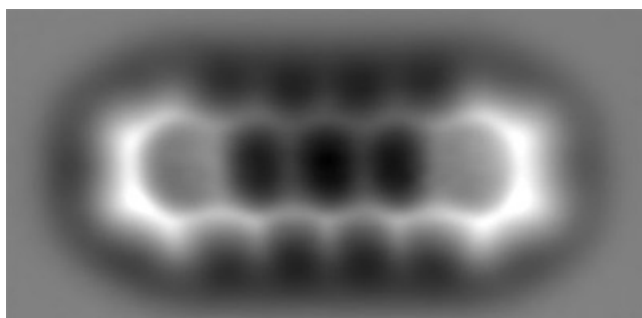


## Лекарства, не видимые в микроскоп

Кто в наши дни не слышал о нанотехнологиях? Поиск в Google по ключевому сочетанию этих четырёх букв на английском языке даёт 62 миллиона ссылок. «Нановсё» в моде не только у широкой публики, но и у спонсирующих науку организаций. На нанопроекты выделяются мегабюджеты — как в России, так и в остальном мире.



Изображение внутренней структуры пентацена, полученное с помощью атомного силового микроскопа. Впервые учёным удалось достичь разрешения, которое позволило бы рассмотреть химическую структуру молекулы. Отчётливо видны шестиугольные формы пяти колец углерода. Фото: IBM Research – Zu"rich

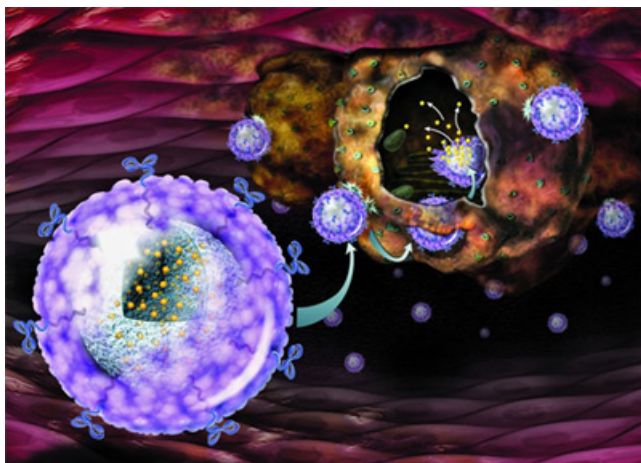
Из школьного курса физики мы знаем, что приставка «нано» обозначает одну миллиардную долю единицы измерения. В частности,  $1 \text{ нм} = 1/1000000000 \text{ м}$ . От него всё и пошло. Самое широкое определение нанотехнологии — это отрасль технологии, которая имеет дело с объектами меньше ста нанометров. Другое определение — создание наночастиц и устройств, которые имеют размеры от 1 до 100 нм.

Просто наночастицы самых различных материалов производятся и применяются давно: как выглядят наночастицы золота, видят миллионы москвичей и туристы. Красный цвет рубинового стекла звёзд на башнях Кремля возникает именно благодаря наночастицам золота. Самая интригующая сегодня область применения нанотехнологий — роботы и измерительные инструменты наноразмеров, они-то и находятся на острие научных исследований.

Почему именно 100 нм — предел для объектов нанотехнологии? 100 нм — это размер, однозначно недоступный оптическому микроскопу. До середины XX века невозможно было не только манипулировать, но и просто увидеть что-либо меньше этого размера. Нанообъекты особенно важны в биологии. Если привычные химикам молекулы обычно «не дотягивают» до нанометра, то биологические молекулы (белки, ДНК, РНК) и образованные из них структуры как раз попадают в нанодиапазон. Например, наноразмеры имеют почти все вирусы, рибосомы — «машины» синтеза белков, репликативные комплексы, занимающиеся «копированием» ДНК; мембраны клеток имеют толщину нанометрового порядка. Неудивительно, что понимание фундаментальных процессов в живых организмах и вмешательство в эти процессы требуют нанотехнологий и наноинструментов.

