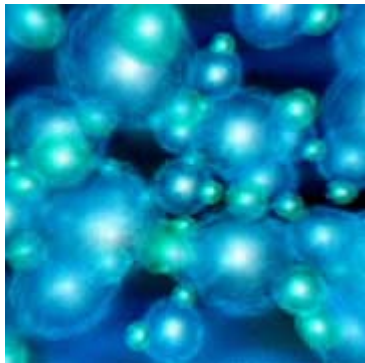


Жидкая вода является не вполне жидкостью

28 октября 2005 <http://www.membrana.ru/lenta/?5290>



Такая простая жидкая вода, как ни удивительно, ещё способна удивлять учёных (иллюстрация The Sacred Balance).

Группа учёных из американской лаборатории Беркли ([Berkeley Lab](#)) и университета Калифорнии ([UC Berkeley](#)) нашли ответ на простой вопрос: как взаимодействуют между собой молекулы воды?

Кажется, что ответ можно найти в школьном учебнике: водородные связи, слабая поляризация каждой молекулы, имеющей форму буквы V и так далее, и тому подобное. Но, несмотря на кажущуюся простоту, до сих пор в точности не выяснено, что происходит с молекулами воды, когда она находится в жидком состоянии.

Среди учёных распространены две конкурирующие теории о взаимодействии молекул в жидкой воде.

По одной — водородные связи между ближайшими молекулами, которые и дают водяному льду его структуру — разрушаются (в данных условиях), позволяя молекулам свободно перемещаться. Это так называемая модель с двумя состояниями.

Вторая версия — версия непрерывного изменения состояний, континуума, говорит о сохранении водородных связей между соседними молекулами в жидкой воде, но связей — постоянно меняющихся и искажающихся.

В новой работе группа американских физиков подводит итоги многолетних трудов, экспериментов и вычислений, которые также венчает недавнее "просвечивание" жидкой воды при помощи так называемой Раман-спектроскопии (широко применяемой для анализа веществ).

Исследователи показали, что наблюдаемые особенности результатов этой спектроскопии говорят в пользу правоты модели континуума. То есть — при переходе из льда в жидкость вода не разрывает водородные связи между соседними молекулами. Но взамен они становятся изменчивыми и подвижными. В чём-то даже "виртуальными".

В том смысле, что каждая такая связь в любой момент времени может вдруг взять и исчезнуть, однако она восстановится уже через какие-то 200 фемтосекунд (либо — с той же самой молекулой-соседкой, либо с другой). В результате эти эфемерно короткие разрывы позволяют молекулам перемещаться друг относительно друга. Мы бы сказали, что жидкая вода, в некотором роде, не жидкость вовсе, а необычайно пластичный лёд.

Если вы дочитали эту заметку до конца, вам наверняка понравится [большой материал](#) об исследовании в Беркли необычных водных структур, рождающихся на границе вода-твёрдая поверхность, а также сообщения об открытии принципиально новых состояний воды, одно из которых не является [ни льдом, ни газом, ни жидкостью](#), а второе и вовсе экзотическое — [нанотрубочное](#).



Лазерные лучи ловят молекулы ВОДЫ ЗА ХВОСТ

22 марта 2005
membrana

• Обсуждение
• Отправить

• Распечатать
• в Избранное

Взаимодействие воды и твёрдых тел (на молекулярном уровне) затрагивает все аспекты нашей жизни и природные процессы. Странно, но в этой области знаний ещё остались белые пятна (иллюстрация с сайта lbl.gov).

Удовлетворяя своё любопытство за счёт государства, физики зачастую совершают открытия, которые позднее конвертируются в удивительные бытовые изделия. Во что превратится ответ учёных на теоретический вопрос о поведении молекулы воды, сталкивающейся с твёрдой поверхностью?

Учёные из американской лаборатории Беркли ([Berkeley Lab](#)) – Виктор Островерхов, Гленн Вэйчанас (Glenn Waychunas) и Юен Рон Шен (Yuen Ron Shen) сумели определить положение и ориентацию отдельных молекул воды в тончайшем молекулярном слое, соприкасающемся с твёрдой поверхностью.

Это – совсем нетривиальная задача. Хотя взаимодействие воды и твёрдых материалов мы можем наблюдать повсюду, до сих пор все детали такого взаимодействия скрывались от учёных.

Какие бы способы измерений ранее ни применялись – полученные цифры неизбежно несли в себе информацию о состоянии молекул в очень толстом слое вещества.

Таким образом, интересные данные просто терялись, растворяясь в обобщённой картине поведения огромного сонма молекул.

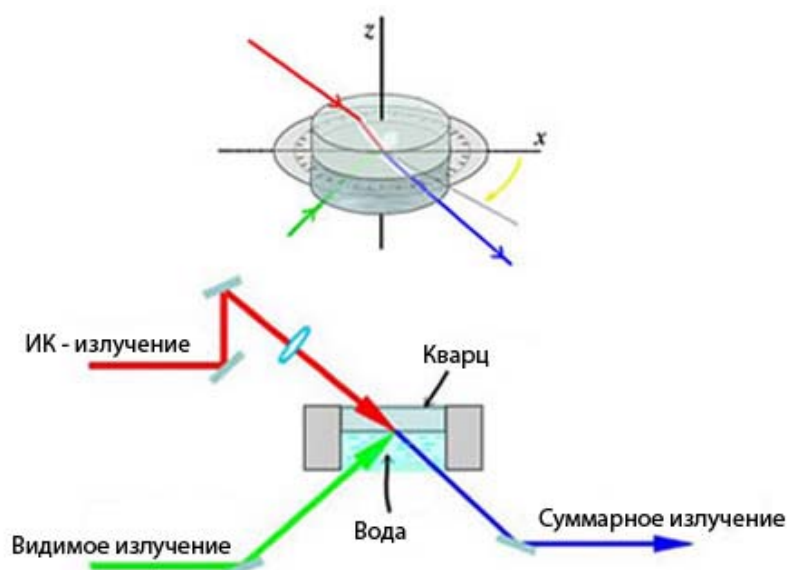


Схема установки, созданной в Беркли (иллюстрация с сайта lbl.gov).

