## Часть 2

**Тема: «Явление электромагнитной индукции»**

**Теоретическая часть:**

1. Основной закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.
2. Индуктивность соленоида (вывод формулы).

**Практическая часть:**

1. 2 задачи по номеру варианта

### Задача 1

1 Квадратную рамку со стороной $a = 3$ м поместили в однородное магнитное поле с индукцией $B = 1$ Тл перпендикулярно линиям индукции. Затем, не вынимая проволоку из поля и не изменяя ее ориентации, деформировали ее в прямоугольник с отношением сторон 1:2. Какой заряд прошел при этом по ее контуру? Сопротивление рамки $R = 1$ Ом.

2 В однородном магнитном поле с индукцией 0,2 Тл расположен проволочный виток так, что его плоскость перпендикулярна линиям магнитной индукции. Виток замкнут на гальванометр. При повороте витка на некоторый угол заряд, прошедший через гальванометр, равен 0,08 Кл. На какой угол повернули виток, если его площадь $4 \cdot 10^3$ см$^2$, а сопротивление витка вместе с гальванометром равно 1,5 Ом?

3 В однородном магнитном поле с индукцией $B = 6 \cdot 10^{-2}$ Тл находится соленоид диаметром $d = 8$ см, имеющий $n = 80$ витков проволоки. Соленоид поворачивают на угол $\alpha = 180°$ за время $\Delta t = 0{,}2$ с так, что его ось остается направленной вдоль линий индукции поля. Определите среднее значение ЭДС, возникающей в соленоиде.

4 Квадратная рамка из медной проволоки сечением 1 мм$^2$ помещена в магнитное поле, индукция которого меняется по закону $B = B_0 \sin \omega t$, где $B_0 = 0{,}01$ Тл, $\omega = 2\pi/T$ и $T = 0{,}02$ с. Площадь рамки 25 см$^2$. Плоскость рамки перпендикулярна направлению магнитного поля. Найдите зависимость от времени и наибольшее значение: 1) магнитного потока, пронизывающего рамку; 2) ЭДС индукции, возникшей в рамке; 3) силы тока, текущего по рамке.

5 В магнитном поле, индукция которого 0,5 Тл, вращается стержень длиной 1 м с постоянной угловой скоростью 20 рад/с. Ось вращения проходит через конец стержня и параллельна силовым линиям магнитного поля. Найдите ЭДС индукции, возникшую на концах стержня.

6 Скорость самолета равна 960 км/ч. Найдите ЭДС индукции, возникающую на концах крыльев самолета, если вертикальная составляющая напряженности магнитного поля Земли равна 25 А/м и размах крыльев – 12,5 м.

7 Круговой проволочный виток площадью 100 см$^2$ находится в однородном магнитном поле, индукция которого 1 Тл. Плоскость витка перпендикулярна направлению магнитного поля. Чему равно значение ЭДС индукции, возникшей в витке при выключении поля в течение 0,01 с?

8 В однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,1 Тл, равномерно вращается катушка, состоящая из 100 витков проволоки. Катушка делает 5 об/с. Площадь поперечного сечения катушки 100 см$^2$. Ось вращения перпендикулярна оси катушки и направлению магнитного поля. Найдите максимальную ЭДС индукции во вращающейся катушке.

9 Алюминиевое кольцо ($\rho = 0{,}26 \cdot 10^{-7}$ Ом · м) расположено в однородном магнитном поле так, что его плоскость перпендикулярна вектору магнитной индукции поля. Диаметр кольца 25 см, толщина провода кольца 2 мм. Определите скорость изменения магнитной индукции поля со временем, если при этом в кольце возникает индукционный ток 12 А.

10 В проволочной рамке площадью 100 см$^2$ возбуждается ЭДС индукции с амплитудой 1,4 В. Число витков в рамке 200. Рамка вращается с постоянной частотой в однородном магнитном поле, индукция которого B = 0,15 Тл. В начальный момент времени плоскость рамки перпендикулярна вектору $B$. Определите ЭДС индукции в рамке спустя 0,1 с.

