

БЛОК 1: Основные понятия, формулы, выводы

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

Электромагнитные колебания – это периодические изменения заряда, силы тока, напряжения.
 $T = 2\pi\sqrt{LC}$ - формула для расчета периода электромагнитных колебаний (формула Томсона).

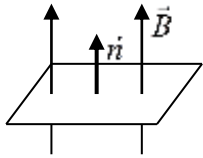
СВОБОДНЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ осуществляются в колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивностью L и конденсатора емкости C . Для того, чтобы в контуре возникли колебания, конденсатор необходимо зарядить, сообщив ему заряд q_m .

	$t = 0$	$t = \frac{T}{8}$	$t = \frac{T}{4}$	$t = \frac{3T}{8}$	$t = \frac{T}{2}$
Заряд	$q = q_m \cos \omega t$				
	q_m	q	$q = 0$	q	q_m
Сила тока	$i = q' = (-q_m \omega \sin \omega t); I_m = q_m \omega$				
	$i = 0$	i	I_m	i	$i = 0$
Напряжение	$u = U_m \cos \omega t, U_m = \frac{q_m}{C}$				
	U_m	u	$u = 0$	u	U_m
Энергия электрического поля	$W_{э.п.м} = \frac{q_m^2}{2C} = \frac{CU_m^2}{2}$	$W_{э.п.} = \frac{q^2}{2C} = \frac{Cu^2}{2}$	$W_{э.п.} = 0$	$W_{э.п.} = \frac{q^2}{2C} = \frac{Cu^2}{2}$	$W_{э.п.м} = \frac{q_m^2}{2C} = \frac{CU_m^2}{2}$
Энергия магнитного поля	$W_{м.п.} = 0$	$W_{м.п.} = \frac{Li^2}{2}$	$W_{м.п.м} = \frac{LI_m^2}{2}$	$W_{м.п.} = \frac{Li^2}{2}$	$W_{м.п.} = 0$
Полная энергия	$W = W_{э.п.} + W_{м.п.}$				
	$W = W_{э.п.м.}$	$W = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2}$	$W = W_{м.п.м}$	$W = \frac{q^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{Cu^2}{2} + \frac{Li^2}{2}$	$W = W_{э.п.м.}$

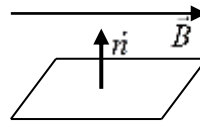
Идеальный колебательный контур – контур, сопротивление R которого равно нулю. В реальных контурах $R \neq 0$, поэтому колебания затухают, сообщенная контуру первоначально энергия превращается в тепло.

ВЫНУЖДЕННЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ (ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК)

Переменный ток можно получить, вращая проводящую рамку в магнитном поле. При этом магнитный поток будет изменяться по закону синуса или косинуса.



Если при $t = 0$ \vec{B} параллелен \vec{n} , то
 $\Phi = \Phi_m \cos \omega t$



Если при $t = 0$ \vec{B} перпендикулярен \vec{n} , то
 $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$

$$\Phi_m = BS.$$

Мгновенное значение ЭДС индукции в контуре

$$e_i = \Phi' = (\Phi_m \cos \omega t)' = -\Phi_m \omega \sin \omega t = -BS\omega \sin \omega t,$$

где **максимальное значение ЭДС индукции** $\varepsilon_{im} = BS\omega$, если рамка содержит N витков, то

$$\varepsilon_{im} = BS\omega N.$$

Действующим значением напряжения и силы переменного тока называют напряжение и силу такого постоянного тока, при котором в цепи выделяется такое же количество теплоты, как и при

данном переменном токе. $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}.$

Вольтметры и амперметры, включенные в цепь переменного тока, измеряют действующие значения.

НАГРУЗКИ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Нагрузка	Характерное явление	Сила тока, напряжение	Закон Ома
Активная нагрузка	Происходит необратимое преобразование электрической энергии в тепло.	$u = U_m \cos \omega t$ $i = I_m \cos \omega t$ Колебания тока и напряжения совпадают по фазе.	$I_m = \frac{U_m}{R},$ $I = \frac{U}{R}$ R – активное сопротивление.
Емкость	Происходит периодическая зарядка и разрядка конденсатора.	$u = U_m \cos \omega t$ $i = I_m \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$ Колебания тока опережают колебания напряжения на $\frac{\pi}{2}.$	$I_m = \frac{U_m}{x_c},$ $I = \frac{U}{x_c}$ $x_c = \frac{1}{\omega C}$ – емкостное сопротивление.
Индуктивность	ЭДС самоиндукции препятствует изменению силы тока в катушке.	$u = U_m \cos \omega t$ $i = I_m \cos \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$ Колебания тока отстают от колебаний напряжения на $\frac{\pi}{2}.$	$I_m = \frac{U_m}{x_L},$ $I = \frac{U}{x_L}$ $x_L = \omega L$ – индуктивное сопротивление.

