



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ И ИНФОРМАТИКА, МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ

*Материалы Международной студенческой
научно-практической конференции
г. Минск, 20 апреля 2018 г.*

*Научное электронное издание
локального распространения*

Минск
БГПУ
2018

УДК [53:51]:37.016
ББК 22р
Ф506

Печатается по решению редакционно-издательского совета БГПУ

Редколлегия:

В. В. Шлыков, доктор педагогических наук, проректор по учебной работе БГПУ;
С. И. Василец (отв. ред.), кандидат физико-математических наук,
декан физико-математического факультета БГПУ;
С.В. Вабищевич, кандидат педагогических наук,
заведующий кафедрой информатики БГПУ;
В. Р. Соболев, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой физики
и методики преподавания физики;
А. Ф. Климович, кандидат педагогических наук,
заведующий кафедрой информационных технологий в образовании
С. А. Василевский кандидат физико-математических наук,
заместитель декана физико-математического факультета БГПУ

Рецензенты:

В. А. Шилинец, кандидат физико-математических наук, доцент,
заведующий кафедрой информационных технологий и высшей математики
УО ФПБ «Международный университет «МИТСО»»;
В. В. Кисель, кандидат физико-математических наук, доцент

Физико-математические науки и информатика, методика преподавания:
Ф506 материалы Междунар. студ. науч.-практ. конф., г. Минск, 20 апреля, 2018 г. / Беларус.
гос. пед. ун-т им. М. Танка; редкол. В. В. Шлыков, С. И. Василец (отв. ред.) [и др.]. –
Минск : БГПУ, 2018.

ISBN 978-985-541-472-9.

В сборник включены материалы по актуальным проблемам физики, математики
и информатики, проблемам обучения физике, математике и информатике в школе и вузе. Рас-
сматриваются вопросы содержания, качества знаний, организации исследовательской и само-
стоятельной работы, использования информационных технологий в преподавании физики,
математики, методики математики и методики физики.

Адресуется преподавателям, аспирантам, магистрантам и слушателям учреждений,
обеспечивающих повышение квалификации и переподготовку педагогических кадров.

УДК [53:51]:37.016
ББК 22р

ISBN 978-985-541-472-9

© Оформление. БГПУ, 2018



Секция I
ФИЗИКА
И МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ
ФИЗИКИ

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНО-ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФОТОРЕФРАКТИВНЫХ КРИСТАЛЛОВ СЕМЕЙСТВА СИЛЛЕНИТОВ

Д. П. Гучек,
БГПУ (Минск),
У. Ю. Гальнская,
ГУО Лицей №1 (Минск)

Науч. рук. – к. ф. м. н., доцент
К. А. Саечников,

Реализована схема поперечного зондирования для измерения светоиндуцированного изменения показателя преломления фоторефрактивного кристалла, в которой зондирующий световой пучок, на одной длине волны отклоняется в поле второго светового пучка (оптической накачки) на другой длине волны. Продемонстрировано отклонение светового пучка, как во внешнем электрическом поле, так и под действием второго светового пучка.

Ключевые слова: фоторефрактивный эффект; гауссовы световые пучки; индуцированная неоднородность; самоотклонение.

Кристаллы семейства силленитов ($\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$, $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$, $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$) относятся к широкозонным полупроводникам и обладают одновременно фоторефрактивными, пьезоэлектрическими, фотовольтаическими свойствами.

Целью настоящей работы явилось исследование нелинейного взаимодействия световых пучков в фоторефрактивных кристаллах семейства силленитов.

В качестве образца для исследования нелинейно-оптических свойств в фоторефрактивных кристаллах использовался нелегированный кристалл *BTO* с размерами и кристаллографическими направлениями относительно граней кристалла, как указано на рисунке 1.

