

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики

 Могильная Е.П.
« 25 » 02 2025 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине**

Колебания и волны

(наименование учебной дисциплины, практики)

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

«Физика»

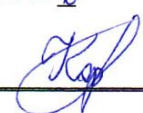
(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчик:

доцент  Харченко Е.И.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры физики

от 25 02 2025 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой  Корсунов К.А.

Луганск 2025 г.

Комплект оценочных материалов по дисциплине

«Колебания и волны»

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. Выберите один правильный ответ

Точка совершает гармонические колебания по закону $x(t) = 0,05 \cos(10\pi t + \pi/2)$. Скорость этой точки изменяется по закону ...

А) $v(t) = 0,05 \sin(10\pi t + \pi/2)$

Б) $v(t) = -0,5\pi \sin(10\pi t + \pi/2)$

В) $v(t) = 0,05\pi \cos(10\pi t + \pi/2)$

Г) $v(t) = 0,05 \cos(10\pi t - \pi/2)$

Д) $v(t) = 0,5\pi \sin(10\pi t + \pi/2)$

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

2. Выберите один правильный ответ

Уравнение колебаний материальной точки задано в виде $x = A \sin(\omega t + \varphi)$.

Укажите выражение для кинетической энергии колеблющейся точки.

А) $\frac{kA^2}{2}$

Б) $\frac{kA^2}{2} \sin(\omega t + \varphi)$

В) $\frac{mA^2\omega^2}{2} \cos^2(\omega t + \varphi)$

Г) $\frac{4\pi^2 Am}{T^2} \sin^2(\omega t + \varphi)$

Д) $\frac{2\pi A}{T} \cos(\omega t + \varphi)$

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

3. Выберите один правильный ответ

Чтобы периоды колебаний тела массой 200 г, подвешенного на нити длиной 1 м (математический маятник), и этого же тела, подвешенного на пружине (пружинный маятник), были равны, жесткость пружины должна равняться:

А) 0,5 Н/м

Б) $\sqrt{2}$ Н/м

В) 2 Н/м

Г) 5 Н/м

Д) 20 Н/м

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

4. Выберите один правильный ответ

Заряд на пластинах конденсатора изменяется со временем по закону $q(t) = 5 \cdot 10^{-5} \cos 200\pi t$. Сила тока в колебательном контуре при этом изменяется закону ...

А) $i(t) = -10^{-2} \pi \cos 200\pi t$

Б) $i(t) = 10^{-2} \pi \cos 200\pi t$

В) $i(t) = 5 \cdot 10^{-5} \sin 200\pi t$

Г) $i(t) = -10^{-2} \pi \sin 200\pi t$

Д) $i(t) = 5 \cdot 10^{-2} \sin 200\pi t$

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

5. Выберите один правильный ответ

Как изменится период колебаний в контуре, если в воздушный конденсатор этого контура поместить диэлектрик с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=4$?

А) увеличится в 4 раза

Б) увеличится в 2 раза

В) увеличится в 4 раза

Г) уменьшится в 2 раза

Д) не изменится

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

6. Выберите один правильный ответ

Наблюдатель услышал звуковой сигнал через 4 с после начала работы источника. На каком расстоянии находится от источника наблюдатель, если частота звука $\nu = 1$ кГц, а длина звуковой волны $\lambda = 32$ см?

А) 1610 м

Б) 1560 м

В) 1420 м

Г) 1340 м

Д) 1280 м

Правильный ответ: Д

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

7. Выберите все правильные варианты ответов

Имеется три маятника: математический, пружинный, физический. Укажите для каждого маятника выражение, которое позволяет рассчитать его период колебаний.

