

НЕКОТОРЫЕ НОВОСТИ НАУКИ

<http://lenta.ru/news/2015/03/10/plane/21:56, 10 марта 2015>

Самолет на солнечных батареях приземлился в индийском Ахмедабаде

Самолет на солнечных батареях «Солнечный импульс 2» (Solar Impulse 2) приземлился в индийском городе Ахмедабад, завершив второй этап кругосветного полета. Об этом сообщают организаторы проекта в Twitter.

Посадку произвел пилот-швейцарец Бертран Пикар в 23:25 по местному времени (20:55 мск). До этого, в понедельник, 9 марта, самолет совершил перелет из Абу-Даби в столицу Омана, Маскат.

Планируется, что за пять месяцев летательный аппарат преодолеет 35 тысяч километров. Дальнейший маршрут проляжет в Китай, затем перелет продлится через Тихий океан, США и страны Европы. В воздушное пространство России аппарат не будет входить, на маршруте будет совершено 12 посадок. Самолет пилотируют Андре Боршберг и Бертран Пикар.

Первый самолет этой серии — Solar Impulse — был представлен публике в 2009 году. Основной целью проекта является создание аппарата, использующего для полета исключительно солнечную энергию. Теоретически самолет может находиться в воздухе круглосуточно, так как излишки солнечной энергии, полученной за день, накапливаются в системе конденсаторов, которые можно использовать при полете ночью.

«Солнечный импульс 2» — улучшенный вариант первого образца. Его презентация состоялась 9 марта 2014 года. За это время самолет прошел испытания. Размах крыльев машины — 72 метра, вес — около 2,3 тонны. На самолете установлены 17 тысяч солнечных батарей, от которых работают четыре электромотора. Крейсерская скорость воздушного судна составляет около 140 километров в час. Электроконденсаторы могут продержат аппарат на высоте 8500 метров всю ночь.

Несмотря на возможность беспосадочного полета, организаторы проекта предусмотрели длительное, до нескольких недель, пребывание самолета на земле, чтобы переждать торнадо и другие неблагоприятные метеословия.

<http://www.vokrugsveta.ru/news/222010/>

Итальянский хирург планирует провести первую в мире трансплантацию головы

<http://q99.it/RNNzE6p>

Итальянский нейрохирург Серджо Канаверо утверждает, что уже через два года сможет опробовать методику, позволяющую пересадить голову от одного человека к другому.

Такая операция позволила бы спасти жизни людей, организм которых им по какой-то причине отказывает, например онкологическим больным или людям с травмой позвоночника. То, что такая операция теоретически возможна, доказывает эксперимент, проведенный еще в 1970-х, — тогда одной обезьяне была пересажена голова другой. Животное перенесло операцию и прожило еще девять дней, после чего его иммунная система отвергла новую часть тела. Серджо Канаверо считает, что сейчас подобная операция может быть выполнена успешно, весь вопрос в том, будет ли она разрешена и получит ли он финансирование. Если да, то первая пересадка головы может состояться уже в 2017 году. По мнению хирурга, она должна проходить следующим образом: у пациента и донора, погруженных в искусственную кому, будут одновременно ампутированы головы. После чего голова пациента будет перемещена на донорское тело, а фрагменты позвоночника будут «склеены» с помощью специального вещества. Затем будут сшиты концы мышц и «спаяны» кровеносные сосуды. Наконец, пациента погрузят в искусственную кому на

четыре недели — на то время, пока голова и тело будут адаптироваться друг к другу. Предполагается, что когда пациент выйдет из комы, он сможет двигаться, ощущать тело как свое и говорить таким же голосом, что и до операции. А мощные иммунодепрессивные средства должны предотвратить реакцию отторжения. Впрочем, не все хирурги разделяют оптимизм Серджо Канаверо. Некоторые врачи полагают, что операция слишком сложна и чревата большим количеством осложнений. Кроме того, возникает ряд этических вопросов. С. Лахути

