**В Институте физики полупроводников им. А В. Ржанова СО РАН рассказали о первых итогах работы по проекту***―***«стомиллионнику»**

Результаты представили президенту РАН академику **Александру Сергееву** в ходе его рабочего визита в новосибирский Академгородок. Консорциум исследовательских организаций, возглавляемый Институтом физики полупроводников, реализует проект «Квантовые структуры для посткремниевой электроники». Промежуточные итоги работы касаются как установления фундаментальных аспектов функционирования квантовых систем и структур, так и разработок в области новых технологий и материалов для элементной базы перспективной электроники.

В частности, ученые получили новые данные, необходимые для повышения рабочей температуры длинноволновых лазеров, разработки твердотельного квантового компьютера, создания приемников излучения терагерцового диапазона, антиотражающих покрытий, транзисторов, в которых используются свойства двумерного электронного газа.

*«В основе всех достижений, связанных с информационными технологиями лежит элементная база, ключевой ее компонент ― транзистор. Он может работать в двух режимах: открытом или закрытом, что соответствует нулю и единице, поэтому вся цифровая электроника базируется на этих двух состояниях. Однако размеры транзистора приближаются к атомарным, это требует компонентной базы, работающей на новых физических принципах, перехода на новые материалы, трехмерной схемотехнической инфраструктуры»*, ― пояснил руководитель проекта директор ИФП СО РАН академик **Александр Латышев.**

Посткремниевая электроника появится, когда размер ее основного функционального элемента будет не больше атома. Но, чтобы такой элемент работал надежно, как современные транзисторы, нужно досконально разобраться в законах квантового мира. Для этого требуются не только теоретические исследования, но и экспериментально синтезированные структуры: например, топологические изоляторы, системы с квантовыми ямами, квантовыми точками, двумерным электронным газом ― те, в которых движение электрона ограничено (заквантовано).

Создание, в рамках проекта, консорциума исследовательских учреждений под руководством Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН позволило объединить кадровый потенциал организаций, технологии, приборную базу. В коллаборацию входят Новосибирский государственный университет, Институт физики микроструктур РАН (филиал ФИЦ «Институт прикладной физики РАН»), Санкт-Петербургский государственный университет, Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН.

*«Один из важных результатов совместной работы ― создание лазерных структур, которые могут использоваться для повышения рабочей температуры длинноволновых лазеров. Это произошло благодаря тому, что в Институте физики микроструктур РАН была отлажена экспресс-система тестирования материалов (гетероэпитаксиальных пленок), синтезированных в ИФП СО РАН: определялось их структурное совершенство на основе анализа отклика люминесценции. Новая система позволила оперативно отбраковать неудачные образцы. Более того, повышение качества наших пленок привело к тому, что другая команда коллабораторов из Института физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, смогла перестраивать энергетические спектры в двойных квантовых ямах так, как это требовалось для проведения исследований. В итоге, впервые обнаружена нестандартная структура квантового эффекта Холла. Полученные результаты важны для понимания природы квантового магнитотранспорта двумерных структур. (*Магнитотранспорт ― явления, возникающие при воздействии магнитного поля на ток, протекающий в материале. ― Прим. авт.)», ― подчеркнул Александр Латышев.

**К созданию твердотельного квантового компьютера на основе стандартных кремниевых технологий может привести результат, полученный в лаборатории неравновесных полупроводниковых систем ИФП СО РАН.** Методом электронного парамагнитного резонанса исследовались структуры с кольцевыми молекулами германий-кремниевых квантовых точек. В них определена локализация электронов в кольцевых молекулах, а также спиновая релаксация.

Специалисты лаборатории молекулярно-лучевой эпитаксии соединений А2В6 ИФП СО РАН создали полноформатный охлаждаемый фотоприемник, увеличив его рабочую температуру с 70 до 110 градусов Кельвина, ― это расширяет спектр применения устройства. В Институте физики металлов обнаружили эффект изменения типа проводимости при приложении напряжения. Исследователи СПбГУ изучили интеркаляцию атомов марганца в пленки графена, которые размещены на поверхности карбида кремния или вольфрама. Это направление важно для развития спинтронных устройств, в основе которых лежит принцип управления спином электрона, а не зарядом, что менее энергозатратно. Исследователи из Новосибирского государственного университета разработали антиотражающее покрытие на основе массивов субволновых резонаторов из частиц кремния и германия. Такие материалы используются для развития нанофотонных технологий, где передача и обработка информации происходит с помощью фотонов, а не электронов.

Александр Латышев отметил, что все показатели проекта выполнены в полном объеме, а научных достижений, полученных участниками проекта гораздо больше, чем можно озвучить за время, отведенное на доклад. Директор ИФП СО РАН рассчитывает, что в следующие два года реализации проекта произойдет укрепление сотрудничества и расширение исследовательских задач.

*«С моей точки зрения, в этом проекте задействованы основные направления физики полупроводников, которые существуют сейчас. Показаны интересные достижения, часть из них прикладные. Меня же очень заинтересовал результат, полученный впервые ― возвратный вид квантового эффекта Холла»*, ― прокомментировал итоги работы доктор физико-математических наук врио директора Департамента государственной научной и научно-технической политики Минобрнауки России **Павел Форш.**

Гости Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН посетили лабораторию № 15: осмотрели комплекс ростовых установок для синтеза наноструктур кадмий-ртуть-теллур. На их основе создаются полупроводниковые матрицы рекордно больших размеров, чувствительные в инфракрасной области спектра. ИФП СО РАН ― единственный в России производитель высокотехнологичного полупроводникового материала для таких устройств.

Также ИФП СО РАН продемонстрировал собственные приборные разработки: в частности, сенсор на основе нанопроволочного транзистора, способный диагностировать единичные молекулы возбудителей заболеваний, медицинский тепловизор, гибкий легкий солнечный элемент с КПД более 30 %, лазеры с вертикальным резонатором, которые используются для создания миниатюрных атомных часов, прототип квантово-криптографической линии связи, набор электронных чернил на основе графена, для печати изделий гибкой электроники, лабораторный макет комплекса научной аппаратуры для синтеза полупроводниковых структур в космосе.

Справка: В июле 2020 года проект ИФП СО РАН «Квантовые структуры для посткремниевой электроники», победил [в конкурсе](https://www.sbras.ru/files/news/docs/protokol_3_itogi-28.07.2020_na_razmeshchenie.pdf) Минобрнауки России по приоритетным направлениям научно-технологического развития РФ. Проект рассчитан на три года, совокупный объем финансирования ― 300 миллионов рублей.

Надежда Дмитриева, пресс-служба ИФП СО РАН

Фото Виктор Яковлев, ИФП СО РАН

Фото по ссылке: <https://drive.google.com/drive/folders/1gUWWr8_NNJgiMYzdaw9pBBXSfgOPao1t?usp=sharing>

1. Директор ИФП СО РАН академик РАН Александр Латышев представляет проект
2. Президент РАН академик РАН Александр Сергеев и заместитель директора ИФП СО РАН доктор наук Максим Якушев перед сверхвысоковакуумной установкой для синтеза полупроводниковых наноструктур
3. Председатель СО РАН академик РАН Валентин Пармон, академик РАН Александр Сергеев, заместитель директора ИФП СО РАН доктор наук Максим Якушев осматривают комплекс ростовых установок для синтеза наноструктур кадмий-ртуть-теллур.
4. Валентин Пармон, Александр Сергеев, Александр Латышев, Максим Якушев на выставке технологических разработок ИФП СО РАН