

СРАВНЕНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ РАЗНЫХ МОД ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРАХ МОДЕЛИ АТМОСФЕРЫ

Совершенов И. Д.¹

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

¹ Университет ИТМО
mr.sovershenovid@gmail.com

Введение

При распространении электромагнитного излучения в атмосфере происходят случайные флуктуации показателя преломления, вызванные турбулентностью [1]. Эти флуктуации влияют на свойства исходного пучка, то есть появляются фазовые и амплитудные искажения, пучок может уширяться и т.д.

Колмогоровская модель атмосферы, основанная на степенном законе спектра пространственных частот, является наиболее распространенной. Но в реальных условиях атмосферы существенное влияние могут оказывать как внешний и внутренний масштабы турбулентности, так и возможная анизотропия среды. В связи с этим, нужно пользоваться другими более общими моделями, такими как модель фон Кармана и модифицированными неколмогоровскими спектрами.

Основная часть

Рассматривается распространения гауссова пучка в параксиальном приближении. Эволюция радиуса пучка в свободном пространстве определяется дифракцией и описывается стандартной формулой через длину Рэлея.

Турбулентная среда моделируется случайным полем флуктуаций показателя преломления, статистические свойства которого задаются пространственным спектром.

В работе рассмотрены следующие модели:

- 1) **Колмогоровская модель:** спектр флуктуаций, как было упомянуто в введении, имеет вид степенного закона. Данная модель хорошо подходит для описания инерционного интервала, но не описывает конечность масштабов турбулентности.
- 2) **Модель фон Кармана:** в ней вводится внешний масштаб турбулентности. Что позволяет устранить расходимость спектра при малых пространственных частотах и описывать корректно вклад массивных вихрей.
- 3) **Обобщенная неколмогоровская модель:** используется в диссертационном исследовании [2], в которой показатель степени спектра и анизотропные параметры могут отличаться от классических. Данная модель позволяет учитывать влияние внутреннего масштаба и отклонения от изотропной турбулентности.

Продемонстрировано, что колмогоровская модель приводит к наибольшему вкладу массивных искажений; модель фон Кармана ограничивает вклад низкочастотных компонент спектра. Для неколмогоровской модели значение степенного показателя и параметров анизотропии определяют характер искажений.

Выводы

Выбор модели спектра флуктуаций показателя преломления существенно влияет на параметры пучка по мере распространения.

Литература

1. Z. I. Feizulin and Y. A. Kravtsov, "Expansion of a laser beam in a turbulent medium", *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Radiofiz.*, vol. 24, pp. 1351–1355, 1967.
2. E. Adams, "Gaussian and orbital angular momentum beam propagation in anisotropic atmospheric turbulence", Ph.D. dissertation, University of Dayton, Dayton, OH, USA, 2025.