<http://www.vokrugsveta.ru/news/221323/>

Обнаружен самый прочный биоматериал на Земле

19 февраля 2015 года, 18:18 Ученые из Университета Портсмута (Великобритания) обнаружили, что самый прочный биологический материал — это зубы моллюска под названием морское блюдечко. Морские блюдечки используют язык, покрытый крошечными зубами, чтобы соскрести еду с камней и перемещать ее в рот. Вместе с пищей они съедают и каменную крошку. Зубы блюдечек состоят из минерально-белкового композита. Этот композит прочнее не только всех природных материалов, но и большинства созданных человеком. Зубы состоят из крошечных волокон железной руды, проходящих через белковую базу и специфическим образом соединенных между собой. По мнению ученых, это открытие поможет улучшить искусственные материалы, используемые в строительстве самолетов, машин, кораблей и даже в изготовлении пломб. Чтобы определить прочность зубов морских блюдечек, ученые придали им форму песочных часов, прикрепили с двух сторон к рычагам в атомно-силовом микроскопе и стали «растягивать», пока зубы не сломались в самом тонком месте: центральная часть образцов оказалась в 100 раз тоньше человеческого волоса. Эксперимент показал, что прочность материала составляет около 5 гигапаскалей — прочнее большинства видов шелка, который до сих пор считался одним из рекордсменов по прочности среди природных материалов. Напомним, что в прошлом году канадские ученые изобрели стекло, которое при падении деформируется, но не бьется, — их вдохновили на это морские ракушки. Исследовав структуру ракушек, ученым удалось увеличить прочность стекла в 200 раз.

<http://www.vokrugsveta.ru/news/221256/>

Отобраны 100 кандидатов для полета на Марс, среди них есть пятеро россиян

Проект Mars One, главной целью которого является колонизация Красной планеты начиная с 2024 года, объявил об отборе 100 кандидатов для первого полета на Марс — 50 мужчин и 50 женщин. Среди них оказались пятеро россиян. Это уже третий этап отбора потенциальных участников. Изначально о своем желании присоединиться к экспедиции заявили 202 586 человек. На втором этапе их осталось 660. Теперь, после онлайн-интервью, в списке кандидатов на полет осталось 100 человек. Свои резюме присылали желающие со всего мира. В результате в отобранную сотню вошло 39 кандидатов из Северной и Южной Америки, 31 кандидат из Европы (в том числе пять из России), 16 из Азии, 7 из Африки и 7 из Океании. Россию на данном этапе представляют химик Владислав, географ Оксана, журналист Анастасия, психолог Екатерина и физик Татьяна. В процессе дальнейшего отбора участники должны будут пройти тренировку в копии будущего марсианского аванпоста, чтобы в дополнение к личным знаниям, навыкам и способностям продемонстрировать умение работать в команде. Напомним, что около года назад нидерландские ученые пришли к выводу: почва на Марсе может быть пригодна для сельскохозяйственных посадок. Во время уникального 50-дневного эксперимента 14 разных видов растений выращивались в искусственной «марсианской» земле, сделанной на основе вулканической почвы с Гавайев. Правда, по мнению ученых из Массачусетского технологического института, люди смогут прожить на Марсе только 68 дней, после чего, с большой вероятностью, начнут погибать. Другая проблема — огромное количество запчастей, необходимых колонии для нормального функционирования, которое будет постоянно расти: это сделает цену операции непомерной.

http://www.gazeta.ru/science/news/2015/03/10/n_6998741.shtml

Ученые приблизились к успешному воспроизведению процессов фотосинтеза

Специалисты смогли усовершенствовать технологию, позволяющую воспроизводить процессы фотосинтеза и тем самым получать энергию от солнечного света. Статья, рассказывающая о достижении ученых, была [опубликована](#) в журнале [PNAS](#).

Исследования направлены на искусственное воспроизведение первой стадии фотосинтеза в растениях — разложение воды на водород и кислород под воздействием солнечного света. Получающийся в результате этого процесса водород может быть использован в экологически чистых двигателях для производства энергии.

