

Домашнее задание по теме: «Электрические колебания»

Вариант 1

1. В колебательном контуре индуктивность катушки $L = 0,1$ Гн. Величина тока изменяется по закону $I(t) = 0,28\sin(1000t + 0,3)$, где t – время в секундах, I – величина тока в амперах. Определите емкость C конденсатора в контуре.

$$C = \frac{1}{\omega^2 L} = 10 \text{ мкФ, здесь } \omega = 1000 \text{ с}^{-1} \text{ 43\%}$$

2. В колебательном контуре индуктивность катушки $L = 0,1$ Гн. Величина тока изменяется по закону $I(t) = 0,28\sin(1000t + 0,3)$, где t – время в секундах, I – величина тока в амперах. Определите емкость C конденсатора в контуре.
3. Зависимость напряжения на конденсаторе емкостью $C = 2,5 \cdot 10^{-2}$ мкФ в колебательном контуре имеет вид $U(t) = 10\cos(2 \cdot 10^3 \pi t)$ (величины заданы в единицах СИ). Определите индуктивность контура L .

$$8. L = \frac{1}{\omega^2 C} \approx 1 \text{ Гн, } \omega = 2 \cdot 10^3 \pi \text{ рад/с}$$

4. К конденсатору емкостью $C = 10$ мкФ, заряд которого $Q = 20$ мкКл, подключили идеальную катушку индуктивностью $L = 0,2$ Гн. Найдите силу тока I в контуре в тот момент, когда энергия распределится поровну между конденсатором и катушкой.
5. Замкнутый контур состоит из конденсатора емкостью $C = 0,5$ мкФ и двух последовательно соединенных катушек с индуктивностями $L_1 = 2$ мГн и $L_2 = 3$ мГн. Определите амплитуду q_m колебаний заряда на конденсаторе, если амплитуда колебаний тока в катушках $I_m = 0,1$ А.

$$8. q_m = I_m \sqrt{(L_1 + L_2)C} = 5 \text{ мкКл}$$

6. Во сколько раз изменится частота собственных колебаний в идеальном колебательном контуре, если индуктивность катушки увеличить в $n = 2$ раза, а емкость конденсатора уменьшить в $m = 8$ раз?
7. Емкость конденсатора идеального колебательного контура $C = 0,1$ мкФ, а индуктивность катушки $L = 100$ мГн. За какое минимальное время τ максимальная энергия электрического поля конденсатора полностью переходит в энергию магнитного поля катушки?

$$8. \tau = \frac{\pi}{2} \sqrt{LC} \approx 1,57 \cdot 10^{-4} \text{ с}$$

8. Заряженный до напряжения U_0 конденсатор емкостью C_0 подсоединили к идеальной катушке. Через некоторое время напряжение на конденсаторе равно U , а ток в контуре равен I . Определите длину λ волны, излучаемой контуром.
9. Колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны $\lambda = 50$ м. Емкость конденсатора контура $C_0 = 2$ нФ. Определите амплитуду I_m силы тока в контуре, если амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 10$ мкВ

$$8. I_m = \frac{2\pi c C_0 U_m}{\lambda} \approx 0,75 \text{ мкА} \quad 51\%$$

10. Радиоприемник настроен на радиостанцию, работающую на длине волны $\lambda_1 = 25$ м. На какую длину волны λ_2 будет настроен радиоприемник, если емкость конденсатора его колебательного контура увеличить в 4 раза?
11. Электродпечь сопротивлением $R = 20$ Ом подключена к источнику переменного тока. Определите количество тепла Q , выделяемое печью за время $t = 1$ час, если амплитуда силы тока $I_0 = 10$ А.

$$Q = \frac{I_0^2 R t}{2} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

12. Катушка индуктивностью $L = 0,1$ Гн и конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ включены последовательно в цепь переменного тока. При какой частоте ν максимальное напряжение на конденсаторе будет в $n = 10$ раз больше максимального напряжения на катушке?
13. Определите период колебаний T в цепи переменного тока, если конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ имеет в этой цепи емкостное сопротивление $X_C = 16$ Ом.

$$8. T = 2\pi C X_C \approx 10^{-4} \text{ с}$$

14. Резистор и конденсатор подключены параллельно к источнику переменного напряжения с циклической частотой $\omega = 2500$ рад/с. Определите емкость C конденсатора, если амплитудные значения силы тока через резистор и конденсатор соответственно равны $I_R = 1,0$ А, $I_C = 0,5$ А, а сопротивление резистора $R = 200$ Ом.
15. Катушка индуктивностью $L = 0,2$ Гн и конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ соединены последовательно и подключены к источнику синусоидального напряжения. При какой циклической частоте ω синусоидального тока действующие значения напряжения на катушке и на конденсаторе будут одинаковыми? Сопротивлением провода, которым намотана катушка, пренебречь.

