

УДК 621.658.011

## НЕЛИНЕЙНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА В МНОГОСЛОЙНЫХ СТРУКТУРАХ

А. В. ХОМЧЕНКО, И. У. ПРИМАК  
Белорусско-Российский университет  
Могилев, Беларусь

При исследовании спектров поглощения многослойных планарных структур было замечено, что поглощение излучения зависит от интенсивности зондирующего света, т. е. эти структуры проявляли нелинейность оптических свойств, и при этом зависимость интенсивности отраженного от поверхности пленки света  $I_R(I)$  имеет вид, характерный для нелинейных материалов (рис. 1). Одной из вероятных причин наличия оптической нелинейности в них может быть эффект влияния поверхности на физические свойства такой структуры.

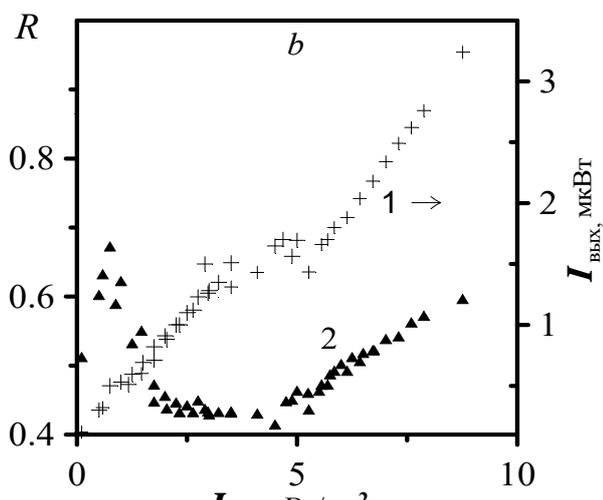


Рис. 1. Зависимость выходной интенсивности  $I$  и коэффициента отражения 2 от интенсивности падающего света в диапазоне ее изменения от 0,05 до 10 мВт/см<sup>2</sup>

С этой точки зрения определенный интерес представляет создание нелинейной среды, содержащей большое число границ раздела, в виде многослойной структуры, поэтому были изготовлены структуры, полученные послойным осаждением полупроводниковых и диэлектрических материалов. Изготовленные структуры проявляют ярко выраженные нелинейные оптические свойства и по сути представляют собой одномерные метаматериалы, хотя для того чтобы явно выделить эффект влияния границ раздела, была создана многослойная структура на основе линейных оптических материалов: проводящей двуокиси олова и кварцевого стекла. Зависимость изменения постоян-

ной распространения возбуждаемой волноводной моды  $h'_n$  при вариациях интенсивности света  $I$  для структур, содержащих три слоя оксида олова, разделенных слоями диоксида кремния, представлена на рис. 2. При этом сложный вид зависимости  $h'_n(I)$  определялся количеством слоев в исследуемом образце. В многослойной структуре толщины проводящих слоев составляли 12, 24 и 36 нм. На кривой  $\Delta h'(I)$  также отчетливо прослеживаются три минимума различной ширины. Немонотонный характер зависимости параметров пленки от интенсивности света обычно объясняют конкуренцией механизмов оптической нелинейности. Для рассмотренных тонкопленочных структур с учетом наличия границ раздела была исследована временная зависимость

интенсивности отраженного лазерного излучения при возбуждении волноводной моды в многослойной структуре, при различных интенсивностях падающего света: мощность падающего излучения равна 6, 10 и 16 мкВт для кривых 1, 2 и 3 соответственно. При этом если интенсивность зондирующего света такова, что мы находимся, например, в точке А (см. рис. 2, кривая 2), то колебания  $I_R(I)$  не регистрируются. При увеличении интенсивности до значения, при котором на кривой зависимости  $h'(I)$  фиксируется минимум, регистрируется модуляция интенсивности отраженного пучка. При дальнейшем увеличении интенсивности света зависимость  $I_R(I)$  имеет вид, представленный кривой 2, при этом частота колебаний уменьшается. В ходе последующего увеличения интенсивности падающего света модуляция отраженного света исчезает, а затем появляется снова (кривая 3), однако здесь регистрируется еще больший период колебаний.

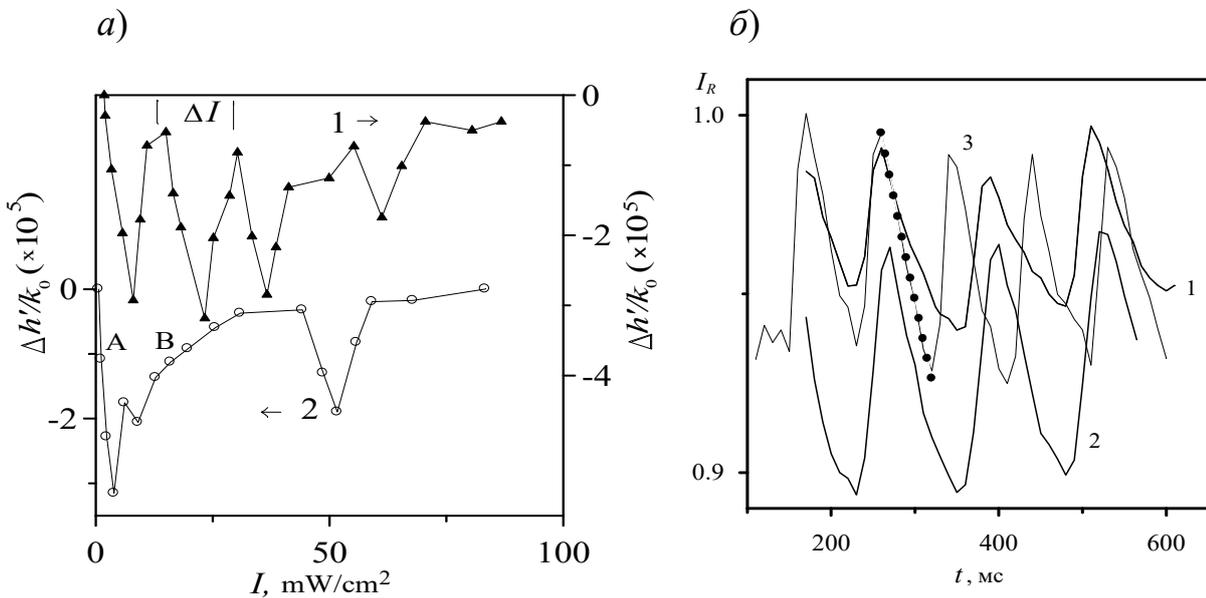


Рис. 2. Изменение  $h'$  при вариациях  $I_0$  для многослойной структуры, содержащей третий и первый слой  $\text{SnO}_2$  (кривые 1 и 2 (а) и временная зависимость интенсивности отраженного лазерного излучения при стационарном возбуждении волноводной моды в многослойной структуре (б))

Таким образом, приведенные результаты иллюстрируют возможности метода волноводной спектроскопии для исследования особенностей оптических свойств многослойных структур. Показано, что наблюдаемый эффект связан с оптической нелинейностью, природа которой обусловлена электронными процессами, протекающими на границах раздела многослойной структуры при низкой интенсивности света.