Специалисты называют устройство, разлагающее воду на составляющие молекулы, «искусственный лист». Он состоит из двух электродов и мембраны между ними. В электродах происходит процесс насыщения воды кислородом под воздействием солнечных лучей, а также перекомбинация молекул воды и превращение ее в водород. Ранее эти устройства имели существенный недостаток: материалы, из которых они изготавливались, портились под воздействием воды. Ученые создали специальную пленку, состоящую из оксида никеля, которая предохранит от порчи «искусственные листья». Более того, пленка ускорит и облегчит протекание химических процессов внутри генератора.

[Proceedings of the National Academy of Sciences PNAS](#)

http://www.gazeta.ru/science/news/2015/03/09/n_6994761.shtml

Астрономы утверждают, что потенциально обитаемая планета GJ 581d все же существует

Ученые заявили, что потенциально обитаемая планета типа Земли GJ 581d, находящаяся в зоне обитаемости звезды Глизе 581, все-таки существует, несмотря на прошлогодние опровержения этого факта. С полным отчетом о работе специалистов можно ознакомиться в журнале [Science](#).

Сигнал от планеты GJ 581d был зафиксирован астрономами еще в 2009 году. Планета находится в обитаемой зоне звезды Глизе 581 из созвездия Весов, находящейся в 20,4 световых года от Земли. Тем не менее в 2014 году ученые опровергли существование этой планеты, заявив, что сигнал был ошибочным. Однако исследователи из Лондонского университета королевы Марии вновь утверждают, что планета существует.

Астрономы уверены, что методика, использовавшаяся в прошлом году для проверки изначальных результатов, не может быть применена к изучению таких небольших по массе планет, как GJ 581d. Если выводы ученых верны и GJ 581d действительно находится рядом со звездой Глизе 581, то проверки могут потребовать и выводы о существовании других небольших планет, сделанные по привычной методике.

<http://www.popmech.ru/biology/54583-nayden-sposob-udlineniya-telomer-dlya-prodleniya-zhizni/>

Найден способ удлинения теломер для продления жизни

Ученые из Стэнфордского университета разработали метод стимуляции концевых участков хромосом, которые отвечают за старение человека.

[Теломеры](#) — это концевые участки хромосом, которые выполняют защитную функцию. Существует так называемый [предел Хейфлика](#), связанный с сокращением длины теломер — количество делений соматических клеток приблизительно равно 50, после чего клетки начинают проявлять признаки старения. Как показали исследования, восстанавливать ДНК способен фермент [теломераза](#), который воздействует на теломеры, восстанавливая их изначальную длину. Новая [технология](#) использует модифицированную РНК, несущую в себе ген обратной теломеразной транскриптазы (TERT). Введение рибонуклеиновой кислоты многократно повышает

активность теломеразы на 1–2 дня, за которые та активно удлиняет теломеры, и запрограммированная РНК распадается. Полученные в итоге клетки ведут себя аналогично «молодым» и делятся во много раз интенсивнее, чем клетки контрольной группы. Таким образом удалось удлинить теломеры более чем на 1000 нуклеотидов, что эквивалентно нескольким годам человеческой жизни. Что важно, процесс совершенно безопасен для здоровья и не приводит к неконтролируемому делению клеток: иммунная система просто не успевает отреагировать на введенную в организм РНК, которая бесследно распадается. Открытие поможет увеличить количество клеток для исследований медицинских препаратов и моделирования заболеваний, а в перспективе и для продления жизни.

<http://www.popmech.ru/biology/52656-nobelevskie-premii/#full>

Нобелевские премии 2014 в деталях

В этом году высшие научные премии были присуждены за открытие навигационной системы мозга, за революционные источники света и за преодоление фундаментальных ограничений на разрешающую способность оптического микроскопа.

