Практическая работа №13

**Изучение явления электромагнитной индукции**

1. **Подготовительная часть**
2. *Для выполнения работы необходимо вспомнить теоретический материал по темам «Электромагнитная индукция», «Самоиндукция». Для этого вам предлагается ответить самостоятельно на следующие вопросы и заполнить пропущенные места в предложениях.*

В природе существует особая форма материи, единое целое:

В 1831 г. английский ученый *М.Фарадей* открыл явление, которое впоследствии стало основой всей электротехники и радиотехники. В частности, действие генераторов всех электростанций мира, преобразующих механическую энергию в энергию электрического тока, основано на явлении -

В катушке (замкнутый проводник) под действием **переменного** магнитного поля возникает ток, который называют . Этот ток в катушке из металлической проволоки может возникать при изменении силы тока во второй катушке, магнитное поле которой пронизывает первую катушку, а также при движении катушки относительно неподвижного постоянного магнита. (*Изобразите направление этого тока*)

**N**

**S**

**N**

**S**

**S**

**N**

**S**

**N**

*Рис 13.1*

Российский ученый *Эмилий Христианович Ленц (1804-1865)* применил к явлению электромагнитной индукции закон сохранения и превращения энергии и сформулировал правило, пользуясь которым, можно определить направление индукционного тока. **Правило Ленца:**

При любом изменении магнитного поля в окружающем пространстве возникает .

Это электрическое поле приводит в движение свободные электрические заряды в контуре в контуре, вызывая появление индукционного тока. Его называют .

ЭДС индукции возникает также в проводнике, движущемся в магнитном поле:

Направление индукционного тока в движущемся замкнутом проводнике можно определять **по правилу правой руки**:

Особенно большие индукционные токи возникают в массивных проводниках из-за их малого сопротивления. Эти токи исследовал французский физик *Мишель Поль Фуко (1926-1984)* и они называются .

Явление возникновения электродвижущей силы в проводнике при изменении электрического тока в нем называется . Она приводит к конечному времени нарастания силы тока при включении источника питания и падении тока при размыкании цепи

1. *Заполните таблицу.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Название величины | Обозначение величины | Единица измерения | Значение  | Связь с другими величинами |
| **Магнитный поток** |  |  |  |  |
| **Энергия магнитного поля в контуре** |  |  |  |  |
| **ЭДС индукции** |  |  |  |  |
| **ЭДС самоиндукции** |  |  |  |  |
| **закон Фарадея** |  |  |  |  |
| **Индуктивность** |  |  |  |  |

1. **Практическая часть.**
2. *Выберите правильное утверждение.*
3. Какое из приведенных ниже выражений характеризует понятие электромагнитной индукции?

**А.** Явление, характеризующее действие магнитного поля на движущийся заряд.

**Б.** Явление возникновения в замкнутом контуре электрического тока при изменении магнитного потока.

**В.** Явление, характеризующее действие магнитного поля на проводник с током.

1. В неподвижной проволочной рамке, находящейся в магнитном поле, возникает индукционный ток.

**А.** Сила тока прямо пропорциональна сопротивлению рамки.

**Б.** Сила тока тем больше, чем медленнее изменяется магнитный поток через рамку.

**В.** Если плотность рамки параллельна линиям индукции магнитного поля, магнитный поток через рамку равен нулю.

1. Индукционный ток возникает в любом замкнутом проводящем контуре, если…

**А.** …контур находится в однородном магнитном поле.

**Б.** …контур движется поступательно в однородном магнитном поле.

**В.** …изменяется магнитный поток, пронизывающий контур.

1. С помощью какого правила определяют направление индукционного тока?

**А.** Правило буравчика.

**Б.** Правило правой руки.

**В.** Правило Ленца.

1. Укажите все правильные утверждения, которые отражают сущность явления электромагнитной индукции: «В замкнутом контуре электрический ток появляется…»

**А.** …если магнитный поток не равен 0.

**Б.** …при увеличении магнитного потока.

**В.** … при уменьшении магнитного потока.

1. Что определяется скоростью изменения магнитного потока через контур?

**А.** Индуктивность контура.

**Б.** Магнитная индукция.

**В.** ЭДС индукции.

1. Какое из приведенных ниже выражений характеризует понятие индуктивности?

**А.** Физическая величина, характеризующая действие магнитного поля на заряд.

**Б.** Физическая величина, которая определяется формой, размерами и свойствами материала, из которого изготовлен проводящий контур.

**В.** Физическая величина, характеризующая свойства вихревого электрического поля.

1. На рис 13.2 приведено схематическое изображение короткозамкнутой катушки, которую охватывает проволочный виток с источником тока и ключом.

**А.** Индукционный ток в катушке будет существовать все время, пока ключ замкнут.

**Б.** Индукционный ток в катушке всегда направлен

по часовой стрелке.

**В.** При замыкании ключа в катушке на короткое

время возникает индукционный ток.

*Рис 13.2*

1. Сила тока в обмотке генератора переменного тока меняется согласно графику, показанному на рис 13.3.

**А.** Период колебаний тока 0,01 *с*.

**Б.** Частота колебаний тока 100 *Гц*.

**В.** Амплитуда колебаний тока 12 *А*.

1. Напряжение на концах проводника меняется согласно графику на рис 13.4.

**А.** Амплитуда колебаний напряжения равна 100 *В*.

**Б.** Период колебаний напряжения 0,08 *с*.

**В.** Частота колебаний напряжения 50 *Гц*.

***t, с***

 *Рис 13.3 Рис 13.4*

1. Сила тока в катушке увеличилась в 2 раза.

**А.** Индуктивность катушки увеличилась в 2 раза.

**Б.** Индуктивность катушки увеличилась в  раз.

**В.** Индуктивность катушки не изменилась.

1. При силе тока 3 *А* в проволочной рамке возникает магнитный поток 6 *Вб*.

**А.** Индуктивность рамки 2 *Гн*.

**Б.** Индуктивность рамки 0,5 *Гн*.

**В.** Индуктивность рамки 18 *Гн*.

1. В проводнике при изменении силы тока на 1 А за 1 с возникает ЭДС самоиндукции 1 В.

**А.** Индуктивность проводника 10 *Гн*.

**Б.** Индуктивность проводника 1 *Гн*.

**В.** Индуктивность проводника 0,1 *Гн*.

1. Как уменьшить индуктивность катушки с железным сердечником при условии, что ее длина и поперечное сечение останутся неизменными?

**А.** Уменьшить число витков.

**Б.** Вынуть железный сердечник.

**В.** Уменьшить силу тока в катушке.

1. *Решите задачи, выбрав подходящий уровень сложности. Выполнение всех задач среднего уровня соответствует оценке «3», выполнение к ним достаточного уровня – оценке «4». Дополнительно к ним можно выполнить задания высокого уровня, тем самым повысив оценку на 1 балл (до «4», до «5»).*

***Пример:*** Почему не применяют для освещения переменный ток с частотой 10 *Гц*?

***Решение:*** Следует учитывать инерционность человеческого зрения, позволяющего различать сигналы длительностью не менее 0,05 *с*. При частоте 10 *Гц* мы замечали бы неприятное и утомительное «подмигивание» ламп. Частота 50 *Гц* достаточна для того, чтобы человеческий глаз не замечал изменения интенсивности излучения ламп накаливания.

**Средний уровень**

1. Проволочная рамка находится в однородном магнитном поле. В каких случаях в ней может возникнуть индукционный ток?
2. Северный полюс магнита удаляется от металлического кольца, как показано на рис 13.5. Определите направление индукционного тока в кольце.

**N**

 *Рис 13.5*

1. На рис 13.6 приведен случай электромагнитной индукции. Сформулируйте и решите задачу.

**N**

**S**

 *Рис 13.6*

1. Какого направления ток будет индуцироваться в катушке В при размыкании и замыкании ключа в цепи катушки А (рис 13.7)?

 *Рис 13.7*

1. На рис 13.8 приведен случай электромагнитной индукции. Сформулируйте и решите задачу.

**S**

**N**

 *Рис 13.8*

1. Какова индуктивность катушки, если при равномерном изменении в ней тока от 5 до 10 *А* за 0,1 *с* возникает ЭДС самоиндукции, равная 20 *В*?



1. Какова скорость изменения силы тока в обмотке реле с индуктивностью 3,5 *Гн*, если в ней возбуждается ЭДС самоиндукции 105 *В*?



1. Катушку индуктивностью 1 *Гн* подключают к источнику постоянного напряжения 20 *В*. Определите время, за которое сила тока в ней достигает 30 *А*.



1. Индуктивность катушки 50 *мГн* и сопротивление 5 *Ом*. Каким будет напряжение на зажимах катушки, если ток в ней равномерно возрастает со скоростью 1000 *А/с*? Сила тока в этот момент равна *17 А*.



1. Какова индуктивность витка проволоки, если при силе тока 6 *А* создается магнитный поток  *Вб*? Зависит ли индуктивность витка от силы тока в нем?



1. Индуктивность контура 0,05 *Гн*. Чему равен магнитный поток, пронизывающий контур, если сила тока в нем 8 *А*?



**Достаточный уровень**

1. Сквозь горизонтальное проводящее кольцо одновременно падают с одинаковой высоты алюминиевый брусок и магнит. Какой предмет упадет первым?

С какой скоростью надо перемещать проводник, длина активной части которого 1 *м*, под углом  к вектору магнитной индукции, модуль которого равен 0,2 *Тл*, чтобы в проводнике возбудилась Эдс индукции 1 *В*?



1. Почему для обнаружения индукционного тока замкнутый проводник лучше брать в виде катушки, а не в виде скрученного вдвое прямолинейного провода?

Какую длину активной части должен иметь проводник, чтобы при перемещении его со скоростью 15 *м/с* перпендикулярно вектору магнитной индукции, равной 0,4 *Тл*, в нем возбуждалась ЭДС индукции 3 *В*?





1. На вертикальном сердечнике электромагнита лежит монета. Что произойдет, если включить ток в катушке электромагнита?

Какова индукция магнитного поля, если в проводнике с длиной активной части 50 *см*, перемещающемся со скоростью 10 *м/с* перпендикулярно вектору магнитной индукции, возбуждалась ЭДС индукции 1,5 *В*?

****

1. Почему при замыкании цепи питания трансформатора или электродвигателя может возникнуть сильная искра?

Найдите ЭДС индукции на концах крыльев самолета (размах крыльев 36,5 *м*), летящего горизонтально со скоростью 900 *км/ч*, если вертикальная составляющая вектора индукции магнитного поля Земли  *Тл*.

****

1. Почему иногда недалеко от места удара молнии могут расплавиться предохранители в осветительной сети и повредиться чувствительные электроизмерительные приборы?

Проводник с активной длиной 15 *см* движется со скоростью 10 *м/с* перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля с индукцией 2 *Тл*. Какая сила тока возникает в проводнике, если его замкнуть накоротко? Сопротивление цепи 0,5 *Ом*.





1. Магнит свободно падает внутри медной трубки вдоль ее оси. Можно ли пользоваться формулой  для вычисления скорости его падения с высоты *H*?

Прямолинейный проводник с активной длиной 0,7 *м* пересекает однородное магнитное поле под углом к линии индукции со скоростью 10 *м/с*. Определите индукцию магнитного поля, если ЭДС, индуцируемая в проводнике, равна 4,9 *В*.

****

1. Катушку с ничтожно малым сопротивлением и индуктивностью 3 *Гн* присоединяют к источнику постоянного тока с ЭДС 15 *В* и ничтожно малым внутренним сопротивлением. Через какой промежуток времени сила тока в катушке достигает 50 *А*?



1. По катушке длиной 20 *см* и диаметром 3 *см*, имеющей 400 витков, течет ток 2 *А.* Найдите индуктивность катушки и магнитный поток, пронизывающий ее сечение.



1. Замкнутая катушка сопротивлением 50 *Ом* и индуктивностью  *Гн* находится в магнитном поле. При равномерном изменении магнитного поля магнитный поток через катушку возрос на

  *Вб* и ток в катушке увеличился на 0,1 *А*. какой заряд прошел за это время по катушке?

****

1. Через длинный соленоид, индуктивность которого 0,4 *мГн* и площадь поперечного сечения 10 , течет ток силой 0,5 *А*. Какова индукция поля внутри соленоида, если он содержит 100 витков?

****

1. Катушка с железным сердечником сечением 20  имеет индуктивность 0,02 *Гн*. Какой должна быть сила тока в катушке, чтобы индукция магнитного поля в сердечнике была 1 *мТл*, если катушка содержит 1000 витков?

****

1. Найдите индуктивность проводника, в котором равномерное изменение силы тока на 2 *А* в течение 0,25 с возбуждает ЭДС самоиндукции 20 *мВ*.



**Высокий уровень**

1. Найдите скорость изменения магнитного потока в соленоиде из 2000 витков при возбуждении в нем ЭДС индукции 120 *В*.



Катушку радиусом 3 *см* с числом витков 1000 помещают в однородное магнитное поле (ось катушки параллельна линиям поля). Индукция поля изменяется с постоянной скоростью 10 *мТл/с*. Какой заряд *q* будет на обкладках конденсатора, подключенном к концам катушки? Емкость конденсатора 20 *мкФ*.



1. Сколько витков должна содержать катушка с площадью поперечного сечения 50 , чтобы при изменении магнитной индукции от 0,2 до 0,3 *Тл* в течение 4 *мс* в ней возбуждалась ЭДС 10 *В*?



Однородное магнитное поле с индукцией *В* перпендикулярно плоскости медного кольца, имеющего диаметр 20 *см* и толщину 2 *мм*. С какой скоростью должна изменяться во времени магнитная индукция *В*, чтобы сила индукционного тока в кольце была равна 10 *А*?



1. Магнитный поток, пронизывающий контур проводника, равномерно изменился на 0,6 *Вб* так, что ЭДС индукции оказалось равной 1,2 *В*. Найдите время изменения магнитного потока и силу индукционного тока, если сопротивление проводника 0,24 *Ом*.



Два металлических стержня расположены вертикально и замкнуты вверху проводником. По этим стержням без трения и нарушения контакта скользит перемычка длиной 0,5 *см* и массой 1 *г*. Вся система находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,01 *Тл*, перпендикулярной плоскости рамки. Установившаяся скорость 1 *м/с*. Найдите сопротивление перемычки. Сопротивлением стержней и провода пренебречь.



1. Какой заряд пройдет через поперечное сечение витка, сопротивление которого 0,03 *Ом*, при уменьшении магнитного потока внутри витка на 12 *мВб*?



Магнитный поток через соленоид, содержащий 500 витков провода, равномерно убывает со скоростью 60 *мВб/с*. Определите ЭДС индукции в соленоиде.



1. Ток в короткозамкнутом сверхпроводящем соленоиде изменяется вследствие несовершенства контакта. Создаваемое этим током магнитное поле уменьшается на 2% в час. Определите сопротивление контакта *R*, если индуктивность соленоида 1 *Гн*.



1. Кольцо из сверхпроводника помещено в однородное магнитное поле, индукция которого нарастает от нуля до . Плоскость кольца перпендикулярна линиям индукции поля. Определите силу индукционного тока, возникающего в кольце. Радиус кольца равен *r*, индуктивность *L*.



1. Магнитная индукция однородного магнитного поля изменяется со скоростью 20 *Тл* за секунду. При этом в катушке с площадью поперечного сечения 6  возбуждается ЭДС индукции 12 *В*. Сколько витков в катушке? Ось катушки параллельна линиям магнитной индукции.



1. Магнитная индукция однородного магнитного поля изменяется со скоростью 20 *Тл* за секунду. При этом в катушке с площадью поперечного сечения 6 , содержащей 1000 витков, возбуждается ЭДС индукции 6 *В*. Какой угол образует ось катушки с линиями магнитной индукции поля?



1. **Домашнее задание.**
2. *Решить задачи высокого уровня.*
3. *Решите кроссворд.*

**По горизонтали: 1.** Гигантские облака газа, простирающиеся далеко в корону. **2.** Сильные возмущения магнитного поля,наблюдаемые в периоды максимума солнечной активности. **3.** Сильные магнитные поля в отдельных областях. **4.** Резкое хромосферное свечение газа. **5.** Индукционный ток возникает в нём. **6.** Электрическую энергию, используемую на производстве, получают с помощью индукционных… **7.** Вихревые токи. **8.** Поток частиц плазмы, движущийся со скоростью 1000 км/с. **9.** Ему удалось обобщить закономерность на все случаи электромагнитной индукции и вывести правило… **10.** Колебания стрелки при включении прибора в цепь успокаивает воздушный тормоз. **11.** Возникновение в замкнутом проводнике электрического тока, обусловленное изменением магнитного поля - …индукция. **12.** Возникновение ЭДС индукции в цепи. **13.** Устойчивый восходящий поток горячего газа. **14.** Стержень, который вставляется в соленоид. **15.** Полярное… **16.** Индукционный ток в замкнутом контуре появляется только в том случае, когда изменяется … поток.

**По вертикали: 1.** Величина, характеризующая связь магнитного потока с замкнутой цепью, сквозь которую он проходит. **2.** Солнечные комические … **3.** Коэффициент, характеризующий зависимость собственного потокосцепления замкнутой цепи от ее формы и окружающей среды. **4.** В области полюсов Земли космические частицы легко проникают в … **5.** Интенсивное перемешивание газа. **6.** Взаимодействие между полюсами всегда препятствует движению … **7.** Радиационные… , образованные заряженными частицами. **8.** Дал объяснение явлению электромагнитной индукции. **9.**  Каким явлением обосновывал Фарадей свои опыты. **10.** Ученый, внесший великий вклад в электромагнетизм. **11.** Направление индукционного тока определяется по правилу правой … **12.** Основное явление, рассматриваемое в электромагнетизме.



1. *Опишите использование электромагнитной индукции и переменного тока в медицине.*

**Применение импульсных токов в медицине**

**Применение токов высокой частоты в медицине**

**Терапевтический контур**

**Микроволновая терапия**

**Переменный ток и человек**

**Электромагнитное поле и человек**