

## ЗАСТОСУВАННЯ ПАКЕТУ MATHCAD ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ МАГНІТНИХ ПОЛІВ

Луданов Д.К., ст. викладач,

Кузенко М.Т., студент

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”, (Україна, Київ)

**Анотація** – стаття присвячена розв’язанню задач з електродинаміки і візуалізації силових ліній магнітного поля двох соленоїдів в математичному пакеті MathCad. Метою роботи є сприяння розвиненню у читачів цікавості до графічного представлення розв’язання фізичних задач.

**Ключові слова** – MathCad, магнітне поле, соленоїд, векторне поле.

**Постановка проблеми.** Важливою частиною представлення рішень багатьох фізичних задач з електродинаміки є графічне зображення отриманих результатів. Доволі часто такими результатами є дані, отримані з формул магнітного та електричних полів, які найкраще представляти у вигляді векторних полів. Тому при програмуванні таких задач в системі MathCad потрібно правильно візуалізувати результати за допомогою графіків [1].

**Формування мети статті (постановка завдання).** Візуалізація отриманих результатів є невід’ємною частиною при вирішенні не тільки математичних, а й багатьох фізичних, економічних, фінансових задач та задач статистики. Наше завдання – показати, що досягнути наочності чисельних результатів можливо безпосередньо в проекті з розрахунковою частиною, створеному в системі MathCad [2].

**Основна частина.** Розглянемо задачу побудови силових ліній магнітного поля двох осьових соленоїдів.

Для розв’язання задачі і знаходження магнітного поля, скористаємось

законом Біо-Савара-Лапласа: 
$$\vec{B}(x, y, z) = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \sum_{s=1}^N \frac{I[d\vec{l}, (\vec{r} - \vec{R})]}{|\vec{r} - \vec{R}|^3},$$
 де  $I$  – сила

струму,  $\mu_0$  – магнітна стала. Рис.1 показує розташування векторів і кутів для одного витка зі струмом. В соленоїді таких витків  $N$ .

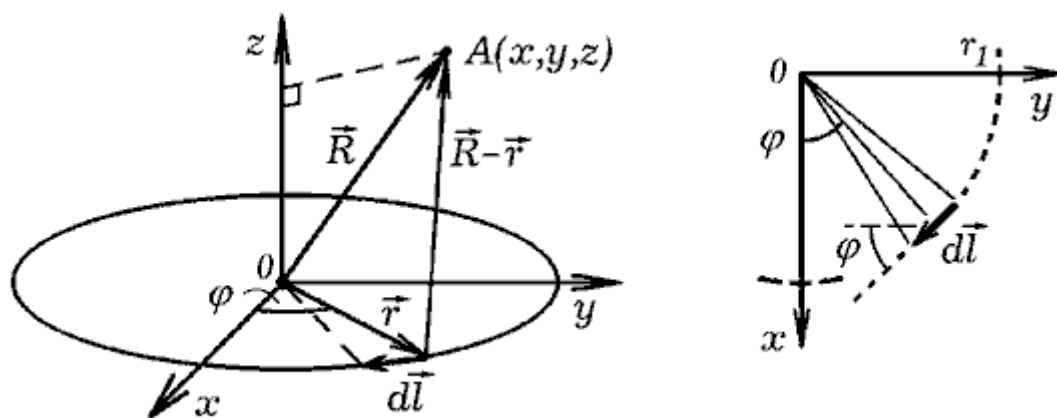
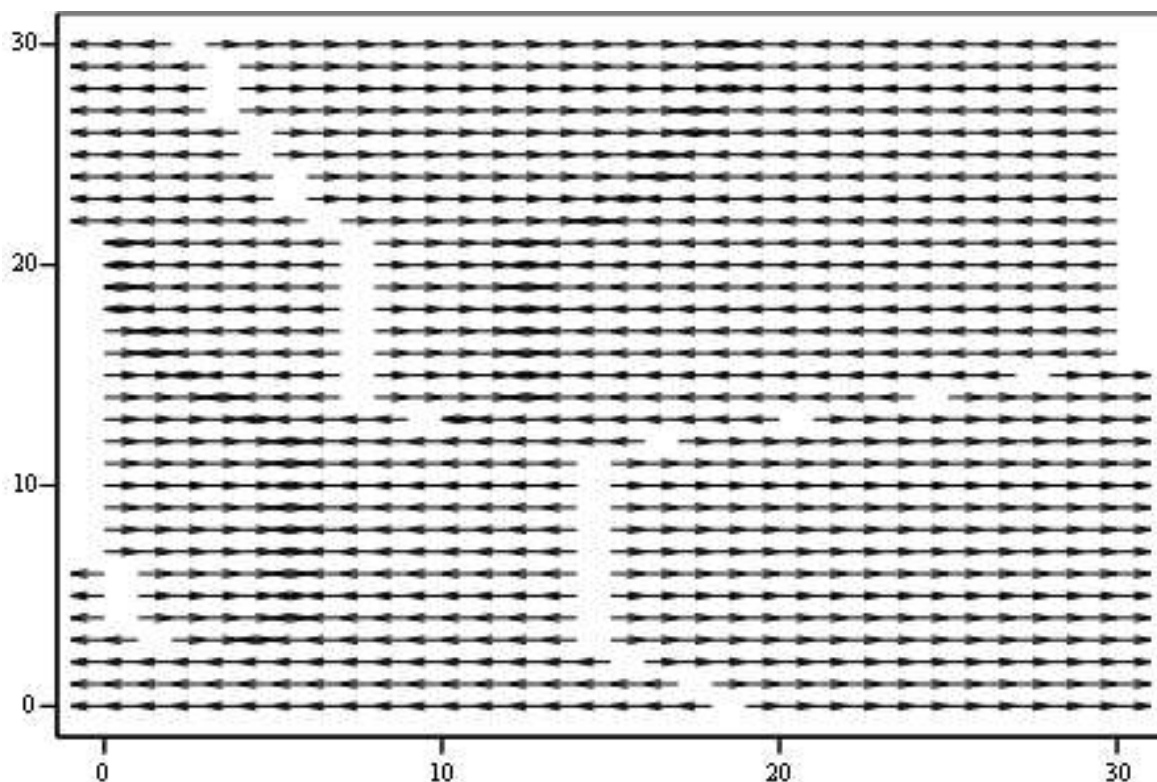


