

## ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ БЕСКОНЕЧНО ДЛИННЫХ ПРОВОДОВ ИТЕРАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

В. С. Могила<sup>1</sup>, Д. В. Комнатный<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель

<sup>2</sup>Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

При проектировании систем электроснабжения часто возникает задача расчета характеристик электростатического поля в системе нескольких бесконечно длинных проводов круглого сечения, расположенных над бесконечной проводящей плоскостью. Потенциалы этих проводов являются заданными. Требуется вычислить линейные плотности электростатических зарядов проводов. Решение этой задачи базируется на использовании первой группы формул Максвелла:

$$[\alpha][\tau] = [\varphi], \quad (1)$$

где  $[\alpha]$  – прямоугольная матрица потенциальных коэффициентов, м/Ф;  $[\tau]$  – матрица-столбец неизвестных линейных плотностей зарядов электродов, Кл/м;  $[\varphi]$  – матрица-столбец известных потенциалов электродов, В.

В данном случае первая группа формул Максвелла представляет собой систему линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных линейных плотностей зарядов проводов. Для решения этой системы необходимо найти матрицу емкостных коэффициентов  $[\beta]$ , обратную матрице коэффициентов системы  $[\alpha]$ , что является сложной математической задачей. Ограничиваясь вычислением достаточно грубой приближенной матрицы  $[\beta]$ , решение (1) можно получить итерационным методом вида:

$$[\tau]^{k+1} = [\tau]^k + \omega[\beta]([\varphi] - [\alpha][\tau]^k), \quad (2)$$

где  $k$  – номер итерации;  $\omega$  – параметр итерационного процесса.

Рассчитать приближенные значения емкостных коэффициентов можно на основе вариационных оценок для частичных емкостей в рассматриваемой электростатической системе, полученных В. П. Казанцевым и Е. А. Лысенко с помощью теоремы о минимуме энергии электростатического поля:

## 162 Секция V. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика

---

$$C^{-1} < S; S_{ii} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{2d_i}{r_i}; S_{ij} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{\sqrt{L_{ij}^2 + d_i d_j}}{L_{ij}}, \quad (3)$$

где  $C$  – частичная емкость, Ф/м;  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная, Ф/м;  $i, j$  – номера проводов;  $d$  – высота провода над землей, м;  $r$  – радиус провода, м;  $L$  – расстояние между проводами, м.

Тогда, принимая, что  $C \approx 1/S$  емкостные коэффициенты могут быть определены по известным формулам, связывающим их с частичными емкостями.

Авторами был выполнен расчет линейной плотности электростатических зарядов проводов радиуса 0,004 м, расположенных на сторонах квадрата стороной 0,12 м, нижняя сторона которого отстоит от бесконечной проводящей плоскости на 2 м. Потенциал каждого провода составил 1 В. После 15 итераций получены значения линейной плотности зарядов, при которых среднеквадратичное отклонение расчетного и заданного потенциалов проводов составило  $10^{-4}$ . Значение расчетного потенциала монотонно стремится к заданному. Рассмотренный в докладе метод отличается несложным математическим аппаратом и легко реализуется на компьютере.