11 Замкнутая квадратная рамка из гибкой проволоки расположена в магнитном поле с индукцией 0,1 Тл, силовые линии которого направлены перпендикулярно к плоскости рамки. Какой заряд протечет в рамке, если, не меняя плоскости расположения, придать ей форму окружности? Длина проволоки 1 м, ее сопротивление 100 Ом.

12 В одной плоскости с бесконечным прямолинейным проводом с током $I = 20$ А расположена квадратная рамка со стороной, длина которой $a = 10$ см, причем две стороны рамки параллельны проводу, а расстояние $d$ от провода до ближайшей стороны рамки равно 5 см. Определите магнитный поток Ф, пронизывающий рамку.

13 В однородном магнитном поле ($B = 0{,}2$ Тл) равномерно с частотой $n = 600$ мин$^{-1}$ вращается рамка, содержащая $N = 1200$ витков. Площадь рамки $S = 100$ см$^2$. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определите максимальную ЭДС, индуцируемую в рамке.

14 Проволочный контур в форме равностороннего треугольника со стороной $l = 1$ м расположен в магнитном поле с индукцией $B = 0{,}1$ Тл так, что силовые линии поля перпендикулярны плоскости контура. Определите, как изменится магнитный поток через контур, если, не меняя плоскости расположения, преобразовать его в квадрат.

15 Тонкий медный провод массой $m = 1$ г согнут в виде квадрата и помещен в однородное магнитное поле ($B = 0{,}1$ Тл) так, что плоскость его перпендикулярна линиям индукции. Определите количество электричества $Q$, которое протечет по проводнику, если квадрат, потянув за противоположные вершины, вытянуть в линию.

16 На расстоянии $a = 1$ м от длинного прямого провода с током $I = 3$ А находится кольцо радиусом $r = 1$ см. Кольцо расположено так, что поток, пронизывающий его, максимален. Определите количество электричества $Q$, которое протечет по кольцу, когда ток в проводнике будет выключен. Сопротивление $R$ кольца 10 Ом.

17 Лежащее на столе металлическое кольцо перевернули. Радиус кольца $r = 10$ см, его сопротивление $R = 2$ Ом. Какой величины заряд протек при этом через кольцо, если вертикальная составляющая магнитного поля Земли равна $B = 5 \cdot 10^{-5}$ Тл? Поле в пределах кольца считать однородным.

18 По длинному прямому проводу течет ток. Вблизи провода расположена квадратная рамка из тонкого провода сопротивлением $R = 0{,}02$ Ом. Провод лежит в плоскости рамки и параллелен двум ее сторонам, расстояния до которых от провода соответственно равны $a_1 = 10$ см, $a_2 = 20$ см. Найдите силу тока в проводе, если при его включении через рамку протекло количество электричества $Q = 693$ мкКл.

19 Квадратную рамку со стороной $a = 3$ м поместили в однородное магнитное поле с индукцией $B = 1$ Тл перпендикулярно линиям индукции. Затем, не вынимая проволоку из поля и не изменяя ее ориентации, деформировали ее в прямоугольник с отношением сторон 1:2. Какой заряд прошел при этом по ее контуру? Сопротивление рамки $R = 1$ Ом.

20 Круговой проволочный виток площадью 100 см$^2$ находится в однородном магнитном поле, индукция которого 1 Тл. Плоскость витка перпендикулярна направлению магнитного поля. Чему равно значение ЭДС индукции, возникшей в витке при выключении поля в течение 0,01 с?

21 Тонкий медный провод массой $m = 1$ г согнут в виде квадрата и помещен в однородное магнитное поле ($B = 0{,}1$ Тл) так, что плоскость его перпендикулярна линиям индукции. Определите количество электричества $Q$, которое протечет по проводнику, если квадрат, потянув за противоположные вершины, вытянуть в линию.

