовершенствование кристадина не было включено в план работ НРЛ. Был упущен шанс создания ключевых полупроводниковых технологий в нашей стране в 20 в. раньше, чем за границей.

Кристадин обладал многими преимуществами по сравнению с вакуумными радиолампами, но был двухэлектродным устройством, что исключало создание на его основе многокаскадных усилительных схем приемников. К 30-м годам 20 в. ламповая радиотехника вытеснила почти полностью кристаллические детекторы. Однако в связи с освоением радиотехникой диапазона сантиметровых волн, в котором выявились существенные недостатки электронных ламп, кристаллические детекторы были вновь возрождены. Современный германиевый детектор на основе полупроводникового транзистора с постоянным контактом характеризуется высокой устойчивостью, его характеристика содержит участок с отрицательным сопротивлением, требует невысокого напряжения питания при малой емкости батареи. Основными преимуществами полупроводниковых приборов по сравнению с электронными лампами являются: малые габариты, экономичность, отсутствие накала, механическая прочность.

Ко времени изобретения кристадина практически отсутствовали какие-либо теоретические представления, объясняющие природу действия промежутка «металлическое острие – контакт полупроводника». Для объяснения протекающих в нем процессов потребовалось создание физических теорий, о которых в начале 20-х годов 20 в. никто не имел представления. Туннельный эффект был открыт в конце того же десятилетия. Теория зонной структуры твердого тела была разработана в 30-х годах 20 в. Роль примесей в полупроводниках удалось понять в 40-х годах 20 в. О причинах возникновения отрицательного сопротивления в полупроводниковых диодах удалось выяснить через 30 лет. По современным представлениям имело место сочетание лавинного пробоя с тиристорным эффектом.

В 1939 г. Лосев в автобиографии написал, что с открытием усилительных свойств кристаллов появлялась реальная возможность создания полупроводникового аналога лампового триода. Это реализовал в 1947 г. американский ученый русского происхождения профессор Иллинойского университета Джон (Иван) Бардин. Ему (совместно с У. Браттейном и У.Б. Шокли) в 1956 г. была присуждена Нобелевская премия. При ее вручении Дж. Бардин признавал приоритет Лосева.

После изобретения транзистора наступил период развития полупроводниковой электроники. Полупроводники отличались от электронных ламп более высоким КПД, надежностью и долговечностью, возможностью регулирования тока и напряжения в широких пределах, малыми габаритами и меньшим потреблением энергии. За открытие в 1956 г. туннельного диода, имеющего падающий участок вольт-амперной характеристики, японский физик Л. Эсако в 1973 г. получил Нобелевскую премию. В основе достижений отечественных нобелевских лауреатов 1964 г. академиков АН СССР Н.Г. Басова и А.М. Прохорова лежат исследования Лосева.

В 1923 г. Лосев, экспериментируя с контактом «карборунд (карбид кремния  $\text{SiC}$ ) – стальная проволока» обнаружил на стыке этих материалов холодное безынерционное интенсивное зеленоватое свечение при обратном направлении напряжения 2–6 В. Это явление он, лаборант отдела приборостроения НРЛ, возглавляемого Б.А. Остроумовым (в конце 30-х годов 20 в. профессор), не отнес в разряд случайных помех, а угадал, что оно базируется на еще не известном экспериментальной физике принципе. Это стало открытием способности полупроводников генерировать электромагнитные излучения в световом диапазоне волн, одним из перспективнейших направлений электроники. В 40-е годы 20 в. явление возникновения свечения при протекании тока в кристаллах фосфора вновь было открыто в Америке французским ученым Г. Дестрио, которое им было названо электролюминесценцией полупроводникового перехода, а свечение при прохождении тока в карборунде в Америке получило название «Losev light» (свечение Лосева).

В целях исследования физической сущности свечения, качественного объяснения наблюдаемых эффектов Лосев пользовался понятиями квантовой физики (за несколько лет до формального рождения квантовой механики твердого тела), что очень близко к современным представлениям. При определении граничной длины световой волны он генерировал в схемах типа кристадин короткие волны. Оказалось, что граница свечения в спектре ограничена, причем граничная длина световой волны со-

вещалась реальная возможность создания полупроводникового аналога лампового триода. Это реализовал в 1947 г. американский ученый русского происхождения профессор Иллинойского университета Джон (Иван) Бардин. Ему (совместно с У. Браттейном и У.Б. Шокли) в 1956 г. была присуждена Нобелевская премия. При ее вручении Дж. Бардин признавал приоритет Лосева.