Физиология и медицина: навигация внутри нас

Номинация: за открытие клеток, составляющих систему позиционирования в мозге. Открытия О'Кифа и супругов Мозер прояснили, какие структуры мозга млекопитающих ответственны за распознавание положения тела в пространстве и ориентацию во время движения. В их основу легли многолетние эксперименты на крысах и мышах, начатые О'Кифом в Лондоне еще в конце 1960-х. Тогда считали, что животные действуют под прямым влиянием сигналов от органов чувств. Но существовала и альтернативная теория, предложенная в 1948 году американским психологом Эдвардом Толманом. Толман пришел к выводу, что в мозгу животных формируются ментальные карты окружающей обстановки, которые и служат основой поведения. Однако Толман не мог сказать, какая зона мозга строит эти карты и как они работают. Подступиться к решению этой задачи удалось в конце 1950-х, когда появилась техника мониторинга активности нейронов с помощью вживленных микроэлектродов. Ее и использовал О'Киф. Эксперименты показали, что за анализ информации о пространственном местоположении отвечают некоторые клетки гиппокампа, парного участка архикортекса — старой коры головного мозга. Тогда уже было известно, что гиппокамп исполняет важнейшую роль в процессах запоминания и обучения, однако многие детали его работы были неясны. О'Киф и его коллеги обнаружили в гиппокампе пирамидальные нейроны, которые возбуждаются, лишь если животные оказываются в определенных участках пространства. О'Киф предположил, что именно они и служат основой пространственного картирования, о котором писал Толман. Их называли клетками места, place cells.

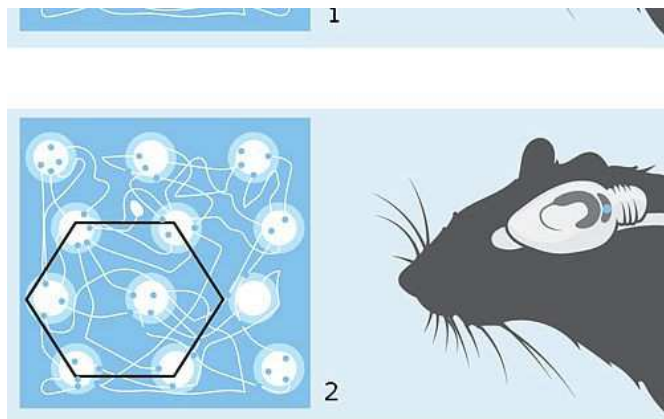
О'Киф предположил, что эти клетки хранят информацию о «метках» пространственного окружения, которые животные воспринимают преимущественно с помощью зрения. Каждому положению животного отвечают определенные сети возбужденных клеток. При перемещении сети изменяются, формируя новые пространственные карты.

Супруги Мозер в 1996 году работали в лаборатории О'Кифа, где освоили его методику регистрации нейронной активности. В 2005 году они обнаружили, что по соседству с гиппокампом, в энторинальной коре головного мозга, имеются нейроны, которые также участвуют в картировании окружающей среды. Они получают информацию от областей мозга, связанных с сенсорными органами, и реагируют на изменения положения головы и тела животного. По-английски их называют grid cells, по-русски — решетчатыми нейронами и нейронами координатной сетки. Они образуют в энторинальной коре многослойные геометрические структуры с треугольной симметрией, которые складываются в правильные шестиугольники. В 1996 году их чисто теоретически предсказал американский нейрофизиолог Уильям Кэлвин, а экспериментально обнаружили супруги Мозер и их коллеги. Решетчатые нейроны обмениваются сигналами с клетками места, локализованными в гиппокампе. Позднее недалеко от энторинальной коры открыли аналоги этих нейронов, которые тоже общаются с гиппокампом. Эта система и осуществляет динамическое картирование окружающей среды, предсказанное Толманом.

Открытия новых лауреатов важны не только для фундаментальной науки. Нейрофизиологи полагают, что навигационная система мозга млекопитающих и человека похожи. Энторинальная кора повреждается на ранних стадиях болезни Альцгеймера. Изучение ее функционирования

обещает дать информацию для борьбы с этим заболеванием и прочими нейродегенеративными расстройствами.

Система позиционирования в мозгу



- 1) Клетки места — нейроны, которые возбуждаются, когда животное находится в определенных точках пространства. Каждому положению соответствуют сети этих нейронов.
- 2) Нейроны координатной сетки возбуждаются, когда животное находится в углах правильных шестиугольников.
- 3) «Пересечение» сетей клеток места и координатной сетки дает возможность мозгу определить местонахождение в пространстве.

Физика: революция в освещении

Номинация: за изобретение эффективных голубых светоизлучающих диодов, позволившее создать яркие и экономичные источники белого света.