А) $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

Б) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

В) $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Г) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$

Д) $2\pi\sqrt{\frac{J}{mgl}}$

Правильный ответ: В, А, Д

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

Задания закрытого типа на установление соответствия

1. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

	Физическое уравнение		Математическое выражение
1)	дифференциальное уравнение гармонических колебаний	А)	$\ddot{q} + 2\beta\dot{q} + \omega_0^2 q = \frac{\varepsilon_0}{L} \cos\Omega t$
2)	дифференциальное уравнение затухающих колебаний	Б)	$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0.$
3)	дифференциальное уравнение вынужденных колебаний	В)	$\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 x = 0.$
4)	дифференциальное уравнение вынужденных электромагнитных колебаний	Г)	$\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 x = f_0 \cos(\omega t)$

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	В	Г	А

Компетенции (индикаторы): ПК-1

2. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

	Физическая величина		Математическое выражение
1)	Период колебаний	А)	$\varphi = (\omega t + \varphi_0).$

2)	Частота колебаний	Б)	$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$
3)	Угловая или циклическая частота	В)	$T = \frac{t}{N},$
4)	Фаза колебаний	Г)	$\nu = \frac{N}{t}$

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	Г	Б	А

Компетенции (индикаторы): ПК-1

3. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

	Физическая величина		Математическое выражение
1)	Скорость продольных волн в изотропной твердой среде	А)	$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{\mu}}$
2)	Скорость поперечных волн в изотропной твердой среде	Б)	$v = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$
3)	Скорость звуковых волн в газе	В)	$v = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$
4)	Скорость поперечных волн в натянутой струне	Г)	$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$

Правильный ответ:

1	2	3	4
Г	В	А	Б

Компетенции (индикаторы): ПК-1

4. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

	Физическая величина		Математическое выражение
1)	Дифференциальное уравнение свободных незатухающих электромагнитных колебаний	А)	$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}},$
2)	Дифференциальное уравнение свободных затухающих электромагнитных колебаний	Б)	$\ddot{q} + 2\beta\dot{q} + \omega_0^2 q = \frac{\varepsilon_0}{L} \cos \Omega t$
3)	Дифференциальное уравнение вынужденных электромагнитных колебаний	В)	$\ddot{q} + \omega_0^2 q = 0,$
4)	Частота затухающих колебаний	Г)	$\ddot{q} + 2\beta\dot{q} + \omega_0^2 q = 0$

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	Г	Б	А

Компетенции (индикаторы): ПК-1

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. Расположите электромагнитные волны в порядке возрастания их длин.

- А) Световые
- Б) Радиоволны
- В) Рентгеновские
- Г) Ультрафиолетовые
- Д) Инфракрасные

Правильный ответ: В, Г, А, Д, Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

1. *Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

Колебания, которые происходят в системе, предоставленной самой себе после того, как ей был сообщен толчок, либо она была выведена из положения равновесия называются _____.

Правильный ответ: собственными

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)

2. *Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

_____ называются колебания, в процессе которых колеблющаяся система подвергается внешнему периодически изменяющемуся воздействию.

Правильный ответ: Вынужденными

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

3. *Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

_____ – безразмерная величина, количественная характеристика быстроты затухания колебаний, численно равная натуральному логарифму отношения двух следующих друг за другом амплитуд и в одну и ту же сторону.

Правильный ответ: Логарифмический декремент затухания

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

4. *Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

_____ – безразмерная физическая величина, характеризующая убыль энергии за период и равная произведению 2π на отношение энергии $W(t)$ колебаний системы в произвольный момент времени t к убыли этой энергии за один период T .

Правильный ответ: Добротность колебательной системы

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. *Напишите пропущенное слово (словосочетание).*

Векторная физическая величина, численно равная энергии, переносимой за единицу времени через единичную площадку, расположенную перпендикулярно направлению распространения волны называется _____.

Правильный ответ: плотностью потока энергии / вектором Умова

Компетенции (индикаторы): ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4)

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

Материальная точка совершает гармонические колебания согласно закону $x = 0,2 \cos(\pi t + \pi/3)$, м. Определите: 1) период T колебания; 2) максимальную скорость $v_{\max}$ точки.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Решение. Уравнение гармонических колебаний имеет вид $x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$. Следовательно, амплитуда $A = 0,2$ м, циклическая частота $\omega = \pi$. Период колебаний связан с частотой соотношением $T = \frac{2\pi}{\omega}$. Таким образом

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\pi} = 2 \text{ с.}$$

Скорость точки $v = dx/dt = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$, где $v_{\max} = A\omega$ – амплитуда скорости. Подставляем значения

$$v_{\max} = A\omega = 0,2 \cdot \pi = 0,628 \text{ м/с.}$$

Ответ: 1) $T = 2$ с; 2) $v_{\max} = 0,628$ м/с.

