

УДК 535.421

## СОЗДАНИЕ ВОЛНОВОДА ДЛЯ СИСТЕМ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ФОТО-ТЕРМО-РЕФРАКТИВНОМ СТЕКЛЕ

Мусихина Е. С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к. ф.-м. н., Иванов С. А.  
(Университет ИТМО)

В работе была записана волноводная система ввода и вывода излучения для систем дополненной реальности. Ввод и вывод осуществлялся с помощью наклонных пропускающих объемных брэгговских решеток. Работоспособность системы была успешно продемонстрирована.

**Введение.** За последние несколько лет интерес к технологии создания носимых устройств дополненной реальности значительно возрос, и, как результат, количество разработок в этой области так же увеличилось. Так же были сформированы требования к носимым устройствам дополненной реальности: девайсы должны быть удобными, обеспечивать визуальный, вестибулярный и социальный комфорт. Часть требований предъявляется, в частности, к оптическим системам, обеспечивающим попадание изображения в глаз человека. Их вес и размеры должны быть небольшими и в то же время системы должны иметь достаточную яркость и видимость. Выходом из ситуации может служить использование голографических систем ввода и вывода излучения в волноводе. Коммерчески распространены полимерные голограммы, но их недостатками являются гигроскопичность и необходимость в нанесении защитных покрытий. Фото-термо-рефрактивное (ФТР) стекло, имеющее в составе около 70% оксида кремния, является достаточно твердым и стойким к физическим и химическим воздействиям.

Таким образом, целью данной работы является запись системы ввода и вывода излучения в волноводе на ФТР стекле. Следует отметить, что на данный момент не существует коммерчески доступных аналогов исследуемому в данной работе.

**Основная часть.** ФТР стекло для проведения эксперимента было синтезировано и подготовлено для дальнейшей записи на базе научно-исследовательского центра оптического материаловедения Университета ИТМО. Для записи были изготовлены пластины толщиной 2 мм и размерами 2×4 см. Запись происходила с использованием излучения гелий-кадмиевого лазера Kimmon K с длиной волны 325 нм. Проявление решеток осуществлялось при температуре 493 С° в течение 6 часов.

Расчет параметров решеток осуществлялся исходя из требований к полю зрения (FOV) и выходному зрачку:  $FOV > 20 \times 10$  градусов, выходной зрачок – 15×15 мм. Рабочая длина волны – 520 нм. Для осуществления дифракции излучения под углом, обеспечивающим полное внутреннее отражение, из четырех вариантов геометрии решеток (отражательные или пропускающие с одинаковыми углами наклона решетки и разными периодами, или с одинаковыми периодами и разными углами наклона решетки) был выбран вариант пропускающих решеток с разными периодами и одинаковым углом наклона.

Особенностью схемы записи является использование клина для обеспечения распространения излучения записи на углы, превышающие углы полного внутреннего отражения (ПВО).

Проверка работоспособности системы осуществлялась с помощью диодного лазера с длиной волны 532 нм. Для записанных и проявленных решеток в спектре поглощения наблюдалась полоса плазмонного резонанса наночастиц серебра с максимумом около 450 нм, соответственно, при волноводном распространении большая часть излучения поглощалась. Как результат, изображение в волноводе наблюдалось только при отсутствии освещения. Обесцвечивание решеток излучением зеленого наносекундного лазера увеличило пропускание образца толщиной 2,05 мм на длине волны 532 нм с 0,747 до 0,836 без учета потерь на отражение. При измерении монохроматическим излучением с длиной волны 532 нм

эффективность решеток составляла до 60%. При чтении зеленым излучением при полуширине спектра 30 нм эффективность решеток составила 14%. Тем не менее, общая эффективность системы передачи изображения составила 0,5%.

**Выводы.** В результате работы была записана система ввода и вывода излучения в волновод на базе объемных брэгговских решеток в ФТР-стекле. Система была записана под излучение с длиной волны 520 нм. Эффективность системы составила 0,5% при ширине спектра 30 нм. Однако, эффективность решеток при использовании монохроматического света достигала 60%. Потери на поглощение в необесцвеченном волноводе являлись определяющим фактором работы системы. Обесцвечивание системы позволило наблюдать изображение при дневном освещении.

**Благодарности.** Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта НИРМА ФТ МФ Университета ИТМО

Мусихина Е. С. (автор)

Подпись

Иванов С. А. (научный руководитель)

Подпись