

**НАУЧНЫЕ СБОРЫ**

# Физика наноразмерных полупроводников

С 28 сентября по 3 октября 2009 г. в академгородках Новосибирска и Томска проходила девятая Российская конференция по физике полупроводников «Полупроводники-2009», посвященная обсуждению современного состояния работ и наиболее актуальных проблем современной физики полупроводников, знакомству участников с новыми данными, привлечению внимания к прорывным результатам и разработкам в области физики полупроводников, полупроводникового материаловедения и диагностики.



Первая Российская конференция по физике полупроводников проводилась в 1993 году в Нижнем Новгороде. Затем с периодичностью раз в два года конференции проводились в Санкт-Петербурге, Москве, Новосибирске (1999 год). На втором круге поочередного проведения научного форума в клуб организаторов вошел Екатеринбург (2007 год), который передал эстафету Новосибирску. Очередную конференцию в Сибири решено было проводить в двух городах: Новосибирске и Томске. Подключение Томска к проведению масштабного научного форума связано с пионерским вкладом томских ученых в становление физики полупроводников в Сибири. Первые сибирские работы по физике полупроводников проводились в Сибирском физико-техническом институте им. В.Д. Кузнецова при Томском государственном университете. Решающим фактором, повлиявшим на выбор Томска в качестве места проведения конференции, явилось большое количество молодежи, обучающейся в томских университетах по специальностям, связанным с физикой полупроводников и полупроводниковой электроникой.

Организаторами конференции выступили Отделение физических наук РАН, Сибирское отделение РАН, Научный совет РАН по физике полупроводников, Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Томский государственный университет, Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Новосибирский государственный университет. Финансовую поддержку конференции оказали Роснаука, РФФИ, корпорация «Роснано», фонд «Династия» и многочисленные фирмы, демонстрировавшие во время проведения конференции разработки новых приборов для исследования полупроводниковых материалов и структур.

Программа конференции включала следующие направления:

- объемные полупроводники: электрические и оптические свойства, релаксация носителей, сверхбыстрые явления, экситоны, фононы, фазовые переходы, упорядочение;
- поверхность, пленки, слои: эпитаксия, атомная и электронная структуры поверхности, адсорбция и поверхностные реакции, процессы формирования (самоорганизации) нанокластеров, СТМ и АСМ, оптическая микроскопия ближнего поля;
- гетероструктуры и сверхрешетки: структурные и оптические свойства, электронный транспорт, микрорезонаторы;
- двумерные системы: структурные, электронные, магнитные свойства, туннелирование, локализация, фононы, плазмоны, высокочастотный транспорт, квантовый эффект Холла, корреляционные эффекты;
- одномерные и нульмерные системы: энергетический спектр, электронный транспорт, оптические свойства, локализация;
- широкозонные материалы (SiC, GaN, II-VI и др.): рост, оптические и электронные свойства;
- спиновые явления, спинтроника, наноматериалы;

- примеси и дефекты (объемные полупроводники и квантоворазмерные структуры): примеси с мелкими и глубокими уровнями, магнитные примеси, структурные дефекты, неупорядоченные полупроводники;
- высокочастотные явления в полупроводниках (СВЧ и терагерцевый диапазон);
- органические полупроводники, молекулярные системы;
- углеродные наноматериалы;
- метаматериалы и фотонные кристаллы;
- полупроводниковые приборы и устройства: технология, методы исследования, наноприборы.

Приведенные направления со всей очевидностью свидетельствуют, что стержнем конференции являлась физика наноразмерных полупроводников. Развитие возможностей создания твердотельных материалов и их диагностики в нанометровом масштабе размеров (0,1 — 100 нм) обеспечило открытие новых представлений о природе веществ.

Основу изменений свойств наноматериалов составляют эффекты размерного квантования электронного энергетического спектра, частотного спектра фононов (оптические моды), эффекты туннелирования и кулоновской блокады туннелирования электронов. Последовательное уменьшение размера по одной из координат в трехмерной системе (объемный материал) обеспечивает получение наноструктур, относящихся к двумерным (квантовые ямы), одномерным (квантовые проволоки) и нульмерным системам (квантовые точки). Эффект размерного квантования электронного энергетического спектра приводит к сильному изменению электрических, оптических и магнитных свойств наноструктур. Эти свойства используются для разработки приборов (наноприборов) с качественно новыми и количественно более высокими параметрами, по сравнению с параметрами существующих приборов на объектах макроскопических размеров. Наноструктуры и приборы на их основе призваны обеспечить прорыв в таких областях, как производство новых материалов, электроника, медицина, энергетика, защита окружающей среды, биотехнология, информационные технологии и национальная безопасность.

В области полупроводниковых материалов движущей силой перехода к характерным нанометровым размерам в производстве изделий твердотельной электроники (интегральные схемы) является повышение быстродействия и объема памяти широко используемых устройств вычислительной техники, видеосистем и систем связи, а также повышение эффективности преобразования и передачи энергии. Сочетание высоких требований к функциональным характеристикам широко используемых устройств и современных методов достижения поставленных целей обеспечило основу развития нанотехнологий в твердотельной электронике, привело к получению нового вида материалов: сверхрешеток, наноструктур с квантовыми ямами, проволоками, квантовыми точками, структур с нанотрубками, наноспиральными и нанопористыми слоями, многослойными структурами, сочетающими магнитные и немагнитные материалы. Основные технологии, используемые для создания таких структур — молекулярно-лучевая эпитаксия, газофазная эпитаксия, плазменное осаждение/ травление, ионная имплантация, литография (оптическая, рентгеновская, электронная, ионная, нано-импринт), а также технологии, основанные на процессах самоорганизации.

