

УДК 378

НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО СТУДЕНТОВ НА КАФЕДРЕ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И НАНОСТРУКТУР

Э. П. Домашевская

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 26 февраля 2009 г.

Аннотация: рассматриваются особенности научного творчества студентов в связи с проблемами современного университетского образования. Приведены примеры успешной реализации научных исследований студентов и аспирантов кафедры физики твердого тела и наноструктур Воронежского государственного университета как результат развития научной школы атомного и электронного строения твердого тела.

Ключевые слова: элитарность и массовость образования, научное творчество студентов, научная школа.

Abstract: in this paper we discuss some peculiarities of a student's scientific work in context of a modern university education problems. The examples of successful realization of a student's and post-graduate student's scientific work are shown as a result of development of solid state atomic and electron structure science school at the Solid State Physics department.

Key words: elite and mass high education, student scientific work, science school.

Некоторые отличительные черты современного образования

Рассматривая вопрос о роли научного творчества студентов в современном университетском образовании, следует учитывать реалии сегодняшнего дня, которые кардинальным образом отличаются от всей прошлой истории университетского образования.

На различных этапах развития классического университетского образования преобладает одна из двух тенденций: элитарность или массовость образования.

Изменения настоящего времени носят взрывной характер во всех сферах человеческой жизнедеятельности, и прежде всего в сфере информационных и других вновь рождающихся на наших глазах новых технологий, в которых принимают участие разделившиеся ранее на отдельные отрасли знаний химия, физика, математика, биология и медицина.

В результате происходит быстрая смена приоритетов новых направлений в науке. На этом быстроизменяющемся нелинейном фоне мы наблюдаем одновременное «возрастание» двух тенденций в образовании, связанных с элитарностью и массовостью. Если бесплатное советское образование высокого качества оказывалось до-

ступным в результате конкурентной борьбы, то теперь каждый неспособный учиться может получить платное высшее образование, т.е., по сути дела, купить диплом если не университетский, то любого из коммерческих вузов, во множестве расплодившихся под сенью демократических преобразований. В результате доступность образования превратилась во вседоступность при резком падении качества.

А как обстоит дело с элитарностью? Безусловно, дети правящей и олигархической элиты пользуются всемирно известными университетскими брендами Гарварда, Оксфорда, Кембриджа и нашими МГУ и СПбГУ. А что делать детям, родившимся вне буржуазной среды, в небогатых семьях, способным тем не менее получать элитарные знания? Ведь понятия «элита» и «элитарные знания» часто несовместимы. «Элита» в современном понимании — это носители власти и денег, а «элитарные знания» — это знания, доступные лишь самым способным, в том числе и самым бедным. Например, вторичное квантование, теория представлений, синхротронные исследования, молекулярно-лучевая эпитаксия, фракталы, супрамолекулярная химия, высокоразрешающая электронная микроскопия, лазерная спектроскопия, молекулярная генетика... да мало ли что в каждой области знаний найдется для получения элитарного образования, в том числе у нас, в Воронежском государственном универси-

тете, для тех, кто хочет его получить. Вот именно для развития такого образования 20 лет тому назад одновременно с несколькими ведущими университетами во главе с Нижегородским государственным университетом, возглавлявшимся ныне покойным Александром Федоровичем Хохловым, мы на физическом факультете организовали несколько направлений подготовки лучших студентов по магистерской программе с получением диплома «магистр физики».

Научная школа и творчество студентов

В начале 1990-х гг. на кафедре физики твердого тела была открыта магистерская программа «физика конденсированного состояния» в соответствии с ВАКовской специальностью того же названия по защите кандидатских диссертаций.

С конца 2007 г. кафедра стала называться кафедрой физики твердого тела и наноструктур, и в 2008 г. была открыта вторая магистерская программа «физика наносистем».

Отличительной чертой подготовки магистров наряду с фундаментальной теоретической подготовкой в виде определенного набора лекционных курсов повышенной сложности является научное творчество. Научное творчество — это высшая ступень самостоятельной научной работы, которая находит свое воплощение в виде научного доклада, тезисов, и, наконец, статьи по результатам научно-исследовательской работы.

