

## Вариант 1.

## Электромагнитная индукция

1. Определить среднее значение ЭДС индукции в контуре, если магнитный поток, пронизывающий контур, изменяется от 0 до 40 мВб за время 2 мс. (20В)
2. На картонный каркас длиной 50 см и площадью поперечного сечения 8 см намотан тонкий провод в один слой так, что витки плотно прилегают друг к другу. Индуктивность соленоида равна 12,56 мГн. Каков диаметр провода? (0,2 мм)
3. Контур, состоящий из сопротивления 10 Ом и индуктивности 1 Гн, отключили от источника тока. Определить время, через которое сила тока уменьшится до 0,1% первоначального значения. (0,69 с)
4. Прямой бесконечный проводник, по которому течет ток, изменяющийся по закону  $I = at^2$ , где  $a = 2 \text{ А/с}^2$ , расположен перпендикулярно плоскости кругового контура радиусом  $R = 1 \text{ м}$  и проходит через его центр. Определить э.д.с. индукции, возникающую в контуре в момент времени  $t = 10 \text{ с}$ .
5. Сколько витков у катушки длиной  $l = 8 \text{ см}$  и диаметром  $D = 2,2 \text{ см}$ , если ее индуктивность составляет  $L = 0,25 \text{ мГн}$ ? Сердечник катушки немагнитный.

## Вариант 2.

## Электромагнитная индукция

1. Определить индукцию магнитного поля, если при движении прямого провода длиной 40 см перпендикулярно силовым линиям поля со скоростью 5 м/с между его концами возникает разность потенциалов 0,6 В. (0,3 Тл)

2. Индуктивность соленоида длиной 1 м, намотанного на немагнитный каркас, равна 1,6 мГн. Определить число витков на каждом сантиметре длины, если сечение соленоида равно 20 см<sup>2</sup>. (8)

3. Контур состоит из индуктивности 0,34 Гн и сопротивления 100 Ом. Контур был подключен к источнику напряжения величиной 38 В. Определить силу тока в контуре через 0,01 с после отключения от источника тока. (0,02 А)

4. Рамка из провода сопротивлением  $R = 0,01$  Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,05$  Тл. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь рамки  $S = 100$  см<sup>2</sup>. Найти, какой заряд протечет через рамку за время поворота на  $\Delta\alpha = 30^\circ$ , если угол между плоскостью рамки и силовыми линиями меняется: 1) от  $\alpha_1 = 0^\circ$  до  $\alpha_2 = 30^\circ$ ; 2) от  $\alpha_1 = 60^\circ$  до  $\alpha_2 = 90^\circ$ .

5. В катушке, индуктивность которой  $L = 10^{-2}$  Гн, с помощью реостата равномерно увеличивают силу тока по закону  $I = I_0 + \alpha t$  (А), где  $I_0 = \text{const}$ ,  $\alpha = 0,1$  А/с. Определить э.д.с. самоиндукции.

### Вариант 3.

### Электромагнитная индукция

1. Прямой провод длиной 20см перемещается перпендикулярно силовым линиям магнитного поля с индукцией 1Тл со скоростью 2,5м/с. Сопротивление всей цепи равно 0,1 Ом. Найти силу, действующую на провод. (1Н)
2. На картонный цилиндр диаметром 2см намотана однослойная катушка проводом, диаметр которого 0,4мм. Витки плотно прилегают друг к другу. Индуктивность катушки 1мГн. Определить число витков катушки. (1000)
3. Кольцо из проволоки сопротивлением 1мОм находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,4Тл. Плоскость кольца перпендикулярна линиям индукции. Определить заряд, который протечет по кольцу, если его выдернуть из поля. Площадь кольца 10см<sup>2</sup>. (0,4Кл)
4. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл равномерно вращается рамка, содержащая  $N = 1000$  витков. Площадь рамки  $S = 150$  см<sup>2</sup>. Рамка вращается с частотой  $n = 10$  об/с. Определить мгновенное значение э.д.с. индукции, соответствующее углу поворота рамки  $\alpha = 30^\circ$ . В начальный момент плоскость рамки перпендикулярна магнитным силовым линиям.
5. Определить индуктивность единицы длины коаксиального кабеля, состоящего из двух тонких проводников: внутреннего радиусом  $R_1$  и внешнего радиусом  $R_2$ . Силы тока в проводниках одинаковы и направлены в противоположные стороны.

## Вариант 4.

## Электромагнитная индукция

1. Определить мощность, которую необходимо затратить для движения прямого провода длиной 10 см в магнитном поле с индукцией 1 Тл со скоростью 20 м/с перпендикулярно силовым линиям. Сопротивление всей цепи равно 0,4 Ом. (10 Вт)

2. Катушка, намотанная на картонный цилиндр, состоит из 750 витков проволоки и имеет индуктивность 25 мГн. Какое количество витков более тонкой проволоки надо намотать на тот же цилиндр, чтобы индуктивность катушки была равна 36 мГн. (900)

3. В однородном магнитном поле с индукцией 0,04 Тл находится проводочное кольцо радиусом 4 см, имеющее сопротивление 0,01 Ом. плоскость кольца составляет угол  $30^\circ$  с линиями индукции. Какое количество электричества протечет по кольцу при изменении поля до нуля. (10 мКл)

4. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл равномерно вращается рамка, содержащая  $N = 1000$  витков. Площадь рамки  $S = 150$  см<sup>2</sup>. Рамка вращается с частотой  $n = 10$  об/с. Определить мгновенное значение э.д.с. индукции, соответствующее углу поворота рамки  $\alpha = 30^\circ$ . В начальный момент плоскость рамки перпендикулярна магнитным силовым линиям.

