

Отчет по лабораторной работе 1.3.1  
Определение модуля Юнга на основе исследования  
деформаций растяжения и изгиба

Максим Осипов, Б03-504

01.10.2025

# 1 Аннотация

В данной лабораторной работе экспериментально исследуется зависимость между напряжением и деформацией для упругих тел с целью определения модуля Юнга. Работа состоит из двух частей. В первой части изучается деформация одноосного растяжения проволоки с использованием прибора Лермантова, где удлинение измеряется по углу поворота зеркальца. Во второй части исследуется деформация чистого изгиба балки, опирающейся на две призмы. Модуль Юнга определяется по величине прогиба её середины под действием известной нагрузки, приложенной в центре. Для расчёта используются измеренные геометрические параметры стержня и расстояние между опорами.

## 2 Теоретическая справка

### 2.1 Определение модуля Юнга по измерениям растяжения проволоки

Для определения модуля Юнга по измерениям растяжения используется прибор Лермантова. Верхний конец проволоки прикреплен к консоли, а нижний - к цилиндру шарнирного кронштейна. На этот цилиндр опирается рычаг, связанный с зеркальцем, что позволяет измерять удлинение проволоки по углу поворота зеркальца.

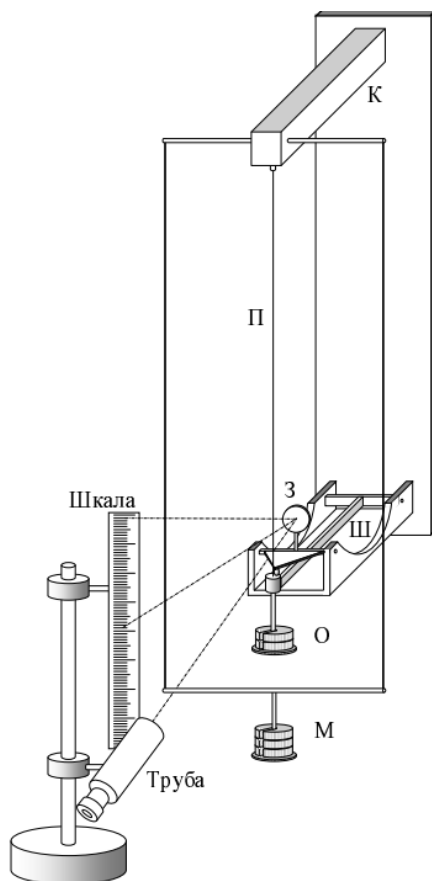


Рисунок 1: Прибор Лермантова

## 2.2 Определение модуля Юнга по измерениям изгиба

Для определения модуля Юнга по измерениям изгиба используется установка, состоящая из прочной стойки с опорными призмами А и В. На ребра призм опирается исследуемый стержень. В середине стержня на призме подвешена площадка с грузами. Стрелу прогиба измеряют с помощью индикатора.

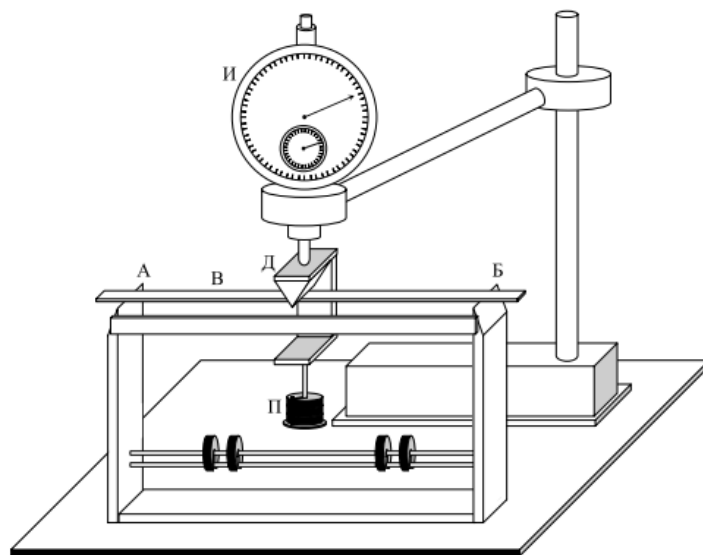


Рисунок 2: Схема установки

Модуль Юнга  $E$  материала стержня связан со стрелой прогиба  $y_{max}$  :

$$E = \frac{Pl^3}{4ab^3y_{max}}$$

где  $P$  - нагрузка, вызывающая прогиб стержня,  $l$  - расстояние между призмами А и В,  $a$  и  $b$  - ширина и высота сечения стержня.

