

# Семинар 13

- Механические волны

## Задача 13.1

*Поперечная волна распространяется вдоль упругого шнура со скоростью  $v=15$  м/с. Период  $T$  колебаний точек шнура равен 1,2 с, амплитуда  $A=2$  см. Определить:*

- 1) длину волны  $\lambda$ ;*
- 2) фазу  $\varphi$  колебаний, смещение  $\xi$ , скорость  $\xi'$  и ускорение  $\xi''$  точки, отстоящей на расстоянии  $x=45$  м от источника волн в момент  $t=4$  с;*
- 3) разность фаз  $\Delta\varphi$  колебаний двух точек, лежащих на луче и отстоящих от источника волн на расстояниях  $x_1=20$  м и  $x_2=30$  м.*

**Ответ:**  $\lambda = 18$  м;  $\varphi = 5,24$  рад  $= 300^\circ$ ;  $\xi = 1$  см;  $\xi' = 9$  см/с ;  $\xi'' = 27,4$  см/с<sup>2</sup>;  $\Delta\varphi = 3,49$  рад  $= 200^\circ$

### Задача 13.2

Показать, что выражение  $\xi(x,t) = A \cos(\omega t - kx)$  удовлетворяет волновому уравнению  $\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}$  при условии, что  $\omega = kv$ .

### Задача 13.3

*Плоская звуковая волна возбуждается источником колебаний частоты  $\nu=200$  Гц. Амплитуда  $A$  колебаний источника равна 4 мм. Написать уравнение колебаний источника  $\xi(0, t)$ , если в начальный момент смещение точек источника максимально. Найти смещение  $\xi(x, t)$  точек среды, находящихся на расстоянии  $x=100$  см от источника, в момент  $t=0,1$  с. Скорость  $v$  звуковой волны принять равной 300 м/с. Затуханием пренебречь.*

**Ответ:**  $\xi(0, t) = A \cos(2\pi\nu t)$ ;  $\xi(x, t) = -2$  мкм

### Задача 13.4

*В однородной среде распространяется плоская упругая волна, описываемая уравнением  $\xi = a \exp(-\gamma x) \cdot \cos(\omega t - kx)$ . Положив  $\lambda = 1,00$  м и  $\gamma = 0,100$  м<sup>-1</sup>, найти разность фаз  $\Delta\varphi$  в точках, для которых отношение амплитуд смещения частиц среды  $\eta = 1,0100$ .*

**Ответ:**  $\Delta\varphi = 0,6$  рад

### Задача 13.5

*Источник звука частотой  $\nu = 18$  кГц приближается к неподвижно установленному резонатору, настроенному на акустическую волну длиной  $\lambda = 1,7$  см. С какой скоростью должен двигаться источник звука, чтобы возбуждаемые им звуковые волны вызвали колебания резонатора? Температура  $T$  воздуха равна 290 К.*

**Ответ:**  $U_{\text{ист}} = 36$  м/с

### Задача 13.6

*На оси  $x$  находятся приемник и источник звуковых колебаний с частотой  $\nu_0 = 2000$  Гц. Источник совершает гармонические колебания вдоль этой оси с круговой частотой  $\omega$  и амплитудой  $a = 50$  см. При каком значении  $\omega$  ширина частотного интервала, воспринимаемого неподвижным приемником, будет составлять  $\Delta\nu = 200$  Гц? Скорость звука  $v = 340$  м/с.*

**Ответ:**  $\omega = 34 \text{ с}^{-1}$