

**А. А. ГРИГОРЬЕВ**

УО БГУИР (г. Минск, Беларусь)

## **ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА СУПЕРПОЗИЦИИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ В СРЕДЕ MATHCAD**

Информационные технологии дают возможность использовать компьютерные системы не только как средство обучения, но и как средство усиления интеллекта обучаемых, улучшения их развития.

При обучении естественнонаучным дисциплинам необходимо использовать программное обеспечение, которое может являться средой общения, редактирования математических объектов, моделирования процессов и средством презентации материала в лекционном режиме.

Компьютерные модели позволяют получить наглядные и запоминающиеся иллюстрации изучаемых физических процессов, воспроизвести тонкие детали явлений, обычно ускользающие или вовсе недоступные при непосредственном наблюдении. При этом важную роль играет возможность изменять в широких пределах параметры и условия проведения модельного эксперимента.

*Mathcad* - система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением. Среда математического моделирования *Mathcad* используется в сложных проектах, чтобы визуализировать результаты математического моделирования, путем использования распределённых вычислений и традиционных языков программирования [1]. *Mathcad* достаточно удобно использовать в процессе обучения для физических и инженерных расчетов. Открытая архитектура приложения в сочетании с поддержкой технологий *.NET* и *XML* позволяют легко интегрировать *Mathcad* практически в любые ИТ-структуры и инженерные приложения. Есть возможность создания электронных книг (*e-Book*).

Рассмотрим, как в среде MathCad можно построить физическую модель явления принципа суперпозиции магнитных полей. При моделировании возникает серьёзная проблема по вычислению математических выражений большой сложности, решение которых требует затрат времени. В данной работе был использован математический редактор MathCad для оптимизации расчётов. Здесь существенно расширены возможности решения физических задач, ранее не доступных вследствие сложности математического аппарата. Преимущества MathCad не ограничиваются только расчётами, здесь можно построить необходимые графики векторных полей, и сделать исследуемое физическое явление более наглядным.

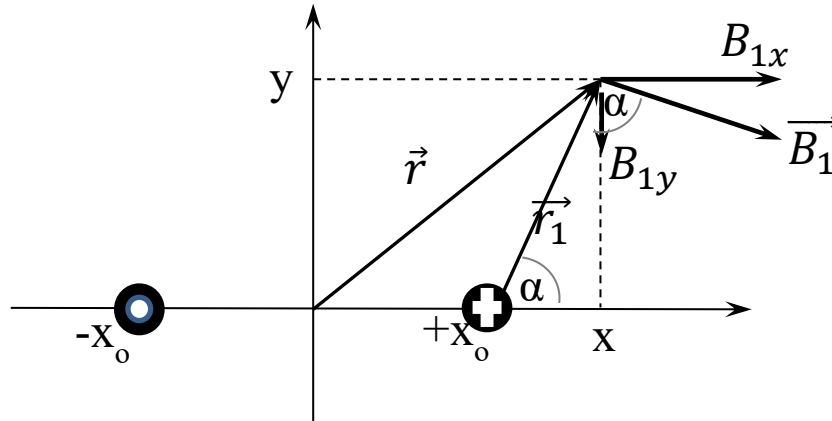


Рис.1

Рассмотрим систему двух параллельных проводников с постоянными токами  $I_1$  и  $I_2$ , которые расположены на одинаковом расстоянии от начала координат (рис.1). Пусть токи текут перпендикулярно плоскости  $XOY$ , но в противоположных направлениях, причем величина тока в 1-ом проводнике в два раза больше, чем во 2-ом токов.

Определим численные данные:  $\mu_0 = 1$ ,  $x_0 := 0.25$ ,  $I_1 = 2 I_2 = 1$ ,  $x := -0.25, -0.24..-0.25$ ,  $y := -0.25, -0.24..-0.25$ ,  $N_x := 20$ ,  $N_y := 20$ .

Определим функции:  $r1(x, y) := \sqrt{(x - 0.125)^2 + (y)^2 + 0.01}$ ,  $r2(x, y) := \sqrt{(x + 0.125)^2 + (y)^2 + 0.01}$ ; тригонометрические функции угла  $\alpha$ , определяющие проекции  $B_x$  и  $B_y$ , выразим через координаты  $x$  и  $y$ :  $\cos 1(x, y) := \frac{x-0.125}{r1(x,y)}$ ,  $\sin 1(x, y) := \frac{y}{r1(x,y)}$  и  $\cos 2(x, y) := \frac{x+0.125}{r2(x,y)}$ ,  $\sin 2(x, y) := \frac{y}{r2(x,y)}$ , соответственно.