### 3 Ход работы

#### 3.1 Определение модуля Юнга по измерениям изгиба

1.  $l_{AB} = l = 50$  см
2. Параметры балок

Table 1: Параметры балок, погрешность 0.01 см

Ш1 (дерево), см	T1, см	Ш2 (металл), см	T2, см	Ш3 (дерево2), см	T3, см
2.05	1.05	2.14	0.40	2.02	1.07
2.09	1.09	2.16	0.47	2.01	1.03
2.05	1.09	2.15	0.46	2.06	1.06
2.02	1.06	2.16	0.46	2.01	1.08
2.04	1.05	2.16	0.48	2.04	1.04
2.08	1.07	2.13	0.45	2.03	1.06
2.05	1.07	2.15	0.47	2.04	1.07
2.08	1.09	2.14	0.48	2.05	1.04
2.05	1.06	2.15	0.45	2.04	1.05
Средние значения					
2.06	1.07	2.15	0.46	2.03	1.06

#### 3. Зависимость прогиба от нагрузки

Table 2: Зависимость прогиба от нагрузки  
(возрастание нагрузки)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
0.0	0.0
4.526	0.58
9.458	1.25
14.144	1.93
18.873	2.61
23.817	3.27
28.73	4.02
33.737	4.52

Table 3: Зависимость прогиба от нагрузки  
(убывание нагрузки)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
33.737	4.52
28.73	4.01
23.817	3.3
18.873	2.66
14.144	1.97
9.458	1.37
4.526	0.68
0.0	0.0

Наблюдение: Балка вернулась в исходное положение

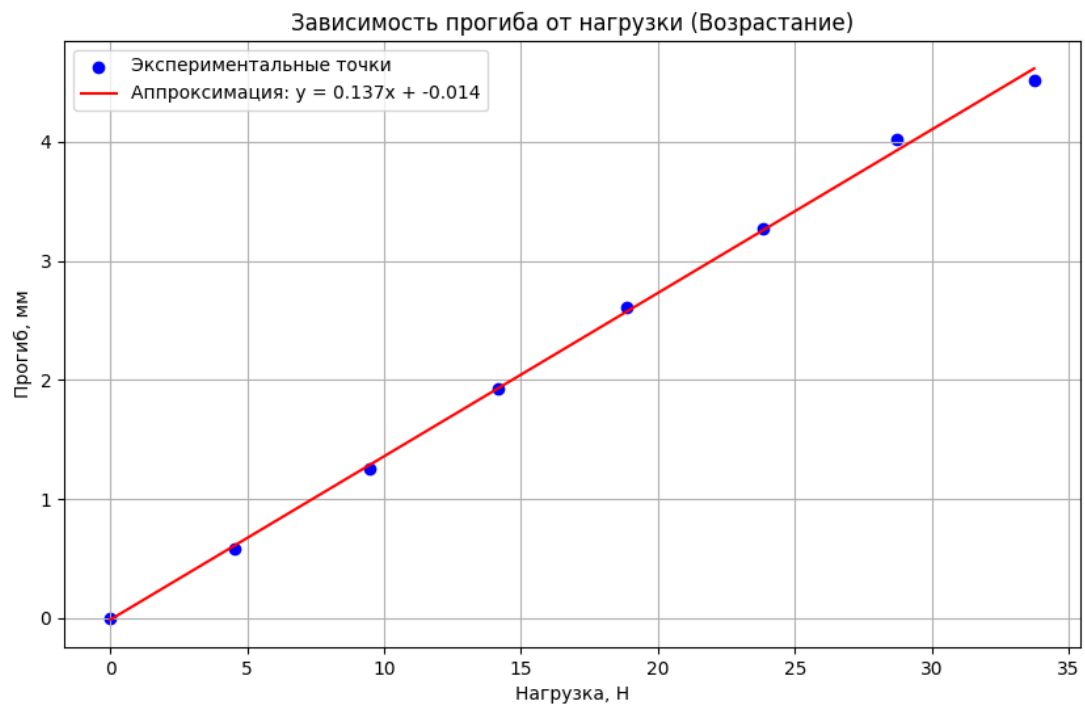


Рисунок 3: Коэффициент угла наклона (возрастание): 0.137; Модуль Юнга  $E = 19.04 \text{ ГПа}$

