

ГУАП

КАФЕДРА № 3

ОТЧЕТ
ЗАЩИЩЕН С ОЦЕНКОЙ
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

ассистент
должность, уч. степень, звание

подпись, дата

М. Д. Рассыхаева
инициалы, фамилия

ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 10

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ЗВУКА В ВОЗДУХЕ

по курсу:

ФИЗИКА

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ

СТУДЕНТ гр. №

4326

подпись, дата

Г. С. Томчук
инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2023

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ
Лабораторная работа №10
Определение скорости звука в воздухе

Студент группы №

4326

№ группы

Тимошук О.С.

Фамилия, инициалы

Преподаватель каф. №

3

№ кафедры

Рассказова М.Д.

Фамилия, инициалы

Параметры приборов

Прибор	Тип	Предел измерений	Цена деления	Класс точности	Систематическая погрешность
Звуковой генератор	Г3-118	9990 Гц	1 Гц	-	0,5 Гц
Измерительная штанга (линейка)	-	77,6 см	1 см	-	0,5 см
Осциллограф	C1-67	-	-	-	-
Термометр	-	50°	1°	-	0,5°

Результаты измерений

$T = 26$ °C

	n	1	2	3	4	5
$v_1 = 1400$ Гц	$l_1, \text{ см}$	0	8,6	20	30,4	40,5
Изображение на осциллографе						
$v_2 = 1850$ Гц	$l_2, \text{ см}$	2	8,5	18,2	27,8	37,3
Изображение на осциллографе						
$v_3 = 2000$ Гц	$l_3, \text{ см}$	1	7,9	16,5	25,4	34,3
Изображение на осциллографе						
$v_4 = 2150$ Гц	$l_4, \text{ см}$	2,4	15	23,3	31,4	40,8
Изображение на осциллографе						

Дата «13» октября 2023 г.

Подпись студента

Подпись преподавателя

1. Цель работы: определение скорости распространения звуковых волн в воздухе.

2. Описание лабораторной установки

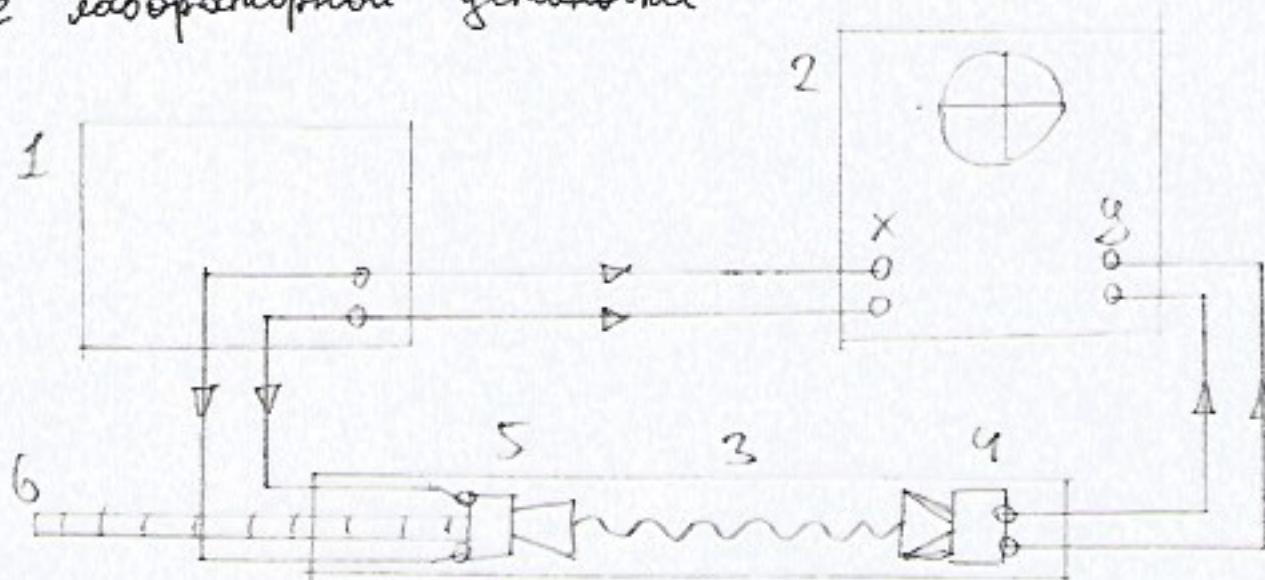


Рис. 3 - Блок-схема лабораторной установки.