РЕЗОНАНС В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ – это резкое возрастание амплитуды колебаний силы тока и напряжения при совпадении частоты подаваемого в цепь переменного тока с собственной частотой колебания цепи. Резонанс возможен, если цепь, содержащую индуктивность и емкость и имеющую собственную частоту колебаний ω_0 , которая зависит только от L и C , подключают к цепи переменного тока с частотой ω , причем $\omega_0 = \omega$.

Резонансная частота: $\omega = \omega_0 = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$.

При резонансе $\omega_L = \omega_C$.

ТРАНСФОРМАТОР – прибор, преобразующий переменный ток одного напряжения U_1 в переменный ток другого напряжения U_2 без изменения частоты. Состоит из первичной и вторичной катушек, надетых на замкнутый сердечник. Первичная катушка содержит количество витков N_1 и подключается к источнику переменного тока, вторичная катушка содержит количество витков N_2 и подключается к потребителю электроэнергии.

Коэффициент трансформации $k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$.

Повышая напряжение в несколько раз, трансформатор уменьшает силу тока во столько же раз:

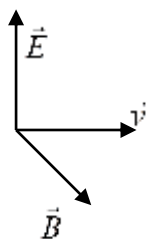
$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}.$$

Повышают напряжение и понижают соответственно силу тока при передаче энергии от электростанций к потребителю для того, чтобы уменьшить тепловые потери ($Q = I^2 R t$) на проводах ЛЭП, затем получают напряжение, необходимое для потребителя с помощью понижающих трансформаторов.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

Электромагнитная волна – распространяющееся в пространстве электромагнитное поле. Теория электромагнитных волн создана Дж. Максвеллом в 60-х годах 19 века:

- 1) Переменное магнитное поле порождает переменное электрическое поле, переменное электрическое поле порождает переменное магнитное поле и т. д. Этот процесс лежит в образовании электромагнитной волны.
- 2) Источником электромагнитной волны является колеблющийся (движущийся с ускорением) заряд.
- 3) Электромагнитная волна в вакууме распространяется со скоростью света $c = 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с}$.
- 4) Электромагнитные волны поперечные. Колебания векторов \vec{E} и \vec{B} происходят во взаимно перпендикулярных плоскостях, которые перпендикулярны направлению скорости распространения волны, т.е. $\vec{E}, \vec{B}, \vec{v}$ взаимно перпендикулярны.



- 5) Колебания векторов \vec{E} и \vec{B} совпадают по фазе, т. е. они одновременно обращаются в нуль и одновременно достигают максимума.
- 6) Электромагнитные волны могут отражаться, преломляться, им присущи явления интерференции, дифракции, дисперсии, поляризации.

Впервые электромагнитные волны были обнаружены немецким физиком Генрихом Герцем в 1887 г. В своих экспериментах Герц использовал открытый колебательный контур, представляющий собой отрезок металлического проводника (антенну или вибратор Герца).

ПРИНЦИПЫ РАДИОСВЯЗИ

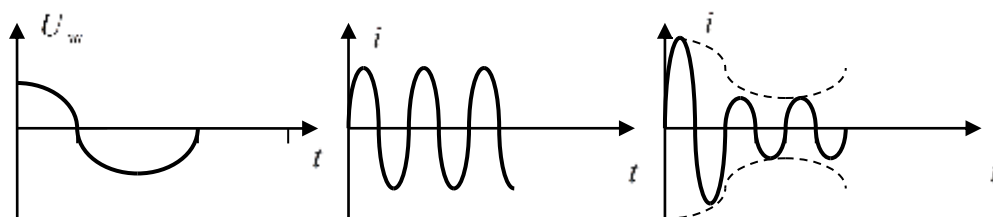
Радиосвязь – передача информации с помощью электромагнитных волн.

