ОТЗЫВ

На автореферат диссертации **Надоян Ирины Валерьевны «Исследование чувствительности детекторов массы и сенсоров оптически модулированных колебаний на основе наноструктур из углеродных вискеров»,** представленной на соискание ученой степени кандидата физико - математических наук по специальности 1.3.2 - «Приборы и методы экспериментальной физики»

В диссертационной работе И.В. Надоян исследуются детекторы массы и сенсоры оптически модулированных колебаний на основе наноструктур из углеродных вискеров. В начале обозреваются современные методы определения малых инерционных масс и подходы к детектированию сверхмалых сил с использованием наноэлектромеханических систем, основанных на высокоточных измерениях изменений амплитудно-частотной характеристик резонаторов.

В работе демонстрируется применение углеродных нановискеров в системах связанных осцилляторов для разработки детекторов локализованной массы. Показано, что при определенных конфигурациях связанных осцилляторов (в виде осцилляторов, расположенных один над другим) возможно возникновение резонанса Фано, характеризующегося фронтом амплитудно-частотной характеристики более резким в сравнении с односоставным осциллятором из нановискера. Такие системы позволяют увеличить чувствительность сенсоров масс в сравнении с односоставными системами.

Актуальность данной работы определяется необходимостью перехода к новому классу высокочувствительных сенсоров и повышением эффективности приборов на основе микро- и наноструктур. Здесь следует отметить, что концепция использования углеродных нановискеров в качестве детекторов массы уже рассматривалась в научной литературе, тем не менее эта тематика активно развивается, что подтверждается и работой И.В. Надоян.

В ходе проведенных исследований автором были получены следующие важные результаты:

1. Предложена конструкция резонатора на основе составных углеродных нановискеров, обеспечивающая увеличение чувствительности системы к локализации добавочной массы на свободном конце;
2. Создана экспериментальная установка, в вакуумной камере которой сведены электронный пучок, острие наноманипулятора и оптическое волокно, обеспечивающее ввод внешнего лазерного излучения. Также в работе предложена универсальная методика измерения фокусного расстояния линзированного волокна за счет анализа амплитуды колебаний вискера, находящегося в поле лазерного излучения;
3. Впервые предложена теоретическая модель, описывающая колебания резонатора кантилеверного типа на основе одиночного всикера, находящегося в фокусе лазерного пучка. Показано, что модуляция температуры вискера, связанная с последовательным входом и выходом резонатора из области

фокусировки лазерного пучка, приводит к модуляции значения модуля Юнга вискера, что в свою очередь обеспечивает возникновение в системе параметрического резонанса;

4. Впервые экспериментально показано, что локализация оптической наноантенны, спектральное положение резонанса Ми которой совпадает с длиной волны внешнего лазерного излучения, на свободной вершине нанорезонатора приводит к увеличению глубины модуляции колебаний в фокусе лазерного пучка.

Представленные результаты безусловно расширяют возможности использования углеродных нановискеров (УНВ) в качестве рабочего тела различных детекторов, а их достоверность подтверждается воспроизводимостью экспериментальных данных, соответствием с имеющимися литературными данными и хорошим согласованием с результатами численных расчетов.

К работе можно сформулировать следующие замечания:

1. В автореферате не приводятся подробные рассуждения, обосновывающие выбор Si частички в качестве наноантенны для детектирования оптомеханических эффектов в нанооптоэлектромеханической системе на основе УНВ;
2. В автореферате не раскрыто, каким образом определялось расстояние до точки перетяжки вискера, колеблющегося на второй резонансной моде.

При этом указанные замечания носят скорее частный характер и не умоляют общих достоинств проведенных исследований. Можно с уверенность отметить, что диссертационная работа И.В. Надоян «Исследование чувствительности детекторов массы и сенсоров оптически модулированных колебаний на основе наноструктур из углеродных вискеров» соответствует специальности 1.3.2 - «Приборы и методы экспериментальной физики», а сам автор заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по данной специальности.

Заведующий Лаборатории перспективной солнечной энергетики

Данила Сергеевич Саранин

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС».
Адрес: 119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 4, стр. 1.
Электронная почта: saranin.ds@misis.ru
Телефон: (926)668 23 78

"06." 12 2024 г.

Подпись Саранина Д.С.
Заверяю
Начальника
отдела кадров Кузнецова А.Е.
«06» 12 2024 г.

ОТДЕЛ КАДРОВ