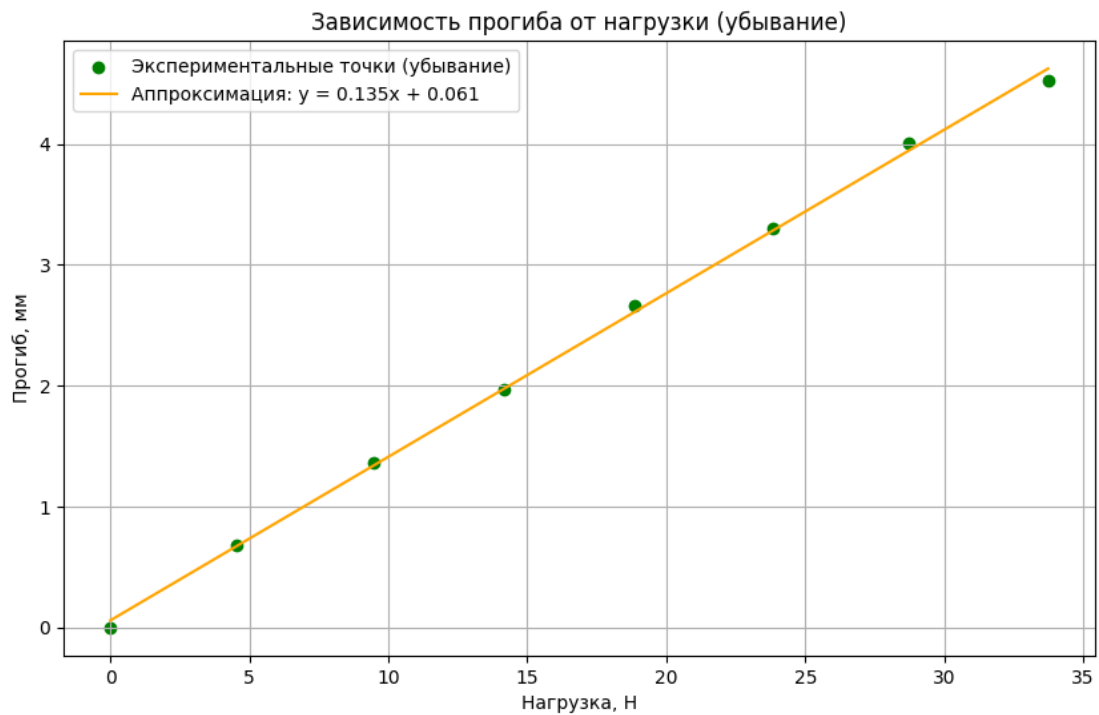


Рисунок 4: Коэффициент угла наклона (убывание): 0.135; Модуль Юнга  $E = 19.17 \text{ ГПа}$

#### 4.Зависимость прогиба от нагрузки (смещение 1,5 см)

Table 4: Зависимость прогиба от нагрузки  
(Возрастание нагрузки)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
0.0	0.0
4.585	0.69
9.516	1.37
14.089	2.0
19.022	2.7
24.035	3.41
28.561	4.0
33.474	4.7

Table 5: Зависимость прогиба от нагрузки  
(Убывание нагрузки)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
33.474	4.7
28.561	4.02
24.035	3.41
19.022	2.69
14.089	2.04
9.516	1.37
4.585	0.65
0.0	0.02

Наблюдение: При смещении точки приложения силы от центра прогиб балки немного увеличивается.

#### 5.Измерения для перевернутой балки

Table 6: Зависимость прогиба от нагрузки  
(Возрастание нагрузки)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
0.0	0.0
4.526	0.62
9.458	1.28
14.144	1.89
18.873	2.57
23.817	3.32
28.73	3.98
33.737	4.48

Table 7: Зависимость прогиба от нагрузки  
(Убывание нагрузки)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
33.737	4.49
28.73	3.97
23.817	3.26
18.873	2.63
14.144	1.94
9.458	1.35
4.526	0.65
0.0	0.02

Наблюдение: Результаты примерно такие же

#### 6.Измерения для других балок ДЛЯ МЕТАЛЛА:

Table 8: Зависимость прогиба от нагрузки  
(Возрастание, металл)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
4.574	1.1
9.504	2.22
14.03	3.41
18.962	4.49
23.648	5.67
28.234	6.75
32.962	7.84

