

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Попковой Анны Андреевны "Оптические эффекты генерации второй и третьей гармоник и сверхбыстрого переключения вnanoструктурах на основе двумерных материалов", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – лазерная физика.

Оптика двумерных и квазидвумерных материалов демонстрирует ряд фундаментальных явлений, перспективных с точки зрения создания новых устройств нанофотоники и оптоэлектроники. Такие материалы позволяют добиться рекордных характеристик оптического отклика, в частности, за счет размерного эффекта и управления носителями заряда. Эти тонкопленочные материалы интегрируются в nanoструктуры, что создает новые условия для получения локализованных состояний электромагнитного поля, например, резонансов Ми и блоховских поверхностных волн (БПВ). БПВ локализуются на поверхности многослойной структуры. При этом с одной стороны свет удерживается благодаря брэгговскому отражению, а с другой – благодаря полному внутреннему отражению. В отличие от поверхностных плазмон-поляритонов, БПВ может иметь как ТМ-, так и ТЕ-поляризацию. За счет проникновения локализованного поля вглубь слоистой структуры резонаторный объем возрастает. Поэтому БПВ характеризуется большой длиной пробега и высокой добротностью резонанса. Динамику БПВ удобно изучать при помощи фемтосекундных импульсов титан-сапфирового лазера, интенсивность которых позволяет говорить о полностью оптическом управлении электромагнитным излучением.

Анна Андреевна Попкова провела экспериментальное и численное исследование оптических и нелинейно-оптических свойств двумерных и квазидвумерных материалов и структур на их основе. В процессе исследования были использованы методы создания, характеризации и моделирования оптических структур. Для создания образцов применялись химическое осаждение из газовой фазы, литография, травление, метод отщепления от объемного кристалла с последующим переносом. Морфологические параметры полученных образцов исследовались методами атомно-силовой и растровой электронной микроскопии, микроскопии темного поля. Оптический отклик изучался на установке нелинейно-оптической микроскопии в схеме на отражение с картированием поверхности, методом оптической спектроскопии зонд-накачка. Предложен авторский метод усиления генерации второй оптической гармоники. Расчет спектров проводился методом конечных разностей во временной области и матрицей переноса с учётом нелинейности слоёв.

Приведенные в автореферате перечень задач, справка о научной новизне и практической значимости, перечень положений, выносимых на защиту, краткий обзор содержания и выводы свидетельствуют о высокой квалификации Анны Андреевны Попковой. При ее непосредственном участии были получены значимые результаты:

1. В пленках гексагонального нитрида бора толщиной менее 150 нм обнаружена генерация третьей оптической гармоники. Интенсивность генерации имеет немонотонную зависимость от толщины образца, зависит от длины волны накачки и угла между поляризацией возбуждающего излучения и кристаллической осью. В пленках дисульфида и диселенида олова исследован эффект генерации второй оптической гармоники с резонансом вблизи длины волны 420 нм, обусловленным наличием в материалах прямого однофотонного и двухфотонного переходов, соответственно.

2. В нанодисках из тонких пленок квазидвумерного дисульфида молибдена исследован эффект генерации второй гармоники при возбуждении магнитодипольного ми-резонанса с учетом экситонной линии, соответствующей спектральному положению С-экситона.

3. В одномерном фотонном кристалле, покрытом монослоем графена исследованы блоховские поверхностные волны. Измерена субпикосекундная динамика изменения резонансного коэффициента отражения фемтосекундного импульса за счет генерации электронной плазмы в монослое графена и релаксации, обусловленной процессами электрон-фононного взаимодействия.

По содержанию автореферата имеются следующие замечания.

1. На стр. 17 автореферата, строка 2 сверху, написано: «ФК оптимизирован таким образом, чтобы поддерживать возбуждение БПВ только для ТЕ-поляризованных импульсов. ТМ-поляризованное излучение при этом попадает в область фотонной запрещенной зоны, что приводит к полному его отражению от структуры». Попадает ли ТЕ-поляризованное излучение в область фотонной запрещенной зоны? Почему это не приводит к полному его отражению от структуры?

2. На стр. 21 автореферата, пункт 3, написано: «При плотности мощности накачки 40 мкДж/см² на длине волны 800 нм максимальное изменение показателя преломления составило 0.3%». Вероятно, имелось ввиду максимальное изменение относительного отражения, которое составило 0.3%, согласно данным рис. 10.

Сведения об апробации работы подтверждают ценность и новизну полученных результатов, это публикации в журналах «ACS Photonics», «Laser & Photonics Reviews», «Advanced Optical Materials», «Nanomaterials». Результаты диссертации обсуждались на конференциях передового уровня.

Считаю, что в данной диссертационной работе решены поставленные перед соискателем научные задачи. Автореферат диссертации отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Анна Андреевна Попкова, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – лазерная физика.

660036, Красноярск, Академгородок, 19-45

т. +73912494550, tiv@iph.krasn.ru

С.н.с. лаб. когерентной оптики ИФ СО РАН,
к.ф.-м.н.

Тимофеев Иван Владимирович

Подпись Тимофеева И.В. заверяю

Ученый секретарь ИФ СО РАН, к.ф.-м.н.

Злотников А.О.