

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВОЛН У ВОГНУТОЙ ГРАНИЦЫ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Халиков А.Р.¹

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Попов И. Ю.¹

¹Университет ИТМО

al.ry.ri@gmail.com

Введение

Концентрация волновой энергии у криволинейной границы является фундаментальным эффектом вызываемым возбуждением высокочастотных гармоник. Классические работы описали распространение волн в симметричных структурах, однако поведение мод при отклонениях геометрии изучено недостаточно [1], [4].

Анализ устойчивости локализации энергии при дефектах границы остается актуальной задачей для создания селективных оптических устройств [2], [3]. Целью исследования является оценка влияния частоты и геометрии дефекта на распределение энергии и эффективность передачи сигнала.

Основная часть

Предложен численный метод исследования волнового процесса в круговой области с волноводами и локальным дефектом границы на основе разностных схем [4]. Анализ распределения энергии и коэффициента передачи выявил, что рост частоты усиливает концентрацию энергии у периферии. Установлена возможность управления степенью локализации и диапазоном пропускания фильтра посредством варьирования дополнительных параметров системы. Изменение геометрических характеристик дефекта и конфигурации сопряжения волноводов позволяет рассматривать систему как перестраиваемый элемент оптической схемы. Эффект удержания энергии сохраняется на высоких частотах даже при неоднородностях, что согласуется с представлениями о добротности оптических микрорезонаторов [5].

Выводы

Исследование подтверждает возможность управления локализацией волны и передачей сигнала в оптических диэлектрических волноводах с дефектами границы. Результаты демонстрируют потенциал использования подобных систем для создания частотных фильтров и сенсоров. Практическое применение предполагает внедрение моделей при проектировании интегральных оптических схем с высокой избирательностью.

Литература

1. Rayleigh J. W. S. The Theory of Sound. Vol. 2 // London: Macmillan. 1896.
2. Климов В. В. // Успехи физических наук. 2014. Т. 184. № 12. С. 1245–1272.
3. Foreman M. R., Swaim J. D., Vollmer F. // Adv. Opt. Photon. 2015. Vol. 7. P. 168–240.
4. Snyder A. W., Love J. D. Optical Waveguide Theory // London: Chapman and Hall. 1983.
5. Vahala K. J. Optical microcavities // Nature. 2003. Vol. 424. P. 839–846.