

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МНОГОПОРЯДКОВЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ ЛИНЗ

Аспирантка Кучугура И.О.
Д-р техн. наук, профессор Колобродов В.Г.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»

Дифракционные оптические элементы являются универсальными элементами, которые широко используются в современных оптических системах. Традиционно дифракционные линзы (ДЛ) проектируют для работы в первом дифракционном порядке, в котором оптическая сила линзы прямо пропорциональна отношению расчетной и рабочей длин волн света. В свою очередь многопорядковые ДЛ (МПДЛ) одновременно работают в нескольких дифракционных порядках N , благодаря чему способны фокусировать волны разной длины в одну точку с высокой дифракционной эффективностью (ДЭ), что дает возможность формировать высококачественное полихроматическое изображение.

Проектирование МПДЛ базируется на скалярной теории дифракции Кирхгофа и эмпирической формуле показателя преломления для разных длин волн. Хроматические характеристики изучаются эмпирически.

Использование МПДЛ предлагает разработчикам новые степени свободы, которые можно использовать для оптимизации технических характеристик оптических систем. МПДЛ отличаются от обычных дифракционных линз со скачком фазы 2π в основном толщиной. Толщина МПДЛ является целым числом m толщин обычной дифракционной линзы. Таким образом, разность фаз изменяется не на 2π , а на $2\pi m$. Кроме того, оптическая сила МПДЛ остается постоянной для нескольких дискретных длин волн. Такая особенность этих линз полезна для коррекции хроматической аберрации. Комбинируя параметры m и N можно управлять ДЭ МПДЛ в рабочем спектральном диапазоне.

Было проведено численное моделирование МПДЛ для расчетной длины волны $\lambda_0 = 525$ нм, $m = 6$, в спектральном диапазоне 400..700 нм. Определено, что линза фокусирует свет с длинами волн 450 нм, 525 нм, 630 нм с ДЭ 100% в одну точку.

Разработана математическая модель влияния ошибки изготовления глубины микрорельефа МПДЛ на ДЭ. Вычислено, что для ошибки 5% ДЭ для длин волн 450 нм, 525 нм, 630 нм составляет 65%, 73% и 81% соответственно, а для ошибки 10% – 25%, 13% и 40%. Таким образом качество создаваемого изображения МПДЛ в большой степени зависит от точности изготовления ее микрорельефа.