

## Исследование диапазона чувствительности N-УНТ к внешним воздействиям

Соболева О.И.<sup>1</sup>, Чебручан Е.В.<sup>1</sup>, Ильина М.В.<sup>2</sup>

osotova@sfedu.ru

<sup>1</sup> ИНЭП ЮФУ, Таганрог, Россия

<sup>2</sup> ПИШ ЮФУ, Таганрог, Россия

Датчики деформации в современном мире являются одной из основ достижения повсеместного распространения Интернета вещей за счет возможности создания систем, позволяющих преобразовать механические движения человека в электрический сигнал для обработки электронными системами [1]. Наиболее перспективными в этом направлении являются пьезоэлектрические датчики из-за их высокой энергоэффективности. Легированные азотом углеродные нанотрубки (N-УНТ) показали себя как перспективный наноматериал для создания пьезоэлектрических устройств [2]. Целью данной работы является необходимость определить диапазон чувствительности N-УНТ к внешним механическим воздействиям.

В качестве экспериментального образца выступал массив вертикально ориентированных N-УНТ, выращенных методом плазмохимического осаждения из газовой фазы в потоках аммиака и ацетилена на кремниевой подложке со слоем молибдена. Исследования величины выходного тока при деформации N-УНТ проводилось методом силовой спектроскопии атомно силовой микроскопии (АСМ) с помощью встроенного осциллографа. Величина внешнего воздействия АСМ-зондом изменялась от 100 нН до 15 мкН. Установлено, что при приложении внешней силы от 100 нН до 15 мкН величина детектируемого выходного тока изменялась от 3,7 пА до 21,4 нА (рис. 1). При этом в диапазоне до 1 мкН величина тока не превышала 39,9 пА (рис. 1).

Анализ результатов показал, что зависимость тока от силы можно разделить на 2 участка: от 100 нН до 5 мкН и от 5 до 15 мкН. Это обусловлено, существенным увеличением количества N-УНТ, взаимодействующих с АСМ-зондом при силе более 5 мкН за счет их изгиба и образования пучков, что приводит к резкому увеличению детектируемого тока за счет параллельного соединения нанотрубок между собой.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №25-79-10302 в ЮФУ.

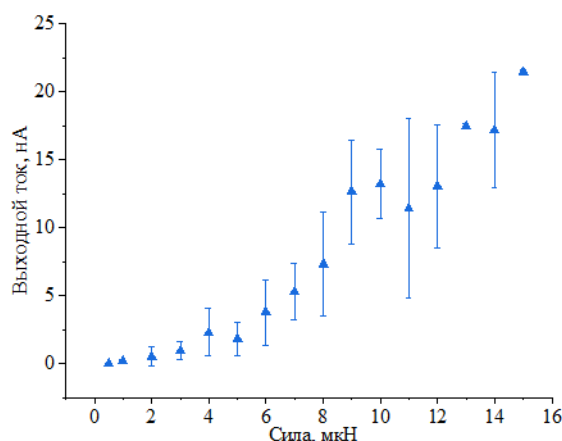


Рис. 1. Зависимость величины выходного тока от приложенной внешней силы.

### Ссылки

1. A. Maji, C. Kuila, N.C. Murmu, T. Kuila. Compos. Part B Eng. (2025), **306**, 112749.
2. М. Илина, О. Илин, О. Осотова, С. Кхубезхов, Н. Рудык, И. Панков, А. Федотов, О. Агеев. Carbon N. Y. (2022), **190**, 348.