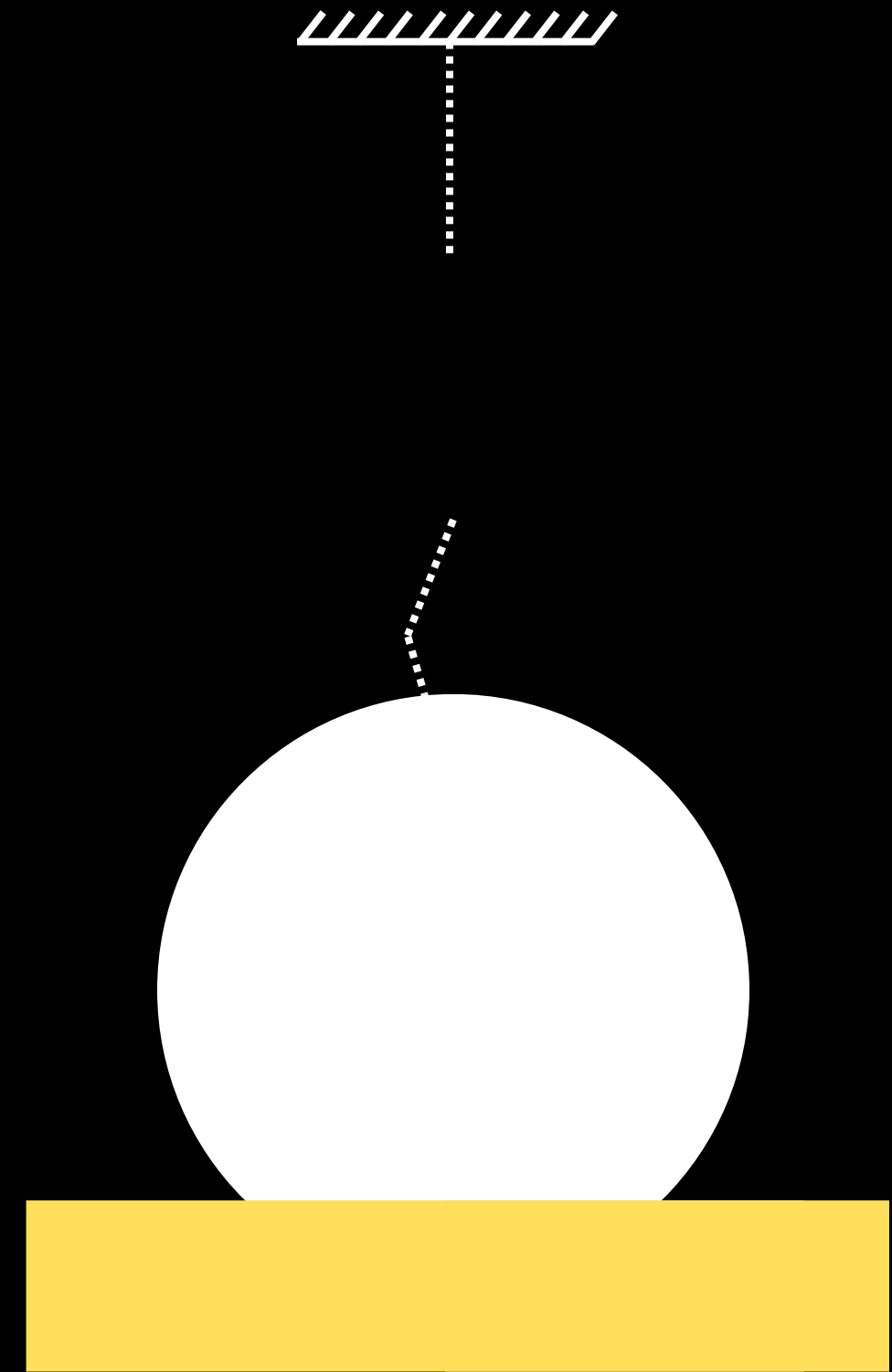


МФТИ

Исследование соударения резинового мяча с поверхностью

Казачков Андрей



**Какой модели
подчиняется
резиновый шар при
ударе?**



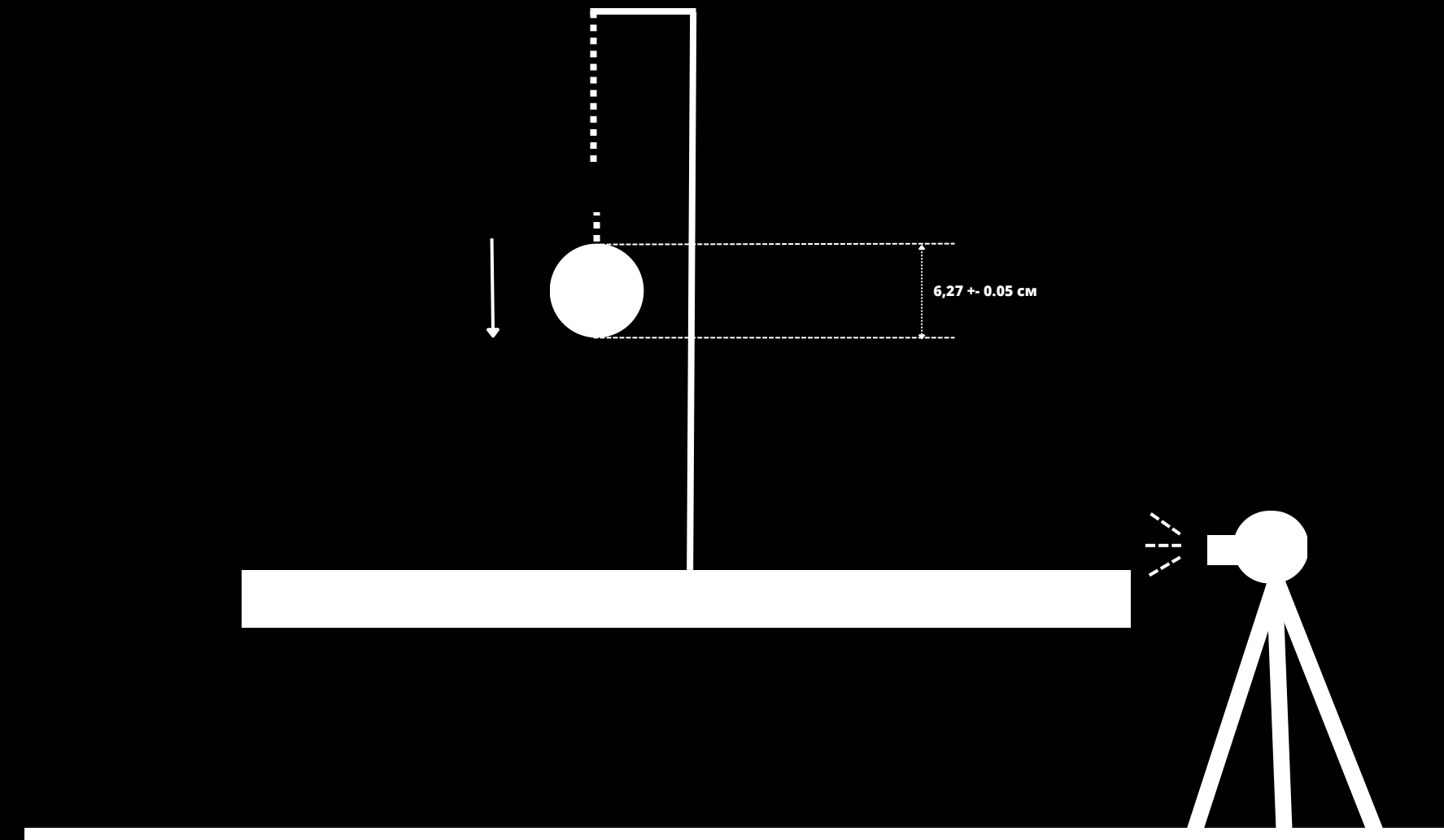
→ модели Герца?
→ модели Гука?