Однако, чтобы подняться на высшую ступень, магистрант должен пройти все ступени подготовки к самостоятельной научной работе: начиная с общего физического практикума первых трех курсов, затем специального практикума в лабораториях кафедры, заканчивая выполнением научно-исследовательской работы под руководством избранного научного руководителя с публичной защитой ее результатов на специальном заседании кафедры. Собственно, с этого момента, с выполнения НИР по избранной теме, предложенной научным руководителем на 3-м или 4-м курсе (бывают редкие исключения начала посещения лабораторий отличниками с первых курсов), и начинается овладение тем или иным экспериментальным или теоретическим методом исследования. На нашей кафедре ФТТ и НС, как и на большинстве других кафедр физического факультета, темы индивидуальных исследований студентов предлагают ведущие преподаватели — профессора и доценты в соответствии со своими научными интересами в рамках основного научного направления «атомное и электронное строение твердых тел и наноструктур». Научная

школа по этому направлению сформировалась в семидесятые—восемидесятые годы прошлого века под влиянием великой женщины-физика Марии Афанасьевны Левитской и выдающегося химика Якова Александровича Угая, т.е. на стыке физики и химии, и по своей сути является интеграционно-междисциплинарной, что и позволило нам одним из первых в России в девяностых годах перейти к исследованию наноматериалов и наноструктур задолго до сегодняшнего нанобума. Из физики мы взяли методологию — ультрамягкую рентгеновскую спектроскопию и дифрактометрию, а из химии — множество новых синтезированных к середине прошлого века полупроводниковых соединений, которые затем перешли в микроэлектронику, оптоэлектронику и теперь — в нанотехнологии.

Наша научная школа вырастила к настоящему времени 10 докторов физико-математических наук и 50 кандидатов наук, и все они, за редким исключением, бывшие студенты нашей кафедры, которые в свое время включались в активную научную работу коллектива кафедры и уже по результатам курсовых, дипломных и магистерских работ имели публикации в ведущих научных журналах.

Основными научными направлениями кафедры, в которых принимают активное участие студенты, в настоящее время являются:

- атомное и электронное строение материалов в конденсированном состоянии, нанокompозиты и наноструктуры, включающие квантовые ямы, квантовые нити и квантовые точки;
- синхротронные исследования электронно-энергетических спектров и наноструктур;
- моделирование зонной структуры плотности состояний рентгеновских фотоэлектронных и оптических спектров наноразмерных структур;
- исследования оптических и электрофизических свойств;
- сенсорные свойства широкозонных полупроводниковых оксидов различных наночастиц;
- влияние сверхкоротких импульсов электромагнитного излучения на материалы, приборы, интегральные схемы и устройства электронной техники.

Практически по всем перечисленным направлениям мы имеем многочисленных партнеров в ведущих университетских и академических центрах как в России, так и за рубежом. Многолетнее научное сотрудничество связывает нас с Физико-техническим институтом им. А. Ф. Иоффе (Санкт-Петербург) в области исследований гетероструктур на полупроводниках АЗВ5, за созда-

ние которых в 2000 г. была присуждена Нобелевская премия по физике академику Ж. И. Алферову. Накануне этого события в июне 2000 г. мы под Воронежем проводили семинар по гетероструктурам под председательством Ж. И. Алферова, в котором участвовал весь коллектив кафедры вместе со студентами и аспирантами. Такой же небывалый энтузиазм и интерес студентов кафедры, всего физического факультета, да и студентов других факультетов вызвало выступление Нобелевского лауреата с лекцией «Современные источники энергии» в ноябре 2007 г.

Я акцентирую внимание на научном направлении кафедры потому, что без настоящей взрослой фундаментальной науки не может быть никакого научного творчества студентов. Поэтому при выборе студентами темы научно-исследовательской работы для выполнения курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций я всегда советую выбирать не тему, а руководителя. Если руководитель активно занимается научной работой, ежедневно, а не эпизодически проводит эксперименты или расчеты, систематически встречается и обсуждает каждый результат со своими подопечными, то существует вероятность пробудить интерес к дальнейшей самостоятельной творческой работе. Безусловно, к такой работе способен далеко не каждый студент. Известная статистика многих лет дает нам 5—10 % наиболее способных из всей массы обучающихся. А это как раз половина магистрантов нашего факультета (20 % от всех студентов). Многое зависит от колебания настроений, когда большинство способных студентов собираются на какой-то одной кафедре, например, на кафедре теоретической физики или на кафедре оптики. В 2008/09 гг. 8 магистров оказались на нашей кафедре ФТТ и НС, поэтому мы открыли вторую программу подготовки магистров по физике наносистем под руководством профессора В. А. Терехова. Но это не означает, что все магистры 5-го курса активно занимаются научной работой. Многие из них уже работают с 4-го курса в различных фирмах, и лишь половина занимаются научной работой. И именно они принимают активное участие во всех научных мероприятиях, семинарах, конференциях, школах, симпозиумах молодых ученых и студентов, которые во множестве проводятся в последние годы у нас в стране. За последние несколько лет наши студенты и аспиранты принимали участие в таких молодежных конференциях, школах и симпозиумах, как:

X Симпозиум «Нанозифика и наноэлектроника» (Нижний Новгород, 2006 г.); X Конференция

студентов, аспирантов и молодых ученых по физике полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалов (Владивосток, 2006 г.); III и IV Всероссийские конференции «Физико-химические процессы в конденсированных состояниях и на межфазных границах» (Воронеж, ФАГРАН-2006 и ФАГРАН-2008); VIII Всероссийская молодежная конференция по физике полупроводников и полупроводниковой опто- и наноэлектронике (Санкт-Петербург, 2006 г.); VIII Российская конференция по физике полупроводников «Полупроводники-2007» (Екатеринбург); VI Национальная конференция по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов РСНЭ-2007 (Москва); VI Международная конференция «Аморфные и микрокристаллические полупроводники» (Санкт-Петербург, 2008 г.); 16-th International Symposium Nanostructures: physics and technology (Institute of Automation and Control Processes, Vladivostok, 2008); 2008 Synchrotron Radiation Center (SRC) Users Meeting (University of Wisconsin-Madison, Stoughton, Wisconsin, USA); V Международная конференция по актуальным проблемам физики, материаловедения, технологии и диагностики кремния, нанометровых структур и приборов на его основе «Кремний-2008» (Черноголовка); VIII Конференция молодых ученых «Актуальные проблемы современной неорганической химии и материаловедения» (Москва — Звенигород, 2008 г.); XI Научная молодежная школа по твердотельной электронике «Нанотехнологии, наноматериалы, нанодиагностика» (Санкт-Петербург, 2008 г.); X Всероссийская молодежная конференция по физике полупроводников и наноструктур, полупроводниковой опто- и наноэлектронике (Санкт-Петербург, 2008 г.) и некоторые другие.

В конце статьи приведены лишь некоторые примеры публикаций наших студентов, аспирантов и молодых ученых, которые принимали участие в молодежных форумах, проводившихся на обширной территории от Санкт-Петербурга до Владивостока, а также в зарубежных центрах Европы и США.

В течение нескольких последних лет, начиная с 2005 г., наша творческая молодежь принимает самое активное участие с докладами в Международном молодежном научном форуме «Ломоносов», который проводит МГУ. На сегодняшний день ММНФ «Ломоносов» является крупнейшим съездом научной молодежи на пространстве СНГ. Его основная цель — развитие творческой активности научно ориентированной молодежи,

ее привлечение к решению актуальных задач современной науки, сохранение и развитие научно-потенциала России.

Результатом активного участия в научно-исследовательской работе кафедры и многочисленных успешных выступлений на конференциях наших студентов стало приглашение магистра Ирины Журбиной в аспирантуру физического факультета МГУ на кафедру общей и молекулярной физики, возглавляемую профессором П. К. Кашкаровым. За полгода учебы в 2008 г. в аспирантуре МГУ Ирина успела получить интересные экспериментальные данные об оптических и структурных свойствах нанокристаллов диоксида олова и выступить с этими результатами на семинарах в Центре коллективного пользования МГУ и на факультете наук о материалах. Ее нынешний научный руководитель профессор В. Ю. Тимошенко очень высоко оценивает фундаментальную подготовку, способность проводить экспериментальные исследования на современной аппаратуре, анализировать полученные результаты, умение красиво их оформить для презентаций и логично излагать материал слушателям. Весь этот опыт Ирина получила на физфаке ВГУ, отлично окончив бакалавриат и магистратуру по программе «физика конденсированного состояния» кафедры ФТТ и НС, защитив на отлично магистерскую диссертацию, имея несколько опубликованных работ по результатам исследований в студенческие годы.