Вектор магнитной индукции  $B(x,y)$  представим в виде столбца, применив команду *Insert Matrix* : *Row* – 2, *Columns* – 1. Для 1-го проводника:

$$B1(x, y) = \begin{pmatrix} \frac{\sin 1(x, y)}{2 \cdot \pi \cdot r1(x, y)} \cdot I_1 \\ -\frac{\cos 1(x, y)}{2 \cdot \pi \cdot r1(x, y)} \cdot I_1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Для 2-го проводника:

$$B2(x, y) := \begin{pmatrix} -\frac{\sin 2(x, y)}{2 \cdot \pi \cdot r2(x, y)} \cdot I_2 \\ \frac{\cos 2(x, y)}{2 \cdot \pi \cdot r2(x, y)} \cdot I_2 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Для построения графика векторного поля магнитной индукции, созданного 1-ым проводником, в среде MathCad определим новые переменные

$$i := 0..(N_x - 1), j := 0..(N_y - 1), \quad x_i := -0.25 + i \frac{0.25 - (-0.25)}{N_x - 1}, y_j := -0.25 + j \frac{0.25 - (-0.25)}{N_y - 1}. \quad (3)$$

и соответствующие матрицы:

$$b1_{i,j} := B1(x_i, y_j), b1x_{i,j} := (b1x_{i,j})_0, b1y_{i,j} := (b1x_{i,j})_1. \quad (4)$$

Аналогичные определения сделаем для 2-го проводника:

$$b2_{i,j} := B2(x_i, y_j), b2x_{i,j} := (b2x_{i,j})_0, b2y_{i,j} := (b2x_{i,j})_1. \quad (5)$$

Суперпозиция векторных полей задается суммой их проекций  $b1x + b2x$  по оси  $OX$  и  $b1y + b2y$  по оси  $OY$ .

В итоге получаем графики векторного поля в среде MathCad для каждого из рассмотренных случаев (рис.2):

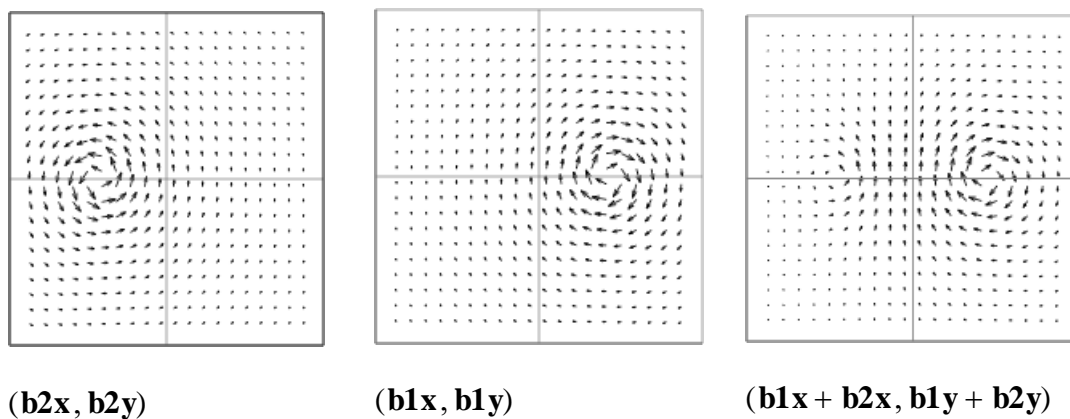


Рис. 2

В ходе работы была построена численная модель явления принципа суперпозиции магнитных полей.

Построенная модель позволяет изменять число токов, их направление и величину, и визуально наблюдать изменение картины результирующего векторного поля магнитной индукции.

Наблюдается совпадение результатов численного моделирования дифракционных процессов с визуальными образами, полученными опытным путём. Это позволяет говорить о хорошем согласовании результатов работы с экспериментальными данными. Результаты данной работы являются повторяемыми и легко воспроизводимыми, что позволяет использовать их в лекционных презентациях и электронных образовательных ресурсах.