**Магнитная динамика одномерных наноструктур на нитридизированной поверхности меди с учётом температурных флуктуаций и взаимодействия Дзялошинского-Мория**

***Локтионов И.А.1***

*1Аспирант 2-го года*

***Бажанов Д.И.2***

*2Старший преподаватель кафедры физики твёрдого тела, кандидат физико-математических наук*

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

физический факультет, Москва, Россия

E-mail: ia.loktionov@physics.msu.ru

Моноатомный слой нитрида меди – ковалентно связанная сетка, позволяющая «отсекать» электронную структуру адсорбата от проводящей подложки. Атомная структура нитрида меди сильно изменяется (релаксирует) при осаждении адатомов за счёт их внедрения в структуру монослоя [1]. В 2012 году на поверхности Cu2N с помощью сканирующего туннельного микроскопа были собраны цепочки из атомов железа [2]. Они имели антиферромагнитное упорядочение, и между двумя конфигурациями спинов с противоположным направлением возможно было осуществлять переключение с помощью иглы СТМ. Такая бистабильность указывает на возможность записи бита информации в цепочке. Также в этой работе было получено, что частота переворота спинов зависит от температуры согласно закону Аррениуса, диапазон температур при этом определялся длиной и шириной цепочек. Цепочки также могут формироваться самостоятельно при эпитаксии на поверхности Cu3N [3].

При рассмотрении магнитного состояния цепочек часто пренебрегают неколлинеарными эффектами. Однако, как было показано в работе 2016 года, параметр взаимодействия Дзялошинского-Мория может быть сравним по величине с параметром обменного взаимодействия, что может вызвать сильное отклонение от коллинеарной ориентации спинов [4].

В данной работе исследуется спиновая динамика атомных цепочек на поверхности нитридизированной меди в рамках уравнения Ландау-Лифшица-Гильберта (ЛЛГ). Гамильтониан, для которого записывается это уравнение, содержит вклады взаимодействия с внешним магнитным полем, обменного взаимодействия и магнитной анизотропии. Соответствующие энергетические параметры извлекаются из расчётов методом функционала плотности в программном пакете VASP. Также в рамках этого метода можно определить параметры взаимодействия Дзялошинского-Мория и добавить соответствующий вклад в гамильтониан. Кроме того, уравнение ЛЛГ позволяет моделировать спиновую динамику под воздействием тепловых флуктуаций. Они учитываются путём ввода в эффективное магнитное поле вклада в виде белого шума.

Для бесконечных цепочек атомов кобальта на поверхности Cu3N было определено магнитное поле, при котором происходит переворот всех спинов, при разных внешних электрических полях и, соответственно, разных обменных параметрах. Были получены плотности распределения времени переворота спина при разных температурах. Найдено, что зависимость среднего времени переворота от температуры хорошо аппроксимируется законом Аррениуса, что согласуется с экспериментальными результатами. Приложение внешнего магнитного поля при ненулевой температуре приводит к уменьшению среднего времени переворота. Также для димеров кобальта и железа на поверхности Cu2N при различных значениях электрического поля были получены параметры взаимодействия Дзялошинского-Мория. Учёт этого взаимодействия приводит к уменьшению магнитного поля переключения спинов без учёта температурных флуктуаций, а при их учёте также к сильному различию распределений времени переключения и соответствующих средних времён переключения.

**Литература**

1. Hirjibehedin C. F. et al. Large magnetic anisotropy of a single atomic spin embedded in a surface molecular network //Science. – 2007. – V. 317. – №. 5842. – P. 1199-1203.
2. Loth S. et al. Bistability in atomic-scale antiferromagnets //Science. – 2012. – V. 335. – №. 6065. – P. 196-199.
3. Ma X. D. et al. Strain relief guided growth of atomic nanowires in a Cu3N-Cu(110) molecular network //Physical review letters. – 2009. – V. 102. – №. 20. – P. 205503.
4. Khajetoorians A. A. et al. Tailoring the chiral magnetic interaction between two individual atoms //Nature Communications. – 2016. – V. 7. – №. 1. – P. 10620.