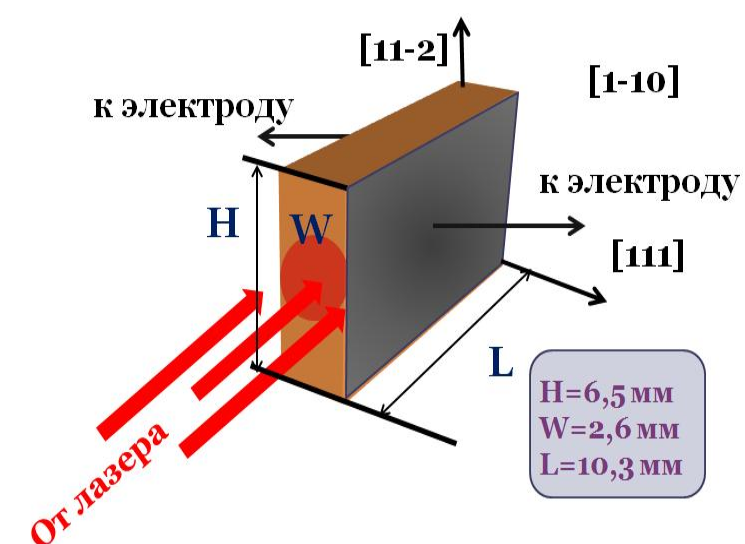


Рисунок 1 – Геометрия кристалла *BTO*

Исследования указанных свойств фоторефрактивной среды проводились на экспериментальной установке, представленной на рисунке 2. Целью проведенных экспериментов являлось определение оптимальных условий измерения фоторефрактивного отклика на основе схемы некогерентного взаимодействия двух гауссовых световых пучков при ортогональной геометрии распространения в кубическом фоторефрактивном кристалле, помещенном во внешнее электрическое поле. Схема прохождения лазерных лучей в фоторефрактивном кристалле показана на рисунке 2.

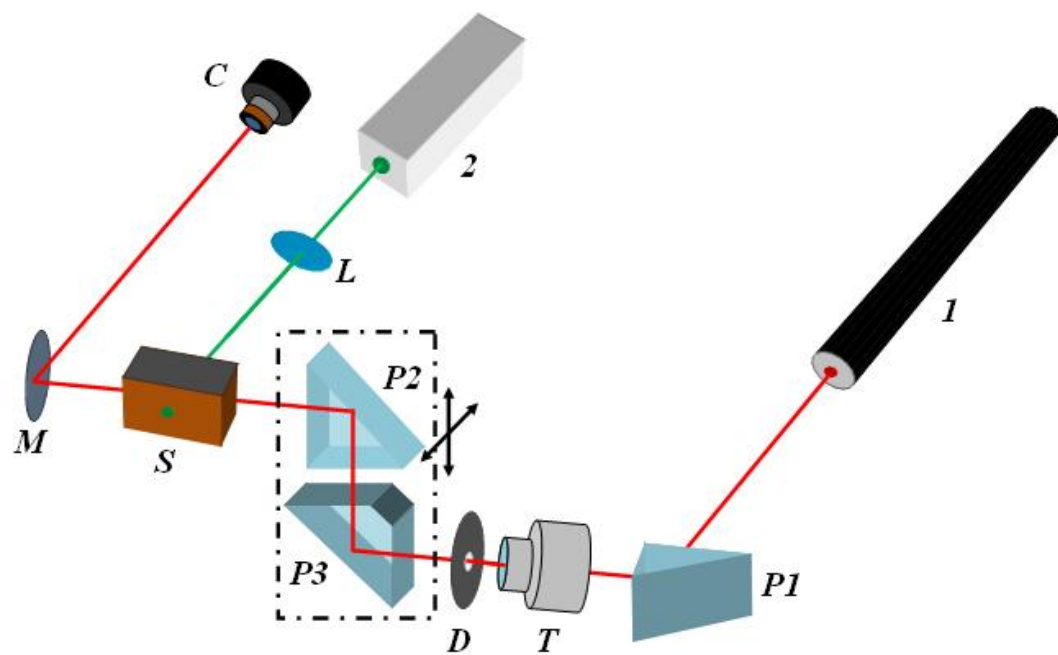


Рисунок 2 – Схема экспериментальной установки для исследования некогерентного взаимодействия гауссовых световых пучков в фоторефрактивных кристаллах.

Схема прохождения лазерных лучей в фоторефрактивном кристалле показана на рисунке 3.

