

УДК 372.853

В. А. ПЛЕТЮХОВ, А. И. СЕРЫЙ

Брест, БрГУ

**О КОРРЕКТНОЙ ФОРМУЛИРОВКЕ НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОВ
ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ**

Рассмотрим некоторые ошибки, связанные с некорректной формулировкой физических законов, которые совершают студенты в процессе изучения (а преподаватели – в процессе преподавания) электричества и магнетизма (в том числе при знакомстве с некоторыми учебными пособиями). В качестве примеров мы отобрали следующие закономерности [1, с. 224, 237, 296]:

А. Закон Ома для участка цепи.

Б. Связь между абсолютной величиной заряда q на каждой из его обкладок, электроемкостью конденсатора C и напряжением U между обкладками.

В. Связь между силой тока I в контуре, индуктивностью контура L и магнитным потоком Φ через поверхность, ограниченную контуром.

Некорректные формулировки соответствующих закономерностей рассмотрены в сравнительной таблице 1 (в силу того что во всех трех случаях формулировки имеют сходную структуру).

Таблица 1 – Сравнительный анализ некорректных формулировок

Закономерность	А	Б	В
1. Формула	$I = U/R$	$U = q/C$	$\Phi = LI$
2. Корректное начало формулировки	Сила тока в проводнике прямо пропорциональна напряжению на его концах	Напряжение между обкладками конденсатора прямо пропорционально абсолютной величине заряда на каждой из обкладок конденсатора	Магнитный поток самоиндукции через замкнутый контур прямо пропорционален силе тока в контуре
3. Возможное некорректное продолжение формулировки	и обратно пропорциональна его сопротивлению	и обратно пропорционально электроемкости конденсатора	и индуктивности контура
4. Причиной некорректности можно считать тот факт, что экспериментально проще	менять U при неизменном R , чем менять R при неизменном U	менять q при неизменном C , чем менять C при неизменном q	менять I при неизменном L , чем менять L при неизменном I

Следует отметить, что приведенная формулировка для конденсатора больше подходит для случая, когда конденсатор отключен от источника напряжения; в противном случае с точки зрения причинно-следственной связи зависимой величиной является заряд, что приводит к соответствующим изменениям в формулировке.

Предложения по улучшению указанных формулировок рассмотрены в сравнительной таблице 2.

Таблица 2 – Способы улучшения формулировок из таблицы 1

Закономерность	А	Б	В
Способ 1 – новое содержание п. 3 таблицы 1	при неизменном сопротивлении проводника	при неизменной емкости конденсатора	при неизменной индуктивности контура
Способ 2 – новое содержание п. 3 таблицы 1	коэффициент пропорциональности равен величине, обратной сопротивлению проводника; при одинаковом напряжении на концах двух проводников сила тока больше в том проводнике, у которого сопротивление меньше	коэффициент пропорциональности равен величине, обратной электроемкости конденсатора; при одинаковом модуле заряда на каждой из обкладок двух конденсаторов напряжение между обкладками больше у того конденсатора, у которого электроемкость меньше	коэффициент пропорциональности равен индуктивности контура; при одинаковой силе тока в двух контурах магнитный поток больше через тот контур, у которого индуктивность больше

Другие возможные ошибки могут возникать, когда формулы, приведенные в таблице 1, используются для экспериментального определения величин, играющих роль коэффициентов пропорциональности, через две остальные величины; при этом могут быть сделаны ошибочные выводы о том, что экспериментально определяемые величины зависят от двух остальных, что не соответствует действительности. На самом деле, меняя (в некотором допустимом диапазоне) одну из двух оставшихся величин, можно убедиться, что закономерность изменения второй величины при этом такова, что их соотношение остается неизменным и равным искомому коэффициенту пропорциональности (т.е. при графическом отображении результатов измерений должна получиться прямая линия). Эти и другие замечания приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Вопросы экспериментального измерения сопротивления, емкости и индуктивности, а также настоящей зависимости этих величин от других параметров

Формула для экспериментального определения	сопротивления: $R = U/I$	емкости: $C = q/U$	индуктивности: $L = \Phi/I$
1.1. Как проводятся независимые измерения	Напряжение – вольтметром, сила тока – амперметром.	заряд – электрометром, напряжение – вольтметром.	сила тока – амперметром, магнитный поток – флюксметром.
1.2. Возможен ошибочный вывод о том, что	сопротивление проводника зависит от напряжения и силы тока.	емкость конденсатора зависит от заряда и напряжения.	индуктивность зависит от магнитного потока и силы тока.
2.1. На самом деле получается прямая линия $y = kx$, где	$x = U, y = I,$ $k = 1/R.$	$x = q, y = U,$ $k = 1/C.$	$x = I, y = \Phi,$ $k = L.$
2.2. Отклонения от линейности возможны	при нагреве проводника (по закону Джоуля–Ленца), что приводит к изменению R .	при больших q , когда вследствие электрострикции или обратного пьезоэлектрического эффекта меняется C .	при нагреве замкнутого проводника (по закону Джоуля–Ленца), что приводит к изменению L .
2.3. Измерения вообще невозможны	при плавлении проводника.	при пробое конденсатора (или утечке заряда).	при плавлении замкнутого проводника или достижения точки Кюри.
3.1. На самом деле величина зависит от геометрической формы и размеров	проводника и от материала, из которого изготовлен проводник.	конденсатора и диэлектрической проницаемости ϵ среды, заполняющей конденсатор.	замкнутого контура и от магнитной проницаемости μ среды внутри контура.
3.2. Примеры	$R = \rho l/S$ для линейного проводника	$C = \epsilon_0 S/d$ для плоского конденсатора	$L = \mu\mu_0 n^2 V$ для соленоида

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яворский, Б. М. Справочное руководство по физике / Б. М. Яворский, Ю. А. Селезнев. – М. : Наука, 1975. – 624 с.