РАДИОПЕРЕДАТЧИК

Элементы	Назначение
Микрофон	Преобразует звуковые колебания в электромагнитные колебания низкой частоты, которые несут информацию, но не излучаются в пространство.
Генератор высокой частоты	Создает высокочастотные колебания, которые могут излучаться в пространство, но не несут информацию.
Модулятор	Изменяет параметры высокочастотных колебаний с помощью колебаний низкой частоты, создаются волны, которые несут информацию и могут излучаться в пространство.
Передающая антенна	Излучает модулированные колебания в пространство

РАДИОПРИЕМНИК

Элементы	Назначение
Приемная антенна	В приемной антенне электромагнитные волны возбуждают высокочастотные колебания.
Колебательный контур переменной емкости	Выделяет из всевозможных электромагнитных колебаний те колебания, частота которых совпадает с частотой этого контура. Частоту контура можно изменять за счет изменения емкости контура.
Детектор	Выделяет из модулированных высокочастотных колебаний низкочастотные колебания.
Динамик	Преобразует низкочастотные электрические колебания в звуковые колебания.



Низкочастотные звуковые колебания.

Высокочастотные электромагнитные колебания.

Амплитудно модулированные колебания

КЛАССИФИКАЦИЯ РАДИОВОЛН

Наименование	Диапазон длин волн (м)	Свойства
Длинные Средние	10000 – 1000 1000 - 100	Огибают земную поверхность. Используются для радиосвязи между пунктами расположенными на поверхности Земли вне прямой видимости.
Короткие	100 - 10	Отражаются от ионосферы и поверхности Земли. Используются для радиосвязи на любых расстояниях между двумя пунктами на Земле.
Ультракороткие	<10	Проникают сквозь ионосферу и почти не огибают Землю. Используются для радиосвязи между пунктами, находящимися в пределах прямой видимости, для радиосвязи с космическими кораблями.

БЛОК 2: Тест самоконтроля «Электромагнитные колебания»

1 вариант

Уровень А (выберете букву правильного ответа):

1. Конденсатор колебательного контура заряжен так, что заряд на одной из обкладок конденсатора составляет $+q$. Через какое минимальное время после замыкания конденсатора на катушку заряд на той же обкладке конденсатора станет равным $-q$, если период свободных колебаний в контуре T ?

А) $T/2$; Б) $2T$; В) T ; Г) $T/4$;

2. По графику зависимости силы тока, протекающего по катушке колебательного контура, от времени определите амплитуду силы тока, период и частоту колебаний (смотри рисунок 1).

А) $0,02$ А; 2 с; $0,5$ Гц. Б) $0,02$ А; $2 \cdot 10^{-4}$ с; 5000 Гц.
 В) $0,02$ А; $4 \cdot 10^{-4}$ с; 2500 Гц. Г) $0,04$ А; $4 \cdot 10^{-4}$ Гц; 2500 с.

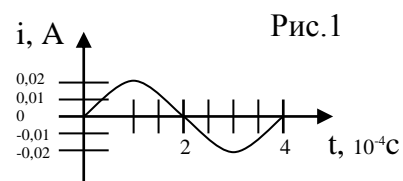
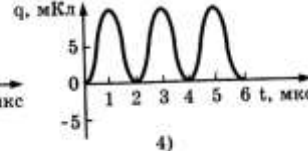
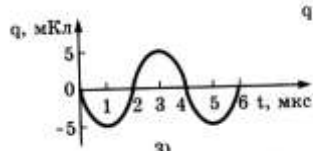
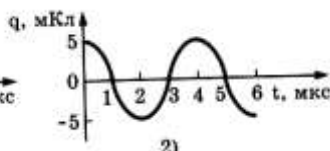
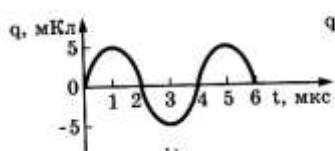
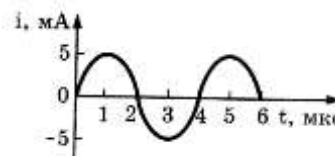


Рис.1

3. Заряд на пластинах конденсатора колебательного контура изменяется с течением времени по закону $q = 10^{-5} \cos 10^4 \pi t$. Какое уравнение выражает зависимость силы тока от времени?

А) $i = 0,1 \pi \cos 10^4 \pi t$; Б) $i = -0,1 \pi \sin 10^4 \pi t$; В) $i = -0,1 \cos 10^4 \pi t$; Г) $i = 10 \pi \cos 10^4 \pi t$.

4. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. На каком из графиков 1-4 правильно показан процесс изменения заряда конденсатора?

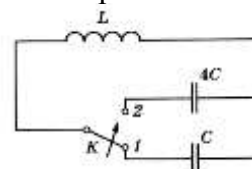


5. Период колебаний в колебательном контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью $100 \mu\text{Ф}$ и катушки индуктивностью 10 нГн , равен:

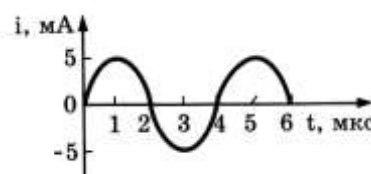
А) 10^{-5} с; Б) $6,28 \cdot 10^{-5}$ с; В) 10^{-6} с; Г) $6,28 \cdot 10^{-6}$ с.

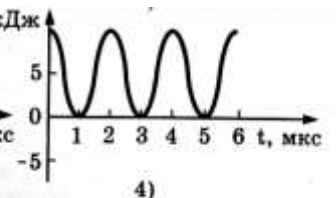
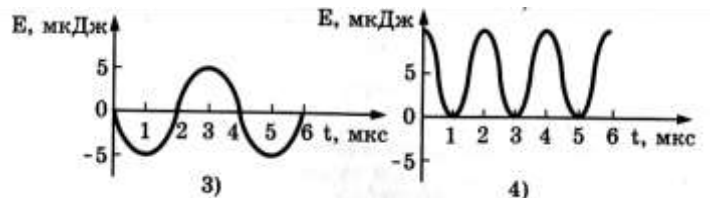
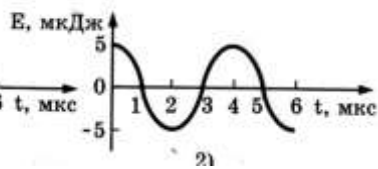
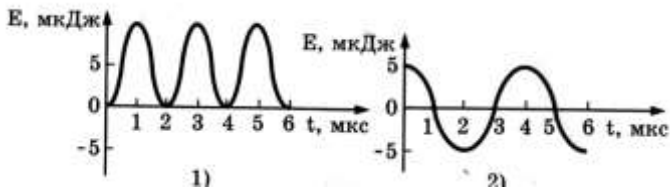
6. Как изменится частота свободных колебаний в контуре, если ключ K перевести из положения 1 в положение 2

А) уменьшится в 4 раза; Б) увеличится в 2 раза;
 В) уменьшится в 2 раза; Г) увеличится в 4 раза



7. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. На каком из графиков 1-4 правильно показан процесс изменения энергии электрического поля конденсатора?





8. Уравнение силы тока от времени в колебательном контуре имеет вид $i=10^{-4}\cos(\omega t+\pi/2)$. Какой будет энергия конденсатора и катушки в тот момент времени, когда сила тока в цепи 10^{-4} А?
- А) энергия конденсатора \max , а энергия катушки равна 0;
 Б) энергия конденсатора равна 0, а энергия катушки \max ;
 В) энергия между конденсатором и катушкой распределена поровну;
 Г) энергия конденсатора и катушки равны 0;
9. Магнитный поток, пронизывающий рамку, с течением времени изменяются по закону $\Phi=0,01\cos 314t$. Какое уравнение будет выражать зависимость ЭДС, возникающий в рамке, от времени?
- А) $e=3,14\sin 314t$; Б) $e=3,14\pi\sin 314t$; В) $e=-314\sin 314t$; Г) $e=0,01\cos 314t$;
10. Действующее значение напряжения в цепи переменного тока 220 В. Какова амплитуда напряжения?
- А) 157 В; Б) 220 В; В) 311 В; Г) 440 В;
11. Как изменится индуктивное сопротивление цепи переменного тока, если период колебаний увеличить в 2 раза?
- А) уменьшится в 2 раза; Б) увеличится в 2 раза; В) увеличится в 4 раза; Г) не изменится.
12. Как изменится емкостное сопротивление цепи переменного тока, если заполнить конденсатор, включенный в цепь, диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon > 1$
- А) увеличится; Б) уменьшится; В) не изменится; Г) результат зависит от рода вещества.

Уровень В (покажите краткое решение задачи и запишите полученный результат):

13. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени. Вычислите индуктивность катушки контура, если ёмкость конденсатора равна 50 пФ.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-6} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

14. Частота колебаний в колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивности и плоского конденсатора, равна 30 кГц. Какой будет частота колебаний, если расстояние между пластинами плоского конденсатора увеличить в 1,44 раза?

