

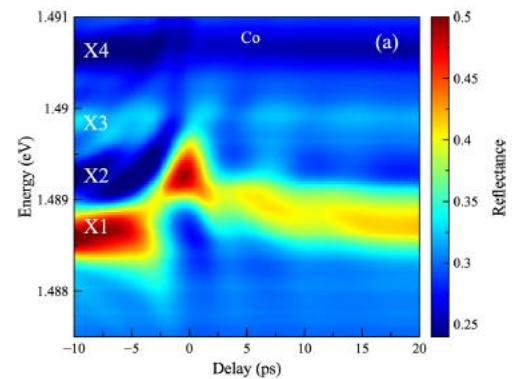
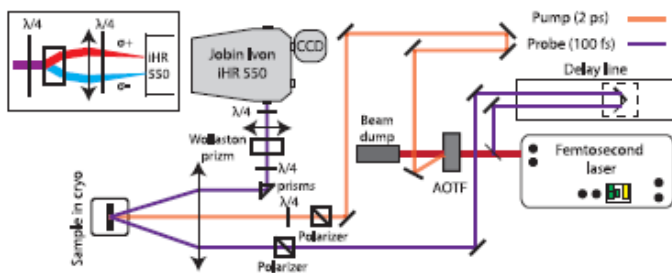
Осцилляции энергии экситонов, индуцированные квантовыми биениями.

Экспериментально обнаружен новый эффект – осцилляции энергии экситонных состояний в широкой квантовой яме. Теоретический анализ показал, что эффект обусловлен квантовыми биениями размерно-квантованных состояний экситонов, когерентно возбуждаемых коротким лазерным импульсом.

В работе была исследована высококачественная гетероструктура с квантовой ямой InGaAs/GaAs (2% индия) шириной 95 нм, выращенная в РЦ «Нанопотоника» СПбГУ методом молекулярной пучковой эпитаксии. Методом «накачка-зондирование» (pump-probe) со спектральным разрешением исследована динамика экситонных состояний с помощью регистрации полного спектра отражения на каждом шаге задержки между накачивающим и пробным импульсами. Тесно расположенные размерно-квантованные экситонные состояния резонансно возбуждались циркулярно-поляризованными лазерными импульсами длительностью 2 пс. Спектрально широкие пробные импульсы использовались для регистрации в ко- и кросс-поляризациях полного спектра отражения образца в области экситонных резонансов. Схема экспериментальной установки, созданной в лаборатории Оптики спина, показана на рисунке слева.

Спектры анализировались в рамках стандартной модели резонансного диэлектрического отклика экситонных состояний на оптическое возбуждение. Высокое качество гетероструктуры позволило прецизионно описать спектры и определить фотоиндуцированные изменения энергетических положений размерно-квантованных состояний с точностью в единицы микроэлектронВольт. Экспериментально обнаружено, что энергии экситонных резонансов, измеренных в ко-поляризации, осциллируют как функция задержки между импульсами накачки и зондирования. Пример спектров отражения, измеренных при разных задержках, показан на рисунке справа. В кросс-поляризации такой эффект не наблюдается. Частота осцилляций энергии экситонных состояний совпадает с энергетическим зазором между размерно-квантованными состояниями, деленным на постоянную Планка. Отсюда делается вывод, что осцилляционный сдвиг энергий есть следствие квантовых биений экситонных состояний.

Для количественного анализа эффекта развита микроскопическая теория. Показано, что наблюдаемый эффект обусловлен осцилляциями экситонной плотности в пределах квантовой ямы и аналогичен динамике электрона в диполе Герца.



Результаты проведенного исследования опубликованы в статье:

A.V. Trifonov, A. S. Kurdyubov, I. Ya. Gerlovin, D. S. Smirnov, K. V. Kavokin, I. A. Yugova, M. Assmann, and A. V. Kavokin, *Exciton energy oscillations induced by quantum beats*, *Phys. Rev. B* **102**, 205303 (2020).