



ИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

УДК 621.315.592

САРАТОВСКИЕ СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ФИЗИКИ: В. П. ЖУЗЕ, Е. Ф. ГРОСС

Д. А. Усанов

Усанов Дмитрий Александрович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики твёрдого тела, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, usanovda@info.sgu.ru

Описаны факты из биографии В. П. Жузе и Е. Ф. Гросса, относящиеся к их работе в Саратовском государственном университете (СГУ). Кратко изложено содержание новых эффектов и закономерностей, впервые установленных В. П. Жузе и Е. Ф. Гроссом, вошедших в историю физики полупроводников. Приведены сведения о развитии направления исследований, впервые организованном в СГУ В. П. Жузе, после его отъезда. Сделан вывод о влиянии В. П. Жузе и Е. Ф. Гросса на направление развития физических исследований в СГУ.

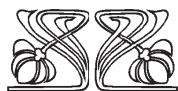
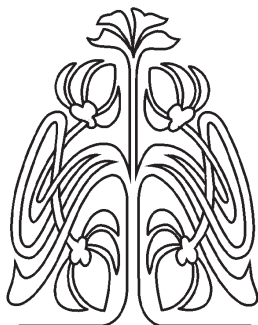
Ключевые слова: физика полупроводников, температурная зависимость, экситон, научные открытия.

DOI: 10.18500/1817-3020-2018-18-2-228-236

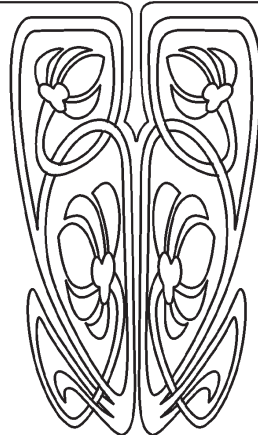
Как известно, в основе твердотельной электроники и ее составных частей – микро- и нанoeлектроники – лежат такие фундаментальные дисциплины, как квантовая теория твердого тела и входящая в нее физика полупроводников, которая включает в себя разделы оптики, электродинамики, радиоэлектроники, химии и еще целого ряда дисциплин. Ясно, что для того чтобы войти своими научными достижениями в историю такого междисциплинарного направления, кроме таланта, необходимо обладать большой научной эрудицией, широким научным кругозором, огромной трудоспособностью. В. П. Жузе и Е. Ф. Гросс, которые своими открытиями навсегда вошли в историю физики полупроводников, в полной мере обладали перечисленными выше качествами.

Отцом физики полупроводников, по образному выражению лауреата Нобелевской премии академика Н. Н. Семёнова, справедливо считают В. П. Жузе, который относится к школе А. Ф. Иоффе в числе многих других выдающихся физиков XX века [1, 2].

А. Ф. Иоффе на протяжении большей части своей жизни неустанно рассказывал о перспективах, открывающихся при использовании достижений физики полупроводников в народном хозяйстве. Появление этого направления в Саратовском государственном университете (СГУ) было связано с административной ссылкой в Саратов одного из ближайших сотрудников А. Ф. Иоффе Владимира Пантелеймоновича Жузе. С сентября 1935 г. В. П. Жузе был зачислен в СГУ на должность исполняющего обязанности доцента кафедры физики.



ПРИЛОЖЕНИЯ





Иоффе Абрам Федорович (1880–1960) – российский физик, один из создателей советской физической школы, пионер исследований полупроводников, академик АН СССР (1925 г.; академик РАН с 1920 г.), вице-президент АН СССР (1927–1929, 1942–1945)

Ioffe Abram Fedorovich (1880–1960) was a Russian physicist, one of the founders of the Soviet physical school, a pioneer of semiconductor research, academician of the USSR Academy of Sciences (1925; academician of RAS since 1920), Vice-President of the USSR Academy of Sciences (1927–1929, 1942–1945)

В. П. Жузе родился в семье видного религиозного деятеля Пантелеймона Крестовича Жузе. Его имя было внесено в «Русскую энциклопедию», изданную еще в 1914 г., где он был представлен как лектор французского и арабского языков в Казанской академии, автор трудов в области ислама [3]. В «Большой энциклопедии» в шестидесяти двух томах [4] среди его трудов приводят «Полный русско-арабский словарь (1903 г.), «Из истории Иерусалимской церкви» (1905 и 1910 гг.) и др.

В. П. Жузе родился в 1904 г. в г. Казань. В своих анкетах для отдела кадров и автобиографии о своем социальном происхождении он пишет «сын личного дворянина», о занятии отца – «профессор, доктор арабской литературы и истории». Среднее образование В. П. Жузе получил в Казанском коммерческом училище. В 1919 г. В. П. Жузе поступил на химический факультет Казанского политехнического института. В 1920 г. он с семьей переехал в Баку. В 1925 г. В. П. Жузе окончил физико-математический факультет Бакинского государственного университета по физико-химической специальности.