### Нанодоставка по адресу

Добиться, чтобы молекула лекарственного препарата попадала в организме туда, куда надо — одна из центральных задач всей фармакологии. Подавляющее большинство новых биологически активных молекул, которые создают при разработке лекарства, впоследствии оказываются непригодными для практического применения из-за плохой растворимости, неспособности проникать к своей «мишени» или тяжёлых побочных эффектов, которые они оказывают на «нецелевые» ткани и органы.



Метод, который был разработан лабораторией Роберта Лэнджера (Robert Langer), профессора химии в Массачусетском технологическом институте (MIT), позволяет получать наночастицы, наполненные противоопухолевыми препаратами и покрытые белками, обеспечивающими их прицельную доставку. Ядро наночастиц состоит из биоразрушаемых полимеров: полимолочной кислоты и полимолочногликолевой кислоты, которые обеспечивают постепенное

высвобождение молекулы лекарственного препарата из молекулярной «сети». Снаружи наночастица покрыта полиэтиленгликолем, что позволяет ей избегать взаимодействий с различными белками и клетками иммунной системы. Снаружи крепятся специально сконструированные белки, которые обеспечивают доставку «груза» наночастиц по назначению. Как показали опыты на грызунах, использование метода прицельной доставки лекарства позволяет более эффективно бороться с опухолями предстательной железы, молочной железы и лёгких. Иллюстрация: Nicolle Rager Fuller, Sayo-Art / Millennium Technology Prize

В идеале молекула лекарства должна попадать только к своей мишени (клеткам определённого типа, определённой биомолекуле) и больше никуда. Само по себе это не происходит: молекулы лекарства «растекаются» по организму, попадая в разные ткани. Специфичность доставки молекул-лекарств можно обеспечить, используя молекулы-адапторы, которые «прикрепляются» только к клеткам заданного типа (точнее, к молекулам-рецепторам на поверхности клеток). Проблема в том, что если к каждой молекуле лекарства присоединить молекулу-адаптор, то получится совсем другая молекула, которая вряд ли сохранит свою фармакологическую активность.

Вот тут-то и помогают наноконструкции. Молекулы лекарства можно поместить внутрь наносом — мембранных пузырьков наноразмеров. А для доставки нанопузырьков с лекарством по адресу — к нужным клеткам, в их оболочки встраивают молекулы-адапторы.

Подобную стратегию применили сотрудники медицинского факультета Вашингтонского университета в Сент-Луисе (Washington University School of Medicine in St. Louis). Токсин фумагиллин используют для предотвращения роста опухолей, так как он убивает клетки стенок кровеносных сосудов. Как и все противораковые лекарства, фумагуллин токсичен и для «непричастных» к развитию опухоли клеток организма. Чтобы прицельно доставить этот токсин к клеткам сосудов, прорастающих в опухоли, специалисты университета его «прикрепили» к наночастицам. Адресную доставку наночастиц обеспечивает белок, который специфически связывается с клетками-мишенями. Это позволило снизить дозировку в тысячу раз, естественно, уменьшая побочные эффекты.

«Многие химиотерапевтические препараты имеют нежелательные побочные последствия, а нам удалось показать, что предложенная нами нанотехнология может увеличить эффективность лекарства и снизить его негативное воздействие на организм», — комментирует ведущий исследователь Патрик Уинтер (Patrick M. Winter) в статье, опубликованной на сайте Biology News Net.

«Адресную доставку» с помощью наночастиц можно обеспечивать не только химически активным молекулам, но и веществам, обеспечивающим определенные физические воздействия. Например, американская компания Nanospectra Biosciences проводит клинические испытания нового метода лечения опухолей, основанного на применении патентованных особых наночастиц «AuroShell», разработанных в Райсовском университете в Хьюстоне (Rice University).

Введённые в организм наночастицы концентрируются в опухолевой ткани. Затем область, где находится опухоль, облучают инфракрасным светом определенной области спектра. Злокачественная ткань, нагруженная наночастицами, поглощает лучи и нагревается гораздо больше, чем нормальные ткани, не

содержащие наночастиц. В результате опухолевые клетки погибают, а нормальная ткань остается малоповреждённой.

## Нано-диагностика

Наночастицы имеют блестящие перспективы применения и в диагностике. Квантовые точки (quantum dots, qdots) — особым образом сконструированные из полупроводниковых материалов наночастицы, обладающие уникальными флуоресцентными свойствами, недоступными для традиционных, химических флуоресцентных красителей. Квантовые точки, специфически «нацеленные» на определённый диагностически важный объект (те же раковые клетки, например), имеют заманчивые перспективы для визуализации в организме таких объектов. При освещении образца ткани (или больного места на теле) лазером определенной длины волны, интересующий врача объект ярко светится (если присутствует). Пока этот метод испытывают только на животных.



Квантовые точки (quantum dots), полупроводниковые кристаллы размером в несколько нанометров, флуоресцируют разными цветами — в зависимости от размера и химического состава. Применение квантовых точек в диагностике опасных заболеваний представляется весьма перспективным, на их основе разработан метод иммунофлуоресцентного анализа. Фото: ANL/DoE

## Нанотоксичность

Вместе с принципиально новыми возможностями, которые дают нанотехнологии, они несут и новые опасности. Материалы, из которых состоят самые распространённые наночастицы (углерод и диоксид титана) нерастворимы в воде и химически инертны, а поэтому с точки зрения классической токсикологии не могут быть вредными. Так и есть, если эти вещества не измельчены до наноразмеров.

Оказалось, что некоторые наночастицы обладают принципиально новой, «не-химической» токсичностью. Воздействие на живые клетки обусловлено именно наноразмерами. Одними из первых нанообъектов, у которых обнаружились необычные физические и химические свойства, были так называемые нанотрубки углерода. У них же открыли и токсичность, причём при ингаляционном введении, что актуально для тех, кто имеет с ними дело на рабочем месте.

Учёные из Космического центра Джонсона (NASA Johnson Space Center) в США проанализировали научные публикации по этому вопросу. Наночастицы углерода оказались более токсичными, чем кварцевая пыль — «классический» аэрозольный фактор риска. А ещё наночастицы углерода образуются спонтанно — при сжигании различного топлива, и присутствуют в атмосфере любого промышленного города. Исследователи предполагают, что наночастицы углерода ответственны за значительную долю сердечно-сосудистых заболеваний, которые связаны с загрязнённой атмосферой городов.

Гораздо более актуальна для большинства жителей Земли токсичность наночастиц из другого материала — диоксида титана. Его производят миллионами тонн, и в измельчённом виде добавляют в зубные пасты, кремы и прочую косметику для отбеливания. До недавнего времени химически инертный диоксид титана считался совершенно безвредным. Но недавно проведённые исследования показали, что это не так. В частности, учёные из Чжэцзянского технологического университета в Ханчжоу (Zhejiang University of Technology) наблюдали у мышей, которым внутримышечно вводили суспензию наночастиц диоксида титана, характерные признаки интоксикации: пассивное поведение, потерю аппетита, летаргию. Наночастицы проникали и накапливались в различных органах: в селезёнке, печени, почках, лёгких. Наблюдался тромбоз лёгочных капилляров, а также, при высоких дозах, некроз клеток печени.

Конечно, для мрачных выводов оснований нет: количество наночастиц титана, получаемых людьми, сильно недоотягивает до сотен миллиграммов на килограмм массы тела, не говоря уж о том, что они отнюдь не форме инъекций. Но есть повод задуматься о безопасности «инертного» материала, с которым имеет дело каждый,

кто чистит зубы.

Не стоит удивляться, что некоторые вещества, безобидные в нормальном состоянии, оказались вредными для здоровья в виде наночастиц. Подобное случалось не раз, когда человек открывал и начинал применять новые физические или химические факторы: радиоактивные изотопы, рентгеновские лучи, тысячи новых химикатов, которые оказались мутагенами... Но обнаруживаемые негативные эффекты редко заставляют отказываться от нового достижения.

## Нанороботы — хирурги и «киллеры»?

Солидные научные журналы обсуждают практические детали реализации концепций, которые до недавнего времени встречались только в фантастической литературе. Спроектированный одноразовый наноробот Chromallosyte должен перемещаться в токе крови, находить больную клетку, удалять из неё все хромосомы и ставить на их место «принесённый с собой» заранее сконструированный «правильный» набор хромосом.

Другая концепция, представленная сотрудниками компании Zyvex Corp, — механический фагоцит, который должен патрулировать кровяное русло, находить, «узнавая в лицо», и съесть одного за другим патогенные микробы. Такой нанокиллер (обязательно серийный!), согласно прогнозам должен работать в десятки раз быстрее, чем живые клетки иммунной системы, и курс лечения будет длиться часы — вместо недель, которые требуются при традиционной терапии антибиотиками.

Конечно, принципиальная техническая возможность таких наночудес ещё не означает, что они будут реализованы. Но перспективы будущей нанореволюции в медицине уже сейчас завораживают и дают возможность надеяться на более совершенные методы миллионам больных людей.

Автор: Сергей Авилов    © Вокруг Света    НАУКА И ТЕХНИКА, МИР    👁 4298    22.01.2010, 10:49    📌 456

URL: <https://babr24.com/?ADE=83471>    Bytes: 12113 / 11690    Версия для печати    Скачать PDF

👍 Порекомендовать текст

Поделиться в соцсетях:

Также читайте эксклюзивную информацию в соцсетях:

- [Телеграм](#)

- [ВКонтакте](#)

Связаться с редакцией Бабра:

[newsbabr@gmail.com](mailto:newsbabr@gmail.com)

Автор текста: **Сергей Авилов**.

### НАПИСАТЬ ГЛАВРЕДУ:

Телеграм: [@babr24\\_link\\_bot](#)

Эл.почта: [newsbabr@gmail.com](mailto:newsbabr@gmail.com)

### ЗАКАЗАТЬ РАССЛЕДОВАНИЕ:

эл.почта: [bratska.net.net@gmail.com](mailto:bratska.net.net@gmail.com)

### КОНТАКТЫ

Бурятия и Монголия: Станислав Цырь

Телеграм: [@bur24\\_link\\_bot](#)

эл.почта: [bur.babr@gmail.com](mailto:bur.babr@gmail.com)

Иркутск: Анастасия Суворова

Телеграм: [@irk24\\_link\\_bot](#)

эл.почта: [irkbabr24@gmail.com](mailto:irkbabr24@gmail.com)

Красноярск: Ирина Манская  
Телеграм: @kras24\_link\_bot  
эл.почта: krasyar.babr@gmail.com

Новосибирск: Алина Обская  
Телеграм: @nsk24\_link\_bot  
эл.почта: nsk.babr@gmail.com

Томск: Николай Ушайкин  
Телеграм: @tomsk24\_link\_bot  
эл.почта: tomsk.babr@gmail.com

[Прислать свою новость](#)

#### **ЗАКАЗАТЬ РАЗМЕЩЕНИЕ:**

---

Рекламная группа "Экватор"  
Телеграм: @babrobot\_bot  
эл.почта: eqquatoria@gmail.com

#### **СТРАТЕГИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО:**

---

эл.почта: babrmarket@gmail.com

[Подробнее о размещении](#)

[Отказ от ответственности](#)

[Правила перепечаток](#)

[Соглашение о франчайзинге](#)

[Что такое Бабр24](#)

[Вакансии](#)

[Статистика сайта](#)

[Архив](#)

[Календарь](#)

[Зеркала сайта](#)