Уровень С (покажите полное решение задачи):

15. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 0,2 Гн и конденсатора емкостью 10 мкФ. Конденсатор зарядили до напряжения 2 В, и он начал разрезаться. Какой будет сила тока в тот момент, когда энергия окажется поровну распределенной между электрическим и магнитным полем?
16. Резонанс в колебательном контуре с конденсатором ёмкостью 1 мкФ наступает при частоте колебаний 400 Гц. Когда параллельно конденсатору C_1 подключается другой конденсатор C_2 ,

резонансная частота становится равной 100 Гц. Определить ёмкость конденсатора C_2 . Активным сопротивлением контура пренебречь.

БЛОК 3: Примеры решения задач

1. Колебательном контуре конденсатор емкостью 50 нФ заряжен до максимального напряжения 100 В. Определить собственную частоту колебаний в контуре, если максимальная сила тока в контуре равна 0,2 А. Сопротивление контура принять равным нулю.

Дано: $C=50\text{нФ}=50\cdot 10^{-9}\text{Ф}$ – ёмкость конденсатора, $U=100\text{В}$ – максимальное напряжение на конденсаторе, $I_m=0,2\text{А}$ – сила тока в контуре.

Найти: ω – собственная частота колебаний в контуре.

Решение. На основании закона сохранения энергии максимальная энергия электрического поля конденсатора равна максимальной энергии электрического поля в катушке $CU^2/2 = LI_m^2/2$ (1). Из уравнения (1) находим

$$L = CU^2 / I_m^2.$$

$\omega = 1/2\pi\sqrt{CL} = 1/2\pi\sqrt{C^2U^2 / I_m^2} = I_m/2\pi CU$ (2). Подставив числовые данные в выражение (2) получим $\omega = 6370$ Гц

Ответ. $\omega = 6370$ Гц

2. Определить период и частоту собственных электромагнитных колебаний контура, если его индуктивность 1 мГн, а ёмкость 100 нФ.

Дано: $C=100\text{нФ}=100\cdot 10^{-9}\text{Ф}$ – ёмкость конденсатора, $L = 1\text{мГн} = 10^{-3}\text{Гн}$ - индуктивность катушки.

Найти: ω – собственная частота колебаний в контуре, T – период собственных колебаний в контуре.

Решение: Период собственных колебаний в контуре определяется по формуле Томсона $T = 2\pi\sqrt{CL} = 2\pi\sqrt{100\cdot 10^{-9}\text{Ф}\cdot 10^{-3}\text{Гн}} = 62,8\cdot 10^{-6}\text{с}$.

$$\nu = 1/T = 1/62,8\cdot 10^{-6}\text{с} = 15920\text{Гц}$$

Ответ. $T = 62,8\cdot 10^{-6}\text{с}$, $\nu = 15920\text{Гц}$

3. Изменение заряда конденсатора в колебательном контуре происходит по закону $Q=10^{-6}\cos(5,024\cdot 10^7)t$. Определить максимальный заряд конденсатора и частоту электромагнитных колебаний в контуре.

Дано: $Q=10^{-6}\cos(5,024\cdot 10^7)t$ - изменение заряда конденсатора в колебательном контуре.

Найти: Q_m - максимальный заряд конденсатора, ω - частоту электромагнитных колебаний в контуре.

Решение. Уравнение колебаний заряда имеет вид: $Q = Q_m \cos\omega t$

Сравнивая общий вид уравнения колебаний и данным в условии задачи определяем, что $Q_m = 10^{-6}\text{Кл}$

$$\omega = 2\pi\nu; \omega = 5,024\cdot 10^7; \nu = 5,024\cdot 10^7/2\pi = 8\cdot 10^6\text{Гц}$$

Ответ. $Q_m = 10^{-6}\text{Кл}$, $\nu = 8\cdot 10^6\text{Гц}$

4. Составить уравнение гармонического колебания силы тока в колебательном контуре, если амплитудное значение тока равно 0,35 А и период колебания 0,0005 с. Начальная фаза колебания равна нулю.

Дано: $I_m = 0,35\text{А}$ - амплитудное значение тока, $T = 0,0005\text{с}$ - период колебания, $\varphi = 0$ - начальная фаза колебания.

