

Ученые Гарвардского университета (Harvard University) и Массачусетского технологического института

**(
Massachusetts
Institute
of
Technology
- MIT)**

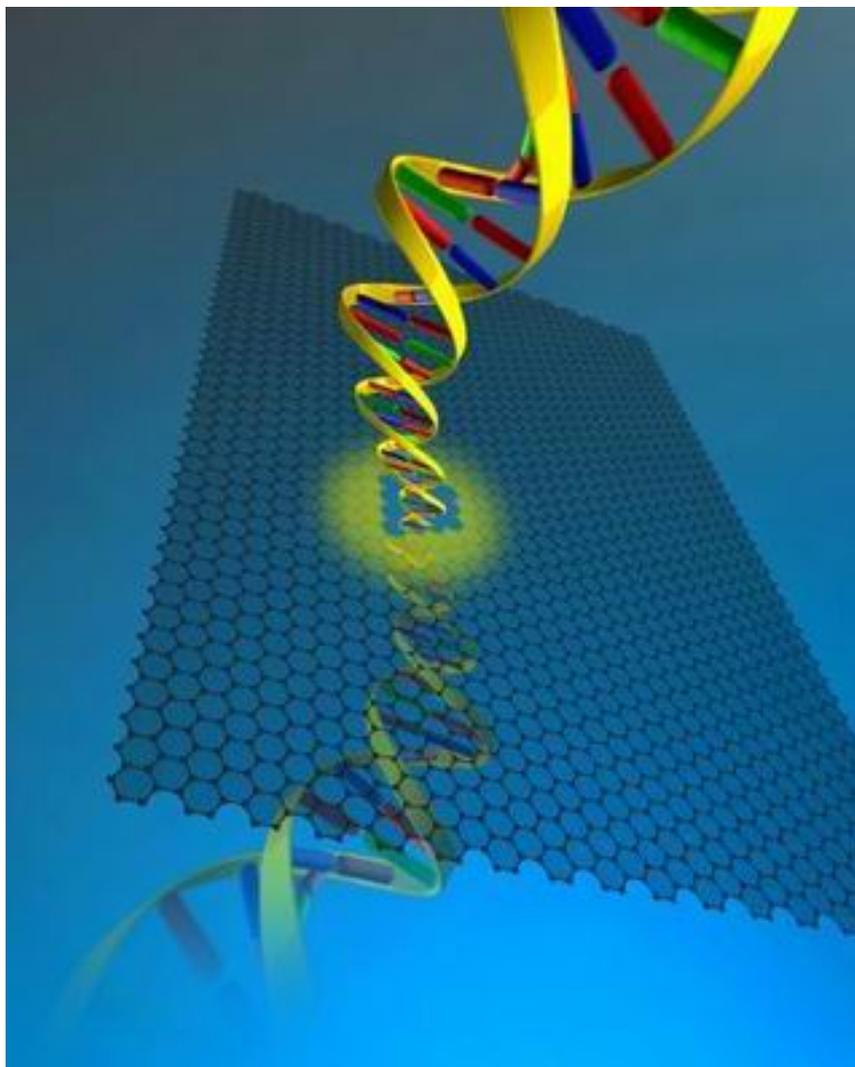
продемонстрировали, что графен, удивительно прочный плоский слой углерода толщиной в один атом, может использоваться в качестве искусственной мембраны, разделяющей два жидкостных резервуара.

Просверлив в такой мембране мельчайшее отверстие, всего несколько нанометров в диаметре, называемое нанопорой, они смогли измерить поток проходящих через нее ионов и продемонстрировали, что длинные молекулы ДНК можно «протащить» через графеновую нанопору, как нитку через игольное ушко.

«Измерив поток ионов, проходящих через нанопору в графене, мы продемонстрировали, что толщина погруженного в жидкость графена составляет менее 1 нанометра, или во много раз меньше, чем самая тонкая мембрана, отделяющая отдельные животные или человеческие клетки от окружающей ее микросреды», - говорит ведущий автор статьи

Славен Гарай

(Slaven Garaj), научный сотрудник кафедры физики Гарвардского университета. «Это делает графен самой тонкой мембраной, способной отделять друг от друга два компартмента, наполненных жидкостью. Толщина мембраны была определена по ее взаимодействию с молекулами воды и ионами».