После изобретения транзистора наступил период развития полупроводниковой электроники. Полупроводники отличались от электронных ламп более высоким КПД, надежностью и долговечностью, возможностью регулирования тока и напряжения в широких пределах, малыми габаритами и меньшим потреблением энергии. За открытие в 1956 г. туннельного диода, имеющего падающий участок вольт-амперной характеристики, японский физик Л. Эсако в 1973 г. получил Нобелевскую премию. В основе достижений отечественных нобелевских лауреатов 1964 г. академиков АН СССР Н.Г. Басова и А.М. Прохорова лежат исследования Лосева.

ответствует закону Эйнштейна:  $l \leq hc/W$ , где  $l$  — граничная длина волны;  $h$  — постоянная Планка;  $c$  — скорость света;  $W$  — энергия.

Исследуя различные пары кристаллов и контактных проволок, экспериментатор приходит к важным выводам. Свечение сильно зависит от полярности приложенного напряжения и происходит внутри кристалла без выделения тепла, т.е. является холодным, не связанным с нагреванием кристалла или металлического электрода; инерция возникновения и потухания люминесценции чрезвычайно мала, т.е. практически не инерционна. В настоящее время установлено, что кратковременная люминесценция возникает при спонтанных квантовых переходах молекул или атомов из возбужденного состояния в нормальное в течение  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$  с.

В № 5 журнала «Телеграфия и телефония без проводов» за 1927 г. была напечатана большая статья Лосева «Светящийся карборундовый детектор и детектирование с кристаллами» с описанием исследования свечения полупроводника. Он различает два типа излучения: свечение I и свечение II. Приведенное им описание свечения I в виде яркой зеленовато-голубой маленькой точки теперь называется предпробойным свечением, а свечение II значительной поверхности кристалла — инжекционной люминесценцией полупроводника. Исследователь обнаружил, что свечение II возникает в кристаллах, имеющих на поверхности зеленого карборунда слои серого цвета, причем свечение локализуется вблизи границы этих слоев, и что свечение II идентично свечению, возникающему при бомбардировке карборунда электронами при разряде газов и возникновении катодных лучей в трубке английского физика и химика Крукса.

Под микроскопом Лосев выяснил, что свечение возникает на кристаллических дефектах, когда контактная проволочка касается острых ребер или изломов кристалла. В процессе исследования карборундового детектора им было выявлено свечение и выпрямление на границе электролита и полупроводника. В другом случае он в трехэлектродной схеме, исследуя при возбуждении свечения II изменение сопротивления активного карборундового детектора при приложении напряжения в прямом направлении, обнаружил, что при пропускании тока между острием и кристаллом изменяется сопротивление между двумя другими остриями, расположенными поблизости от первого. У полупроводникового транзистора изменение сопротивления, вызванное пропусканием тока через два контакта, приводит к изменению сопротивления между другой парой контактов. Но сущность транзи-

сторного действия состоит в усилении сигнала, а в опытах Лосева усиления не было получено из-за материала полупроводника. Для усилительных целей наиболее подходил бы кремний; из-за желания продолжить эксперименты с этим материалом Лосев не эвакуировался из блокадного Ленинграда.

Проводя измерения с помощью микротермомонда, Лосев определил, что серый карборунд имеет проводимость дырочного типа, а зеленый — электронного. Следовательно, созданное им в 1926 г. устройство было первым полупроводниковым светодиодом с малой инерционностью и довольно большой яркостью. Современные светодиоды из карбида кремния при токе 0,1 А имеют КПД в 10 раз больше. По мнению академика РАН Ж.И. Алферова, они в перспективе должны стать экономичными источниками света с регулируемым в широких пределах освещением. Лосеву были выданы два авторских свидетельства на устройство «Световое реле», формально закрепившие приоритет нашей страны в области светодиодов. Характеристики, полученные Лосевым в 20-е годы, являются важнейшими для современных светодиодов, индикаторов, оптронов, инфракрасных излучателей.

В 1925–1926 гг. Лосев исследовал генерирование электрических колебаний в релаксационных схемах (затухающих колебаний в схемах с активным сопротивлением) и указал их практическое применение. Им было открыто и изучено явление преобразования в нелинейных двухполюсниках сигнала одной частоты в сигнал другой частоты с любым их отношением. Это было новым решением задачи деления и умножения частоты в области нелинейной радиотехники с помощью как полупроводниковых кристаллов, так и электронных ламп. На схемы ламповых и кристаллических устройств для изменения частоты (повышение и понижение) ему было выдано несколько авторских свидетельств.