Найти: Составить уравнение гармонического колебания силы тока в колебательном контуре.

Решение. Общий вид уравнения гармонического колебания силы тока в колебательном контуре имеет вид $i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$.

$$\text{По данным задачи определяем } \omega = 2\pi/T = 2\pi/0,0005\text{с} = 4\pi\cdot 10^3 = 12560$$

$$\text{Записываем уравнение } i = 0,35\sin(4\pi\cdot 10^3 t) = 0,35\sin(12560t)$$

Ответ. $i = 0,35\sin(4\pi\cdot 10^3 t) = 0,35\sin(12560t)$

5. Какой энергией обладает колебательный контур в момент: а) максимального заряда конденсатора; б) полной разрядки конденсатора; в) частичной разрядки конденсатора?

Решение.

А) электрической энергией.

Б) магнитной энергией.

В) одновременно обладает электрической энергией $\Delta W_э = \Delta Q^2/2C$, где ΔQ – заряд оставшийся в конденсаторе, и магнитной энергией, численно равной электрической, превращённой в магнитную; $\Delta W_м = (Q-\Delta Q)^2/2C$, где Q - первоначальный заряд конденсатора.

Вообще, в любой момент времени общая энергия колебательного контура равна сумме энергий электрического и магнитного полей, т.е. $W = W_э + W_м$.

6. Электродвижущая сила индукции, возникающая в рамке при вращении ее в однородном магнитном поле, изменяется по закону $e = 12\sin 100\pi t$. Определить амплитудное и действующее значения ЭДС, период и частоту тока, мгновенное значение ЭДС при $t = 0,01$ с.

Дано: $e = 12\sin 100\pi t$ – закон изменения ЭДС, $t = 0,01$ с – время.

Найти: ϵ_m - амплитудное значения ЭДС, ϵ_d - действующее значения ЭДС, T – период изменения тока, ν – частоту тока, $e(t)$ – мгновенное значение ЭДС.

Решение. Общий вид уравнения мгновенного значения ЭДС переменного тока имеет вид $e = \epsilon_m \sin \omega t$.

Сравнивая данное уравнение с уравнением мгновенного значения ЭДС переменного тока определяем $\epsilon_m = 12$ В, $\epsilon_d = 0,707 \epsilon_m = 8,5$ В

$\omega = 100\pi$; $\omega = 2\pi\nu$; $\nu = 50$ Гц

$T = 1/\nu = 1/50$ Гц = 0,02с

Найдём мгновенное значение ЭДС в момент времени 0,01с. Для этого подставим $t = 0,01$ с в уравнение $e = 12\sin 100\pi t = 12\sin 100\pi * 0,01 = 12\sin \pi = 0$

Ответ. $\epsilon_m = 12$ В, $\epsilon_d = 8,5$ В, $\nu = 50$ Гц, $T = 0,02$ с, $e(0,01) = 0$

7. Конденсатор емкостью 10^{-6} Ф включен в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить емкостное сопротивление конденсатора.

Дано: $C = 10^{-6}$ Ф – ёмкость конденсатора, $\nu = 50$ Гц – частота переменного тока.

Найти: X_c – ёмкостное сопротивление конденсатора.

Решение. $X_c = 1/2\pi\nu C$. Подстановка числовых данных даёт результат

$X_c = 1,1 * 10^3$ Гц

Ответ. $X_c = 1,1 * 10^3$ Гц

8. Резонансная частота колебательного контура равна 1 кГц. Определить индуктивность катушки, если емкость конденсатора контура 4 нФ.

Дано: $\nu_{рез} = 1$ кГц = 10^3 Гц - резонансная частота колебательного контура,

$C = 4$ нФ – ёмкость конденсатора.

Найти: L – индуктивность контура.

Решение. В колебательном контуре с малым активным сопротивлением резонансная частота совпадает с частотой собственных колебаний контура:

$\nu_{рез} = 1/2\pi\sqrt{LC}$ (1). Левую и правую части уравнения (1) возведём в квадрат и выразим индуктивность $L = 1/2\pi^2\nu^2 C$. Подстановка числовых данных даёт результат $L = 6,3$ Гн.

