

ХРОНИКА

УДК 621.315.592

К 60-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Д.А. Усанов

Саратовский государственный университет,
кафедра физики твердого тела
E-mail: Usanovda@info.sgu.ru

Приведены сведения об истории образования, итогах деятельности и направлениях развития кафедры физики твердого тела Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского. Дана характеристика научных направлений, развиваемых сотрудниками кафедры, представлены основные научные и педагогические достижения коллектива.

THE 60th ANNIVERSARY OF THE CHAIR OF SOLID BODY'S PHYSICS

D.A. Usanov

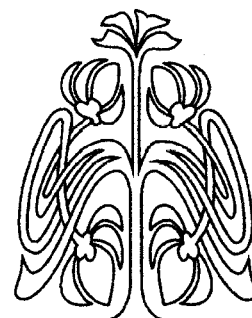
There are some data about history of foundation, activity results and trends of development of the chair of solid body's physics at N.G. Chernyshevsky Saratov State University. There is also the characteristic of scientific trends developing by leading chair collaborators, mentioned basic scientific and pedagogic staff achievements.

Кафедра физики твердого тела была в числе первых, вошедших в состав физического факультета Саратовского университета в момент его образования. Круглые даты можно считать основанием для подведения итогов, анализа прошлого и выбора направлений развития в будущем. Когда говорят о биографии отдельного человека, то, по-видимому, не случайно описание начинают с родителей, сведения о которых нередко дают ключ к пониманию судеб их детей. По аналогии обсуждение истории направлений развития кафедры можно начать с рассказа об ученых, деятельность которых оказала наибольшее влияние на педагогическую и научную судьбу коллектива.

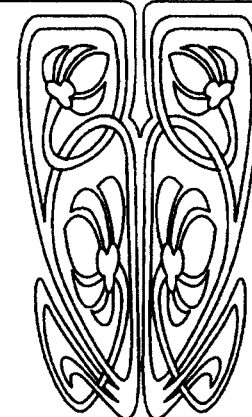
В этом отношении прежде всего представляется уместным вспомнить о том, что 60-летие кафедры совпало со 125-летием со дня рождения академика АН СССР А.Ф. Иоффе, являвшегося, по образному выражению одного из его многочисленных учеников, нашего земляка лауреата Нобелевской премии по физике Н.Н. Семенова, отцом физики полупроводников.



Академик А.Ф. Иоффе



ПРИЛОЖЕНИЯ





Именно деятельность А.Ф. Иоффе долгие годы во многом определяла развитие физики полупроводников и в нашей стране, и в мире. На протяжении многих лет своей жизни А.Ф. Иоффе неустанно рассказывал о перспективах, открывающихся при использовании достижений физики полупроводников как науки в народном хозяйстве. А.Ф. Иоффе ввел в практику высшего инженерного образования в СССР гармоничное сочетание изучения теории с занятиями экспериментальными исследованиями, результаты которых должны быть обязательно ориентированы на достижение практических целей. С личной поддержкой А.Ф. Иоффе связаны судьбы многих выдающихся отечественных открытий и изобретений и их авторов, среди которых можно, в частности, выделить О.В. Лосева и Е.Ф. Гросса.

А.Ф. Иоффе был пионером в продвижении достижений физики полупроводников в различные сферы жизни, в частности, в биологию, сельское хозяйство, энергетику, результатом чего было появление прорывных технологий, основанных на междисциплинарных закономерностях. Продвигаемые А.Ф. Иоффе идеи и подходы влияли на развитие науки и педагогики высшей школы в нашей стране и на развитие физики полупроводников, твердотельной микро- и наноэлектроники в Саратовском университете.

Появление этого направления в СГУ было связано с административной ссылкой в Саратов из Ленинграда одного из ближайших сотрудников А.Ф. Иоффе – В.П. Жузе.

Имя В.П. Жузе навсегда вошло в историю физики полупроводников в связи с выполненными им в 1932 г. совместно с Б.В. Курчатовым (братом академика И.В. Курчатова) исследованиями влияния примесей на ход температурной зависимости электропроводности полупроводников. Результат этих исследований Ж.И. Алферов в своей нобелевской лекции выделяет в числе первых наиболее значимых систематических исследований по физике полупроводников. В 1936/37 учебном году В.П. Жузе впервые в СГУ подготовил и прочитал курс лекций по физике полупроводников. В.П. Жузе организовал научную группу, в которую, кроме аспирантов и студентов, вошли ассистенты З.И. Кирьяшкина и И.К. Крх. Следует отметить, что знавший достаточно глубоко теорию В.П. Жузе справедливо называл себя физиком-экспериментатором. Биографы В.П. Жузе отмечают практическую направленность, характерную для его работ. В 1941 г. под его руководством в СГУ была создана научная лаборатория полупровод-