Чтобы отделить мельчайших водяных "мух" от толстых "котлет", исследователи из Беркли разработали новую технику измерений, названную "Чувствительная к фазе суммарно-частотная вибрационная спектроскопия" (phase-sensitive sum-frequency vibrational spectroscopy).

Благодаря этому способу физики впервые сумели увидеть, как ведут себя молекулы воды, непосредственно примыкающие к твёрдой поверхности (в данном случае — это был кварц).

Учёные направили в одну точку на границе двух сред два луча лазера – инфракрасный и видимый.

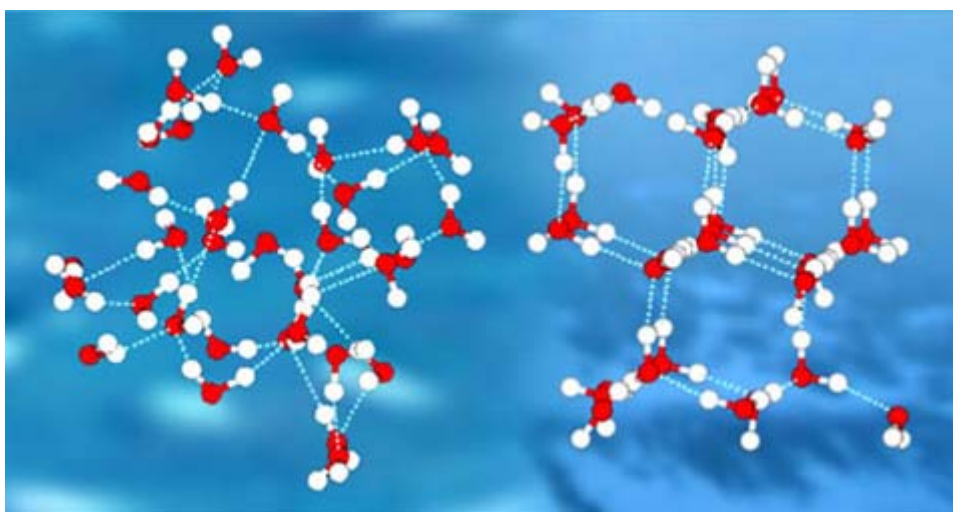
Эта смесь лучей заставила группы молекул в пограничном слое вибрировать и повторно излучать свет на частоте, равной сумме частот двух исходных лучей.

Резонансные частоты, на которые лучше всего откликаются молекулы, могут многое рассказать об их состоянии. Такой способ анализа был известен и ранее.

Но авторы новой работы применили оригинальный ход, чтобы получить не только информацию о резонансных частотах в спектре вторичного излучения, но и о фазе этого излучения.

Это стало возможным благодаря постоянному сравнению отражённого света с неким опорным излучением, эталоном со стабильной фазой.

В результате совместного анализа этих данных учёные впервые смогли определить пространственную ориентацию отдельных молекул в тончайшем слое воды, примыкающем к кварцу.



В жидкой воде водородные связи нескольких соседних молекул образуют непостоянные, очень быстротечные структуры. Во льду каждая молекула воды жёстко связана с четырьмя другими. "Ни вода, ни лёд", существующая на границе "жидкость – твёрдое тело", или так называемая смешанная область – любопытное открытие американских физиков (иллюстрация с сайта lbl.gov).

Так был сделан ряд открытий. Например, что в этом месте (слой толщиной всего в несколько молекул) некоторая часть молекул воды образует подобные льду жёсткие структуры (при том, что температура воды – обычная, комнатная).

"Мы обнаружили существование смешанных областей подобных льду и подобной жидкости в водно-кварцевом интерфейсе; с различными полярными ориентациями, соответствующими водным молекулам, которые указывали или кислородными, или водородными концами на поверхность твёрдого тела", — рассказал Островерхов.

Такое явление лишь предполагалось теоретически, но до этого момента не было подтверждено экспериментально.

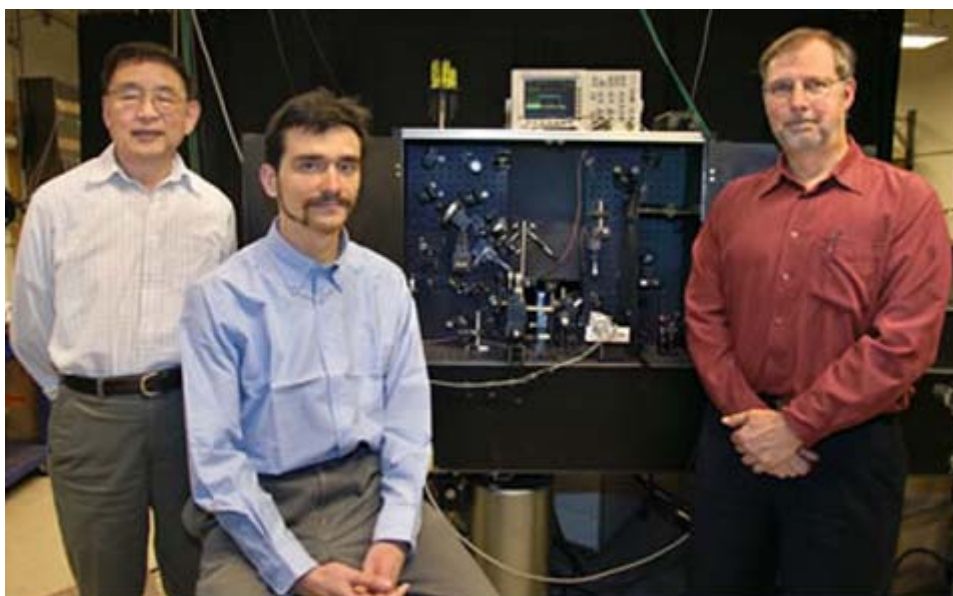
Также учёные выяснили, что ориентация молекул воды в этом пограничном слое может зависеть от кислотности среды.