Ответ. $L = 6,3$ Гн

БЛОК 4: Задачи для самостоятельного решения

1. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 6 мкФ и катушки индуктивностью

- 0,24 Гн. Определить максимальную силу тока в контуре, если максимальное напряжение на обкладках конденсатора равно 400 В. Сопротивление контура принять равным нулю.
2. Определить силу тока в колебательном контуре в момент полной разрядки конденсатора, если энергия магнитного поля тока в катушке $4,8 \cdot 10^{-3}$ Дж, индуктивность 0,24 Гн.
 3. Определить период и частоту собственных колебаний контура, если его индуктивность 0,4 Гн, а емкость 90 пФ.
 4. Почему свободные электромагнитные колебания в контуре затухающие?
 5. В колебательном контуре индуктивностью 0,5 мГн максимальное напряжение на обкладках конденсатора равно 200 В. Определить период собственных колебаний контура, если максимальная сила тока в контуре 0,2 А.
 6. Составить уравнение гармонического колебания заряда в колебательном контуре, если максимальный заряд конденсатора 10⁻⁸ Кл и частота колебаний 5 МГц.
 7. Каково назначение катушки индуктивности и конденсатора в колебательном контуре?
 8. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 10 мГн и конденсатора емкостью 1 мкФ. Конденсатор заряжен при максимальном напряжении 200 В. Определить максимальный заряд конденсатора и максимальную силу тока в контуре.
 9. Необходимо изготовить колебательный контур, собственная частота которого должна быть 15 кГц. Конденсатор какой емкости требуется подобрать, если имеется катушка индуктивностью 1 мГн?
 10. Как влияет увеличение сопротивления катушки на электромагнитные колебания в контуре? Почему?
 11. Собственная частота электромагнитных колебаний в контуре 5,3 кГц. Определить индуктивность катушки, если емкость конденсатора 6 мкФ.
 12. Магнитный поток в рамке, равномерно вращающейся в однородном магнитном поле, изменяется по закону $\Phi = 3 \cdot 10^{-2} \cos 157t$. Найти зависимость мгновенного значения ЭДС индукции, возникающей в рамке, от времени. Определить максимальное и действующее значения ЭДС, период и частоту тока.
 13. В рамке, равномерно вращающейся в однородном магнитном поле, индуцируется ток, мгновенное значение которого выражается уравнением $i = 3 \sin 157t$. Определить амплитудное и действующее значения силы тока, период и частоту тока, мгновенное значение силы тока при $t = 0,01$ с.
 14. По какому действию тока удобно сравнивать переменный ток с постоянным? Почему?
 15. Определить амплитудное и действующее значения переменной ЭДС, возникающей в рамке при ее вращении с постоянной скоростью в однородном магнитном поле, если при угле поворота рамки на 45° мгновенное значение ЭДС равно 156 В.
 16. Написать уравнение мгновенного изменения ЭДС индукции, возникающей в витке при равномерном его вращении в однородном магнитном поле, если через 1/600 с после прохождения вит-

ком момента, при котором ЭДС равна нулю, мгновенное значение ЭДС становится равным 5 В. Период вращения витка равен 0,02 с.

17. Магнитный поток в рамке, состоящей из 1000 витков и равномерно вращающейся в однородном магнитном поле, изменяется по закону $\Phi = 10^{-4} \cos 314t$. Найти зависимость мгновенной ЭДС индукции, возникающей в рамке, от времени. Определить амплитудное и действующее значения ЭДС, период и частоту тока.

18. Катушка индуктивностью 20 мГн включена в сеть промышленного переменного тока. Определить индуктивное сопротивление катушки.

19. Определить частоту переменного тока, если конденсатор емкостью 500 мкФ имеет емкостное сопротивление 0,3 Ом.

20. Конденсатор емкостью 400 мкФ включен в сеть переменного тока с частотой 50 Гц. Определить емкостное сопротивление конденсатора.

21. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 5 мГн и конденсатора емкостью 200 мкФ. Определить резонансную частоту электромагнитных колебаний. Активное сопротивление контура мало.

22. Как изменится индуктивное сопротивление катушки, если ее включить в цепь переменного тока частотой 10 кГц вместо 50 Гц?

23. Определить емкость конденсатора, если при прохождении через него промышленного переменного тока его емкостное сопротивление оказалось равным 318 Ом.

24. При какой частоте переменного тока наступит резонанс напряжений в цепи, состоящей из последовательно соединенных катушки индуктивностью 0,5 Гн и конденсатора емкостью 200 мкФ? Активное сопротивление принять равным нулю.

25. Катушка индуктивностью 0,8 Гн включена в сеть промышленного переменного тока. Определить индуктивное сопротивление катушки.