Свою трудовую деятельность В. П. Жузе начал в 1922 г. на должности препаратора кафедры физики Азербайджанского государственного университета. С 1926 по 1931 г. он работал ассистентом кафедры физики Азербайджанского политехнического института и одновременно



Жузе Владимир Пантелеймонович (1904–1993) – доктор физико-математических наук, профессор, один из ближайших сотрудников академика А. Ф. Иоффе

Zhuse Vladimir Panteleimonovich (1904–1993) – doctor of physical and mathematical sciences, Professor, one of the closest colleagues, of academician A. F. Ioffe



научным сотрудником Азербайджанского научно-исследовательского нефтяного института. За это время он опубликовал 11 научных работ, в основном относящихся к физике нефти и нефтепродуктов. В 1934 г., как писал в своей автобиографии В. П. Жузе, «по предложению А. Ф. Иоффе» он переехал в Ленинград и поступил на работу в Ленинградский физико-технический институт, где до 1935 г. работал в лаборатории фотоэлектрических явлений, руководимой Д. Н. Наследовым. Параллельно он был привлечен А. Ф. Иоффе к организационной работе по созданию физико-агрономического института. Именно к этому периоду относится выполнение им совместно с Б. В. Курчатовым (братом академика И. В. Курчатова) исследований по влиянию примесей на ход температурной зависимости электропроводности полупроводников.

До проведения ими этих исследований было распространено мнение о том, что электропроводность полупроводников обусловлена содержащимися в них примесями, и в «чистом» виде полупроводник должен стать изолятором. В. П. Жузе, ссылаясь на идею, высказанную А. Ф. Иоффе, утверждал, что вопрос о роли примесей в полупроводниках можно решить, если измерить ход температурной зависимости электропроводности полупроводника с различным содержанием примесей (рис. 1). На опытах с образцами из закиси меди, в которых роль примеси играл кислород, В. П. Жузе и Б. В. Курчатов показали, что полученные зависимости при высоких температурах сливаются в одну, соответствующую чистой (беспримесной) закиси меди. Основываясь на этом, они предложили определять проводимость, обусловленную примесями, вычитая из абсолютной величины электропроводности с примесями электропроводность, соответствующую чистой закиси меди [5]. В характеристике, составленной Д. Н. Наследовым, он назвал работу [5] «бесспорно классической работой по полупроводникам». Результат этих исследований Ж. И. Алферов в своей нобелевской лекции выделил в числе наиболее значимых исследований по физике полупроводников.

В характеристике В. П. Жузе, подписанной А. Ф. Иоффе в апреле 1935 г., он отмечен как прекрасный экспериментатор, хорошо знающий обширную физическую литературу, один из лучших физиков, которому поручались наиболее ответственные и трудные исследования.

В числе работ В. П. Жузе можно выделить, в частности, монографию «Тяжелый водород»,