Другим примером успешного научного сотрудничества является приглашение выполнять экспериментальные исследования по совместному проекту в Физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе в С.-Петербурге аспиранта нашей кафедры Кирилла Борщева, который, получив грант «Умник», успешно защитил диссертацию в Ученом совете ФТИ.

Опыт экспериментальных исследований на сложном, пусть и старом, оборудовании, наряду с владением современными компьютерными технологиями обработки данных эксперимента позволил нашим молодым сотрудникам, аспирантам и магистрантам стать пользователями сначала нового Берлинского синхротрона BESSY II, открытого в 2000 г., а затем и синхротрона SRC университета Мэдисон-Висконсин. Работа на сверхсложных уникальных и сверхдорогих устройствах — синхротронах, — которые являются средоточием достижений современной цивилизации и с которыми могут сравниться только космические устройства и сверхсовременная военная техника, позволяет получать уникальные

результаты по исследованию электронного строения и особых рентгенооптических свойств наноструктур и наноматериалов, поскольку длина волны синхротронного излучения соизмерима с размерами наночастиц от нескольких нанометров до нескольких десятков нанометров.

Ядро группы молодых исследователей-синхротронщиков, в период с 2002 по 2008 г. возглавляемой доцентом В. М. Кашкаровым, составляют аспиранты и магистранты кафедры ФТТ и НС: Сергей Турицев — дипломант программного комитета 3-й Всероссийской конференции молодых ученых по физике полупроводников и опто- и наноэлектронике в 2001 г. (ныне докторант), Дмитрий Ховив и Константин Панков. Помимо уникальных научных достижений, работа такого высочайшего уровня позволяет молодому человеку самоутвердиться, почувствовать свою власть над сложнейшей техникой и соизмерить свои возможности с конкурентами из других стран. Результатом многолетнего сотрудничества с дирекцией синхротрона BESSY II (Берлин) стало приглашение его профессором В. Эберхардтом к себе в аспирантуру нашего магистра — отличника Руслана Овсянникова, который после окончания аспирантуры работает менеджером на одном из каналов синхротрона. Примеры результатов успешного научного творчества студентов кафедры можно продолжить: бывший потанинский стипендиат, кандидат наук (2006), старший научный сотрудник Технопарка Павел Середин, успешно работающий над докторской диссертацией; кандидат наук (2007), научный сотрудник Ольга Чувенкова, победитель конкурса «Умник» среди аспирантов в 2007 г.; кандидат наук (2007), старший научный сотрудник Сергей Требунских — всё это выпускники, пришедшие в лаборатории кафедры на 3-м — 4-м курсах участвовать в серьезной научной работе кафедры по грантам и договорам различного уровня, имеющие серьезные публикации в студенческие годы, а теперь уже в полной мере разделяющие со своими учителями груз ответственности за результаты научной работы кафедры, факультета, университета, наконец, города Воронежа и всей России, которую они представляют на международных конференциях.

Когда в октябре—ноябре 2008 г. Сергей Турицев делал доклад на международной конференции пользователей синхротрона SRC в Мэдисон, штат Висконсин, проходившей во время выполнения нашего проекта, послушать его наряду с именитыми профессорами собрался весь обслуживающий персонал. Как же: делает доклад мо-

лодой человек из России, которая только что вопреки мнению большинства стран мира ввела свои войска в Грузию! И Сергей, возглавивший в 2008 г. группу аспирантов из 3 человек, на прекрасном английском языке представил результаты, полученные не только на синхротроне в США, но и у нас на лабораторном спектрометре — монохроматоре РСМ-500. Казалось бы, чего еще желать? Однако следует помнить и учитывать тот факт, что вся героическая деятельность физиков-экспериментаторов происходит на фоне множества проблем различного уровня.

Проблемы и надежды

Глобальной проблемой последних десятилетий конца XX — начала XXI вв. стало падение интереса у молодежи к естественным наукам, обусловленное их все увеличивающейся сложностью, неимоверной дороговизной технического оснащения, естественной элитарностью и нежеланием общества потребления подниматься до все возрастающих трудностей вершин науки. Только наиболее способные и сверхтрудолюбивые находят себе место в ведущих научных школах мирового класса, среди которых преобладают китайцы, корейцы и последние 20 лет — русские. Для российской науки острее всего проблемами является падение ее уровня и престижа, обусловленное катастрофическим старением технического оснащения, кадровыми проблемами (старение исследователей и утечка мозгов) и нищенским финансированием. При этом наиболее неблагоприятная ситуация сложилась как раз в тех естественно-научных и технических областях, которые когда-то принесли мировое признание советской науке.

