

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ И КВАНТОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ БИНАРНОЙ НЕЗАВИСИМОЙ АМПЛИТУДНО-ФАЗОВОЙ МОДУЛЯЦИИ В ПРОИЗВОЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ С ПОМОЩЬЮ ВНЕОСЕВОЙ ЦИФРОВОЙ ГОЛОГРАФИИ**

**Георгиева А.О.** (Университет ИТМО), **Белашов А.В.** (Физико-технический институт им.  
А.Ф. Иоффе),

**Научный руководитель – д.ф.-м.н., доцент Петров Н.В.**  
(Университет ИТМО)

В данной работе продемонстрированы результаты независимой амплитудно-фазовой модуляции в произвольной плоскости с помощью управляемой матрицы микрозеркал и внеосевой цифровой голографии. Проведено исследование зависимости пространственного разрешения и квантования изображения при модуляции в плоскости формирования изображения телескопической системой в сравнении с модуляцией в произвольной плоскости.

**Введение.** В настоящее время широко распространённым методом модуляции волнового фронта является применение управляемой матрицы микрозеркал (DMD от англ. Digital Micromirror Device). Среди приложений методики модуляции света с помощью DMD можно выделить такие области как высокоразрешающая микроскопия, голографические дисплеи, литография и преобразование профиля лазерного пучка. Несмотря на то, что DMD является бинарным устройством, т.е. напрямую позволяет осуществлять только амплитудную модуляцию, с помощью специальных компьютерно-синтезированных методов генерации бинарных паттернов, а также телескопической системы с пространственной фильтрацией дифракционного порядка возможно осуществить также фазовую и комплексную модуляцию. Однако при использовании такого подхода получение модулированного поля возможно только в одной плоскости – плоскости формирования изображения телескопической системой, что может затруднить использование данной методики в некоторых приложениях.

**Основная часть.** В данной работе была исследована возможность получения целевого модулированного поля в произвольной плоскости с помощью численного решения дифракционного интеграла, описывающего распространение поля в свободном пространстве, а также произведен анализ изменения пространственного разрешения и квантования изображения в сравнении с модуляцией в плоскости формирования изображения телескопической системой. Для генерации бинарных паттернов использовалась компьютерно-синтезированная голография Ли. Независимая амплитудно-фазовая модуляция производилась посредством изменения несущей частоты бинарного паттерна, а также коэффициента заполнения пикселей (соотношение между числом «включенных» (микрозеркало повернуто на  $+12^\circ$ ) пикселей и числом пикселей, приходящимся на ширину полос). Дифракционное распространение описывалось с помощью представления поля через угловой спектр плоских волн.

Показано, что при дифракционном распространении в плоскость, отдаленную от плоскости формирования изображения телескопической системой, пространственное разрешение незначительно снижается. Также продемонстрировано, что для исходного поля с большим количеством уровней квантования фазы, при фазовой модуляции в плоскости формирования изображения телескопической системой количество уровней квантования фазы соответствует периоду бинарных полос на DMD-паттерне. При осуществлении дифракционного распространения в произвольную плоскость количество уровней квантования увеличивается.

**Выводы.** В методике манипуляции комплексным волновым фронтом с помощью бинарного устройства возможно осуществлять модуляцию в произвольной плоскости посредством

численного решения дифракционного интеграла для описания распространения поля. При этом пространственное разрешение незначительно снижается относительно модуляции в плоскости формирования изображения телескопической системой, в то время как количество уровней квантования изображения увеличивается. Это может быть использовано для кодирования меньших фазовых колебаний при сохранении той же несущей частоты бинарной голограммы.

Георгиева А.О. (автор)

Петров Н.В. (научный руководитель)