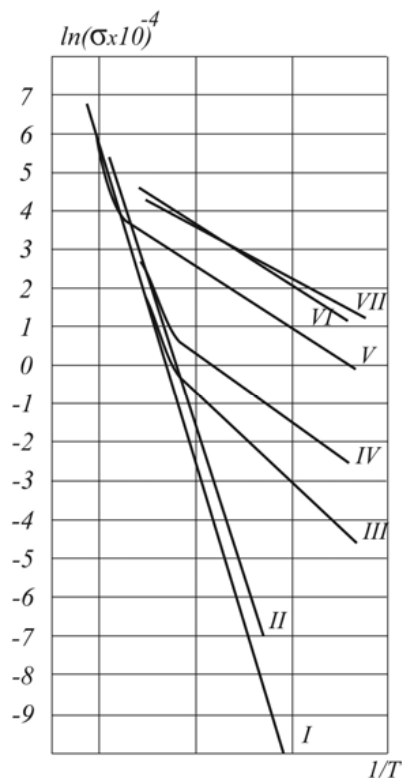
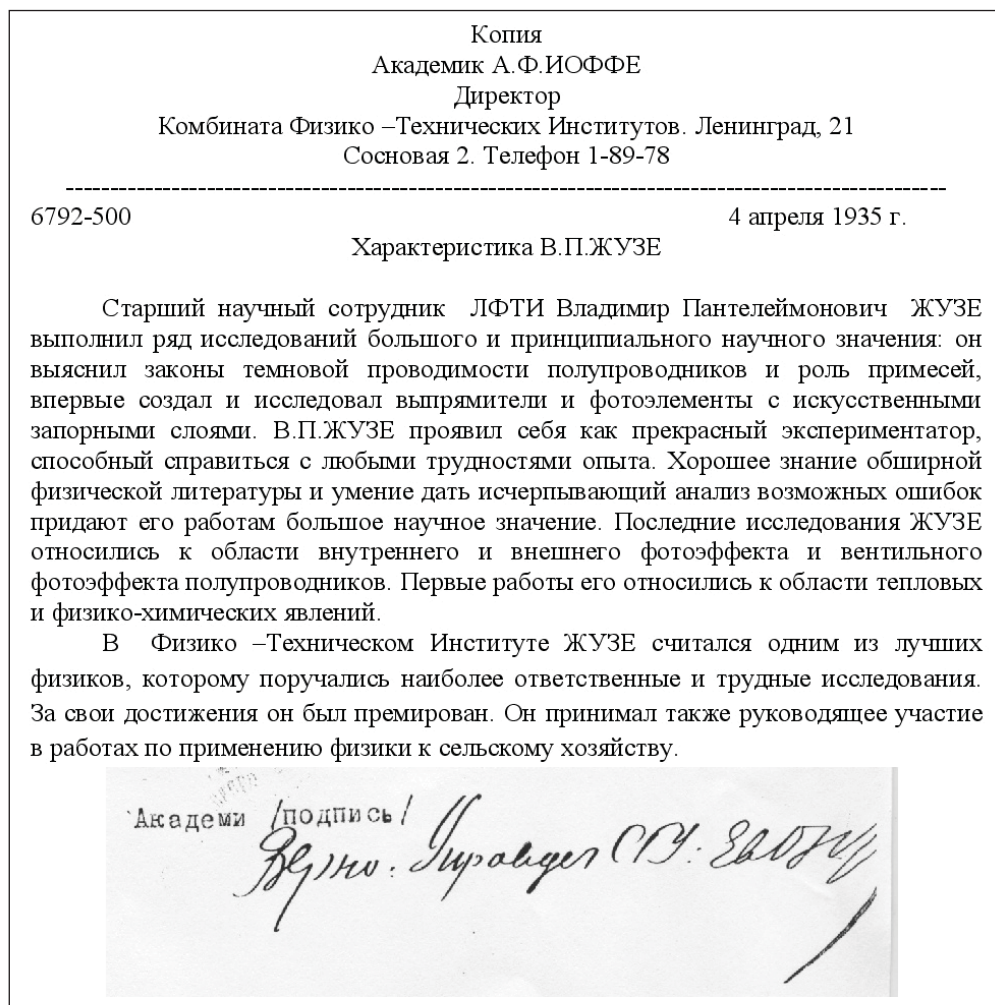


Рис. 1. Экспериментальные зависимости электропроводности ионного кристалла закиси меди и от температуры для образцов с различным содержанием избыточного кислорода: 1 – закись меди стехиометрического состава, 2–7 – количество кислорода возрастает по мере увеличения номера кривой [5]
Fig. 1. Experimental dependences of the electrical conductivity of the copper oxide ion crystal and on the temperature for samples with a different content of excess oxygen: 1 – copper oxide stoichiometric composition, 2–7 – the amount of oxygen increases with increasing curve number [5]

опубликованную в серии «Проблемы новой физики» в 1935 г., переводы книги Кима «Физические свойства почвы», Дю-Брадта «Фотоэлектронные явления». В своей личной карточке на вопрос о владении иностранными языками он называл английский, немецкий, французский. Отметим, что А. Ф. Иоффе считают основателем отечественной школы агрофизиков, в чем ему существенную помощь оказывал В. П. Жузе.

В Саратов В. П. Жузе был без предъявления обвинения административно выслан из Ленинграда в апреле 1935 г. С сентября 1935 г. он был принят в Саратовский государственный универ-



Характеристика В. П. Жузе, подписанная А. Ф. Иоффе в апреле 1935 г.

Characteristics of V. P. Zhuse signed by A. F. Ioffe in April 1935

ситет на работу в качестве исполняющего обязанности доцента кафедры общей физики. Работая в университете, он организовал научную группу, в которую вошли ассистенты З. И. Кирьяшкина, И. К. Крх, В. Ф. Боголюбов, К. П. Черенков, аспиранты, студенты. В 1936/37 учебном году В. П. Жузе подготовил и прочитал в СГУ курс лекций по физике полупроводников. В 1937 г. В. П. Жузе был арестован и осужден, как было сказано в постановлении, за участие в антисоветской группе. По ходатайству родственников его дело было пересмотрено и на основании постановления от 28.01.39 г. он был освобожден и вернулся на работу в СГУ на кафедру физики исполняющим обязанности доцента. В этом году он подготовил и прочитал спецкурс для студентов 5-го курса, специализировавшихся по физике полупроводников. Работая в СГУ, в 1940 г. В. П. Жузе защитил кандидатскую диссертацию

по актуальной тогда теме «О механизме действия твердых выпрямителей». В этом же году ВАК СССР ему было присвоено ученое звание доцента. В 1941 г. под руководством В. П. Жузе в СГУ была создана специальная научная лаборатория полупроводников.