Светоизлучающие диоды, или просто

светодиоды — это полупроводниковые устройства, преобразующие энергию электрического тока в световое излучение. Этот эффект называется электролюминесценцией. В 1907 году его впервые наблюдал при прохождении тока через кристалл карбида кремния изобретатель-радиотехник Генри Джозеф Раунд, ассистент Гульельмо Маркони. Спустя 16 лет его перестроил сотрудник Нижегородской радиолaborатории Олег Лосев, который, как сейчас ясно, вплотную приблизился к изобретению светодиода.

В полупроводники для создания участков с различными типами проводимости вводят специальные добавки. Так, для получения электронной проводимости нитрид галлия можно легировать кремнием, а дырочной — магнием. Для создания эффективных светодиодов необходимо выращивать бездефектные кристаллы полупроводника, а затем легировать их нужными добавками и в нужных пропорциях. Для нитрида галлия это весьма сложно, поэтому технологии производства светодиодов на его основе появились довольно поздно. Исаму Акасаки начал работать с этим веществом в 1974 году. К середине 1980-х годов он, Хироши Амано и их коллеги разработали недорогой способ получения кристаллов нитрида галлия с высокими оптическими качествами. Для этого они воспользовались методом осаждения вещества на подложку из парогазовой фазы, созданным в первой половине 1970-х. Сходную методику позднее изобрел и Накамура, работавший тогда в японской компании Nichia Chemical Industries. К началу 1990-х годов команды Акасаки и Накамуры разработали технологии получения сплавов нитрида галлия с алюминием или индием и применили их для получения «сэндвичей» из нескольких полупроводниковых слоев (так называемых гетероструктур). Именно на базе гетероструктур обе группы в первой половине 1990-х создали голубые светодиоды, которые освоила полупроводниковая индустрия.

Устройства на голубых светодиодах получили очень широкое распространение. Вместе с диодами, дающими другие цвета, их используют в полноцветных дисплеях и осветительных приборах. Голубые светодиоды служат также основой источников освещения иного типа — они возбуждают своим излучением молекулы люминофоров, а те испускают красные и зеленые фотоны, которые смешиваются с голубыми, что в результате и дает белый свет. Такие светильники обеспечивают световой поток до 300 люменов на ватт потребляемой электрической мощности (для ламп накаливания этот показатель не превышает 17 лм/Вт), а их КПД более 50%. В производстве они дороже лампочек с вольфрамовыми нитями и компактных газосветных люминесцентных ламп, но их стоимость быстро падает, а доступность растет. Поэтому работы новых нобелевских лауреатов представляют не только крупное научно-технологическое достижение, но и реальный инструмент глобальной экономии энергии. Сейчас на освещение тратится 20% мировых электрических мощностей, однако массовое применение светодиодов может уменьшить эту долю до 4%.

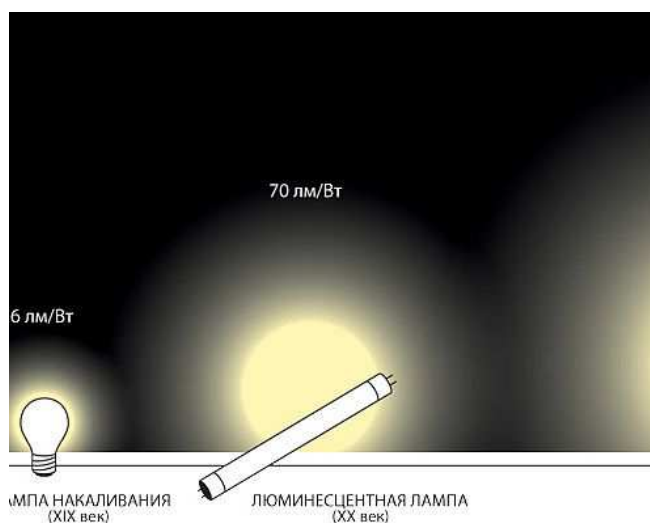
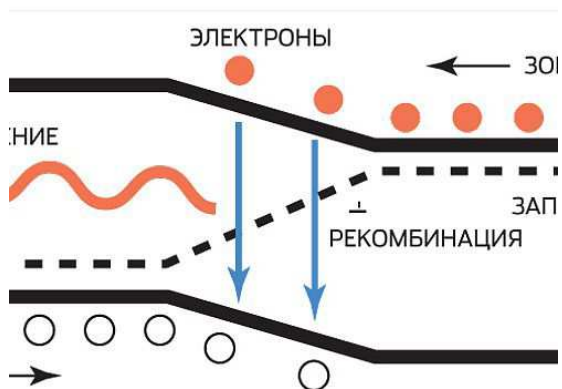


