**Новосибирским ученые впервые в мире обнаружили необычное влияние света на наноэлектромеханические системы – «замороженное» изменение добротности**

*Подзаголовок: Новое открытие перспективно для изучения нанорезонаторов (ультраминиатюрных приборов) и их практического применения*

Ученые Института физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН и Новосибирского государственного университета работали с наномеханическим резонатором, который представлял собой очень тонкую (сотни нанометров) колеблющуюся «подвешенную» полупроводниковую мембрану. При воздействии на нее светом выяснилось, что добротность — одна из основных характеристик резонатора — изменилась и не вернулась к прежнему состоянию после «выключения» света. Результаты работы опубликованы в журнале [Applied Physics Letters](https://aip.scitation.org/doi/full/10.1063/1.5143636) и статья вошла в число лучших материалов в издании.

Наноэлектромеханические системы (НЭМС) позволяют исследовать свойства физических величин в наномире. Например, с помощью НЭМС можно измерить массу единичной молекулы. Изучение и создание НЭМС — один из трендов современной физики, однако в России этой тематикой занимаются лишь несколько научных групп, одна из которых работает в ИФП СО РАН.

Нанорезонатор обладает собственной частотой колебаний (резонансной частотой). Она меняется под действием внешних сил, например веса молекулы, и это можно измерить. Также нанорезонаторы способны преобразовать энергию колебаний в оптический сигнал или «уловить» появление новых молекул в исследуемой среде и, соответственно, могут использоваться как сенсоры для распознавания крайне малых количеств вещества.

 *«Факт того, что в результате светового воздействия поменялась добротность устройства — удивителен, и ранее его никто не наблюдал. Нанорезонаторы часто исследуют с помощью оптических методов, теперь очевидно, что это не всегда корректно: проводя измерение, мы влияем на саму изучаемую систему. Добротность — одна из самых значимых характеристик резонатора: чем она выше, тем лучше задана резонансная частота устройства, а значит тем точнее можно измерить с его помощью нужные физические величины. Поэтому понимание механизмов, которые определяют добротность, имеет ключевое значения для изучения и разработки нанорезонаторов»*, — говорит первый автор статьи, научный сотрудник лаборатории неравновесных полупроводниковых систем ИФП СО РАН кандидат физико-математических наук Андрей Анатольевич Шевырин.

Для создания нанорезонатора в описываемой работе использовалась полупроводниковая многослойная структура на основе арсенида галлия с двумерным электронным газом. При помощи ряда процедур один из промежуточных слоев — жертвенный — избирательно вытравливался и, таким образом, удавалось «подвесить» тонкую полупроводниковую мембрану над подложкой. Колеблющаяся мембрана — это и есть резонатор.

Свойства полупроводниковых наноструктур с двумерным электронным газом, квантовыми нитями и квантовыми точками — состояниями, в которых движение электронов ограничено (квантуется) в одном или нескольких направлениях — предмет активного интереса в современной физике. А если эту систему дополнительно еще «заставить» колебаться, то обнаруживаются новые эффекты, недоступные при исследовании в статичном состоянии.

*«Эффект изменения добротности — “замороженный”, т.е. нанорезонатор “помнит”, что на него воздействовали светом и не возвращается в прежнее состояние. Раньше наблюдалось похожее явление — “замороженной” фотопроводимости, объясняющееся так называемыми DX-центрами. Наши эксперименты показали, что, по всей видимости, легирующая примесь (она вводится в полупроводник, чтобы изменить его*

*электрические свойства - Прим. авт), находясь в состоянии такого центра, определяет не только электронные, но и механические свойства систем. В частности — то, насколько быстро затухают механические колебания в среде. Вполне возможно, что DX-центры можно будет в дальнейшем исследовать с помощью нанорезонаторов, например, тех, что мы создаем», —* добавляет Андрей Шевырин.

DX центры — это особые состояния донорной (т.е. отдающей электроны) примеси в полупроводнике, которая вводится, чтобы изменить его электрические свойства. Исследование свойств DX центров имеет ключевое значение для практических применений полупроводниковых материалов.

*«Наша группа давно занимается полупроводниковыми наноструктурами на основе арсенида галлия, и их свойства нам очень хорошо известны. Наноэлектромеханические системы — сравнительно новая для нас область, которая связывает электрические и механические свойства наноструктур, то есть находится на стыке двух направлений. Как показывают наши эксперименты, это позволяет обнаружить принципиально новые явления»*, — комментирует соавтор статьи, главный научный сотрудник лаборатории неравновесных полупроводниковых систем, заведующий кафедрой общей физики НГУ доктор физико-математических наук Артур Григорьевич Погосов.

Работа выполнялась при поддержке Российского научного фонда (грант № 18-72-10058) и госзадания ИФП СО РАН (грант № 0306-2019-0019).

Пресс-служба ИФП СО РАН

Иллюстрации (находятся по ссылке <https://drive.google.com/drive/folders/1JTbu5y9tumXeq_N7L1RkyG6oNewqCNaq?usp=sharing>):

1. Изображение нанорезонатора, полученное с помощью электронного микроскопа, масштаб: 1 микрон (одна тысячная миллиметра). Источник фото: Shevyrin et.al/APL, 2020
2. Сотрудники Института физики полупроводников им. А. В. Ржанова д.ф.-м.н. Артур Погосов и к.ф.м-.н. Андрей Шевырин. Автор фото: Надежда Дмитриева
3. Исследование нанорезонатора под микроскопом, на фото Андрей Шевырин. Автор фото: Надежда Дмитриева
4. Экспериментальный образец, готовый к измерениям. Фото предоставлено Андреем Шевыриным