

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук

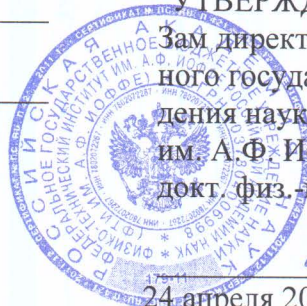
Политехническая ул., 26, С.-Петербург, 194021
Телефон: (812) 297-2245 Факс: (812) 297-1017
post@mail.ioffe.ru http://www.ioffe.ru

24.04.2014 № _____

На № _____ от _____

"УТВЕРЖДАЮ"

Зам директора по научной работе Федераль-
ного государственного бюджетного учреж-
дения науки «Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе» Российской академии наук
докт. физ.-мат. наук С.В.Лебедев



24 апреля 2014 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу

Свяховского Сергея Евгеньевича

**«Динамическая дифракция фемтосекундных лазерных импульсов
в одномерных фотонных кристаллах»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.21 (лазерная физика).

Диссертационная работа посвящена исследованию распространения фемтосекундных лазерных импульсов в одномерных фотонных кристаллах в геометрии Лауэ. Актуальность приведённых в данной диссертационной работе исследований обусловлена, с одной стороны, растущим научным интересом к оптике фотонных кристаллов, что открывает большие возможности по управлению электромагнитным излучением. С другой стороны, большое значение имеет развитие оптики сверхкоротких оптических импульсов, что актуально для исследования сверхбыстрых процессов в физике и химии, а также имеет прикладное значение в телекоммуникационной сфере. В представленной диссертационной работе получен ряд оригинальных результатов, среди которых можно отметить экспериментальное обнаружение нового оптического эффекта: дифракционно-индуцированного временное деление фемтосекундных лазерных импульсов в одномерных фотонных кристаллах на основе пористого кремния в условиях брэгговской дифракции в схеме Лауэ. Исследована зависимость данного эффекта от параметров фотонного кристалла и параметров исходного лазерного излучения.

Диссертационная работа изложена на 137 страницах и состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка цитированной литературы. Во введении приведена информация о цели диссертационной работы, актуальности, научной и практической значимости работы,

личном вкладе автора, апробации и достоверности полученных результатов. Первая глава представляет обзор литературы, три последующие главы являются оригинальными.

Во второй главе изложены результаты работы по усовершенствованию методики изготовления фотонных кристаллов на основе пористого кремния и пористого кварца. В главе 3 приведены результаты экспериментального обнаружения эффекта временного дифракционного деления лазерных импульсов в одномерном фотонном кристалле. В четвертой главе рассмотрены результаты исследования поляризационной зависимости эффекта временного деления, пространственного распределения поля импульса внутри фотонного кристалла при эффекте временного деления, а также приведены результаты экспериментального обнаружения эффекта селективной компрессии лазерных импульсов при эффекте временного деления. В конце диссертационной работы приведено заключение, в котором перечислены основные результаты работы, а также список литературы, включающий 134 наименования, в том числе публикации автора по теме диссертационной работы.

Наиболее значимыми результатами, достигнутыми в данной работе, на наш взгляд являются:

1. В рамках выполнения диссертационной работы созданы образцы фотонных кристаллов, состоящие из тысяч пар слоёв и сохраняющие при этом высокий контраст значений показателя преломления соседних слоёв (глава 2). Приведённые в работе исследования показывают, что полученные фотонные кристаллы сохраняют свои качественные характеристики при изготовлении структур толщиной до 400 микрон.
2. Экспериментально обнаружен эффект временного деления импульсов в одномерных фотонных кристаллах, вызванный Брэгговской дифракцией в геометрии Лауэ (глава 3). Установлено, что эффект линейно зависит от толщины фотонного кристалла. Результаты приведённых экспериментов соответствуют приведённым аналитическим расчётам и результатам численного моделирования по методу конечных разностей во временной области.
3. Обнаружено, что эффект временного деления лазерных импульсов в одномерных фотонных кристаллах, вызванный Брэгговской дифракцией в геометрии Лауэ, проявляет зависимость от поляризации исходного импульса (глава 4). В работе приведено объяснение этого эффекта при помощи решёточной анизотропии одномерного фотонного кристалла.
4. Обнаружен эффект селективной компрессии частотно-модулированных лазерных импульсов при временном делении, вызванном Брэгговской дифракцией импульсов в

геометрии Лауэ в фотонном кристалле (глава 4). Эффект объясняется различной решёточной дисперсией для разделившихся при временном делении импульсов. Результаты эксперимента находятся в соответствии с результатами численного моделирования по методу конечных разностей во временной области.