ников. Имя В.П. Жузе вошло в историю физики полупроводников также в связи с обнаружением квазичастицы, названной экситоном – связанного состояния электрона и дырки в полупроводниках. Эксперименты В.П. Жузе и С.М. Рыкина по исследованию кинетики фотопроводимости в полупроводниках и проблема объяснения идеи об экситоне привлекли внимание Е.Ф. Гросса. Им и его аспирантом Н.А. Каррыевым было впервые получено прямое экспериментальное доказательство существования экситонов.

Интересно отметить, что жизненные и научные судьбы В.П. Жузе и Е.Ф. Гросса пересекались не только в связи с исследованиями в области полупроводников. Общим фактом их биографий является работа в Саратовском университете в связи с высылкой в административном порядке из Ленинграда в Саратов. Одним и тем же приказом в 1935 г. они были зачислены в СГУ на должности исполняющих обязанности доцентов. В 1944 г. А.Ф. Иоффе переехал работать в Казань, где трудился эвакуированный коллектив Ленинградского физико-технического института, в том же году он вместе с коллективом ЛФТИ вернулся в Ленинград. В этом институте В.П. Жузе проработал до последних дней своей жизни.

Дальнейшее становление и развитие исследований по физике полупроводников в СГУ связано с именем З.И. Кирьяшкиной. С 1944 г., после ухода из СГУ В.П. Жузе, З.И. Кирьяшкина стала руководителем организованной им лаборатории полупроводников. В 1945 г. Зинаида Ивановна защитила кандидатскую диссертацию. В 1947 г. ей было присвоено звание доцента. Заведующей кафедрой физики полупроводников З.И. Кирьяшкина была назначена в 1951 году. В этой должности она проработала всю свою жизнь до 1985 года. Широкою известностью получили пионерские работы, выполненные под руководством З.И. Кирьяшкиной по измерению диэлектрической проницаемости полупроводников, по созданию совместно с Д.И. Биленко, В.Е. Орловым и Ю.Б. Бураковым полупроводниковых детекторов с рекордными на протяжении нескольких десятилетий характеристиками, широко внедренных в практику. Это изобретение сделало кафедру физики твердого тела и лабораторию полупроводников СГУ известными среди разработчиков радиоаппаратуры и способствовало освоению новых частотных диапазонов в нашей стране. Впоследствии эти работы проводились под руководством профессоров Б.Н. Климова и В.А. Иванченко.



З.И. Кирьяшкина была инициатором развития в СГУ исследований в области контактных явлений в полупроводниках. Работу в этом направлении возглавлял доцент кафедры теоретической и ядерной физики Леонид Иосифович Баранов.

Им и его учениками были получены соотношения, описывающие вольтамперные характеристики полупроводниковых диодов на основе $p-n$ перехода, была показана возможность проявления индуктивного характера реактанса таких диодов. В 2000–2002 гг. сотрудниками кафедры был установлен индуктивный характер нелинейной составляющей реактанса диодов Ганна. Работы Л.И. Баранова широко цитируются в большинстве научных изданий по этому направлению.

Известность кафедре как ведущему педагогическому коллективу придали разработанные по инициативе З.И. Кирьяшкиной впервые в стране программы курсов, по которым проводилась подготовка студентов, обучающихся в университетах по специальности «Физика полупроводников и диэлектриков» (1979 г.). Авторами всех программ этих курсов были сотрудники кафедры Л.И. Баранов, З.И. Орнатская, Д.И. Биленко, В.Ф. Названов, А.М.Свердлова.

З.И. Кирьяшкина была организатором и председателем секции физики полупроводников и диэлектриков методического Совета Минвуза СССР. В 1957 г. на базе лаборатории полупроводников приказом Министерства высшего образования СССР в СГУ была организована проблемная лаборатория полупроводников, в которой с начала ее существования и в последующий период выполнялись важнейшие научно-исследовательские работы, в том числе открываемые по постановлениям Министерства высшего образования СССР, Совета Министров СССР. Открытию проблемной лаборатории в СГУ способствовало ходатайство перед А.Ф. Иоффе по этому вопросу В.П. Жузе.