В программу конференции было включено 276 докладов, из них 86 устных, 149 стендовых и 41 приглашенный.

Современный бум в области полупроводников вызван появлением новых материалов, с которыми связываются надежды на продолжение стремительного развития полупроводниковой электроники. Основой новых материалов являются нанотехнологии. Используемый в полупроводниковой электронике на протяжении более сорока лет подход, основанный на масштабировании элементной базы, фактически приближается к истощению. Необходимы принципиально новые идеи и подходы, реализуемые на новых материалах. Фактически полупроводниковая наука стоит на пороге новых прорывов

как в ожидаемых фундаментальных результатах, так и в области приложений. В нанoeлектронике на новых принципах ожидается использование спиновой степени свободы атомов (спинтроника), совмещение электрических схем с оптической элементной базой передачи и обработки информации, основанной на достижениях нанофотоники и квантовой информатики. На базе современных нанотехнологий проводится разработка уникальных по своим характеристикам датчиков. Достижение предельных параметров как по функциональным характеристикам, так и по массе, размерам сенсоров обеспечивает возможность их применения в различных областях жизни: медицинских биосенсоров для экспресс-диагностики заболеваний на ранних стадиях их проявления, фотоприемных устройств для глобальных систем тотального контроля «всех за всеми», для проектов типа «умный дом». Новые полупроводниковые элементы светотехники (сверхъяркие светодиоды), солнечные преобразователи энергии с повышенной эффективностью, радиационно-стойкая элементная база для экстремальных условий эксплуатации (космос, ядерная энергетика), более мощные и компактные элементы и системы СВЧ-электроники, полупроводниковые элементы адаптивных энергосистем (силового электроника) — важные ожидаемые приложения наноразмерных полупроводников в ближайшем будущем.

Ярким примером нового материала современности является графен — одноатомный слой углерода, представляющий двумерную наносистему с целым рядом уникальных свойств. К важным свойствам графена следует отнести высокую подвижность носителей заряда вследствие практически нулевой их эффективной массы, высокую проводимость по слою, что делает этот материал весьма перспективным для разработки графеновой наноэлектроники, нанооптоэлектроники и наномеханики. Свойства графена и методы его получения на конференции было посвящено несколько приглашенных докладов, ряд устных и стендовых докладов.

Ключевая проблема современности в технологии полупроводниковых наноструктур заключается в воспроизводимом формировании объектов, имеющих точно заданные



размеры включающих элементов, их расположение на подложке и определенные свойства. Решение этой проблемы необходимо для перехода от лабораторных разработок к массовому производству материала и приборов.

Будущее науки определяется притоком молодых кадров с активной жизненной позицией. Трудные для науки постперестроечные 90-е годы достаточно контрастно обозначили проблему притока молодежи как одну из первоочередных в решении задач науки и индустриального развития страны. По итогам конференции можно отметить позитивные изменения в процессах притока молодежи в науку. Проведенные в академии и вузах страны частичные преобразования, финансовая поддержка государственными структурами приоритетных направлений развития науки и бизнеса дали первые позитивные результаты. Около трети зарегистрированных участников конференции (84 доклада) являлись молодыми учеными, преподавателями, аспирантами, студентами. Для стимулирования активности молодежи программным комитетом был проведен конкурс работ молодых ученых, по результатам которого было выявлено шесть победителей. Лауреатов конкурса наградили дипломами и поощрительными премиями.

В конференции приняли участие представители 14 городов Российской Федерации, а также Украины и Республики Беларусь. Наряду с сибирскими научными центрами наиболее многочисленные делегации были представлены Москвой и Московской областью, Санкт-Петербургом, Нижним Новгородом.

Конференция прошла на высоком научно-организационном уровне. Были заслушаны интересные доклады по приоритетным направлениям развития физики полупроводников, намечены пути дальнейшего сотрудничества между научными коллективами из разных регионов России и ближнего зарубежья.

**А.В. Двуреченский, председатель оргкомитета конференции, чл. - корр. РАН**  
**На снимках:**  
 — председатель СО РАН академик А.Л. Асеев на открытии конференции;  
 — пленарное заседание.



## Конкурс

**Институт химии и химической технологии СО РАН объявляет конкурс** на замещение вакантной должности: заведующего лабораторией гидрометаллургических процессов (доктор наук) на условиях трудового договора. Срок конкурса — два месяца со дня публикации. Документы направлять по адресу: 660049, г. Красноярск, ул. К. Маркса, 42, отдел кадров. Справки по тел. 227-54-85 (ученый секретарь). Объявление о конкурсе размещено на сайте института: <http://www.icct.ru>.

**Гуманитарный факультет Новосибирского государственного университета**

**объявляет конкурс** на замещение следующих вакантных должностей: старший преподаватель кафедры востоковедения — 2; доцент кафедры истории России; доцент кафедры археологии и этнографии. Срок подачи заявления — один месяц со дня опубликования объявления. Документы направлять по адресу: 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2. Справки по тел.: 330-09-55 (отдел кадров НГУ). Объявление о конкурсе и перечень необходимых документов размещены на сайте гуманитарного факультета НГУ ([www.gfn.su.ru](http://www.gfn.su.ru)).