Научным работам, выполненным В. П. Жузе, была характерна экспериментальная направленность, основанная на глубоком понимании физики исследовавшихся явлений, и ориентация на использование полученных результатов в народном хозяйстве. Отметим, что еще при поступлении на работу в СГУ В. П. Жузе уже был автором патентов на изобретения.

В годы Великой Отечественной войны под руководством В. П. Жузе при участии С. Э. Фриша (работавшего в годы войны в СГУ вместе с коллективом эвакуированного в Саратов Ленинградского государственного университета) и сотруд-



ников СГУ П. В. Голубкова, З. И. Кирьяшкиной, В. В. Игонина совместно с работниками одного из заводов Саратова было выполнено исследование по определению оптимальных режимов получения ацетилен и метана в дуговом разряде. Весной 1944 г. В. П. Жузе по приглашению А. Ф. Иоффе переехал в Казань, где трудился эвакуированный в этот город коллектив Ленинградского физико-технического института. В том же году он вместе с коллективом института вернулся в Ленинград. В 1982 г. в СССР было зарегистрировано открытие № 245 от 15 июля 1960 г. в области материаловедения, сделанное коллективом авторов с участием В. П. Жузе: «был доказан факт отсутствия химического взаимодействия примесей металлов в кристаллах со стехиометрическими вакансиями» [6]. В этом институте В. П. Жузе проработал до последних дней своей жизни. По его словам, на протяжении многих лет он поддерживал связь с организованным им в СГУ коллективом, занимавшимся физикой полупроводников, и, прежде всего, с З. И. Кирьяшкиной, а также с занимавшимся исследованиями свойств полупроводниковых структур с $p-n$ переходом доцентом Л. И. Барановым. Работая в Институте физики полупроводников АН СССР, В. П. Жузе принимал на практику студентов-дипломников СГУ, консультировал соискателей ученых степеней.

Становление и развитие созданного В. П. Жузе коллектива после его ухода многие годы было связано с именем З. И. Кирьяшкиной. С 1944 г. З. И. Кирьяшкина стала руководителем организованной В. П. Жузе лаборатории полупроводников [7]. В 1945 г. З. И. Кирьяшкина защитила кандидатскую диссертацию, в 1947 г. ей было присвоено звание доцента. Заведующим кафедрой физики твердого тела она была назначена в 1951 г. В этой должности она проработала всю свою жизнь до 1985 г. На базе лаборатории полупроводников в 1957 г. приказом министра ВО СССР в СГУ была организована проблемная лаборатория полупроводников. Ее открытие способствовало ходатайство В. П. Жузе перед А. Ф. Иоффе. С 1973 г. З. И. Кирьяшкина стала научным руководителем отдела физики полупроводников, в состав которого вошла также проблемная лаборатория микроэлектроники, организованная в качестве проблемной под руководством профессора кафедры физики твердого тела Д. И. Биленко в 1962 г.

В соответствии с установкой своего учителя А. Ф. Иоффе В. П. Жузе ориентировался на первоочередное решение наиболее значимых



Кирьяшкина Зинаида Ивановна (1914–1985) – заслуженный деятель науки РСФСР, профессор, доктор физико-математических наук. С именем З. И. Кирьяшкиной связано становление и развитие исследований по физике полупроводников в Саратовском университете, начатое под руководством В. П. Жузе [7]

Kiryashkina Zinaida Ivanovna (1914–1985) – honored worker of science of RSFSR, Professor, doctor of physical and mathematical sciences. The name of Z. I. Kiryashkina is associated with the formation and development of research on semiconductor physics at Saratov State University, started under the leadership of V. P. Zhuse [7]

практических задач, решение которых имело социальный эффект. На это он ориентировал и сотрудников созданной им в СГУ лаборатории. В этой лаборатории впоследствии под руководством З. И. Кирьяшкиной были разработаны и выпускались в виде опытных партий, защищенных авторским свидетельством, полупроводниковые КВЧ детекторы, в течение нескольких десятилетий обладавшие рекордными характеристиками по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами. Под руководством З. И. Кирьяшкиной были впервые в СССР разработаны программы курсов по специальности «Физика полупроводников и диэлектриков» для университетов. В 1980 г. З. И. Кирьяшкиной было присвоено звание «Заслуженный деятель



науки РСФСР», она была награждена орденами Ленина, «Знак Почета», медалями. Коллектив кафедры и в настоящее время продолжает исследования по актуальным проблемам физики полупроводников, сохраняя ориентацию на доведение полученных научных результатов до использования в народном хозяйстве. Примером последних лет может служить выполненная по заказу Министерства промышленности и торговли в 2017 г. опытно-конструкторская работа по созданию партий нового типа согласованных СВЧ нагрузок на основе СВЧ фотонных кристаллов [8]. Коллективу кафедры и лаборатории полупроводников принадлежит к настоящему времени более 250 авторских свидетельств СССР и патентов РФ.