$$\omega = 1/\sqrt{LC} = 500 \text{ рад/с} \quad 30\%$$

16. Найдите период T свободных колебаний тока в идеальном колебательном контуре, если емкость конденсатора $C = 1$ мкФ, а индуктивное сопротивление катушки при свободных колебаниях в контуре равно $X_L = 8$ Ом.
17. Ток через сопротивление $R = 10$ Ом меняется по закону $I(t) = 2 \cdot \sin(628t)$ (все величины выражены в системе СИ). Найдите количество теплоты Q , выделяющееся на сопротивлении за время, равное периоду колебаний тока.

$$8. Q = \frac{\pi I_m^2 R}{\omega} \approx 0,2 \text{ Дж, здесь } I_m = 2 \text{ А, } \omega = 628 \text{ с}^{-1}$$

18. Катушка индуктивности подключена к источнику переменного напряжения частотой ν . В некоторый момент времени магнитный поток через витки катушки равен Φ , а ЭДС самоиндукции равна ε . Определите амплитуду изменения магнитного потока через витки катушки Φ_m .
19. Определите частоту ν собственных колебаний в идеальном колебательном контуре, если индуктивность катушки равна $L = 1$ мкГн, а емкость конденсатора $C = 30$ пФ.

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \approx 29 \text{ МГц}$$

20. В проводнике протекает переменный ток частотой $\nu = 50$ Гц и амплитудой $I_m = 10$ А. Определите минимальное время Δt , за которое ток в проводнике увеличивается от нуля до $I_1 = 0,314$ А.
21. Определите частоту ν переменного тока, протекающего через последовательно соединенные конденсатор емкостью $C = 4$ мкФ и резистор сопротивлением $R = 250$ Ом, если максимальные напряжения на них равны $U_C = 1,6$ В и $U_R = 8$ В.

$$8. \nu = \frac{U_R}{2\pi U_C RC} \approx 800 \text{ Гц}$$

22. Конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ и резистор соединены параллельно и подключены к генератору переменного напряжения с частотой $\nu = 50$ Гц. Через резистор протекает ток с действующим значением $I = 0,1$ А, и за время $\tau = 100$ с на резисторе выделяется $Q = 100$ Дж тепла. Определите действующие значения напряжения U на конденсаторе и протекающего через него тока I_C .

Вариант 2

1. В идеальном колебательном контуре ток меняется по закону $I(t) = 0,1 \cdot \cos(\pi t)$ (все величины выражены в системе СИ). Индуктивность катушки $L = 0,1$ Гн. Определите максимальное значение \mathcal{E}_m ЭДС самоиндукции в катушке.

$$8. \mathcal{E}_m = 0,1\pi L \approx 3,14 \cdot 10^{-2} \text{ В}$$

2. Заряд конденсатора идеального колебательного контура изменяется по закону $q(t) = 10^{-6} \cdot \cos(10^4 \pi t)$, где все величины приведены в системе СИ. Найдите период T колебаний тока в контуре и амплитуду I_m этих колебаний.
3. Энергия конденсатора емкостью $C = 1$ нФ, включенного в идеальный колебательный контур, достигает при колебаниях максимального значения $W_m = 0,1$ мкДж через промежутки времени $\tau = 1$ мкс. Определите амплитуду I_m колебаний тока в контуре.

$$I_m = \frac{\pi}{\tau} \sqrt{2W_m C} \approx 44 \text{ мА}$$

4. Найдите период T колебаний энергии конденсатора в идеальном колебательном контуре, если амплитуда тока в контуре $I_m = 31,4$ мА, а амплитуда заряда конденсатора $q_m = 2 \cdot 10^{-7}$ Кл.
5. Емкость конденсатора колебательного контура $C = 0,1$ мкФ, а индуктивность катушки $L = 100$ мГн. Определите время τ , за которое энергия электрического поля конденсатора при свободных колебаниях в контуре возрастает от своего минимального значения до максимального.

$$8. \tau = \frac{\pi}{2} \sqrt{LC} \approx 1,57 \cdot 10^{-4} \text{ с} \quad 11\%$$

6. В идеальном колебательном контуре в некоторый момент времени заряд конденсатора $q = 4$ нКл, а сила тока $I = 3$ мА. Период колебаний заряда в контуре $T = 6,3$ мкс. Найдите максимальный заряд q_m конденсатора.
7. Определите частоту ν электромагнитных колебаний в колебательном контуре, состоящем из катушки с индуктивностью $L = 4$ мкГн и двух последовательно соединенных конденсаторов с одинаковой емкостью $C = 200$ пФ.