В 1927–1928 гг. Лосев сделал открытие обратного вентильного емкостного фотоэффекта в полупроводниках (принцип действия солнечных батарей), т.е. способность кристаллов преобразовывать световую энергию в электрическую. Он исследовал этот эффект и предложил новый способ изготовления фотоэлементов. Им было исследовано множество различных полупроводниковых материалов, в том числе и кремний. Работы академика А.Ф. Иоффе и его учеников по фотоэффекту привели к выводу, что полупроводники способны обеспечить эффективное преобразование энергии светового излучения в электрическую энергию. Это послужило предпосылкой к развитию новых областей полупроводниковой техники (фоторезисторов,

фотодиодов, фототранзисторов, фототиристор, оптронов) и созданию кремниевых преобразователей солнечной энергии (фотоэлектрических генераторов). В настоящее время солнечные батареи как альтернативный источник электрической энергии применяются на земле и в космосе.

В 1928 г. по решению правительства НРЛ вместе с сотрудниками была передана в ленинградскую Центральную радиолобораторию Треста заводов слаботочной электропромышленности (ЦРЛ). После переезда Лосев в должности лаборанта продолжал заниматься полупроводниками в группе фотодетекторов, а с 1931 г. в должности лаборанта 1-го разряда (самая высокая его научная должность) — в вакуумно-физической лаборатории Остроумова. В 1931 г. исследователь получил премию за «свечение Лосева» и фотоэффект. С 1931 по 1934 гг. он трижды выступал с докладами о своих работах на всесоюзных конференциях в Ленинграде, Киеве и Одессе.

После преобразования в 1935 г. ЦРЛ в Институт радиовещательного приема и акустики тематика исследований резко сузилась, Лосеву пришлось уволиться. За 1935–1940 гг. у него не было ни одной научной публикации (в 1921–1935 гг. их было 49, в 1940–1941 гг. — 3). Работая по совместительству в Ленинградском физико-техническом институте (ЛФТИ) и в целевом институте № 9 (в дальнейшем «Позитрон»), он под руководством Иоффе проводил исследования полупроводников из карбида кремния в области квантовой теории электромагнитных излучений в световом спектре диапазона волн. Занимался также созданием малогабаритных безвакуумных холодных источников света с низким напряжением питания (менее 10 В) и с высоким быстродействием. Его экспериментальные приемы использовались в дальнейшем другими учеными. Американский физик, исследователь электролюминесценции в полупроводниках профессор Стэнфордского университета И. Лобнер писал об этом: «Экспериментальная методология была в основном той же, что мы использовали в лаборатории фирмы RCA, работая с выращенными из расплава монокристаллами фосфида галлия. Своими пионерскими исследованиями в области светодиодов и фотодетекторов он внес вклад в будущий прогресс оптической связи. Его исследования были так точны и его публикации так ясны, что без труда можно представить, что тогда происходило в его лаборатории. Его интуитивный выбор и искусство экспериментатора просто изумляют».

За открытие свечения в 1938 г. лаборанту Лосеву по представлению Иоффе Ученым советом Ленинградского индустриального института (ныне Санкт-Петербургский государственный политехни-

ческий университет) была присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук по совокупности выполненных научно-исследовательских работ без защиты диссертации и наличия диплома о высшем образовании. Лосев был студентом-заочником Нижегородского технического университета (ныне Нижегородский государственный технический университет), сдал все экзамены, но язва желудка и формальности, устранению которых не помогли работавшие по совместительству ведущими кафедрами физики и электротехники профессора Лебединский и Бонч-Бруевич, помешали ему получить диплом.

Практическое применение эффекта электролюминесценции из-за отсутствия полупроводниковой технологии началось после смерти ученого в середине 20 в. Этому способствовало освоение полупроводниковых диодов, транзисторов, тиристор. Их средний размер был в 1700–7000 раз меньше приемно-усилительных электронных ламп. Но элементы отображения информации оставались громоздкими и ненадежными. В развитых в научно-техническом отношении странах приступили к разработке полупроводниковых светоизлучающих приборов, поиску новых технологических методов, полупроводниковых материалов и прозрачных пластмасс. За разработку полупроводниковых светоизлучающих приборов академик Ж.И. Алферов в 2001 г. удостоен Нобелевской премии.

В ЛФТИ у Лосева было собственное рабочее место, но закрепиться в штате ему не удалось. Он был независимым исследователем, ярко выраженным индивидуалистом, все его работы были выполнены самостоятельно, ни в одной из них нет соавторов. С получением кандидатского диплома ученый мог преподавать в высшем учебном заведении, и в 1938 г. он получил должность ассистента кафедры физики в Ленинградском первом медицинском институте, не перестав заниматься наукой.

