

**Электронметр на основе двойной полупроводниковой квантовой точки в
микрорезонаторе****А.В. Цуканов^{1,2}, В.Г. Чекмачев^{1,2}**¹Физико-технологический институт РАН²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Одиночные полупроводниковые квантовые точки (КТ) обладают уникальными оптическими и фотофизическими свойствами. Эти объекты уже были использованы при создании прототипов ряда устройств: генераторов одиночных фотонов, оптоэлектронных приборов, фотокатализаторов и др. [1]. Возможно получение и упорядоченных массивов двойных квантовых точек (ДКТ) [2]. Интегрирование КТ в высокодобротные оптические микрорезонаторы позволяет использовать эти наноструктуры во многих перспективных областях современной науки, например, в квантовой информатике в роли элементарного носителя информации – кубита [3].

В данной работе предлагается схема сенсора внешнего электрического поля на основе ДКТ (рис. 1). Нами разработана математическая модель, позволяющая описать квантовомеханическую эволюцию системы, состоящей из одного электрона, находящегося в ДКТ, при взаимодействии с модой МР и полем лазера. Для решения этой задачи используется подход, базирующийся на основе уравнения Линдблада [4] для матрицы плотности электрон-фотонной системы с учетом ухода фотонов из резонатора в континуум и релаксации возбужденного электрона с испусканием фотона или фонона.

Рассчитан спектроскопический отклик системы и определен диапазон параметров, пригодных для реализации сенсора (рис. 2). Исследована шумовая устойчивость прибора и указан интервал амплитуд полей, которые можно измерить с его помощью. Показано, что устройство обладает рядом конкурентных преимуществ по сравнению с аналогами, а именно, высокой чувствительностью, достигающей $\eta = \frac{\partial \delta}{\partial E} \approx 10 \text{ МГц} \frac{\text{м}}{\text{В}}$, селективностью системы по частоте, что позволяет использовать различные каналы для возбуждения и измерения, возможностью за счет малых размеров ($a \sim 10 \text{ нм}$) получать пространственное распределения электрического поля с точностью $\eta_n \sim 50 \text{ нм}^2$, а также простотой реализации и готовой технической базой.

Работа поддержана Программой фундаментальных научных исследований ОНИТ РАН «Элементная база квантовых компьютеров» (проект 1.5).

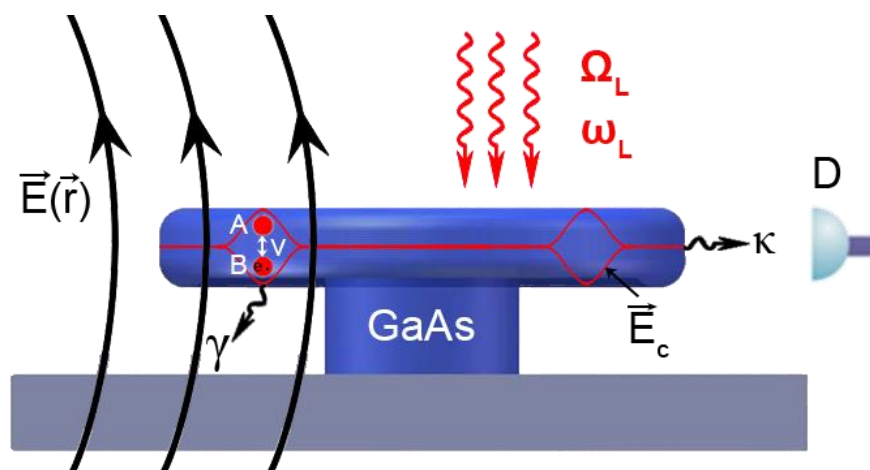


Рис. 1. Схема сенсора на основе ДКТ, микрорезонатора и лазера.

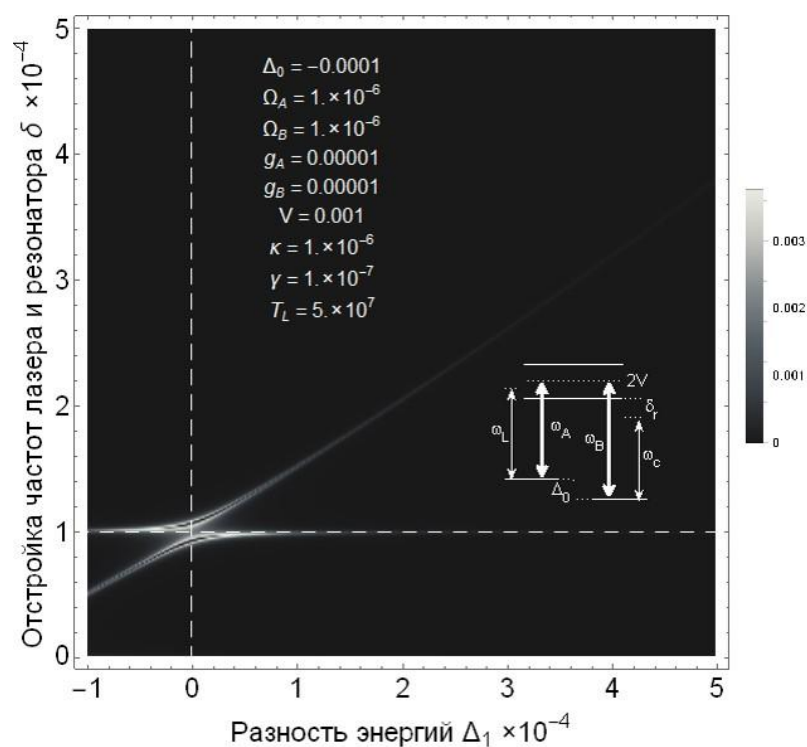


Рис. 2. Спектроскопический отклик системы, в области, наиболее пригодной для реализации электрометра.

Литература

1. Freeman R. et al. Optical molecular sensing with semiconductor quantum dots (QDs) // Chem. Soc. Rev. – 2012. – V. 41. – PP. 4067–4085.
2. C. Schneider et al. Single photon emission from a site-controlled quantum dot-micropillar cavity system // Appl. Phys. Lett. – 2009. – V. 94. – P. 111111.
3. Цуканов А.В. и др. Моделирование спектроскопического отклика и динамики электрона в двойной квантовой точке. // Микроэлектроника. – 2016. – Т. 45. – С. 1.
4. Walls D.F. et al. Quantum Optics. – Springer. – 2008.