Рис.1. Фізичні величини та їх проєкції для одного витку зі струмом

Витки розташовані паралельно площині  $XOY$ , на екрані виходять силові лінії магнітного поля в площині  $YOZ$  (див. Рис.2).



С

Рис.2. Силові лінії магнітного поля

Щоб побудувати векторне поле в MathCAD, його спочатку необхідно задати у вигляді вектор-функції двох координат. Потім задаються вектори значень цих координат. За допомогою цих векторів компоненти векторного поля генеруються у вигляді матриць.

$$N1 := 30 \quad i := 0..N1 \quad j := 0..N1 \quad k := 0..N1 \quad l := 1 \quad N := 100$$

$$x_i := -5 + 0.5 \cdot i \quad y_j := -5 + 0.5 \cdot j \quad z_k := -5 + 0.5 \cdot k$$

$$df := 2 \cdot \frac{\pi}{N} \quad s := 0..N - 1 \quad f_s := df \cdot s \quad r1 := 2 \quad r2 := 1$$

$$dl_s := \begin{pmatrix} \sin(f_s) \\ -\cos(f_s) \\ 0 \end{pmatrix} df \quad r_s := \begin{pmatrix} \cos(f_s) \\ \sin(f_s) \\ 0 \end{pmatrix} \quad R(x,y,z) := \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

$$B(x,y,z) := \sum_{m=0}^3 \sum_{s=0}^{N-1} \frac{I \cdot r1 \cdot dl_s \times (R(x,y,z+m) - r1 \cdot r_s)}{\left( |R(x,y,z+m) - r1 \cdot r_s| \right)^3} + \sum_{m=-3}^{-5} \sum_{s=0}^{N-1} \frac{-2I \cdot r2 \cdot dl_s \times (R(x,y,z+m) - r2 \cdot r_s)}{\left( |R(x,y,z+m) - r2 \cdot r_s| \right)^3}$$

$$Be_{i,j} := B(0, y_i, z_j) \quad Be1_{i,j} := (Be_{i,j})_1 + i(Be_{i,j})_2 \quad C_{i,j} := \frac{Be1_{i,j}}{|Be1_{i,j}|}$$

**Висновки.** Інформатика стає невід'ємною частиною фізичних розрахунків і візуалізації отриманих результатів. Використовуючи спеціальні можливості системи MathCAD для створення зображень, крім вирішення математичних задач і отримання результатів в чисельному вигляді, можливо досягнути високого ступеня наочності представлення інформації в зображенні магнітних полів за допомогою побудови графіків векторних полів, коли студенти мають можливість будувати зображення досліджуваних полів фізичних систем.

### **Бібліографічний список**

1. Лаврентик А.И., Тузенко О.А. MATHCAD конспект лекцій. – Маріуполь, 2010
2. Майер Р.В., Решение физических задач с помощью пакета MathCAD. – Глазов, 2006. – <http://mayer.hop.ru/math/math1.htm#11>