5. Соленоид с индуктивностью  $L = 0,1$  Гн и сопротивлением  $R = 0,02$  Ом замыкается на источник с э.д.с.  $\mathcal{E}_0 = 2$  В, внутреннее сопротивление которого ничтожно мало. Какой заряд пройдет через соленоид за первые пять секунд ( $t = 5$  с) после замыкания?

## Вариант 5.

## Электромагнитная индукция

1. По двум параллельным стержням, расположенным горизонтально и находящимся на расстоянии 20 см друг от друга, скользит перемычка со скоростью 1 м/с, так как стержни находятся в вертикальном магнитном поле с индукцией 1,5 Тл и к стержням приложена ЭДС, равная 0,5 В. Сопротивление перемычки 0,02 Ом. Определить ЭДС индукции, возникающей в перемычке. (0,3 В)

2. Определить индуктивность двухпроводной линии на участке длиной 1 км, если радиус провода равен 1 мм и расстояние между осевыми линиями проводов равно 0,4 м. (Учесть только поток, пронизывающий контур, ограниченный проводами.) (2,4 мГн)

3. Определить время, через которое в катушке установится ток, равный половине максимального, если катушка имеет сопротивление 10 Ом и индуктивность 0,144 Гн после включения катушки в цепи питания (0,01 с)

4. Стержень длиной  $l$  перемещается со скоростью  $v = 0,5$  м/с вдоль бесконечно длинного проводника, по которому течет ток  $I = 3$  А. Ближний конец стержня находится на расстоянии  $l/2$  от проводника. Определить разность потенциалов на концах стержня

5. Катушку сопротивлением  $R = 10$  Ом и индуктивностью  $L = 1$  Гн подключили к источнику тока. Через сколько времени сила тока достигнет 0,9 предельного значения?

## Вариант 6.

## Электромагнитная индукция

1. Стержень длиной 10 см вращается относительно оси, проходящей через один из его концов, в однородном магнитном поле с индукцией 0,4 Тл. Плоскость вращения перпендикулярна силовым линиям поля. Определить разность потенциалов на концах стержня при частоте вращения 16 об/с. (201 мВ)
2. Катушка имеет сопротивление 10 Ом и индуктивность 144 мГн. Через сколько времени после выключения в катушке установится ток, равный половине установившегося при включении? (10 мс)
3. Катушка длиной 20 см и диаметром 3 см имеет 400 витков. По катушке течет ток силой 2 А. Найти индуктивность катушки. (0,71 мГн)
4. Индукция неоднородного магнитного поля изменяется по закону  $B = B_0(1 + \alpha r)$ , где  $B_0 = 0,01$  Тл,  $\alpha = 1$  м<sup>-1</sup>,  $r$  - расстояние точки от оси вращения. В этом поле вращается в горизонтальной плоскости относительно вертикальной оси прямой проводник длиной  $L = 1$  м с постоянной угловой скоростью  $\omega = 50$  рад/с. Ось вращения проходит через один из концов проводника, силовые линии магнитного поля вертикальны. Определить э.д.с. индукции, возникающую в проводнике.
5. Сколько витков у катушки длиной  $l = 8$  см и диаметром  $D = 2,2$  см, если ее индуктивность составляет  $L = 0,25$  мГн? Сердечник катушки немагнитный.

## Вариант 7.

## Электромагнитная индукция

1. Проводник длиной 1 м движется со скоростью 5 м/с перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Определить индукцию магнитного поля, если на концах проводника возникает разность потенциалов 0,02 В (4 мТл)
2. На картонный каркас длиной 50 см и площадью сечения  $4 \text{ см}^2$  намотан в один слой провод диаметром 0,2 мм так, что витки плотно прилегают друг к другу. Определить индуктивность соленоида. (6,28 мГн)
3. Определить силу тока в цепи через 0,01 с после ее размыкания. Сопротивление цепи 20 Ом, индуктивность 0,1 Гн. Сила тока до размыкания цепи равна 50 А. (6,75 А)
4. Стержень длиной  $L = 10$  см вращается относительно оси, проходящей через конец стержня, в магнитном поле с индукцией  $B = 0,4$  Тл. Вращение происходит в плоскости, перпендикулярной индукции поля. При какой частоте вращения на концах стержня возникнет разность потенциалов  $U = 0,2$  В?
5. Источник тока отключили (не разрывая цепи) от катушки индуктивностью  $L = 1$  Гн и сопротивлением  $R = 10$  Ом. Определить время  $t$ , по истечении которого сила тока уменьшится до 0,001 первоначального значения.