1 - генератор
2 - осциллограф
3 - пульт пульса

4 - микрофон
5 - металлическая пластина
6 - линейка

Таблица 1 - Технические приборы

Прибор	Модель	Габариты измерений	ν_g	Класс точности	Сист. номинальные
Звуковой генератор	Г3-558	8880 Гц	1 Гц	-	0,5 Гц
Измерительная линейка	-	77,6 см	5 см	-	0,5 см
Оциллограф	О2-67	-	-	-	-
Генератор	-	50°	5°	-	0,5°

3. Рабочие формулы

$$\nu = \lambda \nu, \quad (1)$$

где ν — скорость звука в воздухе, λ — длина волны, ν — частота колебаний.

$$\nu_{\text{теор.}} = \sqrt{\frac{\gamma}{S} \cdot \frac{RT}{M}}, \quad (2)$$

где $\nu_{\text{теор.}}$ — теоретич. скорость звука в воздухе,

T — абсолютная температура, $M = 0,0281 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$ — молярная масса воздуха, $R = 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{К}\cdot\text{моль}}$ — универсальная газовая постоянная.

$$T(\text{K}) = t^{\circ}\text{C} + 273,15 \text{ K}, \quad (3)$$

где T — абсолютная температура (К), t — температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$).

4

$$\lambda = 2 \operatorname{tg} \vartheta, \quad (4)$$

где λ — длина волны, $\operatorname{tg} \vartheta$ — угловой коэф. $l(n)$

$$V_{cp.} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}, \quad (5)$$

где $V_{cp.}$ — среднее year. скорость звука, n — число измерений.

4. Регулирование измерений с вакуумом.

Таблица 2

$V_1 = 1400 \text{ m/s, cm}$	0	8,6	20	30,9	40,9
Угл. осн.					
$V_2 = 1850 \text{ m/s, cm}$	2	8,5	18,2	27,8	37,3
Угл. осн.					
$V_3 = 2000 \text{ m/s, cm}$	1	7,8	16,5	25,4	34,3
Угл. осн.					
$V_4 = 2350 \text{ m/s, cm}$	2,4	15	23,3	32,4	40,8
Угл. осн.					

$$t = 26^\circ\text{C}; T = 299,55 \text{ K}.$$

Таблица 3

Численно	$\operatorname{tg} \vartheta (\text{арк.чт.})$	λ, μ	$V, \text{ м/с}$
V_1	0,1023	0,2046	347,82
V_2	0,09	0,18	333
V_3	0,0879	0,1758	355,6
V_4	0,0848	0,1808	408,07

$$V_{cp} = 360,12 \text{ м/c}$$

$$V_{meop.} = 345,95 \text{ м/c}$$

5. Примеры вычислений

$$T_0 \text{ оп-е (1)} : \nu = 0,2046 \cdot 1400 \approx 287,82 \text{ м/c.}$$

$$T_0 \text{ оп-е (2)} : \sqrt{\nu_{meop.}} = \sqrt{\frac{4}{5} \cdot \frac{8,334 - 289,55}{0,0281}} \approx 345,95 \text{ м/c}$$

$$T_0 \text{ оп-е (3)} : T = 26 + 273,15 = 299,15 \text{ K.}$$

$$T_0 \text{ оп-е (4)} : \lambda = 2 \cdot 0,1023 = 0,2046 \mu.$$

$$T_0 \text{ оп-е (5)} : V_{cp} = \frac{347,82 + 333 + 351,6 + 408,07}{4} \approx 360,12 \text{ м/c.}$$

6. Вычисление погрешностей

$$\Theta_x = 2 \cdot \left(\frac{\theta_l}{l} + \frac{\theta_n''}{n} \right) = \frac{2 \cdot \theta_l}{l} \quad (\text{сист. погрешность линии волны})$$

$$\theta_l = 5 \sqrt{q}, \theta_n = 0, \theta_l = 0,002 \mu$$

$$\theta_{x_1} = 0,2046 \cdot \frac{0,002}{0,008} \approx 0,001 \mu$$

$$\theta_{x_2} = 0,18 \cdot \frac{0,002}{0,373} \approx 0,00083 \mu$$

$$\theta_{x_3} = 0,1758 \cdot \frac{0,002}{0,393} \approx 0,001 \mu$$

$$\theta_{x_4} = 0,1898 \cdot \frac{0,002}{0,408} \approx 0,00083 \mu$$

$$\theta_v = \nu \cdot \left(\frac{\theta_x}{x} + \frac{\theta_v}{v} \right) \quad (\text{сист. погрешность скорости})$$