На первый взгляд, это открытие интересно лишь для теоретической физики. Но и на практике исследование лаборатории Беркли, несомненно, пригодится.

Например, оно поможет создавать новые поколения водных фильтров или стойких к коррозии материалов, или новых моющих средств.

"В мембранах обратного осмоса, способных отделять воду от ионов солей или иных примесей, поры материалов являются настолько маленькими, что только молекулы воды могут пройти через них, — говорит Островерхов. — В таких случаях поведение воды в пределах всего нескольких молекулярных слоёв очень существенно для определения возможностей мембраны".

А ещё, учитывая изобилие кварца и силикатов в окружающей среде, полученные данные оказываются очень важными для понимания механизмов формирования почвы и механизма "транспорта" через неё как питательных веществ, так и загрязнителей.



Авторы работы (слева направо) Рон Шен, Виктор Островерхов и Гленн Вэйчанас (фото с сайта lbl.gov).

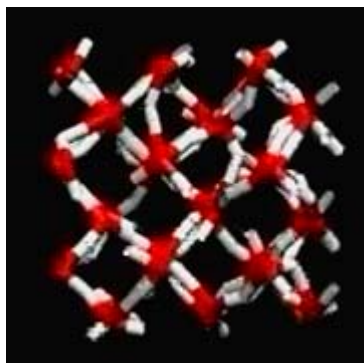
Сейчас Островерхов и его коллеги планируют использовать новую технику измерений для анализа широкого спектра интерфейсов "вода — твёрдая поверхность", включая гидрофобные.

В общем, есть шанс, что через некоторое время мир получит какие-нибудь новые водоотталкивающие костюмы или, допустим, гидрофобные покрытия для автомобильных стёкол.

А начиналось всё с теоретического вопроса – что происходит с водой в той точке, где, казалось бы, всё давно уже известно науке, и где не может происходить ничего необычного.

Открыто экзотическое состояние воды: ни лёд, ни газ, ни жидкость

24 марта 2005



Атомарная
решётка
суперионной
воды
(иллюстрация с
сайта
nature.com).

Лоренс Фрид (Laurence Fried) и его коллеги из американской национальной лаборатории Лоуренса Ливермора ([Lawrence Livermore National Laboratory](#)) рассчитали на компьютере новое, очень странное состояние воды и воспроизвели его в лабораторных условиях.

В так называемом суперионном фазовом состоянии атомы кислорода в воде оказываются прочно замороженными в кристаллической решётке, но атомы водорода при этом остаются подвижными, как в газе, путешествуя свободно по всему кристаллу с очень высокой скоростью.

Суперионное состояние было предсказано ранее. Физики размышляли, что в таком виде вода существует в глубинах планет-гигантов: при температуре в тысячу градусов Цельсия и давлении в сто тысяч атмосфер.

Фрид попробовал воспроизвести суперионную воду в лаборатории, сжимая воду обычную между алмазными наковальнями и одновременно нагревая её инфракрасным лазером.

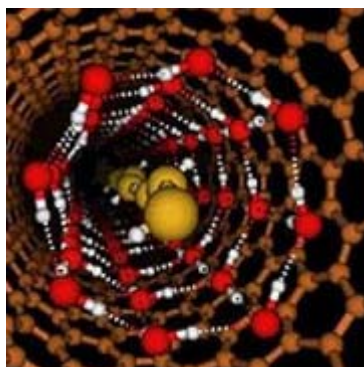
Снимая данные о вибрации молекул воды, исследователи могли видеть, что их фазовое состояние изменилось на какое-то необычное. Но, уловив эту границу, экспериментаторы не могли точно сказать — что именно происходит по другую её сторону.

Для этого им понадобился суперкомпьютер и неделя машинного времени. Фрид и его команда рассчитали поведение 60 молекул воды в таких условиях и выяснили, что они разрушаются, а атомы, которые образовывали эти молекулы, действительно формируют суперионную фазу — более плотную, чем лёд, твёрдую, как железо, но не являющуюся ни льдом, ни жидкостью, ни газом в обычном понимании.

Высокая электропроводность суперионной воды может быть ответственна за мощные магнитные поля Урана и Нептуна, добавили исследователи.

Открыто нанотрубочное состояние воды

8 июня 2005



Оранжевый цвет
- углеродная
нанотрубка,
жёлтый -
отдельная
цепочка
водорода,
красный и белый
- экзотическая
водяная
оболочка
(иллюстрация с
сайта
sciencedaily.com).

Александр Колесников и его коллеги из американской национальной лаборатории Аргонн ([Argonne National Laboratory](#)) открыли новое состояние воды, при котором она не замерзает даже вблизи абсолютного нуля.

По словам Колесникова, многие учёные моделировали на компьютере поведение воды в разнообразных экзотических условиях и, в том числе, в крайне ограниченном объёме, когда стенки "бака" немногим шире молекул воды.

Однако никто ещё не пробовал провести натурный эксперимент по помещению воды, скажем, внутрь углеродных нанотрубок. Это и проделали американские исследователи.

Они взяли углеродные нанотрубки диаметром в 1,4 нанометра и длиной 10 тысяч нанометров, и поместили их в водяной пар на несколько часов.

Затем они дождались, пока вода на внешней поверхности трубок испарится, и выставили трубки интенсивному нейтронному излучению, позволяющему за счёт эффектов рассеивания увидеть внутреннюю структуру вещества вплоть до отдельных атомов водорода.

Оказалось, что вода внутри трубок сформировала некое образование, напоминающее лёд по жёсткой структуре, но подвижное, как жидкость. По своим свойствам это образование отличалось от "оптового" льда или жидкости.

