УДК 681.5

ИССЛЕДОВАНИЕ БИНАРНОЙ МОДЕЛИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В ОБЪЕКТАХ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Прокапнёв А.Н.
Научный руководитель – Цымбаревич Е.Г., ст. преподаватель
Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь

В системах автоматизированного управления технологическими процессами пищевой и химической промышленности важное практическое значение имеет адекватная оценка параметров среды, используемой в объектах регулирования.

Рассмотрим бинарную модель стохастической среды, физические свойства которой определяют оптические характеристики: показатель ослабления $\varepsilon(z)$ и показатель рассеяния $\sigma(z)$, где z — глубина светорассеивающего слоя в объеме среды.

В рамках бинарной модели параметры $\varepsilon(z)$ и $\sigma(z)$ определяются соотношениями:

$$\varepsilon(z) = \varepsilon_1\chi_1(z) + \varepsilon_2\chi_2(z),\quad \sigma(z) = \sigma_1\chi_1(z) + \sigma_2\chi_2(z),\quad \chi_1(z) + \chi_2(z) = 1,\quad \chi_1(z)\chi_2(z) = 0 \qquad (1)$$

где ε_i, σ_i — показатели ослабления и рассеяния компонент смеси с номером i ($i = 1,2$), $\chi_i(z)$ — индикаторная функция.

Закономерности преобразования светового поля при распространении сканирующего излучения через такие рассеивающие среды формально математически являются решениями стохастического уравнения переноса

$$LI(\vec r;\vec\Omega) = 0, \qquad (2)$$

где $I(\vec r;\vec\Omega)$ — яркость излучения в точке $\vec r$ пространства в направлении $\vec\Omega$,

$$L = \vec\Omega\cdot\nabla + \varepsilon(\vec r) - \frac{\sigma(\vec r)}{4\pi}\int\limits_{4\pi} d\vec\Omega' g(\vec r;\vec\Omega\cdot\vec\Omega')(\ldots), \qquad (3)$$

∇ — оператор Гамильтона.

В рамках итерационной процедуры решение стохастического уравнения переноса (2), (3) для статистической модели среды (1) может быть рассмотрено как решение детерминированного уравнения

$$\langle L\rangle\langle I(\vec r;\vec\Omega)\rangle = J_n(\vec r;\vec\Omega), \qquad (4)$$

где угловые скобки означают операцию статистического усреднения, n — число итераций, а функция $J_n(\vec r;\vec\Omega)$ определяет внутренние виртуальные источники в объеме среды. Введение этой функции позволяет учесть статистические свойства параметров среды. При этом статистически полное описание такой среды с применением характеристических функционалов заменяется приближенным, использующим различного порядка функции корреляции. В частности, в приближении $n = 1$ таковыми функциями являются $\langle\tilde\varepsilon(\vec r)\tilde\varepsilon(\vec r')\rangle$, $\langle\tilde\varepsilon(\vec r)\tilde\sigma(\vec r')\rangle$ и $\langle\tilde\sigma(\vec r)\tilde\sigma(\vec r')\rangle$, где $\tilde\varepsilon(\vec r)$ и $\tilde\sigma(\vec r)$ флуктуационные составляющие коэффициентов (1).

Отличительной особенностью решений уравнения (4) для оценки параметров среды является возможность получить это решения аналитически в замкнутой форме, что целесообразно при проведении простых инженерных расчетов.