Наиболее распространенным в мире наукометрическим показателем уровня исследований являются индикаторы международной базы данных Web of Science. Данные этой базы показывают, что даже за последние годы происходит последовательное снижение доли России в мировой науке. Так с 1995 по 2005 г. процент статей, в которых хотя бы один из соавторов работает в российском научном учреждении, упал с 2,8 до 1,8 %. Если Россия в 2000 г. занимала 8-е место в мире по суммарному числу публикаций и 11-е — по суммарному объему цитирования статей, то в 2006 г. эти цифры упали до 9 и 18 соответственно. Недостаточен уровень востребованности публикуемых статей. Только 37,75 % российских статей за 1996—2000 гг. были процитированы хотя бы один раз, включая самоцитирование, что значительно ниже среднемирового уровня цитирования (57,11 %). Поэтому, конечно,

при распределении даже скудных средств на науку, в том числе и на студенческую, которая сейчас не финансируется совсем, следует учитывать данные, характеризующие международный авторитет исследований.

Однако о каком уровне научных исследований может идти речь, если последние приобретенные приборы — ленинградский дифрактометр ДРОН-4 и ГДРовский флуоресцентный спектрометр — мы достали задаром при распаде последних советских предприятий. А нашему главному уникальному лабораторному прибору РСМ-500 исполняется в этом году 39 лет! Но помните: советское — значит отличное! В этом мы вместе со студентами и аспирантами ежедневно убеждаемся, латая и подновляя наших старых, но верных друзей — наши приборы, без которых нельзя ничему научить физика-экспериментатора, нельзя получить данные, обнаружить новое явление, установить закономерности, написать статью, защитить диссертацию, получить достойный индекс цитирования и прославить на весь мир Воронеж и Россию.

Однако на что мы надеемся? На работу только что созданного Технопарка. Конечно, Дубовка — это далеко, но не дальше Берлина или тем более Мэдисона! Однако в этих далеких синхротронных центрах созданы все бытовые условия для проведения эксперимента в условиях *non stop*. Поэтому в Дубовке или Веневиново надо строить общежитие для молодых исследователей, чтобы не тратить по 3—4 часа на дорогу, и, конечно же, развивать материально идею Центра коллективного пользования научным оборудованием. Потому что приобретенные в Центр даже двух недорогих и не уникальных электронных и атомно-силового микроскопов — позволило поднять уровень научных исследований сразу нескольких факультетов естественно-го профиля. И конечно же, мы со своими аспирантами и магистрантами мечтаем о комплексной многопрофильной технологически-диагностической установке *nanolab* стоимостью 2 000 000 евро. Ведь мечтать не запретишь! Кроме того, мечта, как и слово, обладает способностью материализоваться.

Публикации студентов, аспирантов и молодых ученых (2005—2008 гг.)

Панков К. Н. Влияние условий осаждения А — Si:H на локальную плотность электронных состояний / К. Н. Панков // Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по фундамен-

тальным наукам «Ломоносов-2005», секция «Физика»: тез. докл. — М.: МГУ, 2005. — Т. 2. — С. 52.

Требунских С. Ю. Релаксационные явления в кристаллах ТГС в результате воздействия сверхкоротких импульсов электромагнитного излучения / С. Ю. Требуных // Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по фундаментальным наукам «Ломоносов-2005», секция «Физика»: тез. докл. — М.: МГУ, 2005. — Т. 2. — С. 130.

Турищев С. Ю. Синхротронные исследования полупроводниковых наноструктур / С. Ю. Турищев // Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по фундаментальным наукам «Ломоносов-2005», секция «Физика»: тез. докл. — М.: МГУ, 2005. — Т. 2. — С. 81.

Чуваenkova О. А. Фазовый состав и оптические свойства нанослоев SnO_x / О. А. Чуваenkova // Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по фундаментальным наукам «Ломоносов-2005», секция «Физика»: тез. докл. — М.: МГУ, 2005. — Т. 2. — С. 83—84.

