

**А. А. ФИРСОВ**

МГПУ им. И.П. Шамякина (г. Мозырь, Беларусь)

#### **МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ**

Использование информационных технологий позволяет повысить скорость усвоения учебного материала и его качество, сделать доступным для понимания самые сложные темы предмета, улучшить контроль процесса обучения, обеспечить индивидуальный подход в работе со студентами и создать идеальные условия для самостоятельной работы.

Нами разработаны материалы для электронного учебного пособия по электродинамике, позволяющие студентам самостоятельно научиться решать типичные задачи по расчету постоянных магнитных полей различными методами, в частности, с помощью закона полного тока и методом векторного потенциала. Эти методы достаточно сложны для изучения в связи с необходимостью применения высшей математики.

Значительно упрощает решение задачи использование алгоритма. Применение алгоритмов позволяет глубже понять физические законы и явления, формирует навыки умственной работы, помогает найти верный план действий.

Созданное нами электронное учебное пособие по электродинамике является достаточно простым и универсальным [1]. Программа реализована на системе Borland Delphi 7.0 с использованием различных приемов программирования и возможностей языка Object Pascal и языка гипертекстовой разметки HTML.

Рассчитать напряженность или индукцию магнитного поля по известному распределению постоянного тока в пространстве можно с помощью закона полного тока. Этот метод часто имеет преимущества по сравнению с методом, основанным на законе Био-Савара-Лапласа. Главным моментом здесь является рациональный выбор контура интегрирования  $L$ . Он должен быть произведен с учетом всех свойств симметрии распределения тока.

Для решения задач с помощью закона полного тока предлагаем использовать следующий алгоритм [2].

1. Определить симметрию распределения электрического тока в пространстве и области пространства, в которых необходимо найти напряженность магнитного поля.

2. В каждой такой области провести замкнутый контур интегрирования  $L$  таким образом, чтобы для любой его точки модуль вектора напряженности магнитного поля  $\vec{H}$  был один и тот же ( $H = \text{const}$ ).

3. Найти циркуляцию вектора  $\vec{H}$  по каждому замкнутому контуру  $L$  по формуле  $C = \oint_L \vec{H} d\vec{l}$ .

4. Если контур  $L$  не охватывает ток, то найденный интеграл приравнять к нулю. Если контур  $L$  охватывает ток  $I$ , то найденный интеграл приравнять к  $I$ , где  $I$  – сила тока.

5. Используя полученное равенство выразить напряженность магнитного поля  $H$  через силу тока  $I$ .

6. Если по условию задачи сила тока  $I$  неизвестна, а дано лишь его распределение с известной плотностью  $\vec{j}$ , то  $I$  найти по формуле  $I = \int_S \vec{j} \cdot d\vec{S}$ , где  $S$  – поверхность, ограниченная контуром  $L$ . Если контур  $L$  охватывает

несколько линейных токов, то силу тока определить по формуле  $I = \sum_i I_i$ , где  $i$  – число линейных токов, охватываемых контуром.

7. Если в задаче необходимо найти магнитную индукцию  $\vec{B}$ , то воспользоваться формулой связи  $\vec{B} = \mu\mu_0\vec{H}$ , где  $\mu_0$  – магнитная постоянная,  $\mu$  – магнитная проницаемость вещества.

Иногда для расчета напряженности или индукции магнитного поля постоянных токов целесообразно использовать метод векторного потенциала. Для решения задач методом векторного потенциала мы предлагаем следующий алгоритм [2].

1. Определить симметрию распределения электрического тока, а также области пространства, в которых необходимо найти индукцию магнитного поля.

2. Выбрать систему координат, соответствующую найденной симметрии.

3. Записать уравнение векторного потенциала для каждой области пространства.

4. Интегрируя полученные уравнения, найти выражения для векторного потенциала  $\vec{A}$ .

5. Найти постоянные интегрирования, используя свойство конечности и условия непрерывности векторного потенциала.

6. Найти индукцию магнитного поля по формуле  $\vec{B} = \text{rot}\vec{A}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фирсов, А.А. Информационные технологии в преподавании электродинамики / А.А. Фирсов, Е.Н. Теслюк // Сб. материалов межд. науч.-практ. конф., 27-28 мар. 2008 г. / УО МГПУ им. И.П. Шамякина. – Мозырь, 2008. – Ч. 1. – С. 264–265.

2. Фирсов, А.А. Алгоритмический подход к решению задач по электродинамике / А.А. Фирсов, Е.Н. Теслюк // Сб. материалов респ. науч.-метод. конф., Брест, 19-20 апр. 2007 г. / Брест гос. ун-т им. А.С. Пушкина. – Брест, 2007. – С. 168–171.