

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА ПО НАБЛЮДЕНИЮ СИГНАЛОВ
ОПТИЧЕСКИХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТОНКИХ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛЕНКАХ

В.Т. Сидорова³, Н.С. Вашурин^{1,3}, С.И. Никитин², И.И. Попов^{1,3},
С.А. Степанов³, Н.И. Сушенцов¹, Р.В. Юсупов²

1- Поволжский государственный технологический университет

2- Казанский федеральный (государственный) университет

3- Марийский государственный университет

popov@volgatech.net

Эксперимент, аналогичный [1], проводился на базе центра коллективного пользования Казанского Федерального Университета. На выходе из фемтосекундной лазерной системы импульсы были со следующими параметрами: $F=1$ кГц, мощность в одном импульсе >1 мДж, длительность импульса ~ 35 фс со спектром лазерного излучения от 758 нм до 825 нм.

Путем применения двух полупрозрачных зеркал с коэффициентом отражения 50% обеспечивалось создание трех фемтосекундных импульсов с волновыми векторами k_1 , k_2 и k_3 , образующих треугольник и сфокусированными на образец линзой с фокальной плоскостью 15 см. Угол между 1 и 2 волновыми векторами составил 7,8 град., между 2 и 3 – 5,7 град., между 1 и 3 – 4,76 град. Задержка между импульсами τ_{12} и τ_{23} обеспечивалась регулируемыми линиями задержки с минимальным шагом 2 мкм. Плотность энергии каждого импульса, сфокусированного на образце в точку с диаметром 1 мм, составила 7,64 МВт/см².

Сигналы четырехволнового смещения, стимулированного фотонного эха, самодифракции и первичного фотонного эха, возбуждаемые в полупроводниковых пленках различной толщины при комнатной температуре, наблюдались в направлениях волнового вектора, равных $k_4 = -k_1 + k_2 + k_3$, $k_5 = -k_2 + k_1 + k_3$ или $k_6 = -k_3 + k_1 + k_2$ при различных комбинациях временной последовательности импульсов (τ_1, τ_2, τ_3) , (τ_2, τ_1, τ_3) и (τ_3, τ_2, τ_1) , соответственно.

На рис. 1 приведены наблюдаемые фемтосекундные сигналы фотонного эха регистрируемые ПЗС-камерой. В случае перекрытия заслонкой одного из возбуждающих импульсов исчезали сигналы стимулированного фотонного эха и соответствующие сигналы первичного фотонного эха. При перекрытии двух возбуждающих импульсов регистрировался только один возбуждающий импульс. При изъятии пленки (резонансной среды) регистрировались только возбуждающие импульсы.