Table 9: Зависимость прогиба от нагрузки  
(Убывание, металл)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
32.962	7.84
28.234	6.7
23.648	5.54
18.962	4.5
14.03	3.38
9.504	2.23
4.574	1.12
0.0	0.01

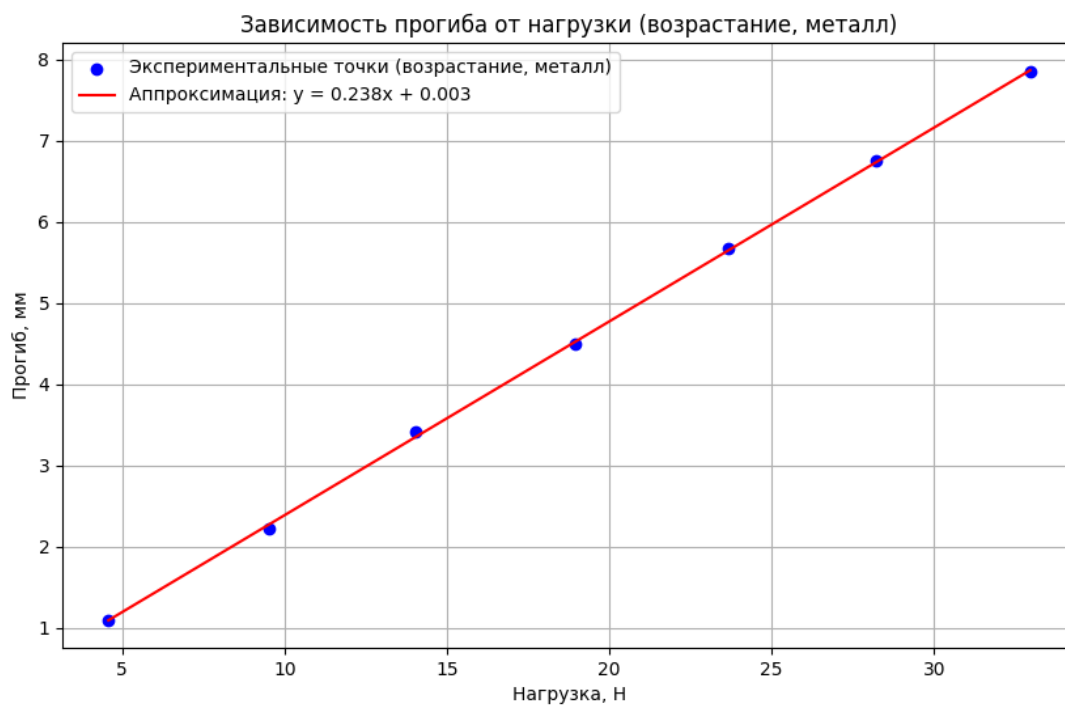


Рисунок 5: Коэффициент угла наклона (возрастание): 0.238; Модуль Юнга  $E = 62.7 \text{ ГПа}$

