

## ЧИСЛЕННЫЕ МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

**А. А. Григорьев**

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Инновационные педагогические технологии учебно-образовательного процесса в университете задают направление для принятия своевременных педагогических решений по конкретизации исходных принципов и идей обучения. В педагогической технологии акцент делается на процессуальные и инструментальные аспекты обучения, на продуктивную деятельность студентов. В результате успешного внедрения значительно усиливается организованность учебного процесса, целенаправленное руководство им, рационально осуществляется деятельность его участников, усиливается обратная связь.

При обучении в техническом университете по дисциплине физика необходимо использовать программное обеспечение, которое может являться средой общения, редактирования математических объектов, моделирования процессов и средством презентации материала в лекционном режиме.

Пакет MATLAB предназначается для проектирования систем управления и во многих других научных и инженерных областях, используется в сложных проектах, чтобы визуализировать результаты математического моделирования. MATLAB достаточно удобно использовать в образовании, в частности, для преподавания линейной алгебры и численных методов.

Рассмотрим построение численной модели движения частиц с одним типом заряда в перпендикулярных электрическом и магнитном полях, что является модельной задачей для эффекта Холла. Для визуализации физических процессов воспользуемся такой возможностью MATLAB как построение анимированных графиков пространственных положений заряженных частиц.

Для анализа траектории движения частицы перейдём от векторной формы 2-го закона Ньютона к системе дифференциальных уравнений 1-ого порядка для проекций скоростей и координат.

$$\frac{dv_x}{dt} = \frac{q \cdot B \cdot v_y}{m}, \frac{dv_y}{dt} = \frac{q}{m} (B \cdot v_x - E), \frac{dv_z}{dt} = 0,$$

$$\frac{dx}{dt} = v_x, \frac{dy}{dt} = v_y, \frac{dz}{dt} = v_z$$

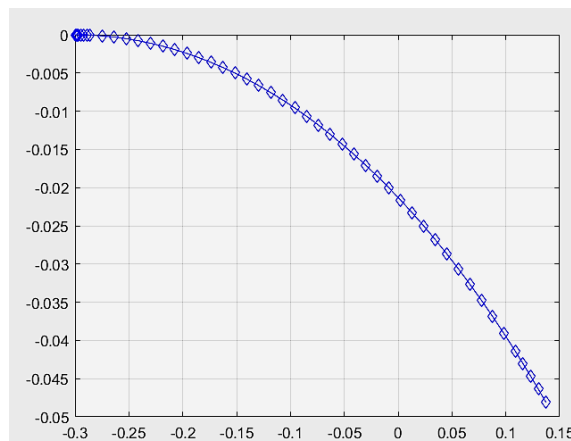
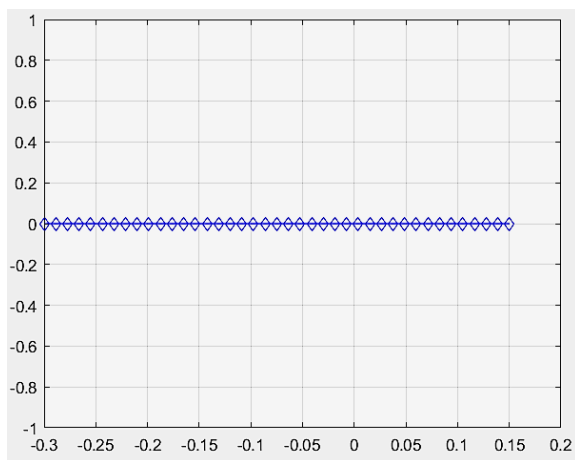


Рисунок 1 – Форма траектории движения заряженных частиц при значении напряженности электрического поля 0 В/м и 0,25 В/м, соответственно.

На Рис.1 представлены траектории движения заряженных частиц в зависимости от величины напряжённости поперечного электрического поля  $E$ . Приведённые формы траекторий являются фрагментами анимационного процесса в среде MATLAB. Параметром анимации является шаг наращивания величины напряжённости электрического поля.

Рассмотрим определение величины поперечного тока. Данный ток создаётся частицами, попадающими на стенки проводника, а его величина определяется потоком вектора плотности тока.

$$I = \int_0^{S_a} \vec{j} d\vec{S}$$

где  $\vec{j} = qn_e \cdot \vec{v}$ ,  $d\vec{S} = dS \cdot \vec{n}$ ,  $n_e$  – концентрация частиц,  $\vec{v}$  – скорость частиц.

Наша задача состоит в построении графиков зависимости поперечного тока от тока в проводнике и получении интерполяционных функций для них. Аппроксимация в MATLAB по методу наименьших квадратов осуществляется с помощью встроенной функции `polyfit`.

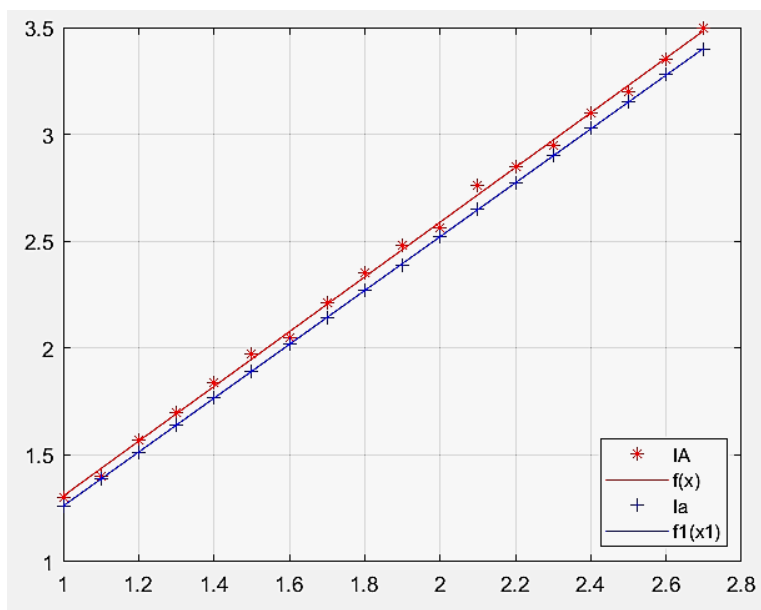


Рисунок 2 – Графики зависимости поперечного тока от тока в проводнике и интерполяционные кривые для модельных и экспериментальных данных;  $f(x)$  – интерполяционная кривая для модельных значений;  $f1(x1)$  – интерполяционная кривая для экспериментальных значений.

Наблюдаем хорошее совпадение результатов моделирования и эксперимента.

Информационные технологии в техническом университете дают возможность использовать компьютерные системы не только как средство обучения, но и как средство усиления интеллекта студентов, улучшения их развития. Эти системы используются как средства управления учебным процессом и презентации учебного материала и, кроме того, – как средство телекоммуникации.