«Главная заслуга нобелевских лауреатов этого года состоит в создании предпосылок для коммерциализации голубых диодов, — считает профессор Ренселлерского политехнического института Михаил Шур. — Голубое свечение нитрида галлия под действием пучка электронов впервые наблюдали в МГУ. Светодиоды на нитриде галлия были изготовлены в 1971 году сотрудниками американской корпорации RCA Laboratories. Однако они давали мало света и не годились для оптоэлектронных устройств. Группа Акасаки смогла создать дырочную проводимость в этом веществе, что и стало прелюдией к разработке эффективных светодиодов. Накамура же первым показал, что подобные приборы способны работать сотни и тысячи

часов, что опять-таки было необходимо для их массового применения. Его же команда впервые получила белый свет с помощью голубых светодиодов и люминофоров».

Как отметил профессор Шур, и физика, и полупроводниковая индустрия прошли долгий и нелегкий путь к созданию и массовому производству голубых диодов. Первые красные диоды поступили в продажу еще в начале 1960-х, а вскоре к ним присоединились и диоды, генерирующие зеленый свет. А вот голубых диодов пришлось ждать еще три десятилетия. Эта задержка наглядно показывает, сколько препятствий пришлось преодолеть их создателям. А сейчас массовое производство светодиодных ламп открыло новую эру в истории осветительной техники. Их доля в развитых странах еще невелика (около 10%), но быстро растет, и через 20 лет, как ожидается, вырастет как минимум до 30%. А к концу нашего века, если не раньше, других светильников, скорее всего, вообще не останется.

Как работают светодиоды



Работа светодиодов обусловлена процессами в зоне контакта полупроводников с дырочной и электронной проводимостью (так называемые p-n-переходы). На p-n-переходе возникает электрическое поле, которое создает потенциальный барьер, препятствующий перетеканию электронов в область с дырочной проводимостью, а дырок — в электронную. При наложении внешнего поля со знаком «минус» на электронной области высота барьера снижается, поэтому электроны и дырки начинают мигрировать сквозь переход навстречу друг другу. Через миллионные доли секунды они рекомбинируют, излучая кванты света. Светодиоды на основе арсенида галлия генерируют ИК- и красное излучение, фосфида галлия — желтое и зеленое. Приборы на базе нитрида галлия дают голубое, синее и УФ-излучение.

Химия: оптические супермикроскопы

Номинация: за разработку флуоресцентной микроскопии сверхвысокого разрешения.

Работы новых лауреатов привели к появлению двух новых методов оптической микроскопии, позволивших преодолеть так называемый дифракционный предел микроскопических наблюдений

(после объявления номинации среди ученых стала популярна шутка о том, что Нобелевскую премию по химии в этом году получили биологи, разработавшие новые физические методы). В 1870—1880-х годах немецкий физик Эрнст Карл Аббе показал, что увеличение микроскопа невозможно наращивать до бесконечности — разрешающая способность ограничена волновой природой света. Минимальный размер деталей, доступных наблюдению в обычный микроскоп, составляет от половины до трети длины волны света (в зависимости от коэффициента преломления среды). Поскольку человеческий глаз не воспринимает волны короче 380–400 нм, возможности оптической микроскопии ограничены наблюдением объектов, размеры которых превышают 130–140 нм. Этого достаточно для бактерий, клеток и даже крупных клеточных органелл, таких как митохондрии, но слишком мало для микроскопического исследования вирусов, не говоря уже о белковых молекулах.