Имя В. П. Жузе вошло в историю физики полупроводников также в связи с открытием квазичастицы, названной экситоном. Существование экситона как квазичастицы было

предсказано теоретически Я. И. Френкелем [9]. Под экситоном он предложил понимать возбужденное состояние атома, при котором в фотопроводимости принимает участие одновременно и электрон и дырка. Именно он предложил «это возбужденное состояние описывать как своего рода частицу» – экситон. В 1951 г. Е. Ф. Гроссом совместно с его аспирантом из Туркмении Нури Каррыевым была обнаружена опытным путем серия узких линий поглощения в кристаллах Cu_2O (рис. 2), «сбегающихся по водородоподобному закону к границе сплошного поглощения $\langle \dots \rangle$ соответствующей переходу зона-зона» [10,11]. В спектре поглощения кристалла Cu_2O наблюдалась серия отдельных линий $\Delta\nu_k$ относительно границы серии ($\lambda = 5727 \text{ \AA}$), которая удовлетворяла соотношению $\Delta\nu_k = \mathbf{v} / k^2$, где \mathbf{v} – постоянная величина, $k = 1, 2, 3 \dots$. Такого типа экситон называют экситоном Ванье – Мотта или экситоном большого радиуса.

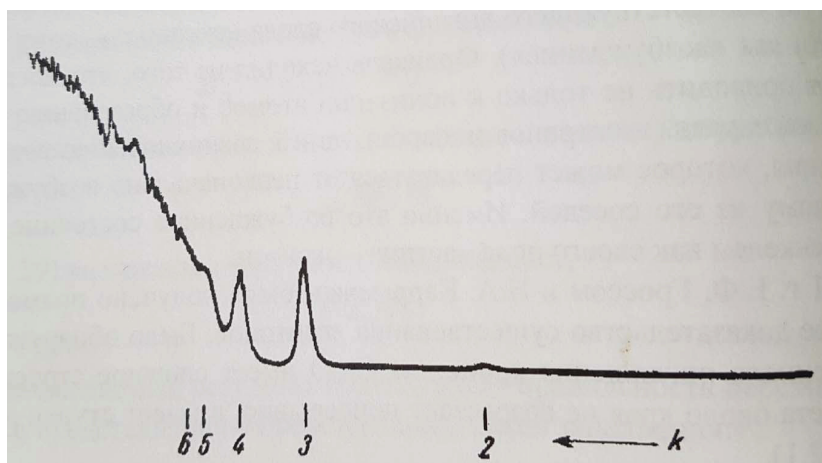


Рис. 2. Микрофотограмма серии в спектре поглощения Cu_2O при $T = -200^\circ\text{C}$ [10]
 Fig. 2. Microphotograph of the series in the absorption spectrum of Cu_2O at $T = -200^\circ\text{C}$ [10]

В статье [12] Е. Ф. Гросс отмечал, что «впервые на роль экситонов в явлении внутреннего фотоэффекта» в Cu_2O указали В. П. Жузе и С. М. Рывкин [13, 14]. Ученик Е. Ф. Гросса, чл.-корр. АН СССР Б. П. Захарченя писал, что перед постановкой своих экспериментов Е. Ф. Гросс интересовался работами В. П. Жузе и С. М. Рывкина, «обнаружившими, что для объяснения опытов по кинетике фотопроводимости в кристаллах Cu_2O приходится привлекать идею экситона, переносящего энергию, но не заряд». Как рассказывал Б. П. Захарченя, на пути к опубликованию результатов обнаруженного явления встретились трудности. В это время А. Ф. Иоффе был

смещен со своего поста. На его место пришел украинский академик А. Комар, который не подписал рекомендацию статьи Е. Ф. Гросса к опубликованию. Он смог опубликовать ее лишь в 1952 г. К этому времени (1951 г.) японские авторы опубликовали статью о наблюдении водородоподобной серии, «правда, гораздо менее выразительной, чем у Е. Ф. Гросса» [15]. Кроме того, в их статье «об экситоне не было ни слова». Впоследствии открытие экситона несправедливо приписывалось японским ученым и другим авторам, из-за того что журналы, где Гросс публиковал свои статьи, не переводились на английский язык.



Гросс Евгений Фёдорович (1897–1972) – профессор, доктор физико-математических наук, член-корреспондент АН СССР, создал новое научное направление в физике твердого тела – спектроскопия полупроводников

Gross Evgeny Fedorovich (1897–1972) – Professor, doctor of physical and mathematical sciences, corresponding member of the USSR Academy of Sciences, created a new scientific direction in solid state physics – semiconductor spectroscopy

Отметим, что общим фактом биографий В. П. Жузе и Е. Ф. Гросса является их работа в Саратовском государственном университете в связи с их высылкой в административном порядке из Ленинграда. Одним и тем же приказом в 1935 г. они были зачислены на должности исполняющих обязанности доцентов в СГУ.