А по форме оно напоминало кольцевую "подкладку" внутри углеродной трубки с зазором между молекулами воды и углеродными стенками в 0,32 нанометра. И это вещество оставалось подвижным подобием жидкости даже при 8 градусах Кельвина выше абсолютного нуля и перемещалось вдоль трубки — словно в одномерном пространстве.

При этом выяснилось, что так называемое координатное число молекул воды сократилось с нормальных 3,8 до 1,86. Иначе говоря, сильно сократилась свобода водородных связей и их способность формировать разнообразные пространственные структуры из множества близких молекул воды, как это происходит, к примеру, во льду.

Новое состояние H_2O авторы работы назвали "нанотрубочной водой" (nanotube water). Её исследования будут продолжены и, как говорят учёные, пригодятся не только в физике, но и в биологии, ведь в

организмах вода также попадает в необычное окружение, когда течёт по капиллярам или проходит клеточные мембраны.

Читайте также о **необычном фазовом** состоянии воды, которое не является ни льдом, ни жидкостью, ни газом.

<http://www.membrana.ru/articles/inventions/2004/06/25/232100.html>



Ядун Инь проводит опыт по получению наносфер (фото с сайта lbl.gov).

Наноорехи переваривают молекулы внутри себя

25 июня 2004
membrana

- Обсуждение
- Отправить

- Распечатать
- в Избранное

Почти будничными стали сообщения о создании физиками каких-нибудь мудрёных наноструктур — то "деревьев", то "цветов". Но вот, оказывается, и сама природа может стать конструктором, преподнеся исследователем "на блюдечке" почти готовое наноустройство. Бери и пользуйся.

Это открытие было сделано случайно. Нынешней весной учёные из американской лаборатории Беркли (**Berkeley Lab**) проводили опыты с нанокристаллами кобальта (шарики, насчитывающие лишь несколько тысяч атомов) и поместили их как-то в серу.

На первый взгляд, результат был ожидаемый — образовались шарики сульфида кобальта.

Но вот рассмотрев их под электронным микроскопом внимательнее, учёные удивились — это были не шары, а полые сферы.

Ядун Инь (Yadong Yin), ведущий исследование, собрал коллег, и начался мозговой шторм.

В результате решили, что виновником чудесного превращения является эффект Эрнеста Киркендалла (Ernest Kirkendall), открытый в 1947 году, правда работающий здесь не совсем так, как обычно.

А обычно это выглядит так. Соединяют вместе два взаимодействующих твёрдых материала. Например, два цилиндрика из цинка и меди.



Схема, объясняющая эффект Киркендалла (иллюстрация с сайта lbl.gov).

Их молекулы способны диффундировать. Но проникновение цинка в медь идёт быстрее, чем проникновение меди в цинк.

На границы материалов формируется слой сплава — латуни. Он растёт, но та его граница, что обращена к меди, растёт быстрее.

Казалось бы, и что с того? Оказывается, в таком случае в материале, диффузия которого идёт быстрее (цинк), образуются поры, которые растут и объединяются. Это и есть эффект Киркендалла.

Происходящее с кобальтом и серой подчинялось тому же правилу. Атомы кобальта смещались к месту встречи живее, чем атомы серы. Только разворачивались эти события на сферическом фронте и в наномасштабе. Поры внутри кристалла кобальта, покрытого сначала серой, а затем — сульфидом кобальта, выросли так, что оставалось лишь ядро в центре, связанное с оболочкой тонкими мостиками убегающих молекул.

Потом исчезали и ядро, и мостики, оставляя идеальную сферу с пустотой внутри.

Учёные попробовали повторить процесс с другими парами материалов: кобальт и кислород, железо и кислород, кадмий и сера... Всё повторялось в точности.



Последовательность образования полых наносфер из сульфида кобальта на снимках с электронного микроскопа (фото с сайта lbl.gov).

Замечательным было и то, что в этом природном производственном процессе сферы получались почти одинаковыми — внутренние пустоты отличались по диаметру не более, чем на 13%.

Тут уж у американских физиков разыгралась фантазия. Таким идеальным сферам нанометрового масштаба можно найти массу применений.

Внутри можно помещать лекарственные препараты для постепенного выпуска в теле пациента, в оптике и электронике также найдётся, что сделать с такими объектами, а уж химия... Готовый химический реактор, наноколба — разве это не здорово?

При этом для массовой технологии важно, что весь процесс идёт "в одном горшке" — добавил ингредиенты — получил наносферы. Никакого переноса материалов по разным площадкам, никаких потерь. Всё просто.



Схема убления атомов кобальта по мостикам — с ядра на внешнюю оболочку (иллюстрация с сайта lbl.gov).

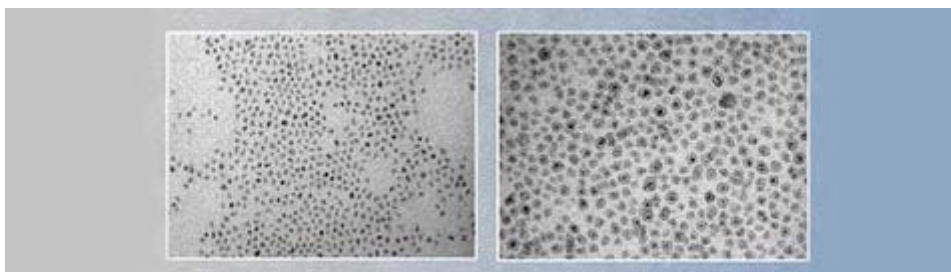
На клич "Посмотрите, что у нас получилось!" прибежали коллеги из других лабораторий и отделов. Химик Габор Соморджей (Gabor Somorjai) предложил: попробуйте поместить внутрь сферы ядро из другого материала, например — платины. Пусть это будет микрореактор с катализатором.

