

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ И МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ СВЯЗАННЫХ СОСТОЯНИЙ ПОВЕРХНОСТНЫХ НАНОСИСТЕМ В РЕЖИМЕ ПЕРЕДАЮЩИХ И ЛОГИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Кашин И.В.¹, Сырников Е.В.¹

¹) Кафедра Теоретической физики и прикладной математики, Уральский федеральный университет, ул. Мира 19, 620002 Екатеринбург, Россия.
E-mail: e.syrnikov105@gmail.com

STABILITY AND BOUND STATES CONTROL RESEARCH IN RELATION TO SURFACE NANOSYSTEM BASED TRANSMITTING AND LOGICAL DEVICES

Kashin I.V.¹, Syrnikov E.V.¹

¹) Theoretical Physics and Applied Mathematics Department, Ural Federal University, Mira Street 19, 620002 Ekaterinburg, Russia.

We suggest research of surface nanosystems based transmitting and logic devices. These are systems of individual transition metal atoms adsorbed to the surface. We consider methods of bound states control and stability of the systems.

С момента изобретения электронно-вычислительных машин их мощность наращивалась путём увеличения количества транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, и увеличения тактовой частоты процессора. Сегодня процессоры могут насчитывать до 50 млрд транзисторов в схемах, а их размер достигает нескольких нанометров.

Одним из подходов к дальнейшему наращиванию вычислительных мощностей является использование спиновых степеней свободы отдельных атомов и частиц для реализации как логических устройств, так и модулей памяти, обладающих высокой емкостью и низким энергопотреблением. Принцип работы таких устройств основан на обменном взаимодействии локализованных магнитных моментов атомов.

Целью данной работы является исследование методов контроля связанных состояний и оценка стабильности работы передающих и логических устройств, представляющих из себя системы отдельных атомов переходного металла, адсорбированных на поверхность.

Подобные устройства функционируют следующим образом: «входами» логического или передающего устройства являются ферромагнитные «островки», которые могут быть намагничены с импульсным магнитным полем. Информация о их состоянии, посредством обменного взаимодействия, передаётся через атомные цепи в область «затвора» - атома, намагниченность которого считывается. Таким образом, в зависимости от намагниченностей «входов», можно получать логические функции.

Для моделирования таких систем используется гибридная квантово-механическая модель, включающая в себя как квантовые, так и «классические» спины. Классические спины – «входы» устройства представляются в виде трёхмерного вектора $\mathbf{K} = (0, 0, K)$ произвольной длины, параллельного оси z . Передачей сигнала считается изменение среднего значения оператора z -проекции спина «выходного» атома.

В работе рассматриваются системы, описываемые моделью Гейзенберга. Для их решения составляется матрица гамильтониана и находятся его собственные значения методом точной диагонализации.

В ходе работы было получено выражение для изменения магнитной энтропии систем, состоящих из нескольких атомов. Был разработан алгоритм введения хаотических воздействий в систему и проведено исследование устойчивости систем к различным конфигурациям модели шумового воздействия. Был введён формализм «неаккуратного эксперимента», который позволяет оценить стабильность систем к отклонению намагниченностей «входов», относительно оси z , от их «идеального» положения, благодаря чему были определены «рабочие зоны» рассматриваемых устройств.

1. Realizing All-Spin-Based Logic Operations Atom by Atom / A. A. Khajetoorians [и др.], *Science* — 2011. — Май.
2. R. Wiesendanger. “Spin-Polarized Scanning Tunneling Microscopy (SPSTM)”. *MRS Proceedings* 231 (1991), p. 37. doi: 10.1557/PROC-231-37.
3. D. M. Eigler, E. K. Schweizer. “Positioning single atoms with a scanning tunnelling microscope”. *Nature* 344 (1990), 524526. doi: 10.1038/344524a0.