Е. Ф. Гросс родился в 1897 г. в Колпино в семье инженера-металлурга, начальника Адмиралтейских Ижорских заводов, дворянина, с 1915 по 1917 г. – главного инспектора заводов морского ведомства, с 1910 г. – генерал-лейтенанта.

С 1919 по 1922 г. Е. Ф. Гросс служил в Красной армии, в 1924 г. окончил физический факультет Ленинградского государственного университета. Работал в Ленинградском государственном университете в должности ассистента, а затем доцента. При поступлении на работу в СГУ Е. Ф. Гроссу было поручено проведение курса «спектроскопии» на четвертом курсе физмата в количестве 80 часов (40 лекций и 40 семинаров). Работая в СГУ, Е. Ф. Гросс реше-

нием ВАК РФ от 5 марта 1936 г. был утвержден в ученой степени доктора физико-математических наук без публичной защиты диссертации. В 1936 г. Е. Ф. Гроссу по ходатайству академиков Д. С. Рождественского и С. И. Вавилова административная высылка в Саратов была отменена, и он возвратился в Ленинград. В 1937 г. Е. Ф. Гросс был избран заведующим кафедрой молекулярной физики Ленинградского государственного университета. В Саратове, куда был эвакуирован Ленинградский университет, Е. Ф. Гросс вновь оказался в 1943 г. В течение года он снова работал в Саратовском университете в должности профессора. В военный период он выполнял работы в интересах обороны страны, в том числе консультировал сотрудников предприятий, выпускавших продукцию военного назначения. Вместе с коллективом Ленинградского университета в 1944 г. Е. Ф. Гросс вернулся в Ленинград. Работу в университете он сочетал с заведованием оптической лабораторией в Физико-техническом институте АН СССР. В 1946 г. Е. Ф. Гросс был удостоен Сталинской премии, избран членом-корреспондентом АН СССР, в 1966 г. удостоен Ленинской премии, в 1967 г. награжден орденом Ленина.

Работы Е. Ф. Гросса в области спектроскопии экситонов получили мировое признание. В современной наноэлектронике экситоны играют важную роль не только для объяснения оптических явлений, но и как «работающие в реальных устройствах квазичастицы». Новые полупроводниковые лазеры, основанные на структурах нанометровых размеров, не функционировали бы без экситонов как рабочих частиц.

В заключение отметим, что установленное Я. И. Френкелем, Е. Ф. Гроссом и Н. А. Каррыевым явление было внесено под номером 105 в Государственный реестр со следующей формулой: «Установлено неизвестное ранее явление-существование нового возбужденного состояния кристаллов – экситона, который представляет собой связанную систему из электрона и дырки, способную двигаться по решетке и проявляющуюся в виде водородоподобной серии узких линий в спектре собственного поглощения света кристаллом» [16]. Открытие это имело две приоритетные даты: 1931 г., когда Я. И. Френкель теоретически обосновал идею о существовании электрически нейтральной частицы, способной поглощать свет – экситона, и 1951 г., когда Е. Ф. Гросс и Н. А. Каррыев зафиксировали серию узких спектральных линий в спектре по-



глющения закиси меди и сернистого кадмия при охлаждении их до температуры $-200\text{--}270^\circ\text{C}$.

Спектроскопия как научное направление успешно развивается в СГУ и по настоящее время. Научную деятельность в СГУ В. П. Жузе и Е. Ф. Гросса можно считать одной из значимых страниц его истории [17].

Благодарности

При подготовке статьи использованы документы архива Саратовского государственного университета.