В 1938–1939 гг. Лосев прославился исследованием электропроводимости тончайших, следующих друг за другом начиная с поверхности, слоев кристаллов карборунда с противоположным механизмом проводимости. Эти его работы послужили экспериментальным обоснованием теории запорного слоя в современном учении о полупроводниках. Следовательно, можно говорить о его приоритете в установлении значения  $pn$ -переходов в полупроводниках. Пропуская ток сквозь образующиеся запорные слои, ученый наблюдал видимое свечение и смог определить правильное квантовое соотношение между частотой испускаемого света и энергией электрона при прохождении им разности потенциалов. Им были разработаны система противо-

пожарной сигнализации, электрический стимулятор сердечной деятельности и в начале войны — портативный прибор для обнаружения металлических предметов (пуль и осколков) в ранах. С целью выбора материала для изготовления фотоэлементов и фотосопротивлений он проводил исследования фотоэлектрических свойств кристаллов, особо выделив кремний с его заметной фоточувствительностью. В 1941 г. экспериментатор начал работать над темой «Метод электролитных фотосопротивлений, фоточувствительность некоторых сплавов кремния».

22 января 1942 г. в возрасте 38 лет Лосев скончался в блокадном Ленинграде в госпитале мединститута от дистрофии, вызванной голодом и неоднократной сдачей крови. Могила и место его захоронения неизвестны. Последняя законченная работа Лосева по фотопроводимости в сплавах кремния, отправленная в редакцию научного журнала АН СССР «Экспериментальная и теоретическая физика», эвакуированную в Казань, оказалась потерянной. В том же году в США компании Sylvania и Western Electric начали промышленное производство кремниевых точечных диодов, которые использовались в качестве детекторов-смесителей в радиолокаторах. Смерть Лосева совпала по времени с рождением кремниевой технологии. Занимаясь изучением полупроводников, развивая область исследований, доводя теоретические результаты до практического применения (получил 15 авторских свидетельств), русский ученый Олег Владимирович Лосев на десятилетия опередил свое время в области электроники и радиотехники. В отсутствие достаточно чистых материалов, разработанной теории полупроводников его преждевременные открытия не были оценены по достоинству. Только в 1952 г. Остроумов на сессии ВНТОРЭС выступил с докладом «Советский приоритет в деле создания кристаллических электронных реле по работам О.В. Лосева». Сессия предложила издать труды ученого, доработать его научное наследие и внедрять полупроводники в практику. В 1954 г. был организован Институт полупроводников АН СССР, директором которого стал Иоффе. В 60-е годы 20 в.

полупроводниковые электронные приборы произвели революцию в науке, технике и экономике. В настоящее время полупроводниковые приборы, являясь базой современной электроники, составляют основу компьютеров, принтеров, сканеров, ксероксов, калькуляторов, телевизоров, радиоприемников, часов, фотокамер, автоматических устройств, телефонов, радио- и оптоэлектронной связи, систем видеонаблюдения и т.п. Они работают на принципах, разработанных Лосевым, практические перспективы работ которого выглядели настолько убедительными, что их продолжение и развитие стали неизбежными.

Жизни и научной деятельности радиолюбителя, талантливого изобретателя и одного из первых ученых в нашей стране в области полупроводников Олега Владимировича Лосева посвящены следующие издания: **У истоков** полупроводниковой техники. Избранные труды О.В. Лосева. — Л.: Наука, 1972; **Пецко А.А.** Лосев Олег Владимирович. Календарь русской славы и памяти.— М.: ИЦ «Слава», 2006; **Лбов Ф.** Нижегородская радиолaborатория и радиолюбительство. — Радио, 1948, № 12; **Сифоров В.** Развитие радиотехники в СССР. — Радио, 1954, № 5; **Шамшур В.И.** Первые годы советской радиотехники и радиолюбительства. — М.: Госэнергоиздат, 1954; **Никитин Н.А.** Нижегородская радиолaborатория имени Ленина. — М.: Связьиздат, 1954; **Остроумов Г.А.** Олег Владимирович Лосев: 1903–1942. — В кн. Нижегородские пионеры советской радиотехники. — М.; Л.: Наука, 1966; **Центральная** радиолaborатория в Ленинграде/Под. ред. И.В. Бренева. — М.: Советское радио, 1973; **Остроумов Б., Шляхтер И.** Изобретатель кристадина О.В. Лосев. — Радио, 1952, № 5; **Шляхтер И.А.** Выдающийся советский радиотехник (К 10-летию со дня смерти О.В. Лосева). — Вестник АН СССР, 1952, № 5; **Ершов Б.** Свечение Лосева. — Караван плюс, 2001, № 6; **Левитин А.Т.** Тверская наука на рубеже веков. — Газета «Тверская жизнь», 8 февраля 2001 г.

*Григорьев Н.Д., канд. техн. наук*