

1. **Колебания** (определение) — процессы, обладающие повторяемостью во времени.
2. **Механические колебания** (определение) — движения, которые точно или приблизительно точно повторяются через определенные интервалы времени.
3. **Электромагнитные колебания** (определение) — изменения заряда, силы тока и напряжения, которые точно или приблизительно точно повторяются через определенные интервалы времени.
4. **Период** (определение)  $T = \frac{t}{N} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}$  — минимальный интервал времени, через который происходит повторение движения тела (изменения  $q, I, U$ ).
5. **Период математического маятника** (формула с выводом)

$$\frac{mv^2}{2} + mgl(1 - \cos \alpha) = \text{const}$$

$$v = \omega l = \dot{\alpha} l$$

$$\alpha - \text{мало} \Rightarrow \sin \alpha \sim \alpha$$

$$\frac{m \dot{\alpha}^2 l^2}{2} + mgl - mgl \cos \alpha = \text{const}$$

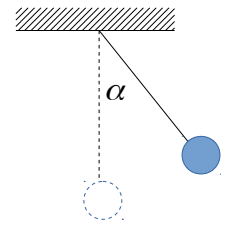
$$\dot{\alpha} \ddot{\alpha} m l^2 + \dot{\alpha} mgl \sin \alpha = 0$$

$$\ddot{\alpha} + \frac{g}{l} \sin \alpha = 0$$

$$\ddot{\alpha} + \frac{g}{l} \alpha = 0$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$



6. **Период пружинного маятника** (формула с выводом)

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \text{const}$$

$$\frac{m \dot{x}^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = 0$$

$$m \ddot{x} + kx = 0$$

$$\frac{k}{m} x + \ddot{x} = 0$$

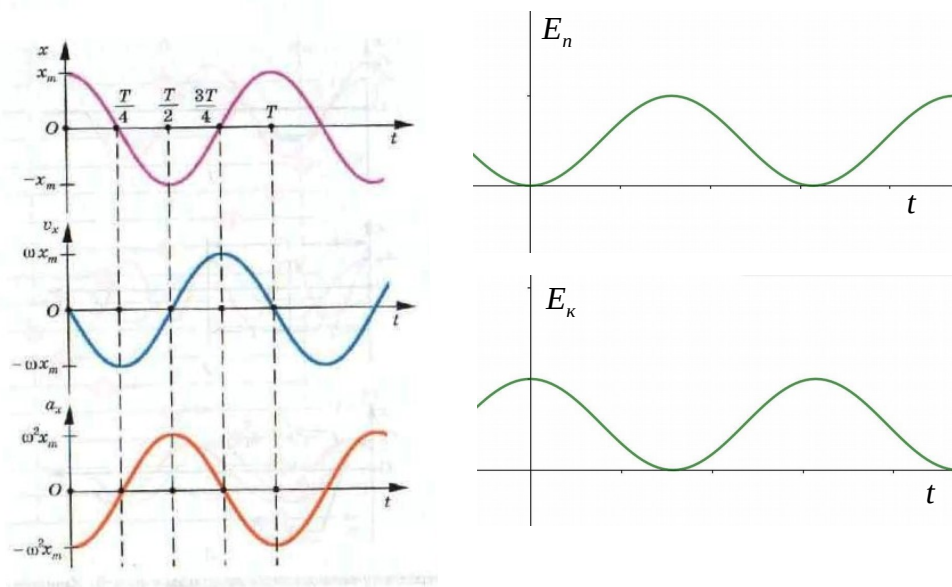
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

7. **Частота** (определение)  $\nu = \frac{1}{T} = \frac{N}{t} = \frac{\omega}{2\pi}$  — физическая величина, обратная периоду колебаний, показывающая, сколько колебаний совершается за 1 секунду.
8. **Амплитуда** (определение) — максимальное отклонение от положения равновесия за 1 период.
9. **Фаза** (определение)  $\omega_0 t + \varphi_0$  — физическая величина, характеризующая состояние колебательной системы в данный момент времени.
10. **Начальная фаза** (определение)  $\varphi_0$  — физическая величина, характеризующая состояние колебательной системы в начальный момент времени.
11. **Свободные колебания** (определение) — колебания, совершаемые под действием внутренних сил системы, после вывода ее из состояния равновесия.
12. **Вынужденные колебания** (определение) — колебания, происходящие под действием внешних периодически изменяющихся сил.
13. **Автоколебания** (определение) — незатухающие колебания, которые могут существовать в системе без воздействия на нее внешних периодических сил.
14. **Условия существования свободных колебаний** —
  - 1) наличие устойчивого состояния и сил возвращающих в него
  - 2) отсутствие трения
15. **Гармонические колебания** (определение) — колебания, которые описываются гармоническим законом (синусоидальным, косинусоидальным).
16. **Уравнение гармонических колебаний в общем виде** (формула) —  $x = x_{\max} \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
17. **Уравнение координаты, скорости, ускорения, заряда, напряжения, тока при свободных гармонических колебаниях** (из координаты получить уравнение скорость и ускорение, из заряда уравнение напряжение и тока)

