$$\omega_p = \omega_0 \sqrt{\frac{\frac{L}{C} - {R_2}^2}{\frac{L}{C} - {R_1}^2}}.$$

Если 
$$R_2=R_1=\sqrt{\frac{L}{C}}$$
, то  $\omega_p=\frac{0}{0}$ , т. е. резонансная частота принимает

любые значения. Это означает, что данная колебательная система находится в состоянии резонанса в частотном диапазоне от нуля до бесконечности. В механике аналогичные колебательные системы отсутствуют.

Итак, под резонансом следует понимать такое состояние колебательной системы, при котором на фазово-частотной характеристике наблюдается характеристическая точка перегиба и колебательная система носит характер чисто активной нагрузки, т.е. в любой момент времени происходит только потребление энергии колебательной системой без ее возврата обратно.

# ЛОКАЛИЗОВАННЫЕ ПОЛЯ В СВОБОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

#### И. А. Тимошенко

В последнее время растет интерес к свету как инструменту для манипулирования микро- и нанообъектами. В частности световые пучки выступают в роли пинцетов для манипулирования микрочастицами и даже отдельными атомами и молекулами, а также как источник вращающего момента для деталей нанороботов.

Световая волна может иметь момент импульса сама по себе, если она имеет эллиптическую или круговую поляризацию, а может и благодаря фазовой структуре пучка, как, например пучки Лаггера-Гаусса [1].

В работах Борздова Г. Н. последовательно разработан формализм конструирования локализованных полей из плоских волн [2]. Задавая 4 функции, определяющих амплитуду, поляризацию, направление распространения и начальную фазу парциальной волны на так называемом дифференциальном многообразии пучка, можно получить различные типы и семейства локализованных полей.

Нами показано, что трехмерная стоячая волна, задаваемая сферической гармоникой  $Y_j^s(\theta,\varphi)$  на единичной сфере, причем  $s \neq 0$ , имеет момент импульса, объемная плотность которого локализована вблизи оси z, от которой откладывается сферический угол  $\theta$ , в пределах половины длины волны  $\lambda$ .

Нами проведены исследования движения пучка электронов вдоль оси z. Максимальное значение напряженности электрического поля составляло порядка  $10^{10}$  В/м, а начальная скорость электрона равна половине скорости света. Нами брался пучок электронов, изначально находившихся на кольце с центром на оси z. Исследования показали, что при радиусе кольца меньшем  $0.3~\lambda$  пучок фокусируются. Причем фокус не расположен на оси z. Так, например, для кольца радиусом  $0.1~\lambda$  область фокусировки находиться на расстоянии примерно  $0.04~\lambda$  от оси z. Со временем область фокусировки вращается по окружности радиусом  $0.04~\lambda$  с периодом, равным периоду поля.

### Литература

- 1. *Power W. L. et al.* Atomic motion in light beams possessing orbital angular momentum // Phys. Rev. A 1995. V. 52. No 1. P. 479–487.
- 2. *Borzdov G. N.*. Designing localized electromagnetic fields in a source-free space // Phys. Rev. E 2002. V. 65. P. 066612–066628

# ГЕЛИКОИДАЛЬНЫЕ ФОТОННЫЕ СТРУКТУРЫ

# И. А. Тимощенко

Скульптурные пленки — класс анизотропных неоднородных тонких пленок, микроструктуру которых образуют параллельные колонны, имеющие форму винтовой линии [1]. С макроскопической точки зрения геликоидальная пленка описывается неоднородным тензором диэлектрической проницаемости, чьи собственные векторы вращаются в пространстве вдоль некоторого направления, называемого осью пленки.

Оператор эволюции, описывающий распространение света в среде, имеет 4 собственных значения [2], два из которых в случае геликоидальной пленки в некоторой области частот, которая определяется материальными параметрами, являются чисто мнимыми. Это говорит о существовании запрещенной зоны для излучения, но определенной поляризщации, а именно направление обращение вектора поля противоположно направлению закрутки винтовых линий пленки.

Если взять две пленки одинаковой геометрии, но изготовленных из разных материалов, то возникает две запрещенных зоны, которые, например, могут соприкасаться. Но если построить периодическую среду на основе описанного двуслойного периода, то в случае уже двух периодов в спектре пропускания возникает набор узких пиков (см. рис. 1). С ростом толщины пленки ширина и высота пиков падает, а их число растет.