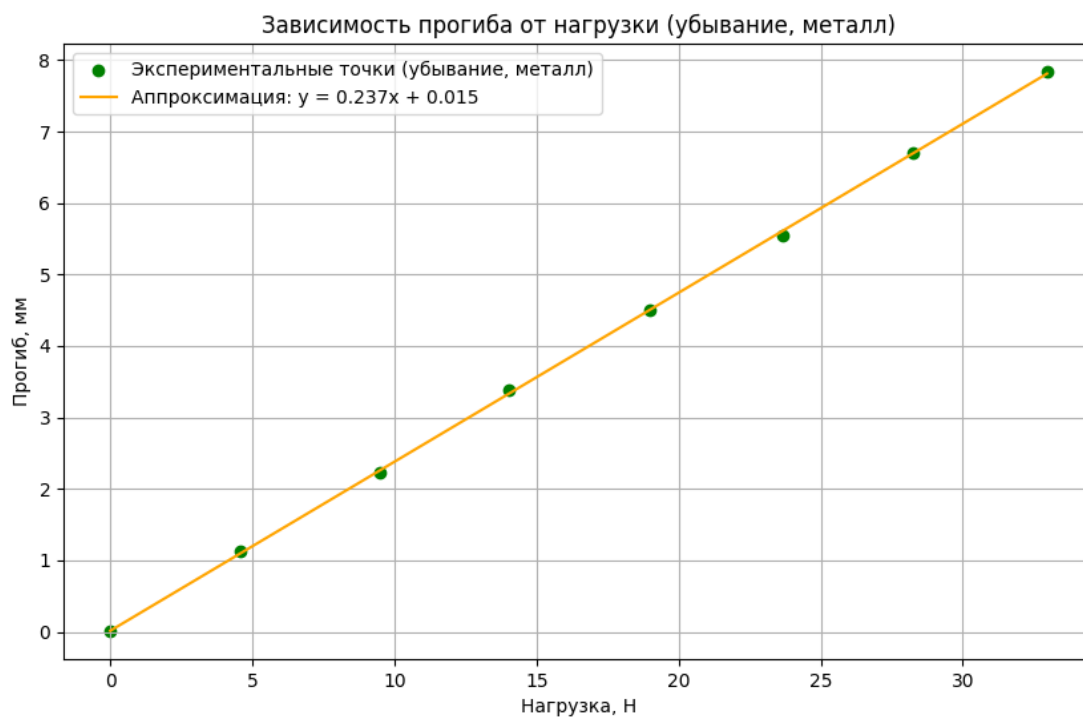


Рисунок 6: Коэффициент угла наклона (убывание): 0.237; Модуль Юнга  $E = 63.4 \text{ ГПа}$

Table 10: Зависимость прогиба от нагрузки (Возрастание, металл, для перевернутой балки)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
4.574	1.08
9.504	2.19
14.03	3.37
18.962	4.52
23.648	5.63
28.234	6.78
32.962	7.86

Table 11: Зависимость прогиба от нагрузки (Убывание, металл, для перевернутой балки)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
32.962	7.86
28.234	6.73
23.648	5.58
18.962	4.47
14.03	3.35
9.504	2.21
4.574	1.10
0.0	0.03

ДЛЯ ДРУГОЙ ДЕРЕВЯННОЙ БАЛКИ:

Table 12: Зависимость прогиба от нагрузки (Возрастание, дерево 2)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
4.574	0.65
9.099	1.27
13.685	1.85
18.413	2.45
23.112	3.12
28.032	3.81
32.962	4.45

Table 13: Зависимость прогиба от нагрузки (Убывание, дерево 2)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
32.962	4.45
28.032	3.73
23.1	3.15
18.413	2.54
13.685	1.91
9.099	1.23
4.574	0.59
0.0	0.02