Проведенные З.И. Кирьяшкиной исследования были обобщены в ее докторской диссертации, которую она защитила в 1967 г. С момента открытия проблемной лаборатории полупроводников и по 1973 г., когда она вошла в состав Научно-исследовательского института механики и физики СГУ, З.И. Кирьяшкина исполняла обязанности ее научного руководителя. С 1973 г. З.И. Кирьяшкина стала научным руководителем отдела физики полупроводников НИИМФ, в состав которого вошла также лаборатория микроэлектроники, организованная в качестве проблемной в 1962 г под

научным руководством профессора Д.И. Биленко.

В 1980 г. З.И. Кирьяшкиной было присвоено звание «Заслуженный деятель науки РСФСР», она была награждена орденами Ленина, Знак Почета, медалями. Под руководством З.И. Кирьяшкиной была защищена докторская диссертация (Б.Н. Климов) и 25 кандидатских диссертаций. Впоследствии стали докторами наук работавшие под ее руководством доцентами кафедры В.Ф. Названов, А.Г. Роках, А.М. Свердлова, начальником отдела В.А. Иванченко, бывшие ее аспиранты В.А. Рожков, М.К. Самохвалов и многие другие.

Формирование научно-педагогического коллектива, включающего кафедру и отдел, позволяло реализовать пропагандируемый А.Ф. Иоффе метод подготовки инженеров, основанный на сочетании глубокого изучения теории и доведения результатов НИР до потребителя.

С момента основания кафедры и лаборатории их основным научным направлением было исследование взаимодействия электромагнитного поля с полупроводниковыми материалами и структурами. Именно в этом направлении работал пришедший на кафедру в 1949 г. Д.И. Биленко, которому принадлежат пионерские труды по созданию разрушающих методов контроля материалов и структур в ходе технологического процесса их образования, по существу, – создание управляемой в ходе процесса технологии изготовления полупроводниковых материалов и структур. Цикл этих исследований в 1972 г. был отмечен премией Президиума АН СССР по проблемам микроэлектроники. Результаты работ по этому направлению были отражены в 12 кандидатских диссертациях, более 250 научных публикациях, 70 авторских свидетельств и патентов, учебных пособиях и организованных практикумах для студентов.

Работы в области оптоэлектроники на кафедре развивались под руководством профессора В.Ф. Названова. В результате проведенных исследований был обнаружен и изучен эффект высокотемпературной фотоэлектрической памяти в кристаллах и пленках сульфида кадмия, легированных хлоридами щелочных металлов, разработаны управляемые светом транспаранты с запоминанием оптических изображений на основе структур фотопроводник–жидкий кристалл, реверсивные регистрирующие среды и преобразователи изображений на основе структур фотопроводник–электрохромный материал и другие оригинальные приборы,



способы создания и конструкции которых защищены 9 авторскими свидетельствами и доведены до практического использования.

По этому направлению опубликовано свыше двухсот научных работ, в том числе семь учебных пособий для студентов университетов.

Развитие научно-педагогического коллектива, руководимого З.И. Кирьяшкиной, привело к образованию на его основе в 1981 г. кафедры физики полупроводников, которую возглавил Б.Н. Климов. Начиная с этого времени подготовка специалистов по физике полупроводников в СГУ стала вестись силами коллективов двух кафедр.

Все эти годы на кафедре физики твердого тела продолжались исследования различных эффектов взаимодействия излучения СВЧ- и оптического диапазонов с полупроводниковыми структурами.

Выделим наиболее значимые научные результаты.

1. Установление возможности возникновения или, напротив, подавления отрицательного сопротивления в полупроводниковых диодах, генерацию диодами субгармоничных составляющих и шумоподобных сигналов. Эти результаты вошли в докторскую диссертацию, защищенную в 1998 г. Ал.В. Скрипалем и в изданную в 1999 г. монографию «Физика работы полупроводниковых приборов в схемах СВЧ».

2. Обнаружение новых закономерностей, связанных с эффектами, обусловленными существованием ближнего поля в электродинамических структурах с полупроводником. Работы в этом направлении составили основу докторской диссертации, защищенной в 1999 г. С.Б. Венигом.

Развитие исследований по этой проблеме составило основу докторской диссертации, подготовленной доцентом С.С. Горбатовым, установившим возможность реализации управляемых электрическим и магнитным полями резонансов в низкоразмерных электродинамических структурах. К этому же направлению относятся материалы докторских диссертаций С.Г. Сучкова (1998 г.) и В.Я. Явчуновского (2000 г.), выполнявших работы на кафедре в качестве соискателей. Эти работы, кроме интересных физических результатов, характеризуются выраженной практической направленностью и доведением исследований до промышленного использования.