Список литературы

1. Семёнов Н. Н. Воспоминания об А. Ф. Иоффе : сб. ст. Л. : Наука, 1980. 587 с.
2. Усанов Д. А. Школа А. Ф. Иоффе как пример единства науки, образования и производства // Изв. вузов. Сер. электроника. 2006. № 5. С. 118–123.
3. Жузе Пантелеймон Крестович // Русская энциклопедия : в 20 т. / под ред. С. А. Андрианова, Э. Д. Гримма, А. В. Клоссовского, Г. В. Хлопина. СПб. ; Пг. : Деятель, 1914. Т. 8. С. 123.
4. Жузе Пантелеймон Крестович (20.07.1870–1940), русский религиозный деятель // Большая энциклопедия : в 62 т. М. : Терра, 2000. Т. 17. С. 133–134.
5. Жузе В. П., Курчатова Б. В. К вопросу об электропроводности закиси меди // ЖЭТФ. 1932. Т. 2, вып. 5–6. С. 309–317.
6. Жузе В. П., Кошкин В. М., Палатник Л. С., Апрощенко Л. В., Овечкина Е. Е., Романов В. П., Сергеева В. М., Шельх А. И. Свойство химической инертности примесей металлов в полупроводниках со стехиометрическими вакансиями // Научные открытия России. Государственный реестр открытий СССР. Химия, материаловедение. № 245 с приоритетом от 15 июля 1960 г.
7. Усанов Д. А. Зинаида Ивановна Кирьяшкина (1914–1985). К 100-летию со дня рождения // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Физика. 2014. Т. 14. Отдельный оттиск. С. 5–7.
8. Усанов Д. А., Никитов С. А., Скрипаль А. В., Пономарев Д. В. Одномерные СВЧ фотонные кристаллы. Новые области применения. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2018. 184 с.
9. Френкель Я. И. О поглощении света и прилипании электронов в кристаллических диэлектриках // ЖЭТФ. 1936. Т. 6, вып. 7. С. 647–665.
10. Гросс Е. Ф., Каррыев Н. А. Поглощение света кристаллов закиси меди в инфракрасной и видимой части спектра // Докл. АН СССР. 1952. Т. 84, № 2. С. 261–264.
11. Гросс Е. Ф., Каррыев Н. А. Оптический спектр экситона // Докл. АН СССР. 1952. Т. 84, № 3. С. 471–474.
12. Гросс Е. Ф. Спектр возбуждения экситонов в кристаллической решетке // Успехи физических наук. 1957. Вып. 3. С. 575–611.
13. Жузе В. П., Рывкин С. М. Комплексное исследование фотопроводимости // ЖЭТФ. 1950. Т. 20, вып. 2. С. 152–165.
14. Жузе В. П., Рывкин С. М. Экситонный характер поглощения света и примесная фотопроводимость // Докл. АН СССР. 1951. Т. 77, № 2. С. 241–244.
15. Hayashi M., Katsuki K. Absorption spectrum of cuprous oxide // J. Phys. Soc., Japan. 1950. Vol. 5, № 5. P. 380–381.
16. Иоффе А. Ф., Гросс Е. Ф., Френкель Я. И., Каррыев Н. А. Явление существования особого возбужденного состояния кристалла – экситона // Научные открытия России. Государственный реестр открытий СССР. Механика, автоматика, электроника. № 105 с приоритетом от 1931 г.
17. Аникин В. М. Физико-математический факультет Саратовского университета (1917–1945) // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Физика. 2018. Т. 18, вып. 1. С. 64–79.

Образец для цитирования:

Усанов Д. А. Саратовские страницы истории физики: В. П. Жузе, Е. Ф. Гросс // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Физика. 2018. Т. 18, вып. 3. С. 228–236. DOI: 10.18500/1817-3020-2018-18-3-228-236

Saratov Pages of the History of Physics:

V. P. Jousset, E. F. Gross

D. A. Usanov

Dmitry A. Usanov, ORCID 0000-0002-1349-9264, Saratov State University, 83, Astrakhanskaya Str., Saratov, 410012, Russia, usanovda@info.sgu.ru

The facts from the biography of V. P. Zhuze and E. F. Gross, related to their work at the Saratov State University, have been described. The content of new effects and relationships, which were established for the first time by V. P. Zhuze and E. F. Gross

and became the history of semiconductor physics, has been briefly described. The information on the development of the research direction, for the first time organized at the Saratov State University by V. P. Zhuze, after his departure has been presented. The conclusion on the influence of V. P. Zhuze and E. F. Gross on the direction of the development of physical research at the Saratov State University has been drawn.

Key words: semiconductor physics, temperature dependence, exciton, scientific discoveries.

Acknowledgments: The documents of the Saratov State University Archive were used in the preparation of the article.