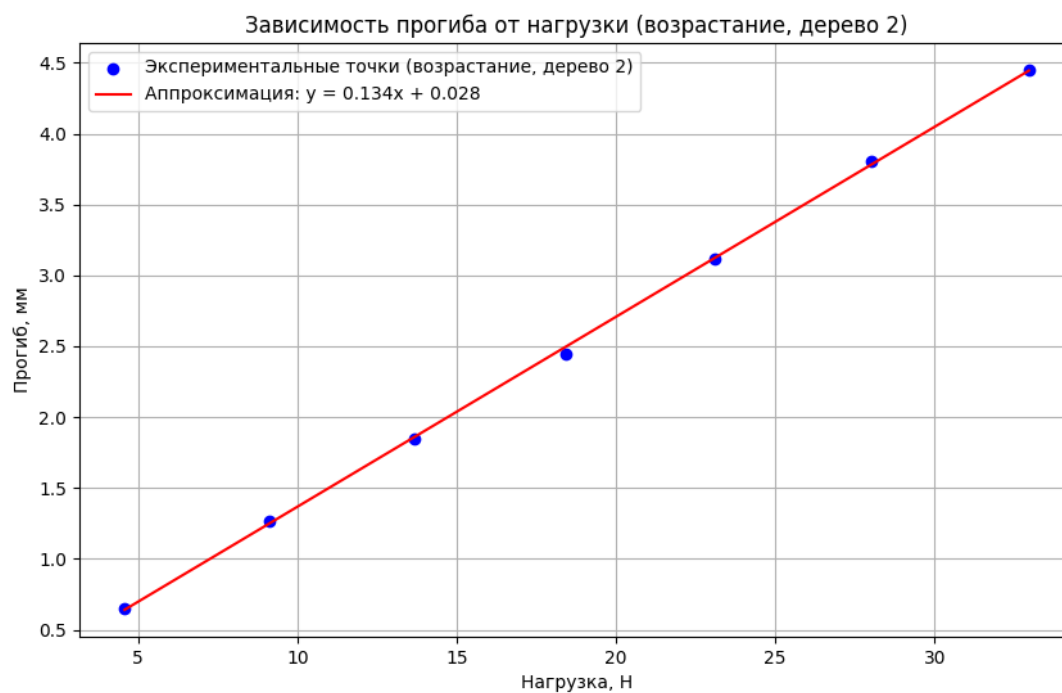


Рисунок 7: Коэффициент угла наклона (возрастание): 0.134; Модуль Юнга  $E = 19.65 \text{ ГПа}$

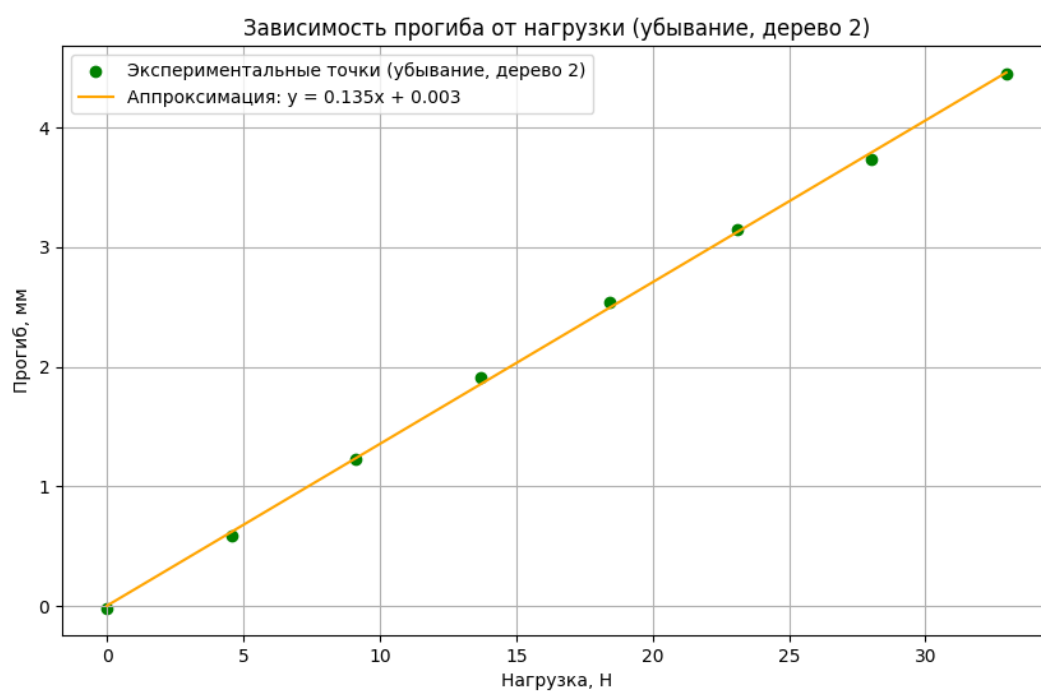


Рисунок 8: Коэффициент угла наклона (убывание): 0.135; Модуль Юнга  $E = 19.84 \text{ ГПа}$

Table 14: Зависимость прогиба от нагрузки (Возрастание, дерево 2, для перевернутой балки)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
4.574	0.63
9.099	1.25
13.685	1.88
18.413	2.48
23.112	3.09
28.032	3.77
32.962	4.42

Table 15: Зависимость прогиба от нагрузки (Убывание, дерево 2, для перевернутой балки)

Нагрузка, Н	прогиб, мм
32.962	4.42
28.032	3.75
23.1	3.12
18.413	2.51
13.685	1.87
9.099	1.21
4.574	0.61
0.0	-0.01

#### 8. Погрешности оборудования

Table 16: Оборудование

Прибор	Точность
Штангенциркуль	$\pm 0.05$ мм
Индикатор	$\pm 0.01$ мм
Рулетка	$\pm 5$ мм
Линейка	$\pm 0.5$ мм
Прибор Лермантова	$\pm 1$ мм

## 4 Вывод

Проведя ряд измерений, мы экспериментально получили зависимость между напряжением и деформацией. Учитывая погрешность измерений, полученные данные схожи с табличными.