

## Применение функций Бесселя при исследовании электромагнитных характеристик заземлителей

Герасимович Д.А., Дерюгина Е.А.

ООО «Экнис»

Белорусский национальный технический университет

Решение уравнений Лапласа и Гельмгольца в цилиндрических и сферических координатах методом разделения переменных, приводит к уравнению Бесселя, служащему для определения функций Бесселя или цилиндрических функций. Следовательно, функции Бесселя особенно важны при решении многих задач таких, как распространение электромагнитных волн в цилиндрическом волноводе, теплопроводность в цилиндрических объектах, вибрация тонкой цилиндрической (кольцевидной) искусственной мембраны, диффузия в кристаллической решетке, обработка сигналов и др.

Исследование электромагнитных характеристик уединенных вертикальных цилиндрических заземлителей основано на применении функций Бесселя.

Распределение радиальной составляющей вектора плотности тока частного решения уравнения распределения электромагнитного поля заземлителя и величина плотности тока от невязки на границах раздела сред для вертикальной составляющей вектора плотности тока определяются при разложении в ряд Фурье-Бесселя по следующим выражениям:

$$\dot{\sigma}_{*imr}(r, z) = \sum_{k=1}^{\infty} \dot{\sigma}_{imr}^k(0) \cdot e^{p_{ik}z} \cdot J_0\left(\lambda_k \frac{r}{R_3}\right);$$

$$\Delta \dot{\sigma}_{imz}(r, z) = \sum_{k=1}^{\infty} \Delta \dot{\sigma}_{imz}^k(0) e^{p_{ik}z} J_0\left(\lambda_k \frac{r}{R_i - R_{i-1}}\right),$$

где  $J_0$  – функция Бесселя первого рода нулевого порядка;  $\lambda_k$  – корни функции Бесселя первого рода нулевого порядка.

Полученные выражения при применении функций Бесселя позволяют проводить расчет распределения радиальной и вертикальной составляющих вектора плотности тока, определять области растекания токов в заземлителе и активные и индуктивные параметры заземляющих устройств.