

# МАГНИТНОЕ ПОЛЕ КРУГОВОГО ВИТКА С ТОКОМ

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. Г.Г. Гриненко  
Рук. доц. М.В. Лебедева*

Магнитные поля в настоящее время широко используются в различных областях науки и техники, что обуславливает актуальность задачи развития разнообразных методов для локального изучения характеристик этих полей. Представляемая работа является частью комплексной лабораторной задачи «Исследование магнитного поля кругового витка с током» лабораторного физического практикума кафедры. Ранее докладывались результаты экспериментального решения поставленной задачи с помощью миниатюрного магнетометра индукционного типа, помещаемого в различные точки магнитного поля витка с переменным током [1]. В данной работе была поставлена задача исследования конфигурации этого магнитного поля численными методами с помощью ЭВМ.

Принципиально такая задача может быть решена с помощью закона Био-Савара-Лапласа и принципа суперпозиции полей:

$$\Delta \vec{B} \vec{r} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \left[ \frac{\Delta \vec{L} \times \vec{r}_i - \vec{r}_i \times \Delta \vec{L}}{r_i^3} \right], \quad \vec{B} \vec{r} = \sum \Delta \vec{B} \vec{r} \quad (1)$$

где  $\Delta \vec{B} \vec{r}$  – магнитное поле в точке  $\vec{r}$ , создаваемое находящимся в точке  $\vec{r}_i$  участком провода  $\Delta \vec{L}$ , по которому течет ток  $I$ .  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м. Закон Био-Савара-Лапласа носит общий характер и может использоваться для нахождения полного магнитного поля в любой точке для проводников произвольной формы. Однако аналитическое решение задачи получается только в отдельных случаях для симметричных систем – прямолинейных проводников, на оси кругового тока, в соленоиде [2]. В остальных случаях задача решается численными методами с помощью ЭВМ.

При выполнении данной работы исследовалось магнитное поле, со-

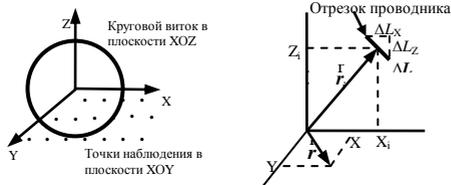


Рис. 1

здаваемое  $N$  круговыми витками радиуса  $R$ . Витки располагались в плоскости  $XOZ$ . Учитывая осевую симметрию поля, его конфигурация определялась в плоскости  $XOY$ , перпендикулярной к плоскости витков (рис. 1).

Для выполнения расчетов была составлена программа на языке «С# Sharp» Структура данной программы предусматривает:

- ввод исходных расчетных параметров – силы тока, числа витков и их радиуса;
- расчет напряженностей магнитного поля в выбранных точках координатной плоскости  $XOY$  и визуализация результатов как в виде таблицы, так и в векторном виде на координатной плоскости;
- построение силовых линий магнитного поля. Выполнения этой задачи осуществлялось программой аналогичной программе fieldline [3]. Согласно ей силовая линия магнитного поля в двумерном случае графически изображается по алгоритму:

– в выбранной точке  $(x,0)$  вычисляются компоненты  $H_x, H_y$  вектора  $\vec{H}$  ;  
 – проводится небольшой прямолинейный отрезок заданной длины  $\Delta s$  в направлении  $\vec{H}$  . Компоненты этого отрезка равны:  $\Delta x = \Delta s \frac{H_x}{H}; \Delta y = \Delta s \frac{H_y}{H}$  ,

где  $H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2}$  ;

– данная процедура повторяется с новой точки  $x + \Delta x, y + \Delta y$  и т.д.

Радиус соленоида : 0.50 (M)  
 Количество витков : 2  
 Ток : 0.50 (A)  
 Масштаб отображения H : 0.50

#	X (M)	Y (M)	Hx (MA)	Hy (MA)	H (MA)
1	0.00	0.00	0.000	1.000	1.000
2	0.25	0.00	0.000	1.246	1.246
3	0.70	0.06	0.166	-0.352	0.389
4	0.00	0.30	0.000	0.631	0.631
5	0.00	0.50	0.000	0.354	0.354
6	0.00	0.00	0.000	1.000	1.000
7	0.42	0.40	0.281	0.277	0.380
8	0.26	0.50	0.130	0.297	0.324
9	0.70	0.42	0.176	0.033	0.180
10	0.80	0.22	0.198	-0.092	0.181

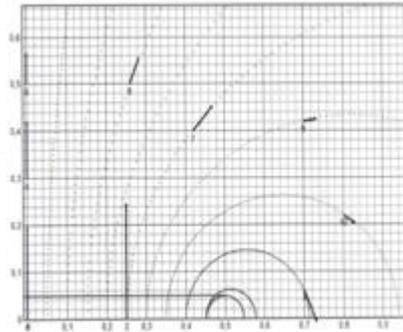


Рис.2.

В качестве примера на рис. 2 представлены полученные с помощью данной программы результаты расчета вектора  $H$  для нескольких точек координатной плоскости и силовые линии магнитного поля. Исходные параметры для расчета: число витков -2, радиус витка - 0,5 м, ток в витках - 0,5 А.

1. Дыга В.В., Серeda А.В. тез. студ. конф. «Актуальные проблемы физики» .Харьков, апр.2012.

2. Сивухин Д. В. Курс общей физики. Т. 3. -М.: Наука, 1977.
3. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. Часть 1.-М.: Мир, 1990.