

УДК 378.147:51

**В. В. КИРИЧУК, Н. Н. СЕНДЕР**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

**ЗАТУХАЮЩИЕ КОЛЕБАНИЯ. ТОЧНОЕ РЕШЕНИЕ**

Рассмотрим контур, в котором последовательно с индуктивностью включено сопротивление  $R$  (рисунок 1).

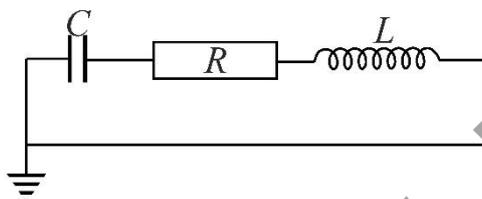


Рисунок 1

Если решать эту задачу при помощи приближенного расчета, мы заметим, что в этом приближенном решении не удовлетворяется соотношение  $I = C \frac{d\varphi}{dt}$ , хотя оно выполняется тем точнее, чем меньше  $R$ . Постараемся теперь решить задачу точно. Для схемы (рисунок 1) имеем соотношение  $\varphi + \varphi_R + \varphi_L = 0$ , откуда

$$\varphi + RI + L \frac{dI}{dt} = 0, \quad (1)$$

причем  $I = C \frac{d\varphi}{dt}$ . Подставляя в (1) выражение для  $I$  и  $\frac{dI}{dt}$ , находим

$$LC \frac{d^2\varphi}{dt^2} = -\varphi - RC \frac{d\varphi}{dt}. \quad (2)$$

Будем искать решение уравнения (2) в том же виде, которое получается в приближенном рассмотрении, т. е.

$$\varphi = Ae^{-\lambda t} \cos \omega t, \quad (3)$$

где  $\lambda$ ,  $\omega$ ,  $A$  – постоянные числа, которые надо определить. Выражения для  $\varphi$  и его производных подставим в уравнение (2) и сократим все члены на общий множитель  $Ae^{-\lambda t}$ . Получим

$$LC\lambda^2 \cos \omega t + 2LC\lambda\omega \sin \omega t - LC\omega^2 \cos \omega t = -\cos \omega t + RC\lambda \cos \omega t + RC\omega \sin \omega t.$$

Для того чтобы это равенство имело место при любом  $t$ , необходимо, чтобы были равны справа и слева коэффициенты при  $\cos \omega t$  и при  $\sin \omega t$  в отдельности:

$$LC\lambda^2 - LC\omega^2 = RC\lambda - 1, \quad (4)$$

$$2LC\lambda\omega = RC\omega. \quad (5)$$

Условие (5) дает  $\lambda = \frac{R}{2L}$ , после чего из (4) получаем

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}. \quad (6)$$

Постоянная  $A$  из уравнения (2) не определилась. Величина этой постоянной определяется из начального условия: при  $t = 0$   $\varphi = \varphi_0$ . Наконец, зная  $\varphi(t)$ , легко найдем  $I = C \frac{d\varphi}{dt}$ . Получим

$$I = -CAe^{-\lambda t} (\omega \sin \omega t + \lambda \cos \omega t). \quad (7)$$

Сравнивая точное решение с приближенным,  $I = \sqrt{\frac{2W_0}{L}} e^{-Rt/(2L)} \sin(\omega t + \pi)$ , отметим следующее:

1) в приближенном рассмотрении задачи мы правильно определили число  $\lambda$ , характеризующее скорость затухания колебаний. Однако приближенное решение не дает зависимости частоты  $\omega$  от величины сопротивления  $R$ ;

2) формула для тока несколько отличается от той, которая была получена приближенно.

Точно таким же способом можно показать, что уравнение (2) имеет еще одно решение

$$\varphi = Be^{-\lambda t} \sin \omega t, \quad (8)$$

причем  $\omega$  и  $\lambda$  те же самые. Соответствующая сила тока равна

$$I = CBe^{-\lambda t} (\omega \cos \omega t - \lambda \sin \omega t). \quad (9)$$

Сумма решений (3) и (8) также является решением уравнения (2). Только при помощи этой суммы можно решить общую задачу – найти

решение уравнения (2) с начальным условием при  $t = 0$   $\varphi = \varphi_0$ ,  $I = I_0$ . Действительно, тогда для коэффициентов  $A$  и  $B$  получаем уравнение  $\varphi_0 = A$ ,  $I_0 = CA\lambda - CB\omega$ , откуда  $A = \varphi_0$ ,  $B = \frac{C\lambda\varphi_0 - I_0}{C\omega}$ .

УДК 378:001.891

**А. Д. КОРОЛЮК, О. А. КОТЛОВСКИЙ**

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

### **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В ШКОЛЕ**

Цифровые технологии в обучении физике – это новое качество физического образования. Это не просто элемент структуры современного процесса обучения физике, а требование ускоряющейся цифровизации общества. Учитель физики обязан опережать своих учеников в умениях и навыках использования информационных технологий. Программное обеспечение постоянно совершенствуется, появляются новые гаджеты. Цифровые технологии дают огромные возможности для совершенствования процесса преподавания физики. Цифровые технологии в изучении физики нельзя рассматривать только в аспекте подготовки презентаций, создания электронных дидактических материалов. Возможности намного шире: под каждую образовательную, развивающую и воспитательную задачу – свой педагогический инструментарий, метод обучения. Использование компьютеров и других цифровых устройств, вплоть до смартфона, существенно обогащает арсенал методов и средств обучения физике. С их помощью можно осуществлять текущий контроль учебной деятельности учащихся и влиять на степень усвоения знаний, осуществлять индивидуальный подход в обучении, что, как известно, затруднено при использовании классно-урочной системы. При изучении физики компьютер расширяет возможности демонстрационного физического эксперимента: наблюдение быстропротекающих процессов, моделирование физических процессов и явлений, которые невозможно получить при помощи оборудования кабинета физики. Это позволяет ученику прикоснуться к настоящим научным исследованиям, а учителю реализовать дидактический принцип научности при обучении физике. Использование цифровых технологий несомненно повышает познавательный интерес к физике.

При цифровизации процесса преподавания физики необходимо руководствоваться следующими целями: формирование у учащихся прочных