References

1. Semenov N. N. *Vospominaniya ob A. F. Ioffe: sbornik statej* [Memories of A. F. Ioffe: Collection of articles]. Leningrad, Nauka Publ., 1980. 587 p. (in Russian).
2. Usanov D. A. Shkola A. F. Ioffe kak primer edinstva nauki, obrazovaniya i proizvodstva [The school of AF Ioffe as an example of the unity of science, education and production]. *Izvestiya VUZ, Ser. Electronics*, 2006, no. 5, pp. 118–123 (in Russian).
3. Zhuse Panteleimon Krestovich. *Russkaya enciklopediya : v 20 t.* [Russian Encyclopedia: in 20 vols.]. Eds. S. A. Andrianov, E. D. Grimm, A. V. Klossovskiy, G. V. Hlopin. St. Petersburg, Pg., Deyatel', 1914, vol. 8. P. 123 (in Russian).
4. Zhuse Panteleimon Krestovich (20.07.1870–1940), Russkiy religiozni deyatel'. *Bol'shaya enciklopediya: v 62 t.* [Zhuse Panteleimon Krestovich (20.07.1870–1940) Russian religious figure. Big encyclopedia: in 62 vol.]. Moscow, Terra Publ., 2000, vol. 17, pp. 133–134 (in Russian).
5. Zhuze V. P., Kurchatov B. V. K voprosu ob elektroprovodnosti zakisi medi [On the problem of the electrical conductivity of cuprous oxide]. *JETP*, 1932, vol. 2, iss. 5–6, pp. 309–317 (in Russian).
6. Zhuze V. P., Koshkin V. M., Palatnik L. S., Atroshchenko L. V., Ovechkina E. E., Romanov V. P., Sergeeva V. M., Shelikh A. I. Svoystvo himicheskoy inertnosti primesej metallov v poluprovodnikah so stekhiometricheskimi vakansiyami [The property of chemical inertness metal impurities in semiconductors with stoichiometric vacancies]. *Nauchnye otkrytiya Rossii. Gosudarstvennyj reestr otkrytij SSSR. Himiya, materialovedenie. Nauchnye otkrytiya v oblasti metallovedeniya* [Scientific discoveries of Russia. The state register of discoveries of the USSR. Chemistry, materials science], no. 245 with priority from 15 July 1960 (in Russian).
7. Usanov D. A. Zinaida Ivanovna Kiryashkina (1914–1985). K 100-letiyu so dnya rozhdeniya [To the 100th anniversary of the birth]. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Physics*, 2014, vol. 14, ot del'nyj ottisk, pp. 5–7 (in Russian).
8. Usanov D. A., Nikitov S. A., Skripal A. V., Ponomarev D. V. *Odnomernye SVCH fotonnye kristally. Novye oblasti primeneniya* [One-dimensional microwave photonic crystals. New applications]. Moscow, FIZMATLIT Publ., 2018. 184 p. (in Russian).
9. Frenkel Ya. I. O pogloshchenii sveta i prilipanii elektronov v kristallicheskih dielektrikah [On the absorption of light and the attachment of electrons in crystalline dielectrics]. *JETP*, 1936, vol. 6, iss. 7, pp. 647–665 (in Russian).
10. Gross E. F., Karryev N. A. Pogloshhenie sveta kristalom zakisi medi v infrakrasnoj i vidimoj chasti spektra [The light absorption by copper oxide in the infrared and visible spectrum]. *Soviet Physics. Doklady of the USSR Academy of Sciences*, 1952, vol. 84, no. 2, pp. 261–264 (in Russian).
11. Gross E. F., Karryev N. A. Opticheskij spektr eksitona [Optical spectrum of an exciton]. *Soviet Physics. Doklady of the USSR Academy of Sciences*, 1952, vol. 84, no. 3, pp. 471–474 (in Russian).
12. Gross E. F. Spektr vzbuzhdeniya eksitonov v kristallicheskoj reshetke [Excitation spectrum of excitons in a crystal lattice]. *Uspekhi fizicheskikh nauk*, 1975, vol. 3, pp. 575–611 (in Russian).
13. Zhuze V. P., Ryvkin S. M. Kompleksnoe issledovanie fotoprovodimosti [Complex research of photoconductivity]. *JETP*, 1950, vol. 20, iss. 2, pp. 152–165 (in Russian).
14. Zhuze V. P., Ryvkin S. M. Eksitonnyj karakter pogloshcheniya sveta i primesnaya fotoprovodimost' [Excitonic character of light absorption and impurity photoconductivity]. *Soviet Physics. Doklady of the USSR Academy of Sciences*, 1951, vol. 77, no. 2, pp. 241–244 (in Russian).
15. Hayashi M., Katsuki K. Absorption spectrum of cuprous oxide. *J. Phys. Soc., Japan*, 1950, vol. 5, no. 5, pp. 380–381.
16. Ioffe A. F., Gross E. F., Frenkel I. N., Karryev N. A. Yavlenie suchsestovaniya osobogo vozbyzhdennogo kristala – aksitona [The phenomenon of the existence of a special excited state of the crystal – exciton]. *Gosudarstvennyj reestr otkrytij SSSR. Mekhanika, avtomatika, elektronika.* [Scientific discoveries of Russia. The state register of discoveries of the USSR. Mechanics, automation, electronics], no. 105 with priority from 1931 (in Russian).
17. Anikin V. M. Faculty of Physics and Mathematics of the Saratov University (1917–1945). *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Physics*, 2018, vol. 15, iss. 1, pp. 64–79 (in Russian).

Cite this article as:

Usanov D. A. Saratov Pages of the History of Physics: V. P. Jousset, E. F. Gross. *Izv. Saratov Univ. (N. S.), Ser. Physics*, 2018, vol. 18, iss. 3, pp. 228–236 (in Russian). DOI: 10.18500/1817-3020-2018-18-3-228-236