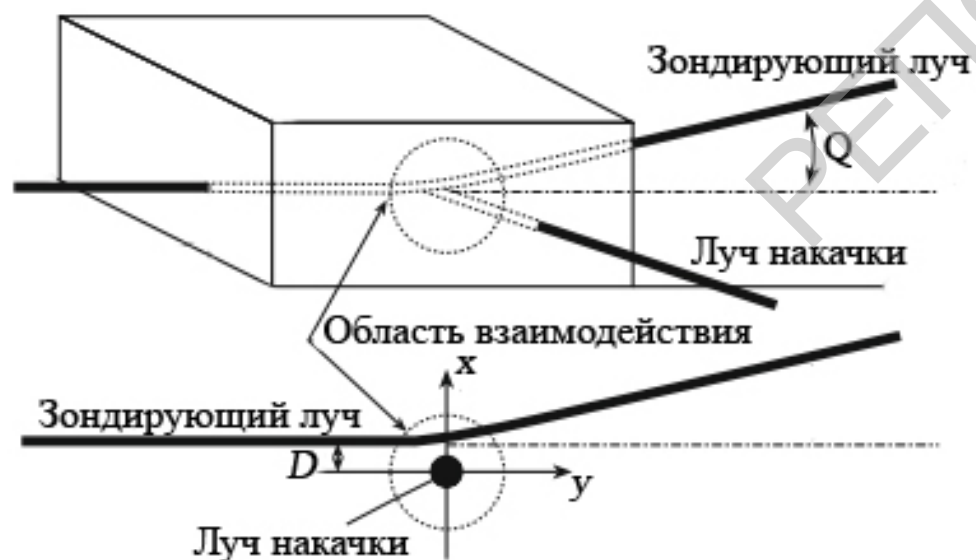


Рисунок 3 – Схема прохождения лучей в фоторефрактивном кристалле.

В качестве пучка, создающего наведенную нелинейность в образце, (пучка накачки) использовалось излучение твердотельного $Nd^{3+}:YAG$ лазера 2, работающего в непрерывном режиме с длиной волны 532 нм. Зондирующий луч от гелий-неонового лазера 1 с длиной волны 632,8 нм проходил перпендикулярно к лучу накачки на расстоянии D от его центра и отклонялся на созданной накачкой оптической неоднородности на угол φ . Знак угла отклонения зондирующего луча зависит от взаимных ориентаций поляризаций лучей и полярности прикладываемого электрического поля к образцу. Положительное значение угла (отклонение от центра пучка накачки) отвечает уменьшению показателя преломления под действием пучка накачки (дефокусирующая нелинейность). Отрицательное значение угла (отклонение к центру пучка накачки) означает увеличение показателя преломления (фокусирующий тип нелинейности).

В эксперименте к кристаллу прикладывалось напряжение равное $E = 11,5$ кВ/см. Система из прямоугольных призм $P2$ и $P3$ позволяла варьировать расстояние D , путем перемещения зондирующего луча относительно исследуемого кристалла. С помощью телескопа T и диафрагмы D , а также линзы L достигались необходимые диаметры исследуемых пучков. Отклонение зондирующего луча от первоначального положения фиксировалось на CCD камере C .

Диаметр зондирующего луча и луча накачки в зоне пересечения в кристалле составляли соответственно 120×90 мкм и 350×370 мкм в диаметре по вертикальной и горизонтальной координате. Пример некогерентного взаимодействия гауссовых световых пучков при расстоянии между центрами пучков $D \approx 170$ мкм $\sim 2R_{632,8 \text{ нм}} \sim 0.5R_{532 \text{ нм}}$ представлен на рисунке 3.