Но как поместить платину в закрытую со всех сторон сферу, дверцы-то нет?

Придумали многостадийный процесс. Сначала брали зёрна платины. Добавляли наночастицы кобальта, формируя ровную сферу вокруг ядра. Потом — кислород. Далее всё происходило по знакомому сценарию.

Через некоторое время весь кобальт реагировал с кислородом и убежал наружу, образуя оксидную "скорлупу ореха", внутри которой свободно бултыхалось платиновое "ядрышко".

Выяснилось, что такой микрореактор, действуя как катализатор, снижает вероятность побочных реакций, повышая выход целевого продукта, по сравнению с платиной, работающей на открытом пространстве — на плоской поверхности или на поверхности пористых губок (как обычно и делаются устройства-катализаторы).

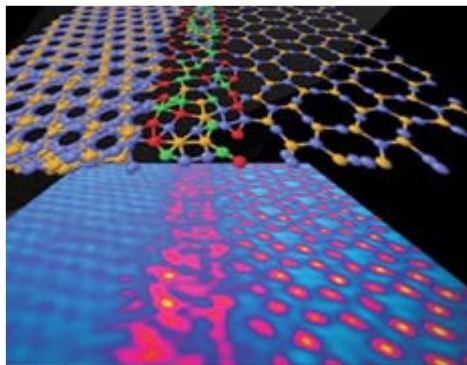


Исходные ядрышки платины и они же — в скорлупе из оксида кобальта (фото с сайта lbl.gov).

Попробовали применить "орехи", как катализаторы в реакции этилена с водородом, и увидели: скрытая платина самым наилучшим образом ускоряла образование этана.

То, что выглядело бы абсурдом в макромасштабе (представьте закрытый сосуд с платиной и исходные продукты снаружи), на наноуровне прекрасно работало.

Однако, как исходные компоненты проникали внутрь "скорлупы" и, как продукт реакции — этан — попадал наружу, осталось пока тайной. Природа-изобретательница не пожелала раскрыть этот патент.



Портрет атомов заставил физиков пойти на всё

28 октября 2005
membrana

- Обсуждение
- Отправить

- Распечатать
- в Избранное

<http://www.membrana.ru/articles/technic/2005/10/28/205500.htm>

Компьютер повернул "в перспективу", полученное изображение атомов, и добавил сверху реконструкцию их взаимного положения (иллюстрация ORNL).

0,6 ангстрема. Таков текущий рекорд разрешения в электронной микроскопии. Группа американских учёных получила прекрасные изображения отдельных атомов лантана, присоединённых к слоям нитрида кремния. За кадром остались титанические усилия, которые потребовались для сотворения этого чуда.

В 1959 году Ричард Фейнман, всемирно известный американский физик, первым предсказал появление нанотехнологий и, так сказать, наноауки. Тогда он заявил, что эта наука ждёт взлёт, когда разрешение электронных микроскопов вырастет в сто раз. Этот взлёт потребовал 45 лет.

Рекорд поставила научная группа электронной микроскопии ([Electron Microscopy Group Condensed Matter Sciences Division](#)) американской национальной лаборатории в Окридже ([Oak Ridge National Laboratory — ORNL](#)).

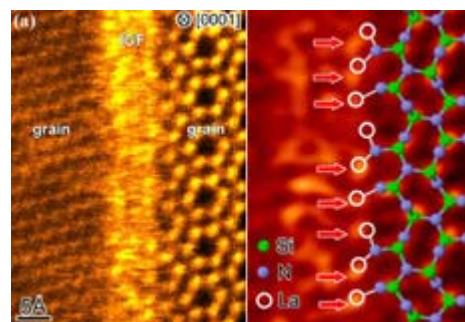
Собственно, планка была взята в прошлом году, и коротко мы об этом [говорили](#). Правда, тогда учёные разглядывали другие элементы. И с тех пор провели много новых опытов. Неважно. Интересно другое: мы раскопали подробности "закулисья" рекордного достижения. Хотите узнать чего стоят эти 0,6 ангстрема?

В общем-то, рекорд не был самоцелью. Лидер группы — Стив Пенникок ([Steve Pennycook](#)) — и его коллеги помогают учёным изучать материалы на атомном уровне, их поведение в разных условиях и особенно – взаимодействие разных веществ.

Но то, что они сделали – удивительно. Они взяли микроскопический кусочек нитрида кремния, покрыли его атомарным слоем лантана, ухитрились сделать разрез этого "пирога" и отсняли его с помощью своего зоркого инструмента.

Разрешение этого изображения достигло 0,6 ангстрема. 1 ангстрем равен 1 десятиллионной доле миллиметра.

Инструмент – это так называемый Z-контрастный сканирующий трансмиссионный электронный микроскоп с коррекцией абберации (уф, больше выговаривать это не будем), установленный с полной развязкой от вибраций, акустических и магнитных полей в сравнительно недавно возведённом здании лаборатории передовой микроскопии ORNL ([Advanced Microscopy Laboratory](#)).



Слева – практически исходное изображение. Жёлтые пятнышки – атомы. Справа – пояснение (иллюстрация ORNL).



Лаборатория передовой микроскопии ORNL (иллюстрация ORNL).

Надеемся, вы знаете, что такое – электронный микроскоп. В нём вместо лучей света информацию о предмете получает поток электронов, ускоренных высоким напряжением, а вместо линз, фокусирующей оптики и прочего – прецизионные электромагнитные системы.

"Z-контрастный" означает, что данный аппарат реагирует на атомное число элемента, ярко выделяя тяжёлые атомы на фоне лёгких.