## Вариант 8.

## Электромагнитная индукция

1. Рамка площадью  $50\text{см}^2$ , содержащая 100 витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией  $40\text{мТл}$ . Определить максимальное значение ЭДС индукции, если рамка вращается с частотой  $960\text{об/с}$  и ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. (2,01В)

2. Соленоид содержит 4000 витков провода, по которому течет ток силой  $20\text{А}$ . Определить магнитный поток и потокосцепление, если индуктивность соленоида равна  $0,4\text{Гн}$ . (2мВб, 8Вб)

3. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением  $10\text{ Ом}$  и индуктивностью  $0,2\text{Гн}$ . Через сколько времени сила тока в цепи достигнет 50% максимального значения. (14мс)

4. В магнитном поле, индукция которого изменяется по закону  $B = B_0[1 + \ln(\alpha t + 1)]$ , где  $B_0 = 2 \cdot 10^{-2}\text{ Тл}$ ,  $\alpha = 1\text{ с}^{-1}$ , находится плоский виток площадью  $S = 0,2\text{ м}^2$  с сопротивлением  $R = 5\text{ Ом}$ . Нормаль к плоскости витка составляет угол  $\alpha = 60^\circ$  с вектором индукции. Определить заряд, который пройдет через виток за первые  $t = 5\text{ с}$ .

5. Соленоид с индуктивностью  $L = 0,1\text{ Гн}$  и сопротивлением  $R = 0,02\text{ Ом}$  замыкается на источник с э.д.с.  $\mathcal{E}_0 = 2\text{ В}$ , внутреннее сопротивление которого ничтожно мало. Какой заряд пройдет через соленоид за первые пять секунд после замыкания?

## Вариант 9.

## Электромагнитная индукция

1. Рамка, содержащая 1000 витков площадью  $100\text{см}^2$ , равномерно вращается с частотой  $10\text{об/с}$  в магнитном поле напряженностью  $10\text{кА/м}$ . Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям напряженности. Определить максимальную ЭДС индукции, возникающую в рамке. (7,9В)
2. Соленоид содержит 1200 витков площадью  $5\text{см}^2$ . Определить индуктивность соленоида, если при токе силой  $2\text{А}$  индукция магнитного поля в соленоиде равна  $0,01\text{Тл}$ . (3мГн)
3. В цепи сопротивлением  $20\text{Ом}$  и индуктивностью  $0,01\text{Гн}$  шел ток силой  $50\text{А}$ . Определить силу тока в цепи через  $0,01\text{с}$  после отключения ее от источника тока. (6,75А)
4. На расстоянии  $d = 1\text{ м}$  от длинного прямого проводника с током  $I = 10^3\text{ А}$  расположено кольцо радиусом  $R = 1\text{ см}$ . Кольцо расположено так, что поток, пронизывающий кольцо, максимален. Чему равен заряд  $q$ , который протечет по кольцу, если ток в проводнике выключить? Сопротивление кольца  $r = 10\text{ Ом}$ . Поле в пределах кольца считать однородным.
5. Катушку сопротивлением  $R = 10\text{ Ом}$  и индуктивностью  $L = 1\text{ Гн}$  подключили к источнику тока. Через сколько времени сила тока достигнет  $0,9$  предельного значения?

## Вариант 10.

## Электромагнитная индукция

1. Индукция магнитного поля между полюсами двухполюсного генератора равна  $0,8 \text{ Тл}$ . Ротор содержит 100 витков площадью  $400 \text{ см}^2$ . Определить частоту вращения ротора, если максимальное значение ЭДС индукции равно  $200 \text{ В}$ . ( $600 \text{ об/с}$ )
2. Индуктивность катушки без сердечника равна  $0,02 \text{ Гн}$ . Определить потокосцепление при токе в катушке силой  $5 \text{ А}$ . ( $0,1 \text{ Вб}$ )
3. Источник тока замкнули на катушку с сопротивлением  $10 \text{ Ом}$  и индуктивностью  $1 \text{ Гн}$ . Найти время, через которое сила тока замыкания достигнет  $0,9$  предельного значения. ( $0,23 \text{ с}$ )
4. Квадратная проволочная рамка со стороной  $a$  и бесконечный прямой проводник с током  $I$  лежат в одной плоскости. Рамку повернули на  $180^\circ$  вокруг оси, проходящей через середины противоположных сторон. Ось отстоит от бесконечного проводника на расстоянии  $b$ . Какой заряд протечет по рамке, если ее сопротивление равно  $R$ ?
5. Определить индуктивность единицы длины коаксиального кабеля, состоящего из двух тонких проводников: внутреннего радиусом  $R_1$  и внешнего радиусом  $R_2$ . Силы тока в проводниках одинаковы и направлены в противоположные стороны.

## Вариант 11.

## Электромагнитная индукция

1. В однородном магнитном поле с индукцией  $0,04\text{Тл}$  вращается катушка с угловой скоростью  $5\text{рад/с}$  относительно оси, совпадающей с диаметром катушки и перпендикулярной линиям магнитной индукции. Определить мгновенное значение ЭДС индукции в момент времени, когда плоскость катушки составляет угол  $60^\circ$  с линиями индукции, если в катушке  $1000$  витков и площадь поперечного сечения  $100\text{см}^2$ . (1В)

2. Определить индуктивность соленоида, если его сечение равно  $5\text{см}^2$ , число витков  $1000$  и индукция  $0,01\text{Тл}$  при токе  $2\text{А}$ . (3мГн)

3. Найти время, в течение которого сила тока в катушке будет равно  $99\%$  максимального при включении ее в цепь питания, если сопротивление катушки  $8\text{Ом}$ , индуктивность  $0,5\text{Гн}$  и внутреннее сопротивление цепи питания  $2\text{Ом}$ . (0,23с)

4. Вблизи длинного прямого проводника, по которому течет ток  $I = 10\text{з А}$ , расположена квадратная рамка из тонкого провода сопротивлением  $R = 0,02\text{Ом}$ . Проводник лежит в плоскости рамки и параллелен двум ее сторонам, расстояния до которых от провода соответственно равны  $a = 10\text{ см}$ ,  $b = 20\text{ см}$ . Какой заряд  $q$  протечет через рамку при выключении тока в проводнике?