Уравнение координаты	$x = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
Уравнение скорости	$v = -A \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0) = A \omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2})$
Уравнение ускорения	$a = -A \omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \varphi_0) = A \omega_0^2 \sin(\omega_0 t + \varphi_0 - \frac{\pi}{2})$
Уравнение заряда	$q = q_{\max} \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$
Уравнение силы тока	$I = -q_{\max} \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0) = q_{\max} \omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + \frac{\pi}{2})$
Уравнение напряжения	$U = \frac{q}{c} = \frac{q_{\max}}{c} \omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ $c$ - максимальное напряжение

## 18. Графики координаты, скорость, ускорение, кинетической и потенциальной энергии при свободных гармонических колебаниях



## 19. Метод векторных диаграмм для вывода амплитуды вынужденных колебаний (вывод)

$$\ddot{x} + 2\gamma \dot{x} + \omega_0^2 x = f_m \cos \Omega t$$

$$x = A \cos(\Omega t + \varphi)$$

$$\dot{x} = -A \sin(\Omega t + \varphi)$$

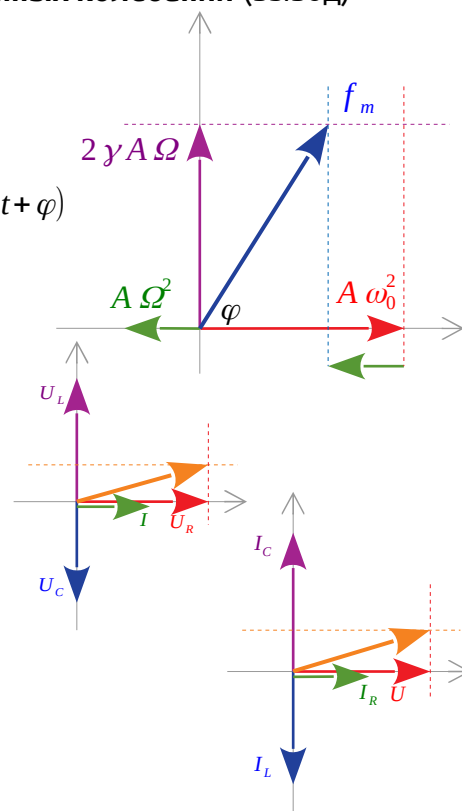
$$\ddot{x} = -A \cos(\Omega t + \varphi)$$

$$f_m \cos(\Omega t) = A \Omega^2 \cos(\Omega t + \varphi + \pi) + 2\gamma A \Omega \cos(\Omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}) + A \omega_0^2 \cos(\Omega t + \varphi)$$

$$f_m^2 = A^2(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + 4\gamma^2 A^2 \Omega^2$$

$$A = \frac{f_m}{(\omega_0^2 - \Omega^2) + 4\gamma^2 \Omega^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2\gamma \Omega}{\omega_0^2 - \Omega^2}$$



## 20. Импеданс при последовательном соединении (вывод)

$$U_0^2 = (U_{0L} - U_{0C})^2 + U_{0R}^2 = (I_0 \omega L - \frac{I_0}{\omega C})^2 + I_0^2 R^2 = I_0^2 ((\omega L - \frac{1}{\omega C})^2 + R^2)$$

$$Z = \frac{U_0}{I_0} = \sqrt{(\omega L - \frac{1}{\omega C})^2 + R^2}$$

## 21. Импеданс при параллельном соединении (вывод)

$$I_0^2 = (I_{0C} - I_{0L})^2 + I_{0R}^2 = (U_0 \omega C - \frac{U_0}{\omega L})^2 + \frac{U_0^2}{R^2} = U_0^2 ((\omega C - \frac{1}{\omega L})^2 + \frac{1}{R^2})$$

$$Z = \frac{U_0}{I_0} = \frac{1}{\sqrt{(\omega C - \frac{1}{\omega L})^2 + \frac{1}{R^2}}}$$