Журбина И. А. Локальная парциальная плотность состояний в эпитаксиальных твердых растворах гетероструктур $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}(100)$ / И. А. Журбина // VIII Всероссийская молодежная конференция по физике полупроводников и полупроводниковой оптики и наноэлектронике. Санкт-Петербург, 4—8 декабря 2006 г. — СПб., 2006. — С. 81.

Руднева В. Е. Влияние технологических режимов на элементный состав и согласование параметров в эпитаксиальных тройных твердых растворах $\text{GaInP}/\text{GaAs}(100)$ / В. Е. Руднева [и др.] // III Всероссийская конференция «Физико-химические процессы в конденсированных состояниях и на межфазных границах»: труды конференции. — Воронеж, 2006. — Т. 1. — С. 421—423.

Середин П. В. Моделирование ИК-спектров решеточного отражения гомоэпитаксиальной структуры $\text{GaAs}/\text{GaAs}(100)$ в области плазмон-фононного резонанса / П. В. Середин [и др.] // X Конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по физике полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалов: труды конференции. — Владивосток, 2006. — С. 190.

Seredin P. V. IR-reflections spectra and surface morphology epitaxial $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{GaAs}(100)$ heterostructures with AlGaAs_2 ordered phase / P. V. Seredin [at all] // Материалы X Симпозиума «Нанофизика и наноэлектроника», 13—17 марта 2006 г. — Н. Новгород, 2006. — Т. 1. — С. 211.

Seredin P. V. IR-reflection spectra of multilayered epitaxial heterostructures with embedded nanolayers InAs and GaAs / P. V. Seredin [at all] // Международная конференция «GaAs-2006»: труды конференции. — Томск, 2006. — С. 371.

Seredin P. V. IR-reflection spectra of multilayered epitaxial heterostructures with embedded nanolayers InAs and GaAs / P. V. Seredin [at all] // Seventh

International Young Scientists Conference «Optics and High Technology Material Science SPO-2006». Kiev, Ukraine, 26—29 October 2006. — Kiev, 2006. — С. 30.

Гордиенко Н. Н. Состав и параметры доменов, образующихся в результате спиноподального распада четверных твердых растворов в эпитаксиальных гетероструктурах $\text{InGaP}/\text{InGaAsP}/\text{InGaP}/\text{GaAs}(001)$ / Гордиенко Н. Н. [и др.] // Тез. докл. VIII Российской конференции по физике полупроводников «Полупроводники-2007». — Екатеринбург, 2007. — С. 122.

Леньшин А. С. Исследования пористого кремния в процессах естественного старения и модификации 3d металлами методами ультрамягкой рентгеновской спектроскопии / А. С. Леньшин [и др.] // Тез. докл. VI Национальной конференции по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов РСНЭ-2007. — М.: ИК РАН, 2007. — С. 299.

Руднева Вал. Е. Спиноподальный распад эпитаксиальных твердых растворов при рассогласовании параметров в гетероструктурах $\text{GaInP}/\text{GaAs}(100)$ / Вал. Е. Руднева, В. Е. Руднева, П. В. Середин // Материалы VI Всероссийской школы-конференции «Нелинейные процессы и проблемы самоорганизации в современном материаловедении». — Воронеж, 2007. — С. 201.

Турищев С. Ю. Особенности ближней тонкой структуры края рентгеновского поглощения многослойных наноструктур $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}\dots\text{Si}(100)$ / С. Ю. Турищев [и др.] // Тез. докл. VI Национальной конференции по применению рентгеновского, синхротронного излучений, нейтронов и электронов для исследования материалов РСНЭ-2007. — М.: ИК РАН, 2007. — С. 357.

Turishchev S. Yu. XANES investigations of multilayer periodical nanostructures $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}\dots\text{Si}(100)$ / S. Yu. Turishchev, N. S. Klochikhina [at all] // 2007 Synchrotron Radiation Center (SRC) Users Meeting, University of Wisconsin-Madison, Stoughton, Wisconsin, USA, Abstr. — Stoughton, 2007. — P. 62.