Оценка новизны и достоверности

Научная новизна представленных в диссертации исследований заключается в том, что соискателем впервые обнаружены новые оптические эффекты в оптике фотонных кристаллов. Научные положения и выводы, сформулированные в работе, их достоверность и научная новизна хорошо аргументированы и обоснованы как результатами собственных экспериментальных исследований диссертанта, так и согласием полученных результатов с результатами работ по близкой тематике, проведенных в ведущих исследовательских организациях как в России, так и за рубежом. По материалам, изложенным в диссертации, опубликовано 3 статьи, в ведущих реферируемых научных журналах и сделаны доклады на многочисленных Российских и Международных конференциях.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы можно рекомендовать к использованию в исследовательской работе научных и учебных учреждений, занимающихся исследованиями в областях оптики и лазерной физики: ФИАН им. П.Н. Лебедева, ИОФРАН им. А.М. Прохорова, ФТИ им. А.Ф. Иоффе, на физическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова.

Замечания

Необходимо отметить следующие недостатки диссертационной работы:

1. При исследовании поляризационной зависимости эффекта временного деления импульсов (п. 4.2) проведено численное моделирование эффекта только в малом масштабе, т.е. в случае кристалла малой толщины и малой длительности импульса. Заниженная длительность импульса вызывает спектральное уширение импульса, что, как показано в обзоре литературы, может вызвать нарушение применимости существующей теории. Целесообразно провести численное моделирование поляризационной зависимости эффекта временного деления в большем масштабе.
2. В главах 3 и 4 при исследовании эффекта временного деления фемтосекундных импульсов в одномерных фотонных кристаллах и сопутствующих данному эффекту явлений не рассматривается вопрос об оптическом поглощении света в фотонном кристалле. В связи с тем, что эффект временного деления основан на формировании борманновских мод в фотонном кристалле, оптическое поглощение материала слоёв фо-

тонного кристалла с различной пористостью может быть различным для каждой из мод, вследствие чего будет проявляться эффект Боррманна. Это обстоятельство может исказить процесс временного деления, и целесообразно его учесть.

3. Представленное в работе рассмотрение эффекта временного деления импульсов в одномерных фотонных кристаллах как при помощи аналитической теории, так и при помощи численного моделирования проведено в упрощённом виде: геометрия теоретической задачи является двумерной. Рассматривается распространение световых импульсов только в плоскости падения. Однако в эксперименте рассматриваемые эффекты имеют место для трехмерной структуры. Входной пучок пространственно ограничен в направлении по нормали к плоскости падения, и поэтому рассматриваемая схема не имеет трансляционной симметрии в этом направлении и потому её нельзя рассматривать как двумерную.
4. В главе 3 при обнаружении эффекта временного деления не исследуется частотная модуляция исходного импульса, при этом в последующей главе показано, что частотная модуляция имеет большое значение при эффекте временного деления. Целесообразно провести оценки влияния частотной модуляции на эффект временного деления при рассматриваемых параметрах.

Заключение

Диссертационная работа является законченным научным исследованием, обладает внутренним единством, свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Приведённые недостатки не снижают ценности данной диссертационной работы. Результаты, приведённые в диссертационной работе, основаны на значительном объёме экспериментальных данных, полученных автором. Используемые экспериментальные данные были получены на современном оборудовании и не противоречат как приведённым в работе результатам аналитических расчётов и численного моделирования, так и результатам, изложенным в работах других авторов по данной тематике.

В автореферате сформулированы цель и актуальность работы, описаны методы исследования, приведена информация о достоверности полученных результатов, изложены научная новизна и практическая значимость работы, приведена информация о личном вкладе автора, указаны научные положения, выносимые на защиту, приведена информация об апробации работы, описаны структура и объем диссертации и краткое содержание работы по главам, основные результаты и выводы диссертационной работы. Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

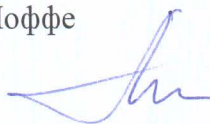
Результаты диссертационной работы имеют важное фундаментальное и практическое значение. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы.

Диссертационная работа С.Е. Свяховского на тему «Динамическая дифракция фемтосекундных лазерных импульсов в одномерных фотонных кристаллах» отвечает критериям ВАК РФ и требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней в редакции Постановления №842 Правительства РФ от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Свяховский Сергей Евгеньевич несомненно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 (лазерная физика).

Доклад С.Е. Свяховского с изложением основных результатов диссертации был заслушан на семинаре лаборатории спектроскопии твердого тела ФТИ им.А.Ф.Иоффе 24 апреля 2014 г. Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на семинаре 24 апреля 2014 г, протокол N 3.

Руководитель семинара

Главный научный сотрудник ФТИ им.А.Ф.Иоффе
доктор физ.-мат. наук



М.Ф.Лимонов

Тел. +7(812) 292-71-74

Электронная почта M.Limonov@mail.ioffe.ru