## 22. Действующие значения тока и напряжения (формула) —

$$I_{дей} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}; \quad U_{дей} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

## 23. График координаты затухающих колебаний

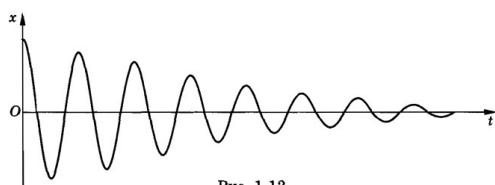


Рис. 1.12

24. **Трансформатор** (определение) — устройство для повышения или понижения напряжения.

25. **Потери энергии в трансформаторе** — возникают за счет:

- выделения тепла при нагревании обмоток (Ag, Cu)
- нагрева сердечника из-за токов Фуко (изолированные пластины стали)
- потерь перемагничивания сердечника пропорциональных площади петли гистерезиса (трансформаторная сталь)

26. **Закон Фарадея** - при изменении магнитного потока в проводящем контуре возникает ЭДС индукции  $\xi_{ind}$ , равная скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную контуром, взятой со знаком минус.

$$\xi_{ind} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

27. **Холостой ход трансформатора** (вывод)

$$\xi_1 - N_1 \frac{d\Phi}{dt} \approx U_1 \text{ (Если не учитывать сопротивление)}$$

$$\xi_2 - N_2 \frac{d\Phi}{dt} \approx U_2 \text{ (Если не учитывать сопротивление)} \quad k - \text{коэффициент трансформации}$$

$$\frac{U_2}{U_1} \approx \frac{\xi_2}{\xi_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{k}$$

28. **Рабочий ход трансформатора и КПД трансформатора** (вывод)

$$U_2 = \xi_2 - i r_2 = \xi_2 - \frac{\xi_2 r_2}{r_2 + R}$$

$$U_1 \approx \xi_1$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\xi_1}{\xi_1 \left(1 - \frac{r_2}{r_2 + R}\right)} = k \frac{r_2 + R}{R}$$

29. **Потери тепла при передаче электроэнергии по ЛЭП** (вывод)

$$P = U I \cos \varphi$$

$$\text{Тогда мощность, теряемая в проводах} \quad P_1 = I^2 R_{np} = I^2 \rho \frac{l}{S} = \frac{P^2}{U^2 \cos^2 \varphi} \rho \frac{l}{S}$$

30. **Мощность цепи переменного тока** — произведение действующих силы тока и напряжения и коэффициента мощности.  $\langle p \rangle = I_d U_d \cos \phi_c$

31. **Волна** (определение) — процесс распространения колебаний в среде.

32. **Звук** (определение) — волны, воспринимаемые человеческим ухом.

33. **Продольная волна** (определение) — волна, направление колебаний которой совпадает с направлением распространения (сжатие, растяжение).

34. **Поперечная волна** (определение) — волна, направление колебаний которой перпендикулярно направлению распространения (деформация сдвига).

35. **Гармоническая волна** (определение) — волна, любая точка которой совершает гармонические колебания.

36. **Скорость волны** (определение)  $v = \lambda \nu$  — расстояние, на которое распространяется волна за единицу времени.

37. **Длина волны** (определение)  $\lambda = v T$  — расстояние между двумя соседними точками, колеблющимися в одинаковых фазах.

38. **Луч** (определение) — линии, нормальные к волновой поверхности.

39. **Волновые поверхности** (определение) — поверхности равной фазы.

40. **Фронт волны** (определение) — совокупность точек среды, до которых дошли колебания к данному моменту времени.

41. **Интерференция** (определение) — сложение волн в пространстве, при котором образуется постоянное во времени распределение амплитуды результирующих колебаний в различных точках пространства.

42. **Дифракция** (определение) — отклонение от прямолинейного распространения волн, огибание волнами препятствий.

