Е. Г. К и р и л л о в а (Ставрополь, СевКавГТУ). **Моделирование процесса зондирования неоднородных сред с использованием метода конечных элементов.**

Рассмотрим трехслойную среду. Верхнее полупространство — воздух с проводимостью σ_0, далее расположен слой наносов, проводимость $\sigma_{\text{сл}}$, и нижнее полупространство — земля с проводимостью $\sigma_{\text{вм}}$. В земле расположено цилиндрическое тело с конечной проводимостью $\sigma_{\text{т}}$; сечение S тела произвольное, ограниченное контуром C. Поставим плоскую электродинамическую задачу для нахождения аномального электромагнитного поля — x-компоненты вектора электрической напряженности $\vec{E}\,\{E_{ax}, 0, 0\}$. Полное поле в среде вычисляется по формуле: $\Delta E_{ox} + E_{ax} = E_x$, где E_{ox} — нормальное поле в среде без включения, E_x — полное поле. Компонента E_{ax} в плоскости OYZ (вне включения) удовлетворяет однородным уравнениям

$$\Delta E_{ax} + k_0^2 E_{ax} = 0 \quad \text{при} \quad z > 0, \tag{1}$$

$$\Delta E_{ax} + k_{\text{сл}}^2 E_{ax} = 0 \quad \text{при} \quad -h_{\text{сл}} < z < 0, \tag{2}$$

$$\Delta E_{ax} + k_{\text{вм}}^2 E_{ax} = 0 \quad \text{при} \quad z < -h_{\text{сл}}. \tag{3}$$

В области S компонента E_{ax} удовлетворяет уравнению

$$(\Delta + k_{\text{т}}^2) E_{ax} = (k_{\text{вм}}^2 - k_{\text{т}}^2) E_{ox}. \tag{4}$$

На линиях $z = 0$ и $z = -h_{\text{сл}}$ непрерывны E_{ax} и $\partial E_{ax}/\partial z$; на контуре С непрерывны E_{ax} и $\partial E_{ax}/\partial n$ (n — направление нормали к контуру С в плоскости OYZ); на бесконечности $\lim_{r\to\infty}(\sqrt{r} E_{ax}(M)) = 0$.

Задача (4) имеет единственное решение [1]. Она может быть сведена к интегральному уравнению по области S относительно напряженности полного электрического поля $E_x(y, z)$. При выводе интегрального уравнения использовалась функция источника для плоской трехслойной задачи $G(M(y, z),\ M_0(y_0, z_0))$. Функция источника обладает тем свойством, что с ее помощью можно получить решение уравнения $(\Delta + k^2)U = f(M)$. В итоге получаем следующее уравнение:

$$E_x(M) - \frac{1}{2\pi}(k_{\text{вм}}^2 - k_{\text{т}}^2) \iint_S E_x(y_0, z_0) G(M, M_0)\, d\sigma_{M_0} = E_{ox}(M). \tag{5}$$

Соотношение (5) представляет собой интегральное уравнение Фредгольма второго рода. Его решение может быть получено сведением к системе алгебраических уравнений относительно значений искомой функции в некоторой сетке узлов.

Данное уравнение было успешно решено рядом авторов [2], однако существенным ограничением для данного подхода является то, что функция Грина для уравнений (1)–(3) может быть получена только для относительно простых областей. Автором предлагается произвести расчет нормального поля при помощи метода конечных элементов с использованием бесконечных элементов для аппроксимации краевого условия на бесконечности [3]. Полученные результаты для описанной геометрической области сопоставляются с результатами, полученными в [2].

Автором также решена задача нахождения E_x методом конечных элементов, после чего найдено E_{ax} и полученные результаты сопоставлены с опубликованными ранее.

Доклад сопровождается иллюстративным материалом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дмитриев В. И.*, *Захаров Е. В.* Интегральные уравнения в краевых задачах электродинамики. М.: МГУ, 1987.
2. *Дмитриев В.И.* Аномальные электро-магнитные поля пластовых тел. Л.: Недра, 1977.
3. *Зенкевич О.*, *Морган К.* Конечные элементы и аппроксимация. М.: Мир, 1986.