$$\nu = \frac{1}{\pi\sqrt{2LC}} \approx 8 \text{ МГц}$$

8. Колебательный контур радиоприемника настроен на частоту $\nu_0 = 9$ МГц. Во сколько n раз нужно изменить емкость конденсатора, чтобы контур был настроен на длину волны $\lambda = 50$ м?
9. Колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности и плоского конденсатора, заполненного диэлектриком, настроен на длину волны $\lambda_1 = 200$ м. На какую длину волны λ_2 будет настроен контур, если диэлектрическую проницаемость диэлектрика уменьшить в $n = 2,5$ раза, а расстояние между пластинами увеличить в $m = 1,6$ раза? Диэлектрик в обоих случаях полностью заполняет пространство между обкладками.

$$8. \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{\sqrt{mn}} = 100 \text{ м} \quad 27\%$$

10. Емкость конденсатора колебательного контура радиоприемника $C = 0,1$ пФ. Если в катушке индуктивности этого контура скорость изменения тока $\Delta I/\Delta t = 2$ А/с, то в ней возникает ЭДС самоиндукции $\varepsilon = 0,2$ В. На какую длину волны λ настроен радиоприемник?
11. Конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ присоединен к источнику переменного синусоидального напряжения с частотой $\nu = 1$ кГц. Определите амплитуду U_m напряжения, если действующее значение тока в цепи $I = 60$ мА.

$$8. U_m = \frac{\sqrt{2}I}{2\pi\nu C} \approx 13,5 \text{ В}$$

12. К источнику с ЭДС $\varepsilon = 10 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 1 \text{ Ом}$ подключены соединенные параллельно конденсатор емкостью $C = 1 \text{ пФ}$ и идеальная катушка индуктивностью $L = 0,1 \text{ мГн}$. Определите максимальный заряд q_m конденсатора при колебаниях после отключения источника.
13. Определите период колебаний T в цепи переменного тока, если конденсатор емкостью $C = 1 \text{ мкФ}$ имеет в этой цепи емкостное сопротивление $X_C = 16 \text{ Ом}$.

$$8. T = 2\pi C X_C \approx 10^{-4} \text{ с}$$

14. Длинный соленоид содержит $N_1 = 1000$ витков, его индуктивность $L = 0,2 \text{ Гн}$. Вблизи середины соленоида на него плотно намотана короткая катушка из $N_2 = 50$ витков. Выводы катушки подключены к вольтметру, измеряющему эффективное значение переменного напряжения. Какое напряжение U покажет вольтметр, если через соленоид пропустить переменный ток частоты $\nu = 1400 \text{ Гц}$ и амплитуды $I_m = 0,05 \text{ А}$?
15. Найдите период T собственных колебаний тока в идеальном колебательном контуре, если индуктивность катушки $L = 0,01 \text{ Гн}$, а емкостное сопротивление конденсатора при частоте $\nu = 50 \text{ Гц}$ равно $X_C = 31 \text{ кОм}$.

$$T = \sqrt{\frac{2\pi L}{\nu X_C}} \approx 0,2 \text{ мс}$$

16. Катушка индуктивностью $L = 0,14 \text{ Гн}$ и конденсатор емкостью $C = 10 \text{ мкФ}$ соединены последовательно и подключены к источнику синусоидального напряжения. При какой циклической частоте ω синусоидального тока действующее значение напряжения на катушке равно максимальному значению напряжения на конденсаторе? Сопротивлением провода, которым намотана катушка, пренебречь.
17. Электродуховка сопротивлением $R = 20 \text{ Ом}$ подключена к источнику переменного тока. Определите количество тепла Q , выделяемое печью за время $t = 1 \text{ час}$, если амплитуда силы тока $I_0 = 10 \text{ А}$.

$$Q = \frac{I_0^2 R t}{2} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

18. Резистор сопротивлением $R = 200 \text{ Ом}$ и конденсатор соединены последовательно и подключены к источнику переменного напряжения с циклической частотой $\omega = 2500 \text{ рад/с}$. Определите емкость C конденсатора, если действующие значения напряжения на резисторе и конденсаторе соответственно равны $U_R = 20 \text{ В}$ и $U_C = 40 \text{ В}$.
19. Напряжение U в цепи переменного тока меняется со временем t по закону $U = 112 \cdot \cos(628t + 3,1)$. В этом выражении все величины выражены в системе СИ. Определите действующее значение U_d напряжения и период T его колебаний.