Критерии оценивания:

- уравнение гармонических колебаний;
- определение скорости точки при гармонических колебаниях;
- связь параметров гармонических колебаний

Компетенции (индикаторы): ОПК-1, ПК-1

2. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

При увеличении массы груза, подвешенного к упругой пружине, на $\Delta m = 800$ г период колебаний груза увеличивается в три раза. Определите массу первоначального груза, подвешенного к пружине.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Решение. Период колебаний пружинного маятника $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, где m – масса тела, k – жесткость пружины. Пусть $m_2 = m + \Delta m$. Тогда период колебаний будет равен $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m + \Delta m}{k}}$. По условию $\frac{T_2}{T} = n$. Таким образом запишем

$$\frac{T_2}{T} = \sqrt{\frac{m + \Delta m}{m}} = n, \text{ откуда } \frac{m + \Delta m}{m} = n^2. \text{ После преобразований получим}$$

$$m(n^2 - 1) = \Delta m, \text{ откуда } m = \Delta m / (n^2 - 1) = \Delta m / 8 = 100 \text{ г.}$$

Ответ: $m = \Delta m / 8 = 100$ г.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1, ПК-1

3. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

Амплитуда затухающих колебаний маятника за время $t_1 = 1$ мин уменьшилась в $n_1 = 3$ раза. За какое время t_2 , считая от начального момента, амплитуда этих колебаний уменьшится в $n_2 = 81$ раз?

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Решение. Амплитуда затухающих колебаний определяется формулой $a = a_0 e^{-\beta t}$. По условию $a_0 / a_1 = n_1$, $a_0 / a_2 = n_2$. Таким образом получим $n_1 = e^{\beta t_1}$, $n_2 = e^{\beta t_2}$. Логарифмируя эти выражения, получим $\ln n_1 = \beta t_1$, $\ln n_2 = \beta t_2$.

Исключая из этих выражений β , получим для t_2 формулу $t_2 = \frac{t_1 \ln n_2}{\ln n_1}$.

Подставим значения и вычислим $t_2 = \frac{t_1 \ln n_2}{\ln n_1} = 4$ мин.

$$\text{Ответ: } t_2 = \frac{t_1 \ln n_2}{\ln n_1} = 4 \text{ мин.}$$

Компетенции (индикаторы): ОПК-1, ПК-1

4. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

Электрический заряд на обкладках конденсатора в колебательном контуре изменяется по закону $q = 10 \cos 100\pi t$, мкКл. Определите максимальную энергию магнитного поля $W_{\max}^m$ в катушке, если ее индуктивность $L = 0,5$ Гн.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Решение. Определим силу тока в колебательном контуре

$$I = \frac{dq}{dt} = -1000\pi \sin 100\pi t = -I_{\max} \sin 100\pi t,$$

где $I_{\max} = 1000\pi$ мкКл/с = $1 \cdot 10^{-3} \pi$ А.

Максимальная энергия магнитного поля в катушке $W_{\max}^m = \frac{LI_{\max}^2}{2}$.

Подставляем значения $W_{\max}^m = \frac{LI_{\max}^2}{2} = \frac{0,5 \text{ Гн} \cdot (10^{-3} \pi \text{ А})^2}{2} = 2,46$ мкДж.