5. В катушке, индуктивность которой  $L = 10^{-2}\text{ Гн}$ , с помощью реостата равномерно увеличивают силу тока по закону  $I = I_0 + at$  (А), где  $I_0 = \text{const}$ ,  $\alpha = 0,1\text{ А/с}$ . Определить э.д.с. самоиндукции.

## Вариант 12.

## Электромагнитная индукция

1. Проводник длиной 10см движется со скоростью 15м/с перпендикулярно силовым линиям магнитного поля с индукцией 0,1Тл. Определить ЭДС индукции в проводнике. (0,15В)

2. Обмотка соленоида длиной 25см и сопротивлением 0,2Ом намотана медной проволокой сечением 1мм<sup>2</sup>. Определить его индуктивность. (55мкГн)

3. В магнитном поле с индукцией 0,05Тл находится катушка, состоящая из 200 витков тонкого провода. Сопротивление катушки 40Ом, поперечное сечение 12см<sup>2</sup>. Плоскость катушки расположена под углом 30° к линиям магнитного поля. Определить количество электричества, которое протечет по катушке при исчезновении магнитного поля. (150мкТл)

4. В магнитном поле, индукция которого изменяется по закону  $B = B_0(1 + \alpha t^3)$ , где  $B_0 = 3 \cdot 10^{-3}$  Тл,  $\alpha = 2 \text{ с}^{-3}$ , расположена квадратная рамка площадью  $S = 2 \text{ м}^2$ . Определить количество тепла, выделяющееся в рамке за первые  $t = 2$  с, если сопротивление рамки  $R = 6$  Ом и плоскость рамки перпендикулярна вектору магнитной индукции.

5. Источник тока отключили (не разрывая цепи) от катушки индуктивностью  $L = 1$  Гн и сопротивлением  $R = 10$  Ом. Определить время  $t$ , по истечении которого сила тока уменьшится до 0,001 первоначального значения.

### Вариант 13.

### Электромагнитная индукция

1. Чему будет равно среднее значение ЭДС в катушке диаметром 10 см и числом витков 500, если индукция магнитного поля увеличится за 0,1 с от 0 до  $2 \text{ Вб/м}^2$ ? (78,5 В)

2. Найти индуктивность катушки с железным сердечником и без него, имеющей 400 витков проволоки. Длина катушки 20 см и сечение  $9 \text{ см}^2$ . Магнитная проницаемость сердечника 400. (0,36 Гн, 0,9 мГн)

3. В однородном магнитном поле с индукцией  $0,2 \text{ Вб/м}^2$  помещен контур радиусом 2 см и сопротивлением 1 Ом. Плоскость контура перпендикулярна силовым линиям поля. Определить количество электричества, которое протечет по контуру при повороте его на  $90^\circ$ . (250 мкКл)

4. Проводящий контур площадью  $S = 400 \text{ см}^2$ , в который включен конденсатор емкостью  $C = 10 \text{ мкФ}$ , расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно к линиям магнитной индукции. Магнитная индукция поля возрастает по закону  $B = (2 + 5t) \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$ . Определить максимальный заряд и максимальную энергию электрического поля конденсатора ].

5. Сколько витков у катушки длиной  $l = 8 \text{ см}$  и диаметром  $D = 2,2 \text{ см}$ , если ее индуктивность составляет  $L = 0,25 \text{ мГн}$ ? Сердечник катушки немагнитный.

## Вариант 14.

## Электромагнитная индукция

1. Найти разность потенциалов на концах крыльев самолета, летящего со скоростью 950 км/ч, если размах крыльев 12,5 м. Вертикальная составляющая напряженности магнитного поля Земли равна 0,5 Э. (165 мВ)

2. Катушка диаметром 3 см и длиной 20 см имеет 400 витков. Найти индуктивность катушки и пронизывающий ее магнитный поток при токе в ней силой 2 А. (0,71 мГн, 3,55 мкВб)

3. Катушка индуктивностью 0,2 Гн и сопротивлением 1,64 Ом подключена к источнику тока. Найти во сколько раз уменьшится сила тока в катушке через 0,05 с после ее отключения от источника тока и замыкания накоротко. (В 1,5 раза)

4. Плоский контур площадью  $S = 0,1 \text{ м}^2$  с источником э.д.с.  $\mathcal{E} = 10 \text{ мВ}$  находится в однородном магнитном поле, индукция которого перпендикулярна плоскости контура. Во сколько раз изменится мощность тока в контуре, если величина магнитной индукции начнет расти со скоростью  $\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right) = 0,02 \text{ Тл/с}$ ? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

5. Соленоид с индуктивностью  $L = 0,1 \text{ Гн}$  и сопротивлением  $R = 0,02 \text{ Ом}$  замыкается на источник с э.д.с.  $\mathcal{E}_0 = 2 \text{ В}$ , внутреннее сопротивление которого ничтожно мало. Какой заряд пройдет через соленоид за первые десять секунд после замыкания?