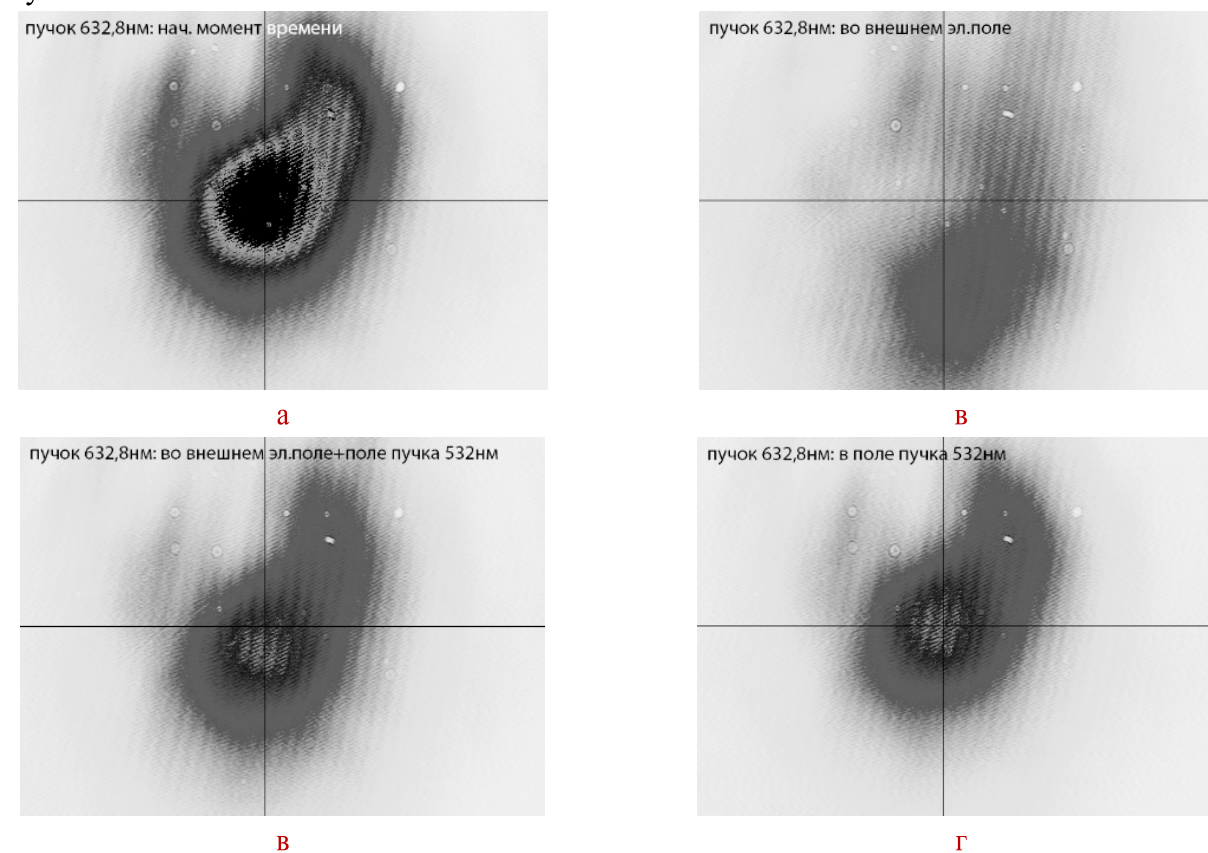


Рисунок 3 – Пространственная динамика зондирующего светового пучка ($D \approx 170$ мкм): а – начальное положение, б – приложено электрическое поле, в – включена дополнительная засветка, г – выключено электрическое поле.

Из рисунка 3 видно смещение зондирующего пучка при приложении внешнего электрического поля и последующее смещение в обратном направлении при включении пучка накачки. Возвращение зондирующего пучка к первоначальному положению имеет место при выключении внешнего электрического поля.

Максимальный эффект отклонения зондирующего пучка наблюдался при поляризации, совпадающей с направлением внешнего поля, приложенного к кристаллу. Из полученных экспериментальных данных можно оценить угол отклонения зондирующего луча. Для случая, представленного на рисунке 3, угол отклонения составляет $\varphi = \Delta x / L = 400 \text{ мкм} / 1,1 \text{ м} = 0,36 \text{ мрад}$, где Δx – величина отклонения луча в дальней зоне (на CCD-камере), L – расстояние до CCD-камеры. Увеличение расстояния между пучками приводило к уменьшению величины отклонения зондирующего пучка. Изгибание траектории пропадало при расстоянии $D \geq 500 \text{ мкм}$. По измеренному углу можно определить величину изменения показателя преломления, наведенного пучком накачки, составляет $\Delta n = 4 \cdot 10^{-4}$.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