

Ученые Гарвардского университета (Harvard University) и Массачусетского технологического института

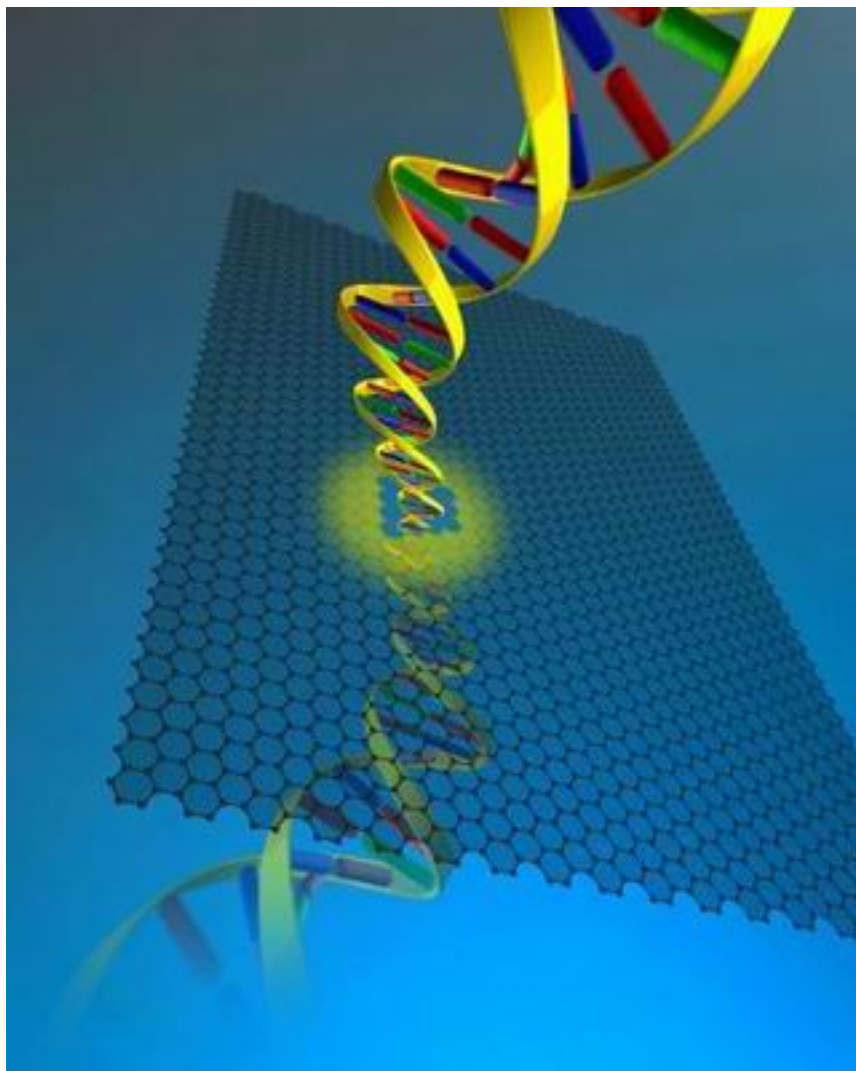
**(
Massachusetts
Institute
of
Technology
- MIT)**

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](#)