ОБ ОСНОВАХ ГЕОМЕТРИИ ЛАЗЕРНЫХ ПУЧКОВ

А. П. Хапалюк

НИИ прикладных физических проблем им. А. Н. Севченко, Минск

Преобразование параметров гомоцентрических пучков света обычной оптической линзой определяется в геометрической оптике формулой Гаусса-Ньютона. В лазерной физике эта формула обобщается на случай гауссовых лазерных пучков и может быть записана в виде

$$(G_0 - C_0)(G - CC) = F^2,$$

где в общем случае все входящие сюда величины принимают комплексные значения и имеют следующий физический смысл: C_0 и C_1 - определяют конечные фокальные точки линзы $G_j = a_j - iKw^2_j$ $(j = 0,1)$ являются комплексными параметрами падающего $(j = 0)$ и преобразованного $(j = 1)$ гауссовых пучков, a_j определяет положение локуса, (наиболее узкой части) пучка W_j - радиус пучка в локусе, к - волновое число, F - комплексное фокусное расстояние линзы.

Все эти параметры имеют размерность длины и поэтому могут быть интерпретированы как на языке оптики (физики), так и на языке геометрии (математики). С другой стороны приведенная выше формула в математике интерпретируется как дробно-линейное преобразование, закономерности этого преобразования определяют некоторую геометрию на комплексной плоскости переменного G_j. В работе [1] утверждается, что эта геометрия неевклидова. Это представляется довольно неожиданным. Ведь отсюда следует, что геометрия лазерных пучков, в более общем смысле геометрия электромагнитных волн, являются физической реальной моделью неевклидовой геометрии.

Дополнительные исследования возникших здесь новых проблем приводят к следующему. Суть дела заключается в различной интерпретации смысла бесконечно близких к фокусам линзы точек и сопряженных им бесконечно удаленных точек. В математике эти точки обычно считаются особыми и остаются фактически не доопределенными. Проведенные дополнительные исследования показывают, что их можно доопределить по разному. В зависимости от этого получается либо евклидова либо неевклидова геометрия. Экстраполяция результатов исследования в конечной области на бесконечную область приводит к евклидовой геометрии лазерных пучков.

1. *Маркушевич А. И.* Теории аналитических функций. М.: ГИТТЛ, 1957. 336 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТОВОГО ГАУССОВА ПУЧКА В ГИРОТРОПНОМ КРИСТАЛЛЕ, ПОМЕЩЕННОМ ВО ВНЕШНЕЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

Т. Г. Яковчик, В. В. Шепелевич

Мозырский государственный педагогический университет

Для описания эволюции светового гауссова пучка в фоторефрактивном кристалле класса 23 в случае произвольной ориентации внешнего электрического поля можно использовать нелинейное векторное дифференциальное уравнение [1]. В общем случае для решения этого уравнения используют численные методы.

В настоящей работе распространение светового гауссова пучка в фоторефрактивном кристалле $Bi_{12}SiO_{20}$, помещенном во внешнее постоянное электрическое поле E_0, исследуется с помощью решения уравнения [1] методом конечных разностей. Проведено сравнение решений, полученных с использованием различных граничных условий (нулевых, стационарных, прозрачных), а также определены допустимые размеры расчетного окна при заданной максимальной ошибке.

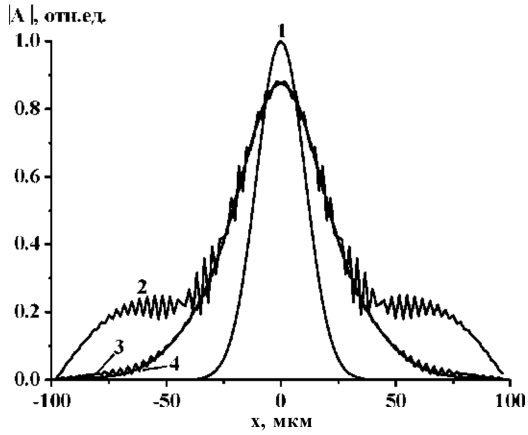

Рис. 1. Распределение модуля амплитуды I A светового пучка на входе в кристалл (1) и на выходе из кристалла (2-4) с нулевыми (2), стационарными (3) и прозрачными (4) граничными условиями

Эволюция гауссова пучка с длиной волны 0.632 мкм и радиусом перетяжки 15 мкм на входной грани кристалла показана на рисунке. Невозмущенный показатель преломления кристалла 2.58, а длина образца 8 мм. Ширина расчетного окна в данном случае равна 200 мкм. Из рисунка видно, что в режиме самофокусировки (E_0=12.5 кВ/см) при этой ширине расчетного окна прозрачные граничные условия [2] являются более выгодными по сравнению с нулевыми и стационарными. Использование прозрачных граничных условий позволяет повысить точность вычислений до 0.01% и значительно снизить затраты машинного времени (приблизительно на 50%).

1. *Шепелевич В. В., Коваршик Р., Кислинг А. и др.* // Квантовая электроника. 2003. Т. 33. С. 446-450.

2. *Hadley G. R.* // Opt. Lett. 1991. V. 16, № 9. P. 624-626.