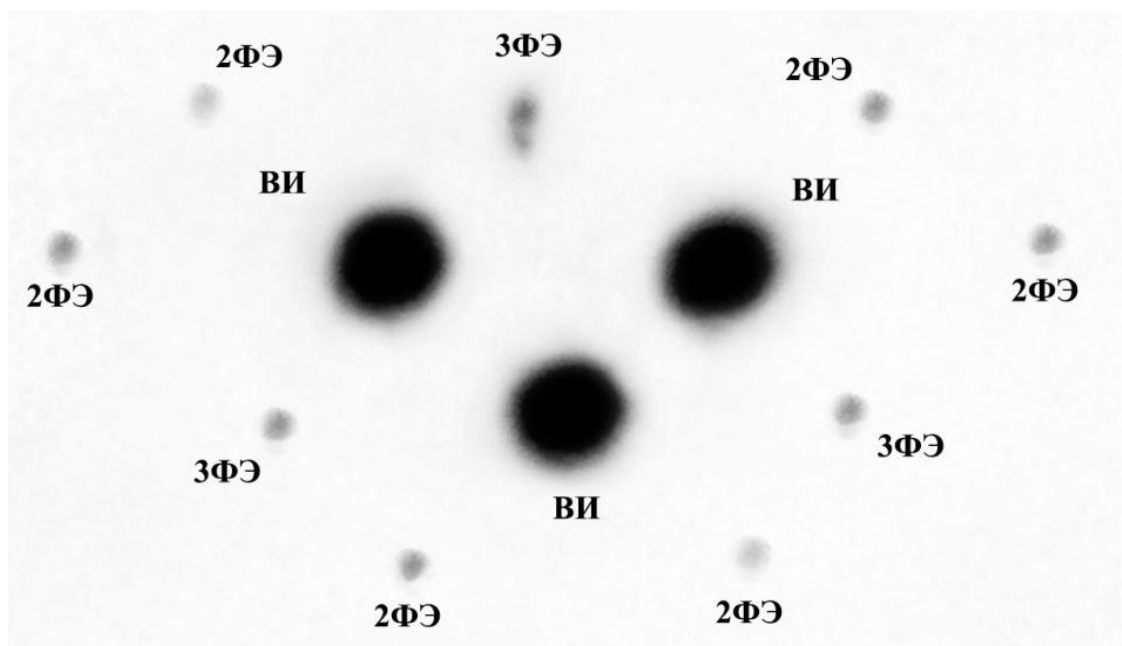


Рис.1. Картина, снятая на фоточувствительную камеру (применена инверсия цвета), на экране позади резонансного образца при нулевой задержке между возбуждающими импульсами $\tau_{12} = 0$ и $\tau_{23} = 0$. 2ФЭ – сигналы двухимпульсного фотонного эха и самодифракции, 3ФЭ – сигналы трехимпульсного (стимулированного) фотонного эха и четвертьволнового смещения, ВИ – возбуждающие импульсы

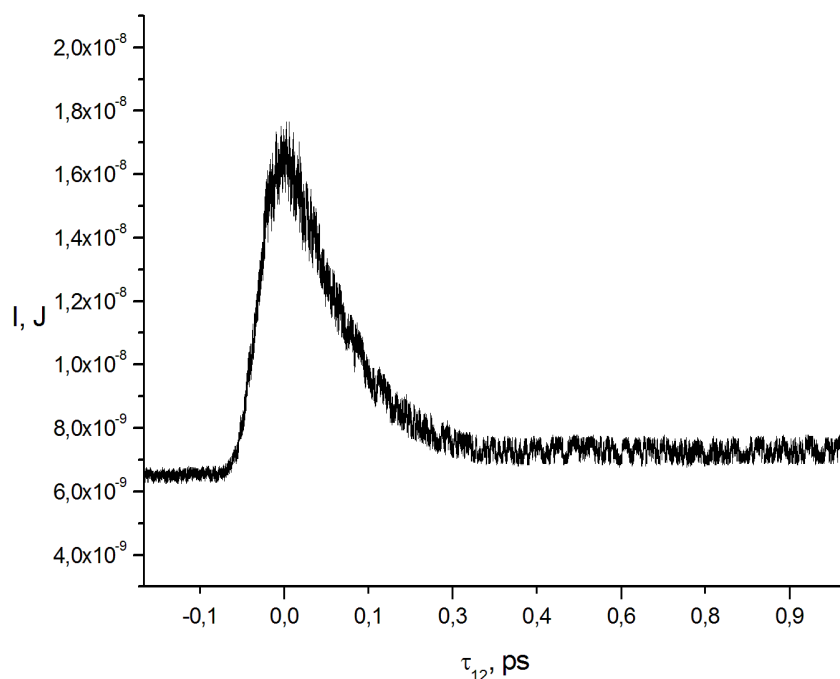


Рис.2 Спад интенсивности сигнала стимулированного фотонного эха в направлении волнового вектора $k_4 = -k_1 + k_2 + k_3$ от времени задержки между 2 и 3 возбуждающим импульсом

Был исследован спад интенсивности сигнала стимулированного фотонного эха в направлении волнового вектора $k_4 = -k_1 + k_2 + k_3$ от времени задержки между 2 и 3 возбуждающим импульсом τ_{23} (рис. 2) при фиксиро-

ванном значении временного интервала τ_{12} между первым и вторым возбуждающими импульсами. По мере увеличения интервала τ_{12} интенсивность стимулированного фотонного эха уменьшалась. Максимальная его интенсивность наблюдалась при нулевом значении τ_{12} .

Зарегистрированное время необратимой продольной релаксации в стимулированном режиме $T_1=1,8$ пс превышало время необратимой поперечной релаксации в двухимпульсном режиме $T_2=1,451$ пс [2] для пленки ZnO/Si(B)/Si(P).

Работа поддержана грантом РФФИ №12-02-00736а и Единым заказ-нарядом Минобрнауки для Марийского государственного университета на 2012-2014 годы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вашурин Н.С., Попов И. И., Путилин С. Э., Сушенцов Н. И., Степанов С. А. Обнаружение и исследование сигналов первичного и обращенного стимулированного фотонного эха в неорганических нанопленках. // Материалы Шестой международной научной школы «Наука и инновации – 2011» / Под ред. И.И. Попова и др. Йошкар-Ола: МарГУ. 2011. С. 58-62.

2. Попов И. И., Вашурин Н.С., Газизов К. Ш., Путилин С. Э., Степанов С. А., Сушенцов Н. И., Сидорова В. Т. // Известия РАН, серия физическая. 2012. Т. 76, № 3. С. 322–325.