Ответ: $W_{\max}^m = 2,46$ мкДж.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1, ПК-1

5. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

Волна распространяется в упругой среде со скоростью $v = 300$ м/с. Определите частоту ν колебаний, если минимальное расстояние Δx между двумя точками среды, фазы колебаний которых противоположны, равно 1 м.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Решение. Уравнение упругой волны

$$\xi(x, t) = A \cos \left[\omega \left(t - \frac{x}{v} \right) + \varphi_0 \right]$$

Фаза колебаний точки с координатой x в момент времени t определяется выражением $\varphi = \left[\omega \left(t - x/v \right) + \varphi_0 \right]$. Тогда разность фаз для точек, отстоящих на расстоянии Δx определится формулой $\Delta \varphi = \frac{\omega}{v} \Delta x$ или

$$\Delta \varphi = \frac{2\pi\nu}{v} \Delta x. \quad (1)$$

Если фазы колебаний противоположны, то минимальная разность фаз будет равна π . Подставляя это значение в формулу (1), получим для частоты выражение

$$\nu = \frac{v}{2\Delta x}.$$

Вычисляем $\nu = \frac{\nu}{2\Delta x} = \frac{300 \text{ м/с}}{2 \cdot 1 \text{ м}} = 150 \text{ с}^{-1} = 150 \text{ Гц}$.

Компетенции (индикаторы): ОПК-1, ПК-1

6. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

Электромагнитная волна с частотой $\nu = 10 \text{ МГц}$ переходит из немагнитной среды с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 3$ в вакуум. $\mu = 1$. Определите приращение ее длины волны.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Решение. Скорость электромагнитной волны в среде определяется формулой $\nu = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$, где $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}} = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ – скорость электромагнитной волны в вакууме.

Длина волны $\lambda = \frac{\nu}{\nu}$. В вакууме $\lambda_2 = \frac{c}{\nu}$, в среде $\lambda_1 = \frac{c}{\nu\sqrt{\varepsilon\mu}}$. Приращение

длины волны при переходе из среды в вакуум $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = \frac{c}{\nu} - \frac{c}{\nu\sqrt{\varepsilon\mu}}$, или

$$\Delta\lambda = \frac{c}{\nu} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}} \right) = 12,7 \text{ м}.$$

Ответ: $\Delta\lambda = \frac{c}{\nu} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}} \right) = 12,7 \text{ м}$

Компетенции (индикаторы): ОПК-1, ПК-1

7. Решите задачу. Приведите полное решение задачи.

В вакууме вдоль оси x распространяется электромагнитная волна, имеющая амплитуду напряженности магнитного поля $H_0 = 0,05 \text{ А/м}$. Определить амплитуду E_0 напряженности электрического поля, среднюю плотность энергии волны $\langle w \rangle$.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Решение. Волна распространяется в вакууме, поэтому $\varepsilon = 1, \mu = 1, v_\phi = c$.

Из связи между E_0 и H_0 ($\mu\mu_0 H_0^2 = \varepsilon\varepsilon_0 E_0^2$) находим

$$E_0 = \sqrt{\frac{\mu\mu_0}{\varepsilon\varepsilon_0}} H_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} H_0 = 120\pi H_0 = 18,84 \frac{\text{В}}{\text{м}}.$$

Объёмная плотность энергии

$$w = \frac{1}{2} \varepsilon \varepsilon_0 E^2 + \frac{1}{2} \mu \mu_0 H^2 = \mu \mu_0 H^2 = \mu_0 H^2,$$

$$H = H_0 \sin(\omega t - kx),$$

Поэтому средняя плотность энергии волны

$$\langle w \rangle = \mu_0 H_0^2 \langle \sin^2(\omega t - kx) \rangle,$$

$$\text{где } \langle \sin^2(\omega t - kx) \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T \sin^2 \varphi(t) dt = \frac{1}{2}.$$

Таким образом

$$\langle w \rangle = \mu_0 H_0^2 \langle \sin^2(\omega t - kx) \rangle = \frac{1}{2} \mu_0 H_0^2,$$

Подставив численные значения, имеем:

$$\langle w \rangle = \frac{1}{2} \mu_0 H_0^2 = 1,57 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}.$$

$$\text{Ответ: } E_0 = 120\pi H_0 = 18,84 \frac{\text{В}}{\text{м}}; \langle w \rangle = \frac{1}{2} \mu_0 H_0^2 = 1,57 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}.$$

Компетенции (индикаторы): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ПК-1 (ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1-3, ПК-1-4)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Колебания и волны» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической
комиссии института технологий и
инженерной механики



Ясуник С.Н.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)