$$U_d = U_m / \sqrt{2} \approx 80 \text{ В}, \quad T = 2\pi / 628 \approx 0,01 \text{ с}$$

20. Через последовательно соединенные резистор сопротивлением $r = 200 \text{ Ом}$ и конденсатор емкостью $C = 1 \text{ мкФ}$ протекает переменный ток частотой $\nu = 50 \text{ Гц}$. Определите действующее значение U_d напряжения на конденсаторе, если за время $t = 100 \text{ с}$ на резисторе выделилось количество теплоты $Q = 200 \text{ Дж}$.
21. Лампочка, на которой написано $U = 110 \text{ В}$, $P = 100 \text{ Вт}$, и катушка индуктивностью $L = 0,5 \text{ Гн}$ соединены последовательно и подключены к генератору переменного напряжения частотой $\nu = 50 \text{ Гц}$. При этом лампочка горит нормальным накалом. Определите действующие значения тока I через лампочку и напряжения U_L на катушке. Сопротивлением провода, которым намотана катушка, пренебречь.

$$I = \frac{P}{U} \approx 0,91 \text{ А}, \quad U_L = \frac{2\pi\nu L P}{U} \approx 143 \text{ В}$$

22. Конденсатор емкостью $C = 10 \text{ мкФ}$ и резистор соединены параллельно и подключены к генератору переменного напряжения с частотой $\nu = 50 \text{ Гц}$. Через резистор протекает ток с действующим значением $I = 0,1 \text{ А}$, и за время $\tau = 100 \text{ с}$ на резисторе выделяется $Q = 100 \text{ Дж}$ тепла. Определите действующие значения напряжения U на конденсаторе и протекающего через него тока I_C .

Вариант 3

1. При свободных колебаниях в колебательном контуре величина напряжения на конденсаторе емкостью $C = 1 \text{ мкФ}$ изменяется по закону $U(t) = 5,5 \cdot \sin(t \cdot 10^4 + 0,3)$, где t – время в секундах, U – напряжение в вольтах. Определите индуктивность катушки.

$$L = 0,01 \text{ Гн}$$

2. Напряжение U на конденсаторе и сила тока I в катушке идеального колебательного контура меняются со временем t по законам $U(t) = 2 \cdot \sin 1000t$ и $I(t) = 0,004 \cdot \cos 1000t$, где все величины приведены в системе СИ. Определите емкость C конденсатора.
3. В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора емкостью $C = 0,01 \text{ мкФ}$ и катушки, происходят гармонические колебания. Энергия конденсатора изменяется от максимального значения до нуля за время $\tau = 1 \text{ мкс}$. Определите индуктивность L катушки.

$$L = \frac{4\tau^2}{\pi^2 C} \approx 4 \cdot 10^{-5} \text{ Гн}$$

4. Максимальная величина энергии катушки индуктивностью $L = 1 \text{ мГн}$, включенной в идеальный колебательный контур, равна $W_m = 0,2 \text{ мкДж}$. Определите амплитуду Φ_m колебаний магнитного потока в катушке.

5. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 2$ пФ и одного витка провода, индуктивность которого $L = 1$ мкГн, а сопротивление пренебрежимо мало. При свободных электрических колебаниях в контуре действующее значение напряжения на конденсаторе $U_d = 6$ В. Определите максимальное значение Φ_m магнитного потока, пронизывающего виток.

$$8. \Phi_m = U_d \sqrt{2LC} = 1,2 \cdot 10^{-8} \text{ Вб} \quad 20\%$$

6. Колебательный контур состоит из катушки и двух одинаковых конденсаторов, включенных параллельно. Во сколько раз изменится период собственных колебаний контура, если конденсаторы включить последовательно?
7. В идеальном колебательном контуре происходят свободные колебания с циклической частотой $\omega = 10^7$ рад/с. Определите отношение максимального тока в контуре к максимальному заряду конденсатора.

$$I_m / q_m = \omega = 10^7 \text{ А/Кл}$$

8. Заряженный конденсатор подсоединили к идеальной катушке. Через время $\tau = 10^{-8}$ с энергия конденсатора в первый раз уменьшилась в $n = 4$ раза по сравнению с первоначальной. Определите длину λ волны, излучаемой контуром.
9. Колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности и плоского воздушного конденсатора, настроен на длину волны $\lambda_1 = 30$ м. При этом расстояние между пластинами конденсатора равно $d_1 = 1,6$ мм. Определите расстояние d_2 между пластинами, при котором контур будет настроен на длину волны $\lambda_2 = 24$ м.

