

## ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Измерение зависимости наводимого напряжения от скорости движения проводящего контура.
- Измерение зависимости наводимого напряжения от количества витков в проводящем контуре.
- Сравнение знака наведенного напряжения при внесении проводящего контура в поле и извлечении контура из поля.
- Сравнение знака наведенного напряжения при изменении направления движения.
- Измерение наведенного напряжения в проводящем контуре с одним витком переменной площади.

## ЦЕЛЬ ОПЫТА

Измерение наводимого напряжения в проводящем контуре при его движении в магнитном поле

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Изменение магнитного потока, которое требуется для создания напряжения в проводящем контуре, может быть вызвано движением самого контура. Например, такая ситуация происходит, когда проводящий контур, ориентированный так, что его плоскость перпендикулярна однородному магнитному полю, вносится в магнитное поле или извлекается из него с постоянной скоростью. В первом случае магнитный поток возрастает со скоростью, определяемой соответствующими параметрами, а во втором случае он уменьшается аналогичным образом. Поэтому наводимые напряжения имеют противоположные знаки.

## НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Аппарат для демонстрации индукции	U8496270
1	Источник питания постоянного тока, 0–20 В, 0 А (230 В, 50/60 Гц)	U33020-230 или
	Источник питания постоянного тока, 0–20 В, 0 А (115 В, 50/60 Гц)	U33020-115
1	Универсальный аналоговый измерительный прибор AM50	U17450
1	Набор из 15 безопасных соединительных проводов для опытов длиной 75 см	U138021
1	Механический секундомер с накоплением показаний	U11901
Дополнительно рекомендуется иметь:		
1	Измерительный усилитель (230 В, 50/60 Гц)	U8531401-230 или
	Измерительный усилитель (115 В, 50/60 Гц)	U8531401-115

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Термин «электромагнитная индукция» обозначает процесс, посредством которого в проводящем контуре создается электрическое напряжение, когда изменяется магнитный поток, проходящий сквозь этот контур. Такое изменение потока может происходить вследствие изменения напряженности магнитного поля или из-за движения проводящего контура.

Для того чтобы описать взаимосвязь между рассматриваемыми величинами, часто рассматривают U-образный проводящий контур с подвижной поперечной перемычкой. Плоскость этого контура ориентируется таким образом, чтобы она была перпендикулярна силовым линиям однородного магнитного поля с плотностью потока  $B$  (см. рис. 1). Магнитный поток через площадь, ограниченную перемычкой, выражается как

$$(1) \quad \Phi = B \cdot a \cdot b$$

$a$ : ширина,  $b$ : длина контура.

Если перемычку двигать со скоростью  $v$ , поток изменяется, так как меняется длина контура. Скорость изменения потока выражается следующим образом

$$(2) \quad \frac{d\Phi}{dt} = B \cdot a \cdot v$$

и в данном опыте ее наблюдают в виде напряжения

$$(3) \quad U = -B \cdot a \cdot v$$

которое имеет величину порядка микровольт, но может быть измерено с помощью усилителя, рекомендуемого в качестве дополнительного оборудования.

Намного большее наведенное напряжение получается, если проводящий контур с несколькими витками на жесткой рамке движется в магнитном поле. Если рамка лишь частично попадает в магнитное поле, ситуация такова, как схематически показано на рисунке 1. Продвижение рамки в магнитное поле приводит к изменению потока со скоростью

$$(4) \quad \frac{d\Phi_1}{dt} = B \cdot N \cdot a \cdot v$$

$N$ : число витков,

и ее можно измерить как наведенное напряжение.

$$(5) \quad U_1 = -B \cdot N \cdot a \cdot v$$

Как только проводящий контур оказывается полностью в магнитном поле, наведенное напряжение вновь становится равным нулю. Дальнейшего изменения не происходит, пока контур не начинает выходить из магнитного поля. Теперь магнитный поток уменьшается, а наведенное напряжение имеет противоположный знак по сравнению с первоначальной ситуацией. Изменение знака также происходит, если направление движения контура изменяется на противоположное.

В этом опыте изменяется напряжение, приводящее в движение электродвигатель, используемый для перемещения проводящего контура. Этим создается ряд различных постоянных скоростей. Направление вращения электродвигателя также можно изменять. Входящая в комплект катушка также имеет промежуточную точку отщепления, чтобы наводимое напряжение можно было измерять для трех различных значений числа витков  $N$ .

## ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Рассчитаем скорость по времени  $t$ , которое требуется проводящему контуру для того, чтобы полностью войти в магнитное поле, и соответствующему расстоянию  $L$ :

$$v = \frac{L}{t}$$

Затем построим график зависимости наведенного напряжения  $U$  от скорости  $v$ . Окажется, что точки графика лежат на прямой, проходящей через начало координат (см. рис. 2).

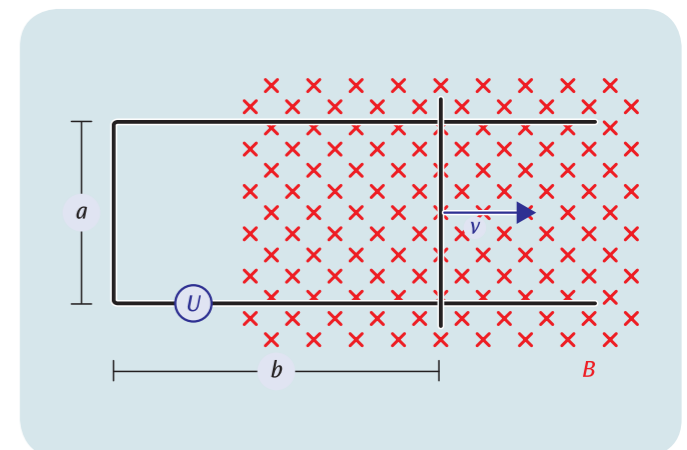


Рис. 1: Изменение магнитного потока через проводящий контур при изменении его площади

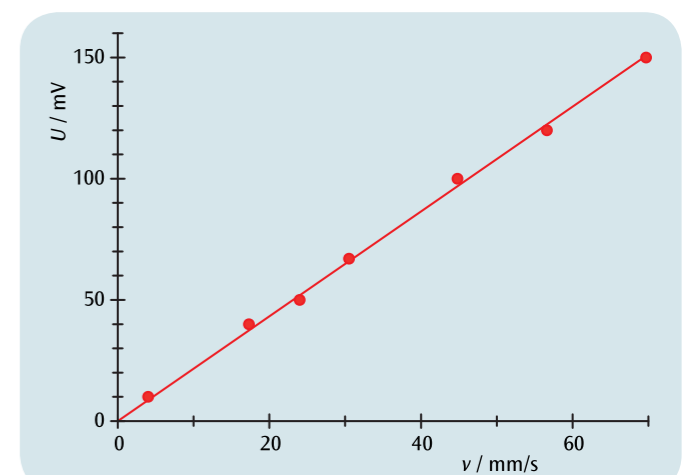


Рис. 2: Зависимость наведенного напряжения от скорости движения проводящего контура