43. **Уравнение бегущей волны** (формула) —  $S(x, t) = A \cos(\omega_0 t - kx + l_0)$

44. **Уравнение стоячей волны** (формула) —  $S(x, t) = A \sin(\omega t) \sin(kx)$

45. **Пучность** (определение) — точка стоячей волны, колеблющаяся с максимальной амплитудой.

46. **Узел** (определение) — неподвижная точка стоячей волны.

47. **Узлы и пучности струны** (вывод)

а. узлы

$$s(x, t) = 2S \sin(kl) \sin(\omega t) \quad \frac{2\pi}{\lambda} l = \pi n \Rightarrow l = \frac{\lambda}{2} n$$

$$S(0, t) = S(l, t)$$

$$\sin(kl) = 0 \Rightarrow kl = \pi n \quad \frac{\lambda}{2} = \frac{l}{n}, \quad n \in \mathbb{N}$$

б. пучности

Находятся посередине между узлами.

48. **Узлы и пучности воздушных столбов** (вывод)

а. узлы

Смещение минимально в центре, следовательно, это узел стоячих волн.

$$S_{\max}(0, t) = 2S = S_{\max}(l, t) \quad kl = \pi n$$

$$2S \cos(kl) = \pm 2S \quad l = \frac{\pi n}{k} = \frac{\lambda}{2} n; \quad v = \frac{v}{2l} n$$

$$\cos(kl) = \pm 1$$

б. пучности

Находятся посередине между узлами и на концах.

49. **Принцип Гюйгенса – Френеля** — каждый элемент волнового фронта можно рассматривать как центр вторичных волн, а результирующее поле в каждой точке пространства будет определяться интерференцией этих волн.

50. **Закон преломления волн** (вывод)

$v_1, v_2$  - скорости волны в первой и второй среде.

Пусть на границу раздела падает плоская волна. Волновая поверхность  $AC$  перпендикулярна лучам  $A_1A, B_1B$ . Поверхности  $MN$  сначала достигнет луч  $A_1A$ , луч  $B_1B$  достигнет

поверхности через  $\Delta t = \frac{CB}{v_1}$ . Следовательно, когда вторичная волна в точке  $B$  начнет

возбуждаться, волна от точки  $A$  будет иметь вид полусферы радиусом  $AD = v_2 \Delta t$ .

Тогда волновая поверхность преломленной волны — поверхность, касающаяся вторичных волн во второй среде, центры которых лежат на границе раздела сред ( $BD$ ).

$$CB = v_1 \Delta t = AB \sin \alpha \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = n$$

$$AD = v_2 \Delta t = AB \sin \beta$$

$n$  - показатель преломления.

51. **Скорость распространения продольной волны в стержне** (вывод)

$$F_y = k \Delta l = \frac{SE \Delta l}{l_0} = \frac{SE v_{\text{перем}}}{v}$$

$$F_y = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m v_{\text{перем}}}{\Delta t} = \frac{S \rho l_0 v_{\text{перем}}}{\Delta t} = S v \rho v_{\text{перем}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

52. **Скорость распространения поперечной волны в струне** (вывод)

$$m = l S \rho = R \alpha S \rho$$

$$a = a_n = \frac{F}{m} = \frac{F \alpha}{R \alpha S \rho} = \frac{v^2}{R} \quad v = \sqrt{\frac{F}{S \rho}}$$

53. **Слышимый звук** (определение) — волны, частота которых принадлежит отрезку  $[20 \text{ Гц}; 20 \text{ кГц}]$ .

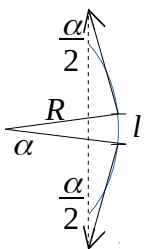
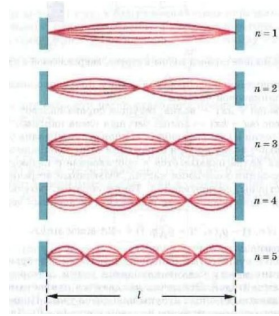
54. **Инфразвук** (определение) — волны, с частотой менее 20 Гц.

55. **Ультразвук** (определение) — волны, с частотой более 20 кГц.