$$\theta_{v_1} = 347,82 \cdot \left(\frac{0,002}{0,2046} + \frac{5}{1400} \right) \approx 2,72 \text{ м/c}$$

$$\theta_{v_2} = 333 \cdot \left(\frac{0,00083}{0,18} + \frac{5}{1850} \right) \approx 2,69 \text{ м/c}$$

$$\theta_{v_3} = 351,6 \cdot \left(\frac{0,001}{0,1758} + \frac{5}{2000} \right) \approx 2,88 \text{ м/c}$$

$$\theta_{v_4} = 408,07 \cdot \left(\frac{0,00083}{0,1898} + \frac{5}{2150} \right) \approx 2,95 \text{ м/c}$$

В расчете систем. погрешности возможное уменьшение при использовании 2 и $\sqrt{\nu}$:

$$\theta_{x_{cp}} = 0,001 \mu.$$

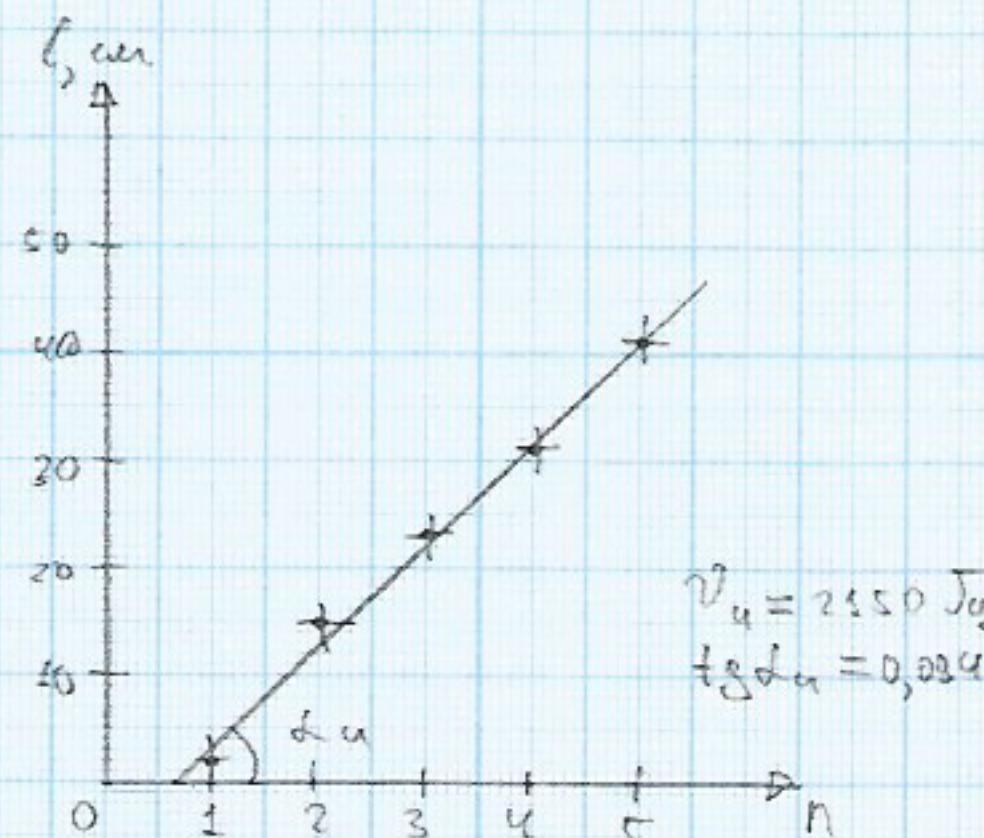
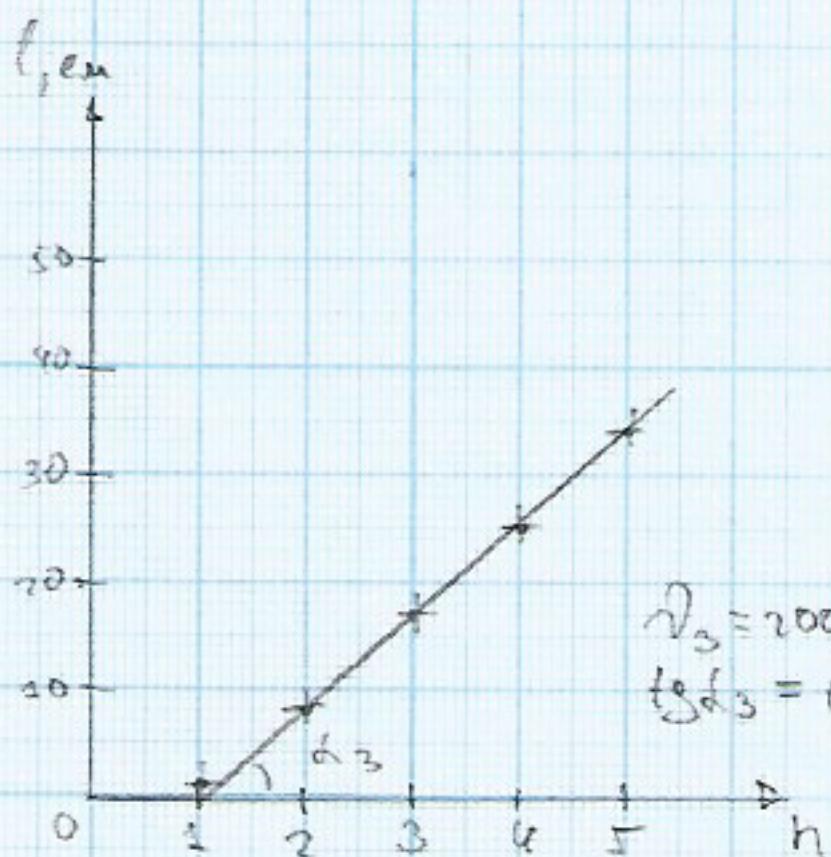
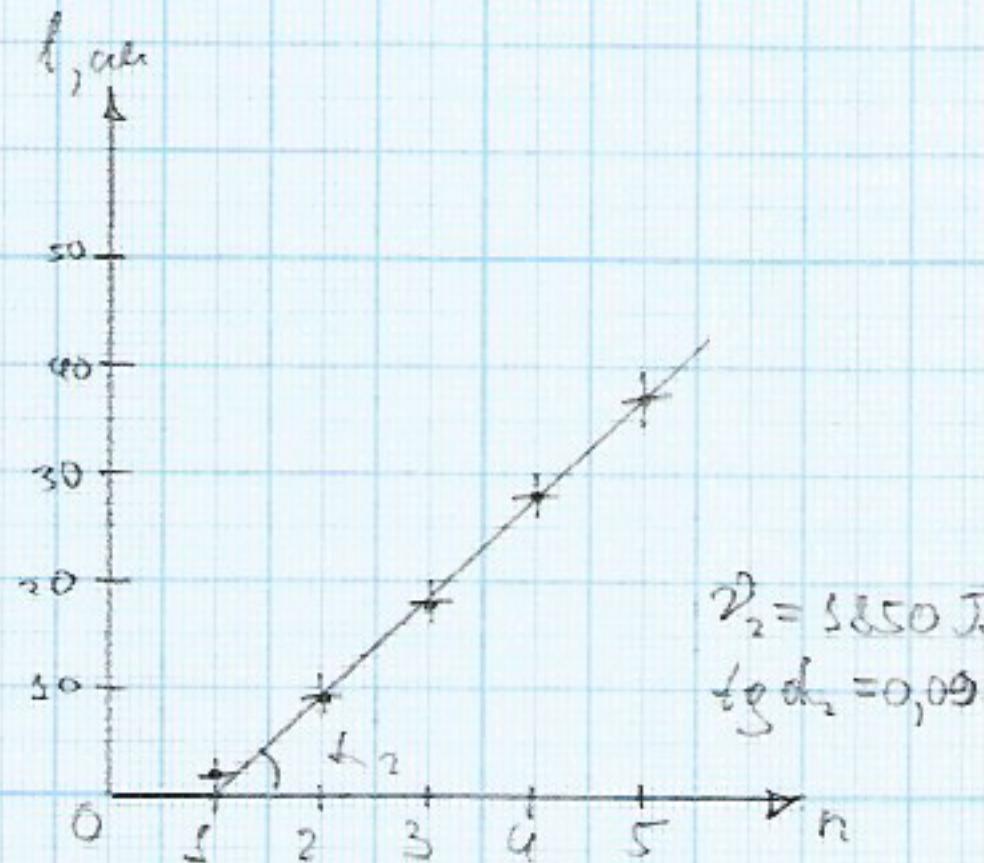
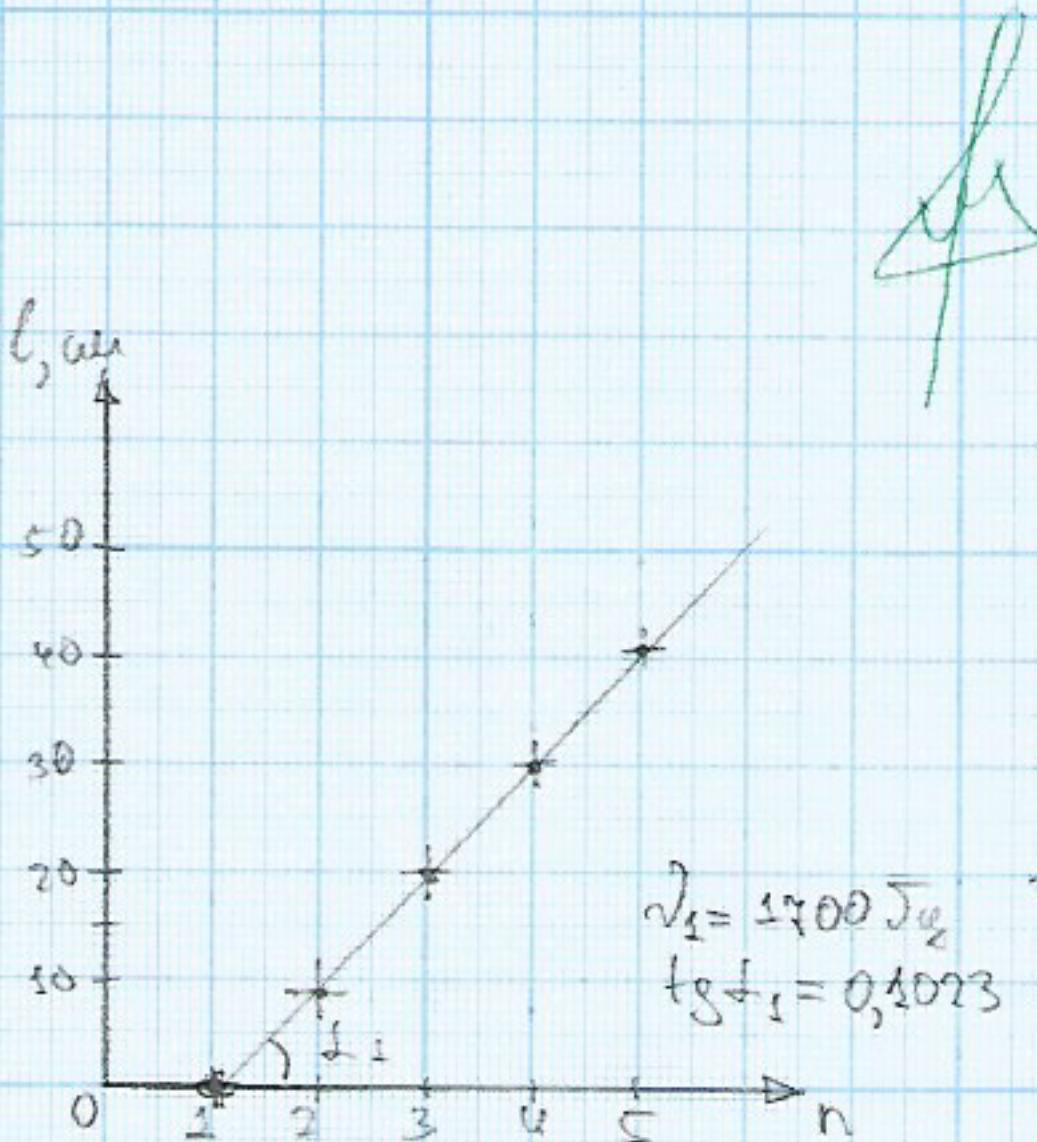
$$\theta_{v_{cp}} = 2,85 \text{ м/c.}$$

7. Выводы:

- Ознакомился с методом измерения скорости звука и научился экспериментально определять скорость звука в воде в воздухе.

$$\cdot V_{cp} = (360,12 \pm 2,95) \text{ м/c} ; V_{meop.} = 345,95 \text{ м/c}$$

- Экспериментальное определение скорости звука в пределах погрешности правильностью совпадает с теоретическими значениями \rightarrow ошибок при измерении звука.



$$\xi^{(x,t)} = \frac{k}{\rho} \sin(\omega t - \varphi x + \varphi) \cdot A$$