В 1980—1990-х ученые нашли ряд возможностей улучшить разрешение оптических приборов, применяемых для исследования микромира. Конфокальные и мультифотонные микроскопы позволили уменьшить минимальный размер различных объектов примерно вдвое, а сканирующие микроскопы ближнего поля — даже десятикратно. Однако микроскопия ближнего поля имеет много ограничений и не может претендовать на широкую применимость. Две технологии оптической микроскопии, отмеченные Нобелевской премией, не только обеспечивают сверхвысокое разрешение, но и могут применяться для наблюдений большого разнообразия объектов. Благодаря им и другим подобным методам оптическая микроскопия быстро превращается в наноскопию. Обе технологии используют опорные сети, состоящие из светящихся молекул. Такие сетки создаются и работают по-разному, но в обоих случаях их элементы регистрируются независимо друг от друга. Поэтому информация с сеток считывается без оглядки на дифракционный предел, что и делает новые методы практически универсальными.

Метод Штефана Хелла основан на так называемом стимулированном истощении эмиссии (Stimulated Emission Depletion, STED). Исследуемый объект метят молекулярными маркерами, флуоресцирующими под действием лазерного излучения (таким объектом может быть молекула ДНК, а метками — флуоресцентные антитела). Однако эти же молекулы можно заставить испускать с некоторой задержкой и фотоны с большей длиной волны, если облучить их другим лазером с должным образом подобранными характеристиками. Пусть первый лазер создает на поверхности образца круглое световое пятно, а лучи второго фокусируются в кольцо, накрывающем весь этот круг, кроме центра. Метки в центральной зоне будут светиться на одной длине волны, а метки внутри кольца — на другой, гораздо большей (это и есть истощение флуоресцентной эмиссии). Если настроить приемную систему микроскопа на регистрацию лишь коротковолновых фотонов, участки с истощенной эмиссией как бы погаснут.

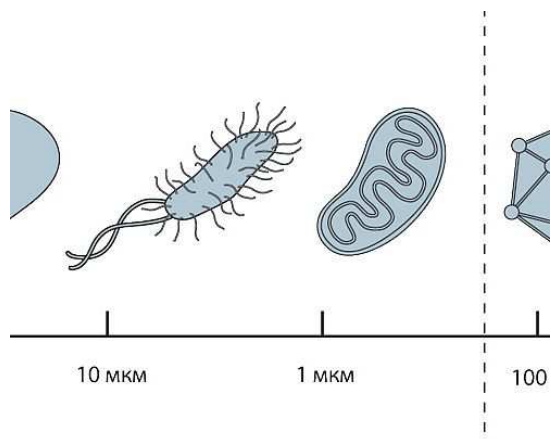
Эту систему можно превратить в сканирующий микроскоп, если направлять лазерные лучи в разные участки объекта, регистрировать сигналы от светящихся зон и обрабатывать на компьютере. Если метки плотно покрывают поверхность объекта, то картинки, полученные в ходе такого сканирования, воспроизведут его структуру. Степень разрешения прибора определяется размерами зон с неподавленной эмиссией, которые в принципе могут быть даже нанометровыми.

Хелл разработал теорию своего метода в 1993—1994 годах, а в 1999-м продемонстрировал его на практике. Сначала технология STED была немногим лучше конфокальных микроскопов. Сейчас на заводских приборах она обеспечивает разрешение от 30 до 80 нм, а в эксперименте — 2,5 нм. Второй метод называется PALM, Photoactivated Localization Microscopy. Его главным разработчиком признан Эрик Бетциг (хотя почти такой же вклад внес и его коллега по Институту Хьюза Харальд Гесс). Впервые эта технология была продемонстрирована в 2006 году. Третий лауреат, Уильям Мернер, оптической микроскопией не занимался. Однако PALM использует белки, которые под действием синего или ультрафиолетового света испускают яркое зеленое свечение. Эти так называемые зеленые флуоресцентные протеины (GFP) были впервые выделены из тканей медуз вида *Aequorea victoria*, а позднее найдены и у других морских беспозвоночных (их открытие было отмечено Нобелевской премией по химии 2008 года). Мернер в 1989 году первым в мире изыскал возможность измерить поглощение света одной-единственной молекулой, а через восемь лет открыл способ управлять флуоресценцией отдельных GFP-молекул с помощью лазерного излучения.

