

для нулевой частоты при  $N=3$  (сплошная линия),  $N=5$  (точечная линия),  
 $N=7$  (пунктирная линия)

Рисунок 1 – Зависимость коэффициента пропускания спектрального фильтра от длины волны

Если параметр в бesselевом пучке, падающем на спектральный фильтр будет возрастать, то пик пропускания будет смещаться. Пропускание рассматриваемой структуры будет приводить к значительному смещению центрального пика. Данный факт свидетельствует о том, что при использовании спектрального фильтра в короткофокусной оптической системе будет происходить искажение пятна рассеяния и, соответственно, изображения.

Развитая теория может быть применена для дизайна многослойных спектральных фильтров для излучения террагерцового диапазона.

#### Список использованных источников

1. Казанский Н.Л., Харитонов С.И., Хонина С.Н., Моделирование гиперспектрометра на спектральных фильтрах с линейно-изменяющимися параметрами с использованием векторных бesselевых пучков, Компьютерная оптика, 38(4), 770-776 (2014)

Мокшин Павел Валериевич, аспирант кафедры нанотехнологий. E-mail: mokshinfabio@gmail.com

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ № 18-07-00514.*

УДК 543.275.08:621.383.001.2

## РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА КОАКСИАЛЬНОГО ЛАЗЕРА

Л.Г. Кесель, А.Р. Сулейманов

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань

**Ключевые слова:** коаксиальный лазер, оптический резонатор, матричная методика расчёта.

В настоящее время широкое распространение получили газовые лазеры с активной средой кольцевого сечения. Значительные преимущества в этом отношении обеспечивает наличие выходного излучения кольцевого сечения, поскольку кольцевая форма излучения при прохождении через атмосферу обладает меньшей расходимостью излучения в атмосфере. Поэтому применение коаксиальных лазеров позволяет создать лидарные системы с большей дальностью.

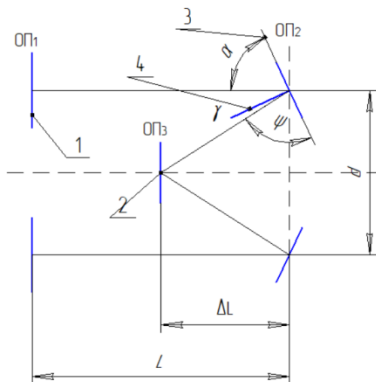


Рисунок 1 - Плоская модель резонатора

На рисунке 1 представлена плоская модель резонатора, где 1 – плоское зеркало; 2 – дополнительный отражатель; 3 – асферическое зеркало; 4 – нормаль к зеркалу при конкретном значении  $d$ ;  $\gamma$  – угол падения луча на асферическое зеркало; ОП – опорная плоскость;  $L$  – длина резонатора,  $\Delta L$  – расстояние от дополнительного отражателя до асферического зеркала. Угол при вершине конуса  $\alpha$ , обеспечивающий нормальное падение луча на плоское зеркало равен:  $\alpha = 90^\circ - \gamma$ ,

$$\gamma = 90^\circ - \arctg\left(\frac{\Delta L}{d}\right) \frac{180^\circ}{\pi}.$$

Особенностью данного резонатора является то, что можно плавно или ступенчато менять положение до дополнительного отражателя  $\Delta L$  и использовать это для селекции типов колебаний.

Данная модель исследовалась с использованием матричной методики расчета оптических систем [1]. Исследуемый резонатор был заменен эквивалентным линейным резонатором и записаны лучевые матрицы передачи параксиальных лучей для элементов резонатора.

В работе были определены границы зон устойчивости и неустойчивости резонатора, зависимости пятна основной моды  $\omega_0$  от  $R$  и

угла расходимости  $\theta$  от  $R$  в трех сечениях резонатора для устойчивых зон: когда опорная плоскость расположена на плоском зеркале (ОП<sub>1</sub>), когда опорная плоскость расположена вблизи асферического зеркала (ОП<sub>2</sub>), когда опорная плоскость расположена на дополнительном отражателе (ОП<sub>3</sub>). Из анализа этих зависимостей была построена конфигурация объема, занимаемого электромагнитным полем внутри резонатора. Кроме того, проведено сравнение полученных данных с основными характеристиками резонатора, рассмотренного в [2].

#### Список использованных источников

1. Джеррард А., Берч Дж. М. Введение в матричную оптику. М.: Мир, 1978
2. Терентьев Н.Д., Кесель Л.Г. Анализ основных характеристик резонатора для лазера с активной средой кольцевого сечения. Материалы всероссийской научно-практической конференции. АКТО-2018, ТЗ, с. 312-314.

Кесель Людмила Григорьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные и квантовые системы передачи информации», института «Радиоэлектроники и телекоммуникаций», КНИТУ – КАИ им. А.Н. Туполева. E-mail: bak1951@yandex.ru. Область научных интересов: оптическая и квантовая электроника.

Сулейманов Айдар Раилевич студент института «Радиоэлектроники и телекоммуникаций», КНИТУ – КАИ им. А.Н. Туполева, E-mail: Aidar1sr1@gmail.com Область научных интересов: оптическая и квантовая электроника.

УДК 543.275.08:621.383.001.2

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИКО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ УСТОЙЧИВОСТИ И НЕУСТОЙЧИВОСТИ РЕЗОНАТОРОВ ЛАЗЕРОВ ДЛЯ ОТКРЫТЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ**

Л.Г. Кесель, Н.Д. Терентьев

Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева – КАИ, г. Казань

**Ключевые слова:** лазер, оптический резонатор, оптико-геометрические критерии устойчивости и неустойчивости резонатора.

В настоящее время широкое распространение получили газовые лазеры с активной средой кольцевого сечения. Значительные преимущества в этом отношении обеспечивает наличие выходного излучения кольцевого сечения, поскольку кольцевая форма излучения при прохождении через атмосферу обладает меньшей расходимостью излучения в атмосфере. Поэтому применение коаксиальных лазеров позволяет создать лидарные системы с большей дальностью.