Глотов А. В. Роль буферного пористого слоя и легирования диспрозием в гетероструктурах $\text{GaInP:Dy}/\text{Por-GaAs}/\text{GaAs}(100)$ / А. В. Глотов, Э. П. Домашевская, П. В. Середин // XV Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по фундаментальным наукам «Ломоносов-2008». Секция «Физика», подсекция «Физика твердого тела». Москва, 8—11 апреля 2008 г. — М.: Изд-во МГУ; СП МЫСЛЬ, 2008. — С. 8; (<http://www.lomonosov-msu.ru/2008>).

Глотов А. В. Роль буферного пористого слоя и легирования диспрозием в гетероструктурах $\text{GaInP:Dy}/\text{Por-GaAs}/\text{GaAs}(100)$ / А. В. Глотов [и др.] // XI Научная молодежная школа по твердотельной электронике «Нанотехнологии, наноматериалы, нанодиагностика». Санкт-Петербург, 23—25 мая 2008 г. — СПб., 2008. — С. 27.

Глотов А. В. Дифракционные исследования структурного качества и фазообразование в четверных твердых растворах GaInAsP, выращенных методом ЖФЭ / А. В. Глотов [и др.] // X Всероссийская молодежная конференция по физике полупроводников и наноструктур, полупроводниковой опто- и наноэлектронике. Санкт-Петербург, 1—5 декабря 2008 г. — СПб., 2008. — С. 13 ; (<http://www.lomonosov-msu.ru/2008>).

Гордиенко Н. Н. Влияние буферного пористого слоя GaAs и легирования диспрозием в гетероструктурах GaInP:Dy/por-GaAs/GaAs(100) / Н. Н. Гордиенко, А. В. Глотов, И. А. Журбина, П. В. Середин // Вестник ВГУ. — Сер. : Физика. Математика. — 2008. — № 1. — С. 88—92.

Гордиенко Н. Н. Состав и параметры доменов, образующихся в результате спинодального распада четверных твердых растворов в эпитаксиальных гетероструктурах GaInP/GaxIn1-xAsyP1-y/GaInP/GaAs(001) / Н. Н. Гордиенко, Э. П. Домашевская, П. В. Середин // XV Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по фундаментальным наукам «Ломоносов-2008». Секция «Физика», подсекция «Физика твердого тела». Москва, 8—11 апреля 2008 г. — М. : Изд-во МГУ ; СП МЫСЛЬ, 2008. — С. 9 ; (<http://www.lomonosov-msu.ru/2008>).

Журбина И. А. ИК-спектры отражения эпитаксиальных гетероструктур InGaP/GaAs (100) / И. А. Журбина, П. В. Середин, Э. П. Домашевская // XV Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по фундаментальным наукам «Ломоносов-2008». Секция «Физика», подсекция «Физика твердого тела», Москва, 8—11 апреля 2008 г. — М. : Изд-во МГУ ; СП МЫСЛЬ, 2008. — С. 13 ; (<http://www.lomonosov-msu.ru/2008>).

Khoviv D. A. XANES Investigations of Silicon Based Nanostructures / D. A. Khoviv, K. N. Pankov, A. S. Lenshin, I. V. Nazarikov // 2008 Synchrotron Radiation Center (SRC) Users Meeting, University of Wisconsin-Madison, Stoughton, Wisconsin, USA. 26—27 September, 2008, Abstr. — Stoughton, 2008. — Talks 26.

Леньшин А. С. Синхротронные исследования электронного строения нанокмполитов 3d-металлов на основе пористого кремния / А. С. Леньшин [и др.] // XI Научная молодежная школа по твердотельной электронике «Нанотехнологии, наноматериалы, нанодиагностика». Санкт-Петербург, 23—25 мая, 2008. — СПб. : Санкт-Петерб. гос. электротехнический ун-т : ЛЭТИ, 2008. — С. 40—41.

Леньшин А. С. Формирование наноразмерных структур на основе железа и кобальта в матрице пористого кремния / А. С. Леньшин, А. Е. Попов // Труды IX Международной конференции «Опто-, наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы». Ульяновск, 21—24 сентября, 2008. — Ульяновск : УлГУ, 2007. — С. 38.

Lenshin A. S. Evolution of nanoporous silicon phase composition and electron energy structure under natural ageing / A. S. Lenshin, K. N. Pankov, D. A. Khoviv //

Porous semiconductors — science and technology (PSST-2008). Sa Coma-Mallorca, Spain, March 10—14, 2008, Abstr. — Sa Coma-Mallorca, 2008. — P. 218—219.