Открытием Мернера воспользовались Бетциг с коллегами для разработки технологии PALM. Она основана на использовании лазерного излучения с длиной волны, необходимой для возбуждения зеленых флуоресцентных белков. Образец многократно облучают очень слабыми лазерными импульсами, содержащими небольшое число фотонов. Эти фотоны заставляют светиться белковые молекулы — опять-таки в малом количестве. Поскольку свет случайным образом выбирает эти молекулы на поверхности объекта довольно большой протяженности, почти все они оказываются

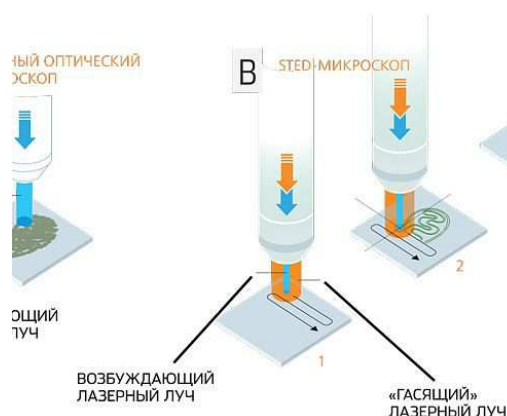
отделенными друг от друга расстояниями, превышающими предел Аббе. Положение каждого светящегося центра можно зарегистрировать с большой точностью с помощью оптического микроскопа. По отдельности такие картинки не слишком информативны, однако компьютерный анализ всех изображений, который делается на основе вероятностных алгоритмов, позволяет восстановить структуру исходного образца. Сегодня PALM обеспечивает разрешение вплоть до 20 нм, и, скорее всего, это еще не предел.

Невидимая граница



В конце XIX века Эрнст Аббе определил предел разрешающей способности оптического микроскопа, связанный с волновой природой света, как половину длины волны светового излучения. Таким образом, с помощью оптического микроскопа можно рассмотреть все, что крупнее отдельных клеток, сами клетки, их отдельные части (органеллы). Все, что меньше примерно 0,2 мкм — вирусы, молекулы, — в оптический микроскоп не увидеть.

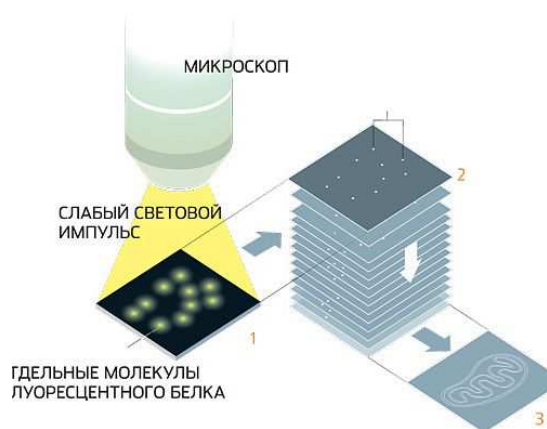
Технология STED



В обычный микроскоп можно рассмотреть контуры митохондрий, но деталей мельче 0,2 мкм увидеть не удастся.

- 1) Кольцевой лазерный луч «истощает» люминесценцию вокруг центрального нанометрового пятна возбуждающего лазера.
- 2) Образец сканируется лазерными лучами, при этом фиксируется интенсивность люминесценции и координаты луча.
- 3) Итоговое изображение, полученное после сканирования, имеет значительно более высокое разрешение, не ограниченное дифракционным пределом.

Технология PALM



- 1) Очень слабый световой импульс возбуждает малую часть молекул флуоресцентного белка, расположенных случайным образом. Свечение фиксируется с помощью оптического микроскопа. Процедура повторяется много раз.
- 2) Картинки обрабатываются для увеличения четкости.
- 3) Изображения накладываются, давая итоговую картинку с очень высоким разрешением, значительно превышающим дифракционный предел. На итоговом изображении видны отдельные молекулы флуоресцентного белка.

Подготовила Ольга Платина