Исследования взаимодействия когерентного оптического излучения с различными средами, в том числе с колеблющимися механическими и биологическими объек-

тами, и, в частности, исследования эффекта автодетектирования в полупроводниковых лазерах на гетеропереходах привели к разработке новых методов измерения характеристик вибрирующих объектов и установлению эффектов синхронизации и подавления внешним сигналом колебательных процессов в живых организмах. Работы, ведущиеся в этом направлении, внедрены в практику, обобщены в монографиях «Телевизионная измерительная микроскопия» (1996 г.), «Физика полупроводниковых радиочастотных и оптических автодинов» (2003 г.), учебном пособии «Руководство к практическим занятиям по автоматизированному проектированию аналого-цифровых схем» (2005 г.) и положены в основу докторской диссертации, защищенной в 1998 г. Ал.В. Скрипалем.

В 1985 г. с целью укрепления связи с местами распределения и прохождения практик был организован филиал кафедры на базе Центрального НИИ измерительной аппаратуры. Заведующим этого филиала стал лауреат Государственной премии РФ, заслуженный машиностроитель РФ, профессор В.Д. Тупикин, автор многочисленных статей, в которых приведены результаты оригинальных исследований по воздействию излучения терагерцового диапазона на живые организмы.

Студенты кафедры имеют возможность проходить практику, знакомиться и осваивать специфику технологических процессов создания полупроводниковых структур и методов туннельной микроскопии в лабораториях Саратовского филиала ИРЭ РАН, где в 2006 г. был открыт филиал кафедры под руководством профессора Р.К. Яфарова, а также на производственных участках предприятия «Алмаз-Фазотрон» под руководством лауреата Государственной премии СССР, заслуженного конструктора РФ, почетного радиста СССР, почетного работника электронной промышленности профессора В.Н. Посадского – известного разработчика твердотельных СВЧ-устройств.

Студенты СГУ, изучающие физику полупроводников и полупроводниковую электронику, наряду с фундаментальной подготовкой, имеют возможность получить практические навыки, необходимые для современного специалиста, работая в научных и учебных лабораториях кафедры. В создании и модернизации учебных лабораторий необходимо отметить вклад Д.И. Биленко, В.Ф. Названова, З.И. Орнатской, Г.Г. Капшталъ, Н.Б. Трофимовой, Ал.В. Скрипаля, С.Б. Венига, В.Б. Феклистова, Т.М. Гаманюк, А.А. Семенова, М.С. Левина, А.Н. Бугоркова, А.Н. Федосеевой и др. Учебное по-



собие к практикуму по СВЧ-методам измерения параметров полупроводников и диэлектриков, подготовленное на кафедре, получило гриф Минобразования РФ.

На протяжении длительного времени кафедра имеет тесные связи с колледжем радиоэлектроники им. П.Н. Яблочкова. Методическая работа в этом направлении, проводившаяся при участии Д.И. Биленко, С.Б. Венига, Ан.В. Скрипаля, в свое время активно поддерживаемая А.М. Богомоловым, позволила реализовать успешно функционирующую сегодня образовательную цепочку непрерывного обучения «школа-колледж-университет». Опыт по реализации такой системы многоуровневого образования позволил коллективу кафедры смело пойти на эксперимент по подготовке специалистов по двухуровневой системе «бакалавр-магистр».

В 2000 г. кафедрой физики твердого тела совместно с кафедрой физики полупроводников был осуществлен первый в СГУ выпуск магистров по направлению 550700 «Электроника и микροэлектроника».

Сотрудники кафедры всегда активно участвовали в выполнении исследований по междисциплинарным научным направлениям, по которым можно было с успехом использовать либо возможности твердотельной электроники, либо новые технологии измерений, применяемые в микро- и наноэлектронике. В качестве примеров можно привести перспективные для применения в биологии и медицине разработки: способ контроля характеристик сердцебиения дафнии, видеоокулограф, устройство для измерения колебаний барабанной перепонки, устройство для контроля движения грудной клетки человека, связанного с дыханием и сердцебиением. Наличие этих и других подобных разработок послужило основанием для участия сотрудников кафедры в подготовке специалистов по специальностям «Медицинская физика» (совместно с другими кафедрами физического факультета), «Биомедицинская инженерия».