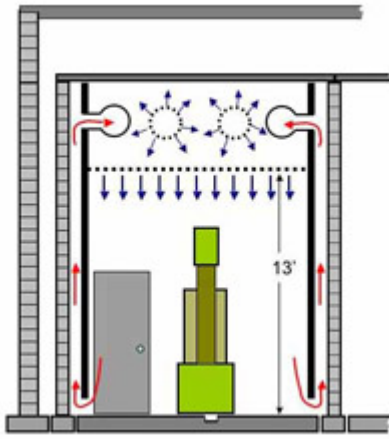
Первый Z-контрастный электронный микроскоп учёные, инженеры и промышленники разрабатывали ещё в 1988 году, при непосредственном участии Пенникука, кстати. В 2001 году электронная микроскопия взяла рубеж разрешения в 0,8 ангстрема. Для шага к 0,6 ангстрема физикам пришлось прыгнуть выше головы.



Резиновые подушки, воздуховоды с двойными стенками и изоляцией – меры против шумов и вибраций (иллюстрация ORNL).

Например: построить необычное здание, в котором комната с микроскопом висит на специальной подвеске внутри другой комнаты.

Там приняты все меры, чтобы свести проникновение внешних магнитных полей до уровня ниже 0,3 миллигаусса, то есть — до уровня в тысячи раз меньшего, чем сила магнитного поля Земли, способного разве что только отклонить стрелку компаса, висящую на игле.



Безсквозняковая вентиляция (иллюстрация ORNL).

Даже воздухообмен в этой комнате выполнен особым образом — чтобы исключить малейшие сквознячки, способные пошевелить пылинку или температурные колебания, которые человек бы и не почувствовал.

Да что там пылинка. Можно представить, что форточка, открытая где-нибудь неподалёку от прибора или чихнувший сотрудник способны увести настройки прочь – целимся-то мы в отдельные атомы! Потому микроскоп управляется дистанционно из диспетчерской.

Все эти ухищрения позволили группе Пенникука за последнее время сделать массу открытий в поведении сверхпроводников и

конструкционных материалов.

Только один пример: разглядывая буквально атом за атомом, как разные элементы выстраиваются друг рядом с другом, учёные раскрыли секрет ломкости лопаток турбины авиадвигателей, покрытых каким-то хитрым стойким составом.

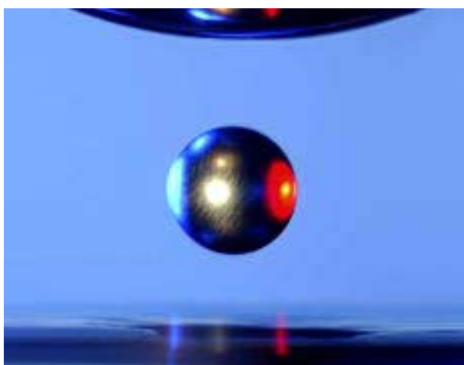


Главное – не уронить: привезли и монтировали прибор по частям (иллюстрация ORNL).

После этого кажутся вполне обоснованными затраты на такие работы. Так, рекордный микроскоп обошёлся ORNL в \$3 миллиона, а суперизолированное от внешнего мира здание – в \$4,8 миллиона.

Сколько стране могут дать новые материалы и вообще – понимание взаимодействия веществ – оценивайте сами.

<http://www.membrana.ru/articles/inventions/2004/03/25/225800.html>



Левитирующее стекло: раскалённые капли высвечивают будущее

25 марта 2004
membrana

К этому шару с самого его "рождения" не прикасались никакие инструменты. Если не считать

NASA разрабатывает новые материалы для электроники, медицинской техники и других важных технических сфер. Для получения уникальных образцов нужно, чтобы к ним в процессе создания не прикасались не только руки человека, но вообще какие-либо инструменты. У NASA есть установка, которая позволяет это проделать.

Представьте, что вы сильно нагреваете некие исходные вещества, а потом охлаждаете смесь, чтобы создать новый материал.

Из чего бы вы ни сделали ёмкость для расплава, она так или иначе вступит в химическое или физическое взаимодействие с вашим веществом и неизбежно загрязнит его.

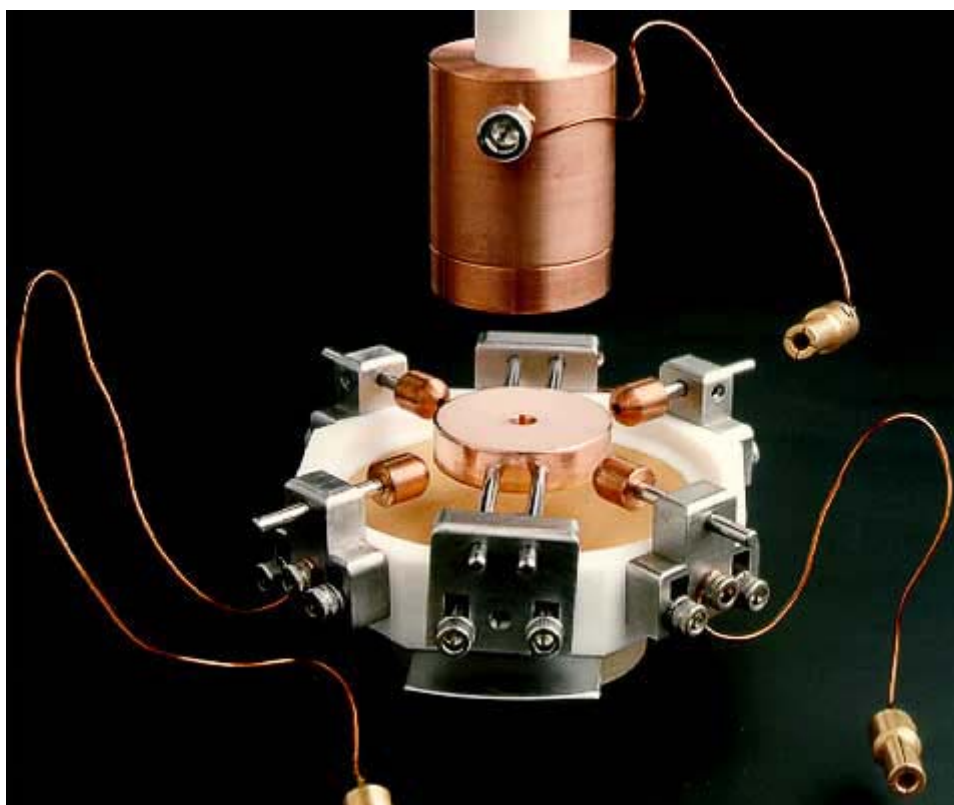
Это означает, что вы не сможете с высокой точностью определить свойства нового материала.