Назариков И. В. Новая технология получения пористого кремния без использования плавиковой кислоты / И. В. Назариков, А. С. Леньшин, К. Н. Панков // VIII Конференция молодых ученых «Актуальные проблемы современной неорганической химии и материаловедения». Москва — Звенигород, 6—9 ноября, 2008. — Звенигород, 2008. — С. 43.

Nazarikov I. V. Electron structure of porous silicon obtained without the use of HF acid / I. V. Nazarikov, A. S. Lenshin // Porous semiconductors — science and technology (PSST-2008). Sa Coma-Mallorca, Spain, March 10—14, 2008, Abstr. — Sa Coma-Mallorca, 2008. — P. 222—223.

Nazarikov I. V. Electron structure of porous silicon obtained without the use of HF acid / I. V. Nazarikov, A. S. Lenshin, S. Yu. Turishchev, K. N. Pankov // 2008 Synchrotron Radiation Center (SRC) Users Meeting, University of Wisconsin-Madison, Stoughton, Wisconsin, USA. 26—27 September, 2008, Abstr. — Stoughton, 2008. — P. 23.

Панков К. Н. Исследование формирования нанокристаллов кремния при отжиге пленок SiO_x / К. Н. Панков [и др.] // XV Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по фундаментальным наукам «Ломоносов-2008», секция «Физика», подсекция «Физика твердого тела». Москва, 8—11 апреля 2008 г. — М. : Изд-во МГУ ; СП МЫСЛЬ, 2008. — С. 29 ; (<http://www.lomonosov-msu.ru/2008>).

Панков К. Н. Исследование формирования нанокластеров элементарного кремния в матрице оксида кремния при отжиге пленок SiO_x / К. Н. Панков [и др.] // V Международная конференция по актуальным проблемам физики, материаловедения, технологии и диагностики кремния, нанометровых структур и приборов на его основе «Кремний-2008». Черноголовка, 1—4 июля, 2008 : тез. докл. — Черноголовка, 2008. — С. 207.

Pankov K. N. XANES investigations of multilayer periodical nanostructures Al₂O₃/SiO₂/Al₂O₃/SiO₂...Si(100) / K. N. Pankov, D. A. Khoviv, S. Yu. Turishchev // 21st International conference on X-ray and inner-shell processes (X-08). Paris, France, June 22—27, 2008, Abstr. — Paris, 2008. — P. 75.

Руднева В. Е. Влияние технологических режимов на согласование параметров в эпитаксиальных гетероструктурах GaxIn1-xP/GaAs / В. Е. Руднева, Вал. Е. Руднева, П. В. Середин // XV Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых по фундаментальным наукам «Ломоносов-2008», секция «Физика», подсекция «Физика твердого тела». Москва, 8—11 апреля 2008 г. — М. : Изд-во МГУ ; СП МЫСЛЬ, 2008. — С. 35 ; (<http://www.lomonosov-msu.ru/2008>).

Руднева В. Е. Влияние технологических параметров на элементный состав и согласование параметров в эпитаксиальных тройных твердых растворах гетероструктур $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{P}/\text{GaAs}(100)$ / В. Е. Руднева // Вестник ВГУ. — Сер.: Физика, Математика. — 2008. — № 1. — С. 81—87.

Seredin P. V. Composition and parameters of domain formed as a result of spinodal decomposition of quaternary alloys in the epitaxial $\text{GaInP}/\text{InGaAsP}/\text{GaInP}/\text{GaAs}(001)$ heterostructures : тез. доклада / P. V. Se-

redin, N. N. Gordienko // Сборник трудов VI Международной конференции «Аморфные и микрокристаллические полупроводники». — СПб., 2008. — С. 315—316.

Seredin P. V. Role of the buffer porous layer and dysprosium doping in $\text{GaInP:Dy}/\text{Por-GaAs}/\text{GaAs}(100)$ heterostructures / P. V. Seredin, N. N. Gordienko, A. V. Glotov // 16th International Symposium Nanostructures : physics and technology. Institute of Automation and Control Processes. — Vladivostok, 2008. — P. 92.

Воронежский государственный университет
Домашевская Э. П., доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки, зав. кафедрой физики твердого тела и наноструктур

Voronezh State University
Domashevskaya E. P., Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Honoured Science Worker, Head of Solid-State Physics and Nanostructures Department