22 В одной плоскости с бесконечным прямолинейным проводом с током $I = 20$ А расположена квадратная рамка со стороной, длина которой $a = 10$ см, причем две стороны рамки параллельны проводу, а расстояние $d$ от провода до ближайшей стороны рамки равно 5 см. Определите магнитный поток Ф, пронизывающий рамку.

23 Проволочный контур в форме равностороннего треугольника со стороной $l = 1$ м расположен в магнитном поле с индукцией $B = 0{,}1$ Тл так, что силовые линии поля перпендикулярны плоскости контура. Определите, как изменится магнитный поток через контур, если, не меняя плоскости расположения, преобразовать его в квадрат.

# Задача 2

Вариант № 1

Рамка площадью 40 см$^2$, содержащая 100 витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией 50 мТл. Определить максимальное значение величины эдс индукции, если ось вращения лежит в плоскости рамки и нормальна линиям индукции, а рамка делает 960 оборотов в минуту.

Вариант № 2

Какой величины эдс индукции возбуждается на концах осей вагонов, если поезд движется со скоростью 90 км/час в магнитном поле Земли напряженностью 20 А/м, образующим угол 60° с направлением движения поезда ? Длина осей 1,7 м.

Вариант № 3

В магнитном поле с индукцией 1,2 Тл движется перпендикулярно силовым линиям со скоростью 15 м/с проводник длиной 0,6 м. Какой величины эдс возбуждается в проводнике ? Сколько таких проводников надо включить последовательно, чтобы эдс оказалась равной 64,8 В ?

Вариант № 4

По двум направляющим параллельным проводникам, расстояние между которыми 15 см, движется с постоянной скоростью 0,6 м/с перемычка перпендикулярно магнитному полю с индукцией 1 Тл. В замкнутую цепь включен резистор с сопротивлением 2 Ом. Определить силу индукционного тока в цепи и количество теплоты, выделенной в резисторе в течение 2 с.

Вариант № 5

В однородном магнитном поле расположен виток с сопротивлением 0,5 Ом и площадью 100 см$^2$. Плоскость витка составляет угол 60° с вектором индукции В. За 0,5 с индукция поля увеличивается с постоянной скоростью от 0,1 до 0,6 Тл. Найти количество теплоты, выделившейся в витке за это время.

Вариант № 6

Медное кольцо радиусом 20 см и площадью поперечного сечения 1,7 мм$^2$, расположенное в магнитном поле перпендикулярно вектору магнитной индукции в 4 Тл, вытягивают в сложенную вдвое прямую. Какой индукционный заряд проходит при этом через поперечное сечение проводника ? Сколько элементарных электрических зарядов содержится в нем ?

Вариант № 7

Горизонтально расположенный стержень длиной 1 м вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через один из его концов. Ось вращения параллельна силовым линиям магнитного поля с индукцией 50 мкТл. При

какой частоте вращения разность потенциалов на концах этого стержня будет равна 5 мВ ? Как изменится разность потенциалов при увеличении частоты вращения вдвое?

Вариант № 8

Рамка с замкнутой обмоткой из 100 витков проволоки вращается вокруг горизонтальной оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной магнитному полю Земли. Какой заряд индуцируется в рамке при повороте ее на 90° от положения, в котором плоскость рамки совпадает с направлением магнитных силовых линий ? Площадь рамки 2000 см$^2$; сопротивление обмотки 4 Ом; индукция магнитного поля Земли 50 мкТл.

Вариант № 9

Магнитный поток, пронизывающий контур проводника, равномерно увеличивается от 0,2 до 0,8 Вб так, что эдс индукции становится равной 1,2 В. Определить время изменения магнитного потока. Какова сила индукционного тока, если сопротивление проводника равно 0,24 Ом ? Чему равна индуктивность контура ?

Вариант № 10

Магнитный поток через замкнутый проводник с сопротивлением 0,5 Ом равномерно увеличился от 0,2 до 1 мВб. Какой заряд прошел при этом через поперечное сечение проводника ? Сколько электронов понадобится для переноса этого заряда ?

