

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ИЗЛУЧЕНИЯ В БИНАРНОЙ МАРКОВСКОЙ СМЕСИ

В работе представлен алгоритм имитационного моделирования переноса излучения в бинарной марковской смеси и в эквивалентной однородной смеси, разработанный на основе метода Монте-Карло. Индикатрисы рассеяния являются малоугловыми, и имеют вид аппроксимации Хензи-Гринстейна [1].

Бинарная марковская смесь (БМС) – среда, состоящая из двух несмешивающихся компонент с отличающимися параметрами рассеяния. Размеры участков пространства, занимаемые компонентами, являются случайными величинами, распределенными по экспоненциальному закону. В стохастической теории переноса как БМС рассматриваются: защита ядерных реакторов, состоящая из смеси бетона с гравием; разорванная облачность в атмосфере Земли, различные пористые материалы, биоткани, и некоторые другие случайно-неоднородные среды [2]. Эквивалентная однородная смесь (ЭОС) – среда, в которой компоненты, составляющие БМС, равномерно перемешанных друг с другом.

С помощью данного алгоритма производится оценка погрешности аналитического метода расчета коэффициента пропускания БМС, основанного на малоугловом приближении [3, 4]. Погрешности расчета коэффициентов пропускания БМС и ЭОС вычисляются следующим образом:

$$Del_{БМС} = 100\% \cdot (K_{БМС} - K_{БМС}^{МК}) / K_{БМС}^{МК}, \quad Del_{ЭОС} = 100\% \cdot (K_{ЭОС} - K_{ЭОС}^{МК}) / K_{ЭОС}^{МК}$$

где $Del_{БМС}$ и $Del_{ЭОС}$ – соответственно погрешности в БМС и ЭОС, $K_{БМС}$ и $K_{ЭОС}$ – коэффициенты пропускания БМС и ЭОС рассчитанные аналитически, и $K_{БМС}^{МК}$ и $K_{ЭОС}^{МК}$ – коэффициенты пропускания БМС и ЭОС рассчитанные методом Монте-Карло.

Результаты расчетов показывают, что для одних и тех же значений оптической глубины относительная погрешность расчета коэффициента пропускания в БМС $Del_{БМС}$ не превышает аналогичную величину $Del_{ЭОС}$ в эквивалентной однородной смеси. Физически это объясняется тем, что для фотона, пролетающего сквозь стохастическую среду, вероятность испытать столкновение с частицей и при этом поглотиться или рассеяться всегда ниже, чем в однород-

ной среде. В следствие этого, среднее значение коэффициента пропускания стохастической среды больше, чем однородной, а погрешность расчета меньше.

Алгоритм и процедура расчета коэффициента пропускания БМС могут быть легко адаптированы для расчета коэффициентов пропускания стохастических сред с произвольной статистикой.

Литература:

1. Букатый, В.И. Пространственное и угловое распределение светового поля в ансамбле частиц с сильно вытянутой индикатрисой рассеяния / В.И. Букатый, Т.К. Кронберг, Д.В. Михеев // Оптика атмосферы и океана. – 2001. – Т. 14, № 3. – С. 230-232.
2. Pomraning, G.C. Linear Kinetic Theory and Particle Transport in Stochastic Mixtures / G.C. Pomraning. – World Scientific Publishing, Singapore, 1991. – 235 p.
3. Noskova, M. Stochastic laser-beam transfer through a binary Markovian mixture / M. Noskova, A. Valentyuk. // J. Appl. Opt. – 1997. – V. 36, № 30. – P. 325–331.
4. Noskova, M.S. Small angle model of radiative transfer in a binary markovian mixture / M.S. Noskova // Twelfth Joint International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics / Atmospheric Physics, Tomsk, Russia, 27-30 June 2005. / Institute of Atmospheric Optics SB RAS; ed. by G.G. Matvienko, G.A. Zhrebtsov, Proc. of SPIE Vol. 6160, 2006. – P. 616016-1 – 616016-7.