

Фазовый контроль двухфотонной оптической нутации в системе биэкситонов в полупроводниках

Васильев Виталий Васильевич
аспирант

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко,
MD 3300, Тирасполь, Молдова, ул. 25 Октября 128

E-mail: tdsu4@idknet.com

Явление оптической нутации относится к явлениям когерентного взаимодействия поля с веществом и представляет собой периодическое изменение начального состояния системы под влиянием поля внешней электромагнитной волны, которое приводит к соответствующей модуляции излучения среды. В данном сообщении представлены результаты исследования явления оптической нутации в системе когерентных фотонов и биэкситонов в полупроводниках типа CuCl в условиях двухфотонного взаимодействия света с биэкситонами под действием ультракоротких импульсов лазерного излучения. Предполагается, что длительность импульсов намного меньше времени релаксации биэкситонов. Учитываются только процессы вынужденного двухфотонного излучения и поглощения света с участием биэкситонов. Ниже детально изучен вопрос о возможности фазового контроля процесса двухфотонной нутации биэкситонов.

Используя гайзенберговские уравнения для операторов рождения фотонов и биэкситонов, нами получено нелинейное уравнение для временной эволюции плотности биэкситонов. Из точных аналитических решений полученного уравнения следует, что существуют периодические и аperiodические режимы эволюции системы. При начальной разности фаз между амплитудами материального и электромагнитного полей $\Theta_0 = \pm(2k+1)\pi/2$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) в системе устанавливается аperiodический режим попарного превращения всех фотонов в биэкситоны. Плотность биэкситонов стремится к значению $N_0 + f_0/2$, то есть все фотоны превращаются в биэкситоны, чем процесс эволюции и завершается (f_0 и N_0 – начальные плотности фотонов и биэкситонов соответственно). Скорость роста на начальном этапе тем больше, чем больше значение f_0/N_0 . При начальной разности фаз $\Theta_0 \neq \pm(2k+1)\pi/2$ в системе устанавливается периодический режим превращения пар фотонов в биэкситоны и обратно. Амплитуда и период колебаний существенно зависят от начальной разности фаз. При фиксированных значениях f_0 и N_0 амплитуда и период колебаний плотности биэкситонов монотонно растут при изменении Θ_0 от нуля до $\pi/2$, причём при $\Theta_0 = \pm\pi/2$ период колебаний становится бесконечным (аperiodический режим). Таким образом, показано, что динамикой процесса можно управлять, меняя только лишь начальную разность фаз.

Предсказывается возможность установления особого режима эволюции системы – режима покоя – при начальной разности $\Theta_0 = \pm k\pi$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) и при соотношении начальных плотностей $f_0 = 4N_0$. В этом случае система находится в покое, так как процессы превращения фотонов в биэкситоны и излучательной рекомбинации биэкситонов сбалансированы. Этому решению на фазовой плоскости соответствует фазовый центр.