Известно, что одной из основных тенденций в развитии приборов твердотельной электроники является уменьшение межэлектродных расстояний. Именно с этой тенденцией связано появление микро- и в последние годы наноэлектроники. Научные работы по созданию наноструктур длительное время велись и ведутся сегодня под руководством профессора Д. И. Биленко. Свойства феррочастиц в магнитной жидкости изучались при активном участии профессора Ан.В. Скрипаля. Технологии измерения наноперемещений и нанотолщин пленок раз-

рабатывались при активном участии профессора Ал. В. Скрипаля. По этому направлению в 1996 г. было опубликовано учебное пособие с грифом Минобразования РФ «Физика полупроводников. Явления переноса в структурах с туннельно-тонкими полупроводниковыми слоями». Все это послужило основанием для выдачи Гособназдором РФ в 2004 г. Саратовскому государственному университету лицензии на право подготовки специалистов по направлению «Нанотехнологии в электронике». В том же году был осуществлен первый набор студентов на эту специальность.

Открытие новых специальностей и наличие достаточного числа профессоров и доцентов позволило создать в СГУ в 2005 г. новый факультет – факультет нано- и биомедицинских технологий с переводом на этот факультет кафедры физики твердого тела и открытием на этом факультете новых кафедр: кафедры «Материаловедение, технология и метрология материалов», которую возглавил декан факультета, профессор С.Б. Вениг, и кафедры «Медицинская физика», которую возглавил профессор Ан.В. Скрипаль.

Как уже упоминалось, в подготовке современных инженеров важным является развитие у студентов способностей к творчеству. В 2006 г. на разработанное с участием руководителя патентного отдела Н.В. Романовой и доцента А.Ю. Вагарина учебное пособие «Основы научно-технического творчества» был получен гриф УМО по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации. Сотрудниками кафедры за время ее существования было получено более 200 авторских свидетельств на изобретения и патенты, многие из которых были внедрены.

Наибольшую известность получили внедренные изобретения: СВЧ-детектор, СВЧ-смеситель с подавлением зеркального канала (совместно с ОКБ предприятия «Контакт»), способы и устройства контроля параметров полупроводниковых структур в ходе их изготовления, СВЧ-выключатели (совместно с ОКБ предприятия «Тантал»), СВЧ-измеритель толщины типа СИТ-40, измеритель качества воды (на производство этого прибора оформлена продажа лицензии), способы изготовления катодов (совместно с предприятием «Алмаз»), видеоокулограф и ряд других.

Звание профессора кафедры получил заслуженный изобретатель РФ В.П. Мещанов, работавший на ней в 90-е гг. Знаком «Изобретатель СССР» награждены сотруд-



ники кафедры и лабораторий Д.И. Биленко, В.Е. Орлов, Ал.В. Скрипаль, В.Б. Феклистов, В.Ф. Названов, Б.Н. Коротин и другие.

Изобретения сотрудников кафедры экспонировались на отечественных и международных выставках. Награждены медалями ВДНХ СССР профессора Д.И. Биленко, Ал.В. Скрипаль, Ан.В. Скрипаль, старший научный сотрудник НИИМФ В.Е. Орлов, медалями международных конкурсов изобретений награждены профессора Ал.В. Скрипаль, Ан.В. Скрипаль, доцент В.Б. Феклистов, ассистент А.В. Абрамов, аспирант А.С. Камышанский и другие.

Кафедра физики твердого тела гордится своими выпускниками, среди которых большой отряд докторов наук, профессоров, лауреаты Государственной премии СССР и премии Совета министров СССР, заместитель министра науки РФ (В.Н. Алимпиев), министр и заместители министров правительства Саратовской области, директора и ведущие специалисты промышленных предприятий.

Таким образом, кафедру физики твердого тела сегодня можно считать активно развивающимся коллективом, имеющим славную историю и устремленным в будущее, берущимся за решение соответствующих времени новых научных и педагогических задач. На кафедре сформировался коллектив, сочетающий опыт и молодость: профессора В.Ф. Названов, Ал.В. Скрипаль, С.Г. Сучков, В.Д. Тупикин, В.Н. Посадский, Р.К. Яфаров, доценты Н.Б. Трофимова, В.Б. Феклистов, В.С. Тяжлов, А.Ю. Вагарин, завершающие работы над докторскими диссертациями доценты С.С. Горбатов и А.А. Семенов, ассистент А.В. Абрамов, подготовившие к защите кандидатские диссертации аспиранты А.Э. Постельга, А.С. Камышанский, А.П. Рытик, А.С. Боголюбов, Д.С. Сучков и другие.

Новое время открывает новые возможности для приложения сил и знаний, использования научно-педагогического потенциала коллектива.