56. **Эффект Доплера** (формула)

а. нерелятивистский  $f_{\text{набл}} = \frac{v_{\text{зв}} + v_{\text{набл}}}{v_{\text{зв}} - v_{\text{ист}}} f_{\text{ист}}$

б. релятивистский  $f_{\text{набл}} = \sqrt{\frac{c+v}{c-v}} f_{\text{ист}}$

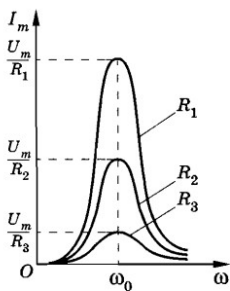


57. **Громкость** (определение) — абсолютная величина слухового ощущения, определяемая амплитудой колебаний в звуковой волне.
58. **Высота** (определение) — свойство звука, определяемое частотой колебаний в звуковой волне.
59. **Обертон** (определение) — призвуки, входящие в спектр музыкального звука.
60. **Гармоника** (определение) — звук, который создаёт акустическая система, когда колеблется не с низшей возможной для неё частотой.  $\nu = \frac{v}{2l} \cdot n, n \in \mathbb{N} \setminus \{1\}$

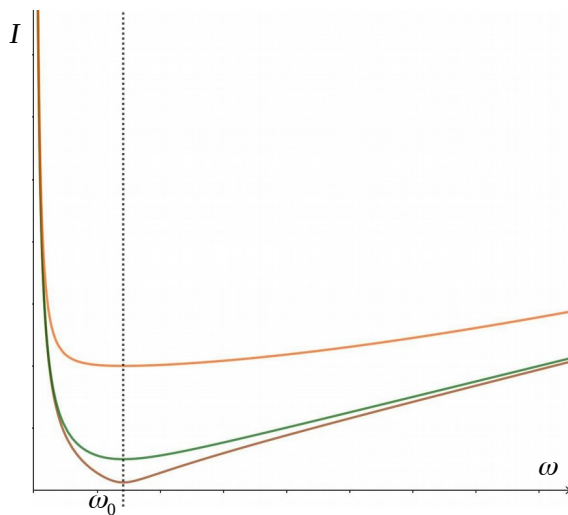
61. **Основной тон** (определение) — звук, который создаёт акустическая система, когда колеблется с низшей возможной для неё частотой.  $\nu = \frac{v}{2l}$

62. **Резонанс** (определение) — явление совпадения частоты внешней силы с собственной частотой колебаний.

### 63. График резонанса токов



### 64. График резонанса напряжений



65. **Формула Томсона** —  $T = 2\pi\sqrt{LC}$

66. **Резистор в цепи переменного тока** (вывод)

$$U = U_0 \cos \omega t$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U_0}{R} \cos \omega t = I_0 \cos \omega t \quad R - \text{активное сопротивление}$$

67. **Катушка в цепи переменного тока** (вывод)

$$U = -\xi_{c.u.} = -(-Li_t') = Li_t'$$

$$i_t' = \frac{U_0}{L} \cos \omega t$$

$$I_0 = \frac{U_0}{\omega L} = \frac{U_0}{\chi_L} \quad \chi_L = \omega L - \text{индуктивное сопротивление}$$

$$i_t = \int \frac{U_0}{L} \cos \omega t dt = \frac{U_0}{\omega L} \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

**68. Конденсатор в цепи переменного тока (вывод)**

$$U = U_0 \cos \omega t$$

$$q = CU_0 \omega \cos \omega t$$

$$i = -CU_0 \omega \sin \omega t = CU_0 \omega \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$I_0 = CU_0 \omega = \frac{U_0}{\chi_c}$$

$$\chi_c = \frac{1}{\omega C} \quad \text{- емкостное сопротивление}$$

**69. Шаговое напряжение** (определение) — напряжение, обусловленное электрическим током, протекающим по земле или по токопроводящему полу, и равное разности потенциалов между двумя точками поверхности земли (пола), находящимися на расстоянии одного шага человека.

**70. Тембр** (определение) — характеристика музыкального звука, определяемая числом обертонов и их амплитудами.

**71. Монохроматическая волна** (определение) — физическая модель, означающая, что в спектр волны входит всего одна составляющая по частоте.

**72. Закон преломления волны** (определение) —

- a. отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух сред
- b. падающий луч, луч преломленный и перпендикуляр, восстановленный в точке падения, лежат в одной плоскости.

**73. Закон отражения волны** (определение) —

- a. угол падения равен углу отражения
- b. падающий луч, луч отраженный и перпендикуляр, восстановленный в точке падения, лежат в одной плоскости.