$$d_2 = d_1 (\lambda_1 / \lambda_2)^2 = 2,5 \text{ мм} \quad 53\%$$

10. Во сколько раз увеличится длина волны, на которую настроен колебательный контур приемника, если пространство между обкладками конденсатора заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 4$?
11. Катушка с индуктивностью $L = 1$ мГн присоединена к источнику переменного синусоидального напряжения с частотой $\nu = 5$ кГц. Определите амплитуду тока I_m , если действующее значение напряжения $U = 1$ В.

$$I_m = \frac{U\sqrt{2}}{2\pi\nu L} \approx 45 \text{ мА}$$

12. Рамка площадью $S = 100$ см² и сопротивлением $R = 1$ Ом равномерно вращается с частотой $n = 3000$ об/мин в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,05$ Тл. Ось вращения рамки перпендикулярна линиям индукции. Какое количество тепла Q выделяется в рамке за время одного оборота?
13. Конденсатор емкостью $C_1 = 1$ мкФ включен в сеть переменного тока с действующим значением напряжения $U_1 = 127$ В. Определите емкость C_2 конденсатора, который нужно дополнительно подключить к первому (последовательно или параллельно), чтобы при включении полученной батареи конденсаторов в сеть с действующим значением напряжения $U_2 = 200$ В сила тока в цепи осталась прежней.

$$8. C_2 = \frac{C_1 U_1}{U_2 - U_1} \approx 1,74 \text{ мкФ}, \text{ соединение последовательное} \quad 18\%$$

14. Проволочный виток вращается с частотой $n = 50$ с⁻¹ в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Найдите среднюю тепловую мощность P , выделяющуюся в витке. Площадь витка $S = 400$ см², сопротивление витка $R = 5$ Ом. Ось вращения перпендикулярна линиям индукции и лежит в плоскости витка.
15. К источнику синусоидального напряжения подключены параллельно катушка индуктивностью $L = 2$ мГн и конденсатор емкостью $C = 0,1$ мкФ. При какой частоте ν синусоидального напряжения действующее значения тока через катушку в $n = 2$ больше действующего значения тока через конденсатор? Сопротивлением провода, которым намотана катушка, пренебречь.

$$\nu = 1 / 2\pi\sqrt{nLC} \approx 8 \text{ кГц} \quad 29\%$$

16. Определите частоту ν переменного тока, протекающего через последовательно соединенные конденсатор емкостью $C = 4$ мкФ и сопротивление $R = 250$ Ом, если максимальные напряжения на них равны $U_C = 1,6$ В и $U_R = 8$ В.
17. Катушка индуктивностью $L = 0,1$ Гн подключена к сети переменного напряжения с частотой $\nu = 50$ Гц. Определите максимальное значение W_M энергии магнитного поля в катушке, если действующее значение напряжения в сети $U_d = 15$ В.

$$W_m = \frac{U_d^2}{4\pi^2\nu^2 L} \approx 0,023 \text{ Дж}$$

18. Конденсатор подключен к источнику переменного напряжения частотой $\nu = 50$ Гц. В некоторый момент времени заряд конденсатора $q = 8$ мкКл, а сила тока в цепи $I = 1,9$ мА. Определите амплитуду q_m колебаний заряда конденсатора.
19. Катушка индуктивности и конденсатор соединены последовательно и подключены к источнику переменного напряжения. При частоте $\nu_1 = 1000$ Гц действующее напряжение на конденсаторе в $n = 4$ раза больше действующего напряжения на катушке. При какой частоте ν_2 действующие напряжения на конденсаторе и катушке будут равны? Сопротивлением провода катушки пренебречь.

$$\nu_2 = \nu_1 \sqrt{n} = 2000 \text{ Гц}$$

20. В колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивностью $L = 1$ мкГн и конденсатора емкостью $C = 1$ пФ, происходят незатухающие электрические колебания. Какое время t в течение одного полупериода колебаний напряжение на конденсаторе превышает действующее значение напряжения?

21. Когда через катушку протекает переменный ток амплитудой $I_m = 0,1$ А и частотой $\nu = 50$ Гц, действующее значение напряжения на катушке равно $U_d = 1,4$ В. Определите индуктивность L катушки. Сопротивлением провода катушки пренебречь.

$$L = \frac{U_d}{\pi \nu I_m \sqrt{2}} \approx 0,064 \text{ Гн}$$

22. Конденсатор емкостью $C = 10$ мкФ и резистор соединены параллельно и подключены к генератору переменного напряжения с частотой $\nu = 50$ Гц. Через резистор протекает ток с действующим значением $I = 0,1$ А, и за время $\tau = 100$ с на резисторе выделяется $Q = 100$ Дж тепла. Определите действующие значения напряжения U на конденсаторе и протекающего через него тока I_C .