Вариант № 11

На соленоид длиной 25 см и площадью поперечного сечения 20 см$^2$ надет проволочный виток. Соленоид имеет 300 витков. Каково среднее значение эдс индукции, возникающей в витке при включении тока в соленоиде, если в течение 1 мс ток достигает значения 2 А ?

Вариант № 12

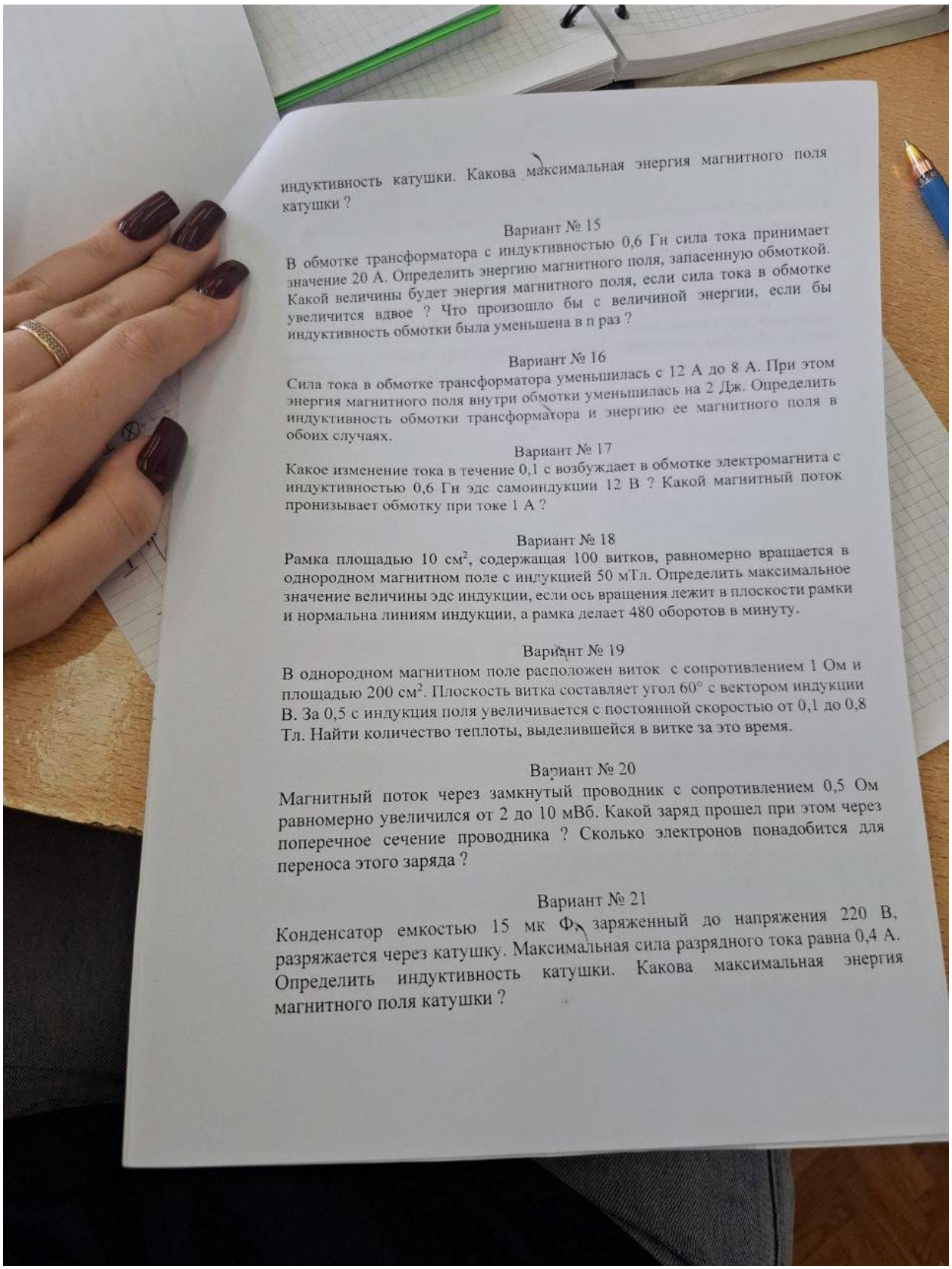
Катушка длиной 25 см и диаметром 0,5 см имеет 500 витков. По катушке идет ток силой 2 А. Найти индуктивность катушки; магнитный поток, пронизывающий площадь поперечного сечения катушки.