Другое, не менее важное следствие состоит в том, что ваш образец будет иметь характеристики отличные от тех, что вы планировали, сочиняя оригинальный "рецепт".

Можно ли провести все стадии эксперимента, ничем не прикасаясь к образцу? На ум сразу приходит невесомость и космическая станция, но есть более простой выход.

С 1997 года в космическом центре Маршалла ([Marshall Space Flight Center](http://www.nasa.gov/centers/marshall/)) работает удивительный аппарат — "Электростатический левитатор".

До сих пор он регулярно приносит эффективные и, можно сказать, эффектные научные результаты.



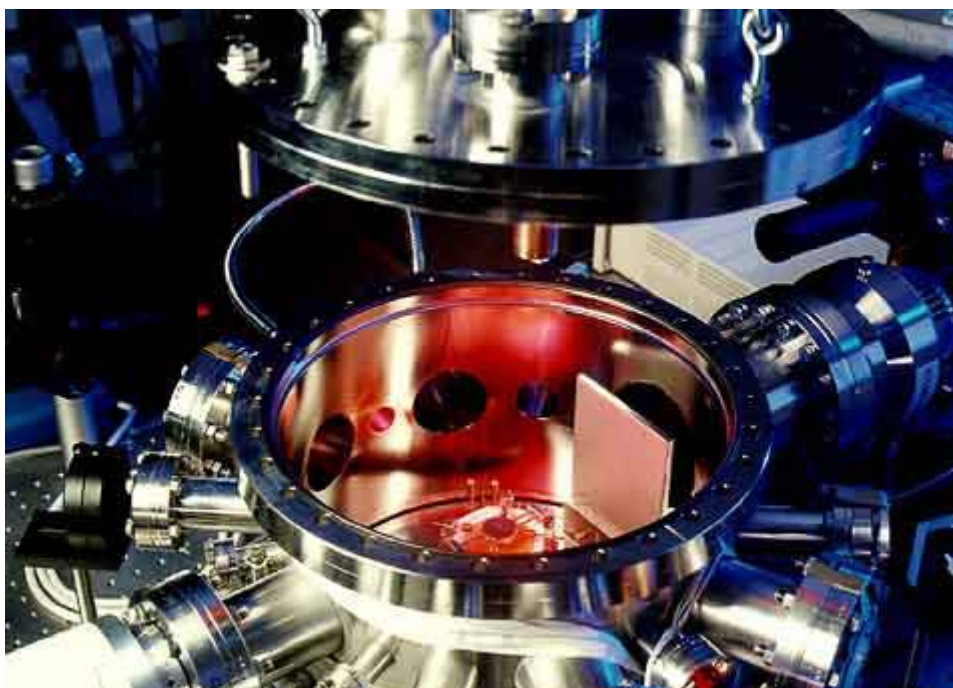
Сердце левитатора — набор специальных электродов (фото с сайта science.nasa.gov).

Сердце прибора — вакуумная камера с шестью электродами. Шарики исходной смеси подвешиваются в центре камеры в мощном электростатическом поле.

Для восполнения электрического заряда образца (который теряет электроны при сильном нагреве) служит специальная дейтериевая дуговая лампа.

Пересекающиеся под прямым углом лазеры используются для контроля положения образца в пространстве. Компьютеры регулируют заряд на электродах, чтобы удерживать шарик точно в центре камеры.

И, опять-таки, мощный лазер нагревает его до расплавленного состояния. Также дистанционно учёные изучают свойства получаемых сплавов как в жидком, так и в застывшем состоянии.



Вакуумная камера левитатора (фото с сайта science.nasa.gov).

Лишь когда все эксперименты проведены, остывшую каплю можно с чистой совестью взять в руки.

Главное назначение прибора — создание необычных сортов стекла, металлических сплавов, керамики и анализ их свойств.

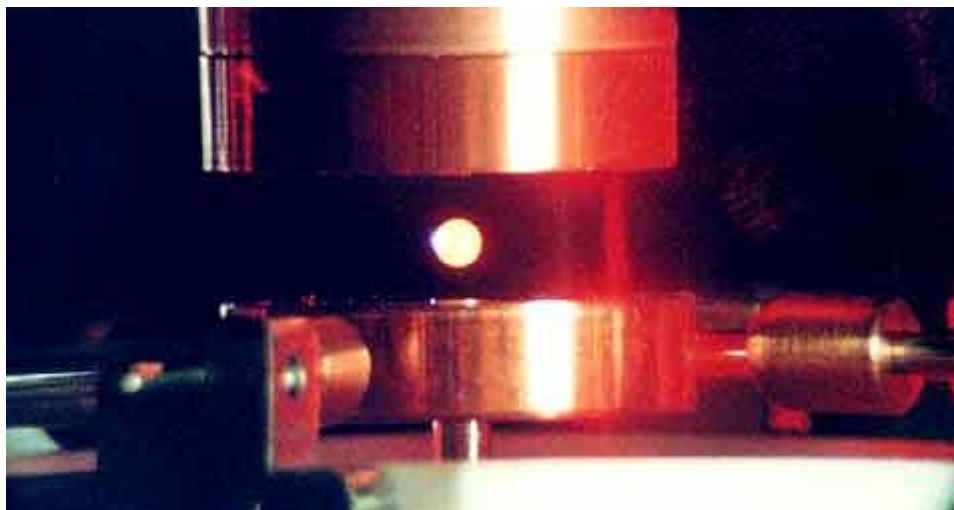
Сейчас с центром Маршалла сотрудничает маленькая частная фирма **Containerless Research, Inc** (CRI). Именно благодаря левитатору она изобрела REAl-стекло.

REAl — это аббревиатура, означающая "редкоземельный алюминиевый оксид" (Rare Earth and Aluminum oxides). Состоят эти стёкла из смеси нескольких редкоземельных оксидов, оксида алюминия и небольшой примеси диоксида кремния.

Этому материалу уже подбирают сферы применения. Например, в медицине.

"Большинство хирургических лазеров используют дорогие кристаллы, такие как сапфиры, — объясняет доктор Ричард Вебер (Richard Weber), один из руководителей CRI. — И эти кристаллы не только дороги,

но и сильно ограничивают доступный диапазон длин волн и энергии. REAl-стекло потенциально даст хирургам большой выбор.



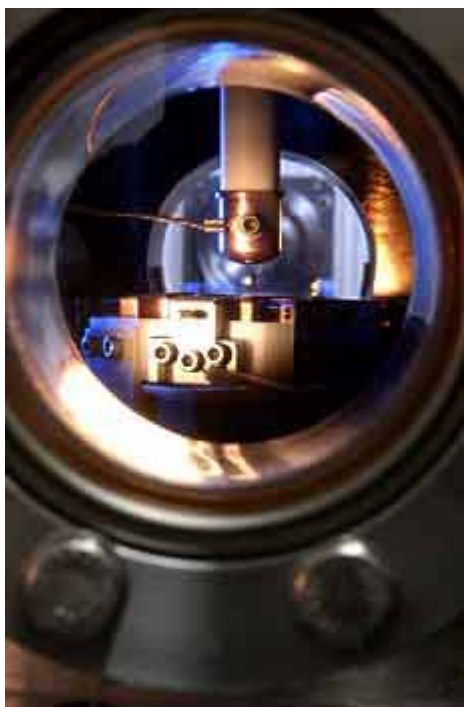
Расплавленная капля стекла висит в центре камеры (фото с сайта science.nasa.gov).

Новые лазеры позволят куда гибче подстраивать излучение, исходя из того, что лучше всего подходит для определённого типа хирургии".

Работа Вебера финансируется NASA. И не спроста — новые стеклянные и керамические материалы могут оказаться незаменимыми при создании космических кораблей будущего. А также — новых научных инструментов.

Вообще, разнообразные материалы, полученные благодаря левитатору, со временем могут заметно улучшить технику в самых различных областях.

Скажем, появятся новые оптические системы связи для Интернета или лазеры для выкройки металлических деталей автомобилей.



А это — титаново-циркониево-никелевая капля всё ещё жидкого, но при этом уже холодного металла. Переохлаждённая жидкость готова вот-вот затвердеть (фото с сайта msfc.nasa.gov).

По словам Вебера, после того, как свойства нового материала и процесс его получения детально изучены, можно рассчитать, как произвести такой же материал традиционным способом — в формах для отливок.

Это как раз и открывает новым стёклышкам путь на конвейер.

Кстати, среди исследуемых на левитаторе материалов есть такой необычный их класс, как металлическое стекло.

Это металл или сплав металлов, который при комнатной температуре и в твёрдом состоянии существует в аморфной агрегатной форме (как стекло), а не в виде кристаллической решётки, которую традиционно считают едва ли не самым главным признаком металлов.

Секрет его получения в том, что сверхчистый образец охлаждается, плавая в вакууме, не касаясь стенок.

А раз нет центров кристаллизации и внешних механических возмущений, капля металла остаётся жидкостью, даже при

температуре много ниже точки плавления.

Затем в какой-то момент она вдруг резко затвердевает (за доли секунды), испуская при этом вспышку света. И получается металлическое стекло.



Образцы REAL-стекла (фото с сайта msfc.nasa.gov).

Такие материалы обладают иными магнитными свойствами, а также — намного более прочны и твёрже, чем те же самые вещества в традиционном кристаллическом виде.

Металлические стёкла уже нашли применение в производстве ряда изделий (например, элитного спортивного инвентаря, вроде теннисных ракеток), но потенциал необычного материала далеко не исчерпан.

Не менее любопытно и биологически активное стекло, которое будучи введённым в организм, в конечном счёте распадается, когда его работа проделана. Микроскопические количества такого стекла, говорят в NASA, могут использоваться для обработки раковой опухоли.

Разумеется, самые интересные образцы стёкол можно создать в условиях микрогравитации — в космосе. Такие опыты (на борту шаттлов) уже проводились.

Теперь Вебер планирует продолжить своё исследование, используя наземный левитатор для создания необычных сплавов и далее очищая полученный на Земле материал уже на Международной Космической Станции.



Авторы работы: Джейн Роджерс (Jan Rogers), слева, Ларри Саваж (Larry Savage), на переднем плане — учёные центра Маршалла NASA; а также Ричард Вебер (Richard Weber), справа внизу, и Эприл Хиксон (April Hixson), на заднем плане — исследователи из Containerless Research Inc. (фото с сайта msfc.nasa.gov).

Кстати, на Луне и в других местах в космосе много исходных компонентов для выработки стекла. А значит, для развития будущих колоний на других планетах очень важно понять — как именно создавать самые необычные его разновидности.

Электростатический левитатор как раз помогает американским учёным в этом исследовании.

Тем более, что если в первом левитаторе шарики расплава не могли быть больше трёх миллиметров (не хватало мощности поддерживающих полей), то со временем учёные построили более крупные установки

В том числе, позволяющие выпускать ограниченные партии новых материалов в виде, скажем, цилиндров диаметром сантиметр и длиной сантиметров шесть. А это уже шаг к промышленному производству "космического", левитирующего стекла на Земле.