Слой графена с тончайшей нанопорой. Ученые Гарварда и МИТ продемонстрировали, что благодаря своей исключительной тонкости мембрана может способствовать увеличению скорости секвенирования ДНК. *(Credit: Lab of Jene Golovchenko, Harvard University)*

Графен, самый прочный из известных в природе материалов, имеет и целый ряд других преимуществ. Самое главное, он является хорошим проводником электрического тока.

«Несмотря на то, что мембрана препятствует прохождению через нее ионов и молекул воды, графеновая мембрана может притягивать различные ионы и другие химические вещества к двум своим поверхностям, находящимся на расстоянии одного атома друг от друга. Это влияет на электрическую проводимость графена и может быть использовано в химическом сенсинге», - говорит соавтор статьи **Джен Головченко** (Jene Golovchenko), профессор физики и прикладной физики Гарвардского университета, чья новаторская работа положила начало разработкам в области искусственных нанопор в твердотельных мембранах. «Я полагаю, что одноатомная толщина графена делает его новым электрическим инструментом, способным предложить как свежие идеи в физике поверхностных процессов, так и широкий спектр практических приложений, включая химический сенсинг и обнаружение отдельных молекул».

В последние годы графен не перестает удивлять ученых своими многочисленными уникальными свойствами и возможностями практического применения, начиная с электроники и исследований в области солнечной энергетики и заканчивая медициной.

Джинь Конг (Jing Kong), также соавтор статьи в *Nature*, и ее коллеги из МИТ сначала разработали метод крупномасштабного роста графеновых пленок, который был использован в работе.

Графен был натянут на кремниевую рамку и вставлен между двумя отдельными жидкостными резервуарами. Электрическое напряжение, приложенное между резервуарами, направляло ионы к графеновой мембране. Когда в ней была просверлена нанопора, это напряжение направило потоки ионов в пору, что было зарегистрировано как сигнал электрического тока.

Когда в жидкость были добавлены длинные цепочки ДНК, они одна за другой начали проходить через графеновую нанопору. Если молекула ДНК находится в поре, она блокирует поток ионов, что приводит к возникновению характерного электрического сигнала, отражающего размер и конформацию молекулы биополимера.

Соавтор статьи **Дэниел Брэнтон** (Daniel Branton), почетный профессор биологии Гарвардского университета, является одним из исследователей, которые более десятилетия назад начали использовать нанопоры искусственных мембран для обнаружения и определения отдельных молекул ДНК.

Вместе со своим коллегой **Дэвидом Димером** (David Deamer) из Университета Калифорнии Брэнтон предположил, что нанопоры могут быть использованы для быстрого считывания генетического кода – процесса, напоминающего чтение информации с телеграфной ленты.

Когда цепочка ДНК проходит через нанопору, могут быть идентифицированы составляющие ее нуклеотиды – буквы генетического кода. При этом нанопора в графене - первая нанопора, достаточно короткая для различения двух соседних нуклеотидов.

Чтобы считывание генетической информации таким методом стало реальностью, нужно еще решить некоторые проблемы, включая контроль над скоростью, с которой ДНК проходит через нанопору.

Когда эти препятствия будут преодолены, секвенирование ДНК станет очень недорогим методом исследования, что приблизит нас к персонализированной медицине.

«Мы первыми продемонстрировали транслокацию ДНК через мембрану толщиной в один атом. Уникальная толщина графена может приблизить осуществление мечты о недорогом секвенировании ДНК. Ближайшие исследования будут очень интересными», - заключает Брэнтон.

По материалам

[Graphene may hold key to speeding up DNA sequencing](#)

Аннотация к статье: S. Garaj, W. Hubbard, A. Reina, J. Kong, D. Branton, J. A. Golovchenko.
[Graphene as a subnanometre trans-electrode membrane](#)