Вариант № 13

Соленоид с немагнитным сердечником длиной 50 см и площадью поперечного сечения 10 см$^2$ имеет 800 витков. Если по нему течет ток силой 2 А, то магнитный поток через сечение соленоида равен 4 мкВб. Если в этом соленоиде ток изменяется со скоростью 50 А/с, то на его концах возникает эдс 80 мВ. Определить индуктивность соленоида тремя способами.

Вариант № 14

Конденсатор емкостью 5 мк Ф, заряженный до напряжения 120 В, разряжается на катушку. Максимальная сила разрядного тока равна 0,4 А. Определить



индуктивность катушки. Какова максимальная энергия магнитного поля катушки ?

Вариант № 15

В обмотке трансформатора с индуктивностью 0,6 Гн сила тока принимает значение 20 А. Определить энергию магнитного поля, запасенную обмоткой. Какой величины будет энергия магнитного поля, если сила тока в обмотке увеличится вдвое ? Что произошло бы с величиной энергии, если бы индуктивность обмотки была уменьшена в n раз ?

Вариант № 16

Сила тока в обмотке трансформатора уменьшилась с 12 А до 8 А. При этом энергия магнитного поля внутри обмотки уменьшилась на 2 Дж. Определить индуктивность обмотки трансформатора и энергию ее магнитного поля в обоих случаях.

Вариант № 17

Какое изменение тока в течение 0,1 с возбуждает в обмотке электромагнита с индуктивностью 0,6 Гн эдс самоиндукции 12 В ? Какой магнитный поток пронизывает обмотку при токе 1 А ?

Вариант № 18

Рамка площадью 10 см$^2$, содержащая 100 витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией 50 мТл. Определить максимальное значение величины эдс индукции, если ось вращения лежит в плоскости рамки и нормальна линиям индукции, а рамка делает 480 оборотов в минуту.

Вариант № 19

В однородном магнитном поле расположен виток с сопротивлением 1 Ом и площадью 200 см$^2$. Плоскость витка составляет угол 60° с вектором индукции В. За 0,5 с индукция поля увеличивается с постоянной скоростью от 0,1 до 0,8 Тл. Найти количество теплоты, выделившейся в витке за это время.

Вариант № 20

Магнитный поток через замкнутый проводник с сопротивлением 0,5 Ом равномерно увеличился от 2 до 10 мВб. Какой заряд прошел при этом через поперечное сечение проводника ? Сколько электронов понадобится для переноса этого заряда ?

Вариант № 21

Конденсатор емкостью 15 мк Ф, заряженный до напряжения 220 В, разряжается через катушку. Максимальная сила разрядного тока равна 0,4 А. Определить индуктивность катушки. Какова максимальная энергия магнитного поля катушки ?

Вариант № 22

Конденсатор емкостью 2 мк Ф, заряженный до напряжения 100 В, разряжается на катушку. Максимальная сила разрядного тока равна 0,4 А. Определить индуктивность катушки. Какова максимальная энергия магнитного поля катушки ?

Вариант № 23

Магнитный поток через замкнутый проводник с сопротивлением 0,5 Ом равномерно увеличился от 0,2 до 1 мВб. Какой заряд прошел при этом через поперечное сечение проводника ? Сколько электронов понадобится для переноса этого заряда ?