## Вариант 15.

## Электромагнитная индукция

1. Стержень длиной 1 м вращается с постоянной угловой скоростью 20 рад/с в магнитном поле с индукцией 0,05 Тл. Определить ЭДС на концах стержня, если ось вращения проходит через конец стержня и параллельна силовым линиям поля. (0,5 В)

2. На катушку диаметром 4 см намотана проволока диаметром 0,6 мм в один слой так, что витки плотно прилегают друг к другу. Определить число витков, если индуктивность ее 0,001 Гн. (380)

3. Определить время, через которое в катушке устанавливается ток, равный половине стационарного после отключения катушки от источника тока, если она имеет сопротивление 10 Ом и индуктивность 0,144 Гн. (0,01 с)

4. Радиус эластичного витка увеличивается с постоянной скоростью  $\frac{dr}{dt} = 5 \text{ см/с}$ .

Виток находится в однородном магнитном поле индукцией  $B = 0,04 \text{ Тл}$ , перпендикулярном плоскости витка. При  $t = 0$  площадь витка  $S = 0,285 \text{ м}^2$ . Определить э.д.с. индукции в витке в моменты времени  $t = 0$  и  $t = 2 \text{ с}$ .

5. Катушка индуктивностью  $L = 0,5 \text{ Гн}$  и сопротивлением  $R = 10 \text{ Ом}$  подключена к источнику тока с внутренним сопротивлением  $r_i = 2 \text{ Ом}$ . В течение какого времени  $t$  ток в катушке, нарастая, достигнет значения, отличающегося от максимального на 1%?

## Вариант 16.

## Электромагнитная индукция

1. В однородном магнитном поле с индукцией 1Тл находится проволочный виток площадью  $100\text{см}^2$ . Определить среднее значение ЭДС, возникающее в витке при выключении поля в течение 0,01с. (1В)

2. Найти магнитную проницаемость сердечника в катушке поперечным сечением  $20\text{см}^2$  и состоящей из 500 витков проволоки, если ее индуктивность при силе тока в 5А равна 0,28Гн. (1400)

3. Построить график зависимости нарастания силы тока от времени в интервале от 0 до 0,5с через каждую 0,1с для контура сопротивлением 2Ом и индуктивностью 0,2Гн. По оси ординат откладывать отношение нарастающего тока к силе конечного тока.

4. Тонкий медный проводник массой  $m = 1$  г согнут в виде квадрата и концы его замкнуты. Квадрат помещен в магнитное поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл так, что плоскость его перпендикулярна вектору  $B$ . Какой заряд  $q$  протечет по проводнику, если квадрат, потянув за противоположные вершины, вытянуть в линию? Удельное сопротивление  $\rho_{\text{меди}} = 1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом.м; плотность  $D_{\text{меди}} = 8930$  кг/м<sup>3</sup>.

5. Катушку сопротивлением  $R = 10$  Ом и индуктивностью  $L = 1$  Гн подключили к источнику тока. Через сколько времени сила тока достигнет 0,9 предельного значения?

## Вариант 17.

## Электромагнитная индукция

1. Катушка площадью поперечного сечения  $100\text{см}^2$ , состоящая из 100 витков проволоки вращается в магнитном поле индукцией  $0,1\text{Тл}$  со скоростью  $5\text{об/с}$ . Найти максимальную ЭДС. (3,14В)

2. Определить силу тока, при которой в соленоиде длиной  $50\text{см}$  и площадью поперечного сечения  $2\text{см}^2$ , если индуктивность его равна  $20\text{мкГн}$  и объемная плотность энергии магнитного поля внутри соленоида равна  $1\text{мДж/м}^3$ . (1А)

3. Найти зависимость ЭДС в катушке от времени и зависимость энергии магнитного поля от времени, если через катушку индуктивностью  $0,021\text{Гн}$  течет ток, изменяющийся со временем по закону  $I = I_0 \sin \omega t$ , где  $I_0 = 5\text{А}$ ,  $\omega = 2\pi/T$  и  $T = 0,02\text{с}$ . ( $E = -33 \cos 100\pi t$ , В,  $w = 0,236 \sin^2 100\pi t$ , Дж)

4. Прямой бесконечный ток, изменяющийся по закону  $I = I_0(1 + \sin \pi t)$ , где  $I_0 = 2 \cdot 10^3\text{А}$ , расположен в плоскости прямоугольной рамки параллельно большой ее стороне  $b = 1\text{м}$  на расстоянии  $r = 0,25\text{м}$  от нее. Другая сторона рамки  $a = 0,5\text{м}$ , сопротивление рамки  $R = 20\text{Ом}$ . Определить индукционный ток в рамке в момент времени  $t = 13\text{с}$ .

5. В катушке, индуктивность которой  $L = 10^{-2}\text{Гн}$ , с помощью реостата равномерно увеличивают силу тока по закону  $I = I_0 + \alpha t$  (А), где  $I_0 = \text{const}$ ,  $\alpha = 0,1\text{А/с}$ . Определить э.д.с. самоиндукции.

## Вариант 18.

## Электромагнитная индукция

1. Рамка площадью  $150\text{см}^2$  вращается с угловой скоростью  $15\text{рад/с}$  в магнитном поле индукцией  $0,8\text{Тл}$ . Ось вращения находится в плоскости рамки и составляет угол  $30^\circ$  с направлением силовых линий магнитного поля. Найти максимальное значение ЭДС. ( $0,09\text{В}$ )

2. Определить число витков соленоида при силе тока в нем  $1\text{А}$ , если магнитный поток через соленоид равен  $2\text{мкВб}$  и индуктивность его равна  $0,001\text{Гн}$ . ( $500$ )

3. Две катушки имеют взаимную индуктивность  $5\text{мГн}$ . В первой катушке сила тока меняется по закону  $I = I_0 \sin \omega t$ , где  $I_0 = 10\text{А}$ ,  $\omega = 2\pi/T$  и  $T = 0,02\text{с}$ . Найти зависимость от времени ЭДС, индуцируемой во второй катушке и максимальное значение этой ЭДС. ( $\mathcal{E} = -15,7 \cos 100\pi t$ , В,  $\mathcal{E} = -15,7\text{В}$ )

4. Квадратная рамка из тонкой проволоки находится в магнитном поле, индукция которого изменяется по закону  $B = (\alpha + \beta t^2)$  Тл, где  $\beta = 2\text{Тл/с}^2$ . Сторона рамки  $a = 0,2\text{ м}$ . Плоскость рамки перпендикулярна вектору индукции. Определить э.д.с. индукции в рамке в момент времени  $t = 5\text{ с}$ .

5. Определить индуктивность единицы длины коаксиального кабеля, состоящего из двух тонких проводников: внутреннего радиусом  $R_1$  и внешнего радиусом  $R_2$ . Силы тока в проводниках одинаковы и направлены в противоположные стороны.

## Вариант 19.

## Электромагнитная индукция

1. Стержень длиной 1 м вращается в однородном магнитном поле с индукцией 50 мкТл. Ось вращения параллельна силовым линиям индукции и проходит через конец стержня. Определить число оборотов в секунду, если разность потенциалов на концах стержня равна 1 В. (6,4 об/с)

2. Определить магнитную проницаемость материала сердечника соленоида, если площадь поперечного сечения его равна  $10 \text{ см}^2$  и магнитный поток в сердечнике равен 1,4 мВб. (1400)

3. Электрическая лампочка сопротивлением 10 Ом подключается через дроссель сопротивлением 1 Ом и индуктивностью 2 Гн к источнику тока напряжением 12 В. Через сколько времени после включения лампочка загорится, если она начинает светиться при напряжении 6 В. (0,126 с)

4. Прямой бесконечный проводник с током  $I$  расположен в одной плоскости с квадратной рамкой, сторона которой  $a = 0,2$  м. Ток в проводнике меняется по закону  $I = \alpha \cdot t^3$ , где  $\alpha = 2$  А/с<sup>3</sup>. Расстояние от проводника до ближайшей стороны рамки  $r_0 = 0,2$  м, сопротивление рамки  $R = 7$  Ом. Определить ток в рамке в момент времени  $t = 10$  с.

5. Соленоид с индуктивностью  $L = 0,1$  Гн и сопротивлением  $R = 0,02$  Ом замыкается на источник с э.д.с.  $\mathcal{E}_0 = 2$  В, внутреннее сопротивление которого ничтожно мало. Какой заряд пройдет через соленоид за первые пять секунд ( $t_1 = 5$  с) после замыкания?

## Вариант 20.

## Электромагнитная индукция

1. Проволочный виток надет на соленоид длиной 20см и сечением  $30\text{см}^2$ . По соленоиду идет ток 3А и соленоид имеет 320 витков. Определить ЭДС в витке при выключении тока в соленоиде в течение 0,001с. (0,018В)

2. Соленоид поперечным сечением  $10\text{см}^2$  и длиной 1м имеет сердечник с магнитной проницаемостью 1400. Магнитный поток в нем равен 1,4мВб при индуктивности 0,44Гн. Определить силу тока, текущего в обмотке соленоида. (1,6А)

3. Соленоид длиной 20см и диаметром 2см содержит 200 витков медной проволоки сечением  $1\text{мм}^2$ . Через сколько времени в соленоиде ток уменьшится в два раза при его отключении от источника питания и замыкания накоротко? (25мс)

4. Рамка площадью  $S = 200\text{ см}^2$  равномерно вращается с частотой  $n = 10\text{ 1/с}$  относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля ( $B = 0,2\text{ Тл}$ ). Каково среднее значение ЭДС индукции  $\mathcal{E}_i$  ср за время, в течение которого магнитный поток, пронизывающий рамку, изменится от нуля до максимального значения?

5. Сколько витков у катушки длиной  $l = 8\text{ см}$  и диаметром  $D = 2,2\text{ см}$ , если ее индуктивность составляет  $L = 0,25\text{ мГн}$ ? Сердечник катушки немагнитный.

## Вариант 21.

## Электромагнитная индукция

1. На соленоид длиной 144 см и диаметром 5 см, имеющем 2000 витков, по которым идет ток 2 А, надет проволочный виток. Найти среднюю ЭДС в витке при включении тока в соленоиде в течение 0,002 с, если соленоид имеет железный сердечник. (1,57 В)

2. Найти магнитную проницаемость сердечника соленоида длиной 50 см, сечением  $10 \text{ см}^2$ , имеющем 400 витков на единицу длины, если при токе в обмотке соленоида 5 А магнитный поток в сердечнике равен 1,6 мВб. (640)

3. Проволочное кольцо радиусом 10 см лежит на столе. Определить количество электричества, которое протечет по кольцу при повороте кольца на  $180^\circ$ . Сопротивление кольца 1 Ом и вертикальная составляющая магнитного поля Земли равна 50 мкТл. (3,14 мкКл)

4. Тонкий прямой бесконечный проводник расположен в плоскости прямоугольной рамки со сторонами  $a = 5$  м и  $b = 4$  м параллельно большей ее стороне на расстоянии  $r_0 = 4$  м от ближней стороны рамки. По проводнику течет ток  $I = 10$  А. Определить, какая средняя э.д.с. индукции возникнет в рамке, если ее удалить от провода на бесконечность за время  $t = 0,2$  с?

5. Соленоид с индуктивностью  $L = 0,1$  Гн и сопротивлением  $R = 0,02$  Ом замыкается на источник с э.д.с.  $\mathcal{E}_0 = 2$  В, внутреннее сопротивление которого ничтожно мало. Какой заряд пройдет через соленоид за первые три секунды после замыкания?

## Вариант 22.

## Электромагнитная индукция

1. Определить среднюю ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, индуктивность которой  $0,03\text{мГн}$ , если при замыкании цепи ток в катушке изменяется за  $120\text{мкс}$  от  $0,6\text{А}$  до  $0$ . ( $0,15\text{В}$ )

2. Определить длину двухпроводной линии, если индуктивность ее равна  $2,4\text{мГн}$  при расстоянии между осевыми линиями проводов  $0,4\text{м}$  и радиусе проводов  $1\text{мм}$ . ( $1\text{м}$ )

3. Плоский контур площадью  $300\text{см}^2$  находится в однородном магнитном поле с индукцией  $0,01\text{Тл}$ . Плоскость контура перпендикулярна силовым линиям поля. Определить работу внешних сил по перемещению контура с током в область пространства, магнитное поле в котором отсутствует, если ток в контуре  $10\text{А}$ . ( $3\text{мДж}$ )

4. Проводящий контур площадью  $S = 200\text{ см}^2$ , в который включен конденсатор емкостью  $C = 10\text{ мкФ}$ , расположен в однородном магнитном поле перпендикулярно к линиям магнитной индукции. Магнитная индукция поля возрастает по закону  $B=(2+8t)\cdot 10^{-2}\text{ Тл}$ . Определить максимальный заряд и максимальную энергию электрического поля конденсатора.

5. Определить индуктивность единицы длины коаксиального кабеля, состоящего из двух тонких проводников: внутреннего радиусом  $R_1$  и внешнего радиусом  $R_2$ . Силы тока в проводниках одинаковы и направлены в противоположные стороны.

## Вариант 23.

## Электромагнитная индукция

1. Найти среднее значение ЭДС самоиндукции в катушке индуктивностью  $0,01 \text{ Гн}$  при изменении тока от  $10 \text{ А}$  до  $1 \text{ А}$  за  $10 \text{ с}$ . ( $0,1 \text{ мВ}$ )
2. В соленоиде индуктивностью  $4 \text{ мГн}$  при токе по обмотке равном  $12 \text{ А}$  магнитный поток, пронизывающий соленоид равен  $80 \text{ мкВб}$ . Определить число витков обмотки соленоида. ( $600$ )
3. Прямой провод длиной  $8 \text{ см}$  расположен перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля с индукцией  $0,01 \text{ Тл}$ . Найти работу сил поля по перемещению провода на расстояние  $10 \text{ см}$ , если по проводу течет ток силой  $2 \text{ А}$ . ( $160 \text{ мкДж}$ )
4. Вблизи длинного прямого проводника, по которому течет ток  $I = 10^2 \text{ А}$ , расположена квадратная рамка из тонкого провода сопротивлением  $R = 0,02 \text{ Ом}$ . Проводник лежит в плоскости рамки и параллелен двум ее сторонам, расстояния до которых от провода соответственно равны  $10 \text{ см}$ ,  $20 \text{ см}$ . Какой заряд  $q$  протечет через рамку при выключении тока в проводнике?
5. В катушке, индуктивность которой  $L = 10^{-2} \text{ Гн}$ , с помощью реостата равномерно увеличивают силу тока по закону  $I = I_0 + 2\alpha t$  ( $\text{А}$ ), где  $I_0 = \text{const}$ ,  $\alpha = 0,2 \text{ А/с}$ . Определить э.д.с. самоиндукции.

## Вариант 24.

## Электромагнитная индукция

1. По катушке индуктивностью  $2\text{ мГн}$  течет синусоидальный ток частотой  $50\text{ Гц}$ , амплитудное значение которого  $10\text{ А}$ . Определить среднюю ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за интервал времени, в течение которого ток меняется от максимума до минимума. ( $4\text{ В}$ )

2. По обмотке соленоида течет ток силой  $5\text{ А}$ . Магнитный поток в соленоиде равен  $3\text{ мкВб}$ . Определить индуктивность соленоида. ( $0,02\text{ Гн}$ )

3. По проводу, согнутому в виде квадрата со стороной  $10\text{ см}$ , течет ток силой  $20\text{ А}$ . Плоскость квадрата составляет угол  $20^\circ$  с линиями индукции магнитного поля  $B = 0,1\text{ Тл}$ . Найти работу, которую надо совершить для удаления провода за пределы поля. ( $6,84\text{ мДж}$ )

4. В магнитном поле, индукция которого изменяется по закону  $B = B_0[1 + \ln(\alpha t + 1)]$ , где  $B_0 = 4 \cdot 10^{-2}\text{ Тл}$ ,  $\alpha = 1\text{ с}^{-1}$ , находится плоский виток площадью  $S = 0,4\text{ м}^2$  с сопротивлением  $R = 5\text{ Ом}$ . Нормаль к плоскости витка составляет угол  $\beta = 60^\circ$  с вектором индукции. Определить заряд, который пройдет через виток за первые  $t = 5\text{ с}$ .

5. Определить индуктивность единицы длины коаксиального кабеля, состоящего из двух тонких проводников: внутреннего радиусом  $R_1$  и внешнего радиусом  $R_2$ . Силы тока в проводниках одинаковы и направлены в противоположные стороны.

## Вариант 25.

## Электромагнитная индукция

1. Рамка площадью  $50\text{см}^2$  вращается в магнитном поле с индукцией  $0,35\text{Тл}$ . Частота вращения равна  $480\text{об/мин}$ . В рамке наводится максимальное значение ЭДС индукции  $132\text{В}$ . Определить число витков в рамке. (1500)

2. Индуктивность соленоида площадью сечения  $5\text{см}^2$  при токе силой  $2\text{А}$  равна  $3\text{мГн}$ . Индукция магнитного поля внутри соленоида равна  $0,01\text{Тл}$ . Определить число витков соленоида. (1200)

3. В однородном магнитном поле с индукцией  $0,016\text{Тл}$  расположен виток провода диаметром  $10\text{см}$ , по которому течет ток силой  $20\text{А}$ . Определить работу, которую надо совершить, чтобы повернуть виток на угол  $90^\circ$  относительно оси, совпадающей с диаметром. (2,51 мДж)

4. Индукция неоднородного магнитного поля изменяется по закону  $B = B_0(1 + \alpha \cdot r)$ , где  $B_0 = 0,01\text{ Тл}$ ,  $\alpha = 1\text{ м}^{-1}$ ,  $r$  - расстояние точки от оси вращения. В этом поле вращается в горизонтальной плоскости относительно вертикальной оси прямой проводник длиной  $L = 1\text{ м}$  с постоянной угловой скоростью  $\omega = 50\text{ рад/с}$ . Ось вращения проходит через один из концов проводника, силовые линии магнитного поля вертикальны. Определить э.д.с. индукции, возникающую в проводнике.

5. Сколько витков у катушки длиной  $l = 8\text{ см}$  и диаметром  $D = 2,2\text{ см}$ , если ее индуктивность составляет  $L = 0,25\text{ мГн}$ ? Сердечник катушки немагнитный.

## Вариант 26.

## Электромагнитная индукция

1. Короткая катушка площадью  $100\text{см}^2$ , содержащая 1000 витков равномерно вращается в однородном магнитном поле с угловой скоростью  $5\text{рад/с}$  относительно оси, совпадающей с диаметром катушки и перпендикулярной линиям индукции. Определить индукцию магнитного поля, если ЭДС индукции для моментов времени, когда плоскость катушки составляет  $60^\circ$  с линиями индукции равна  $1\text{В}$ . ( $0,4\text{Тл}$ )

2. В катушке без сердечника при токе  $5\text{А}$  создает потокосцепление  $0,1\text{Вб}$ . Определить индуктивность катушки. ( $0,02\text{Гн}$ )

3. В бетатроне скорость изменения магнитной индукции  $60\text{Тл/с}$ . Определить напряженность электрического поля на орбите радиусом  $0,5\text{м}$ . ( $12\text{В/м}$ )

4. Рамка из провода сопротивлением  $R = 0,05\text{ Ом}$  равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,05\text{ Тл}$ . Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь рамки  $S = 100\text{ см}^2$ . Найти, какой заряд протечет через рамку за время поворота на  $\Delta\alpha = 30^\circ$ , если угол между плоскостью рамки и силовыми линиями меняется: 1) от  $\alpha_1 = 0^\circ$  до  $\alpha_2 = 30^\circ$ ; 2) от  $\alpha_1 = 60^\circ$  до  $\alpha_2 = 90^\circ$ .

5. В катушке, индуктивность которой  $L = 10^{-2}\text{ Гн}$ , с помощью реостата равномерно увеличивают силу тока по закону  $I = \alpha t(\text{А})$ , где  $\alpha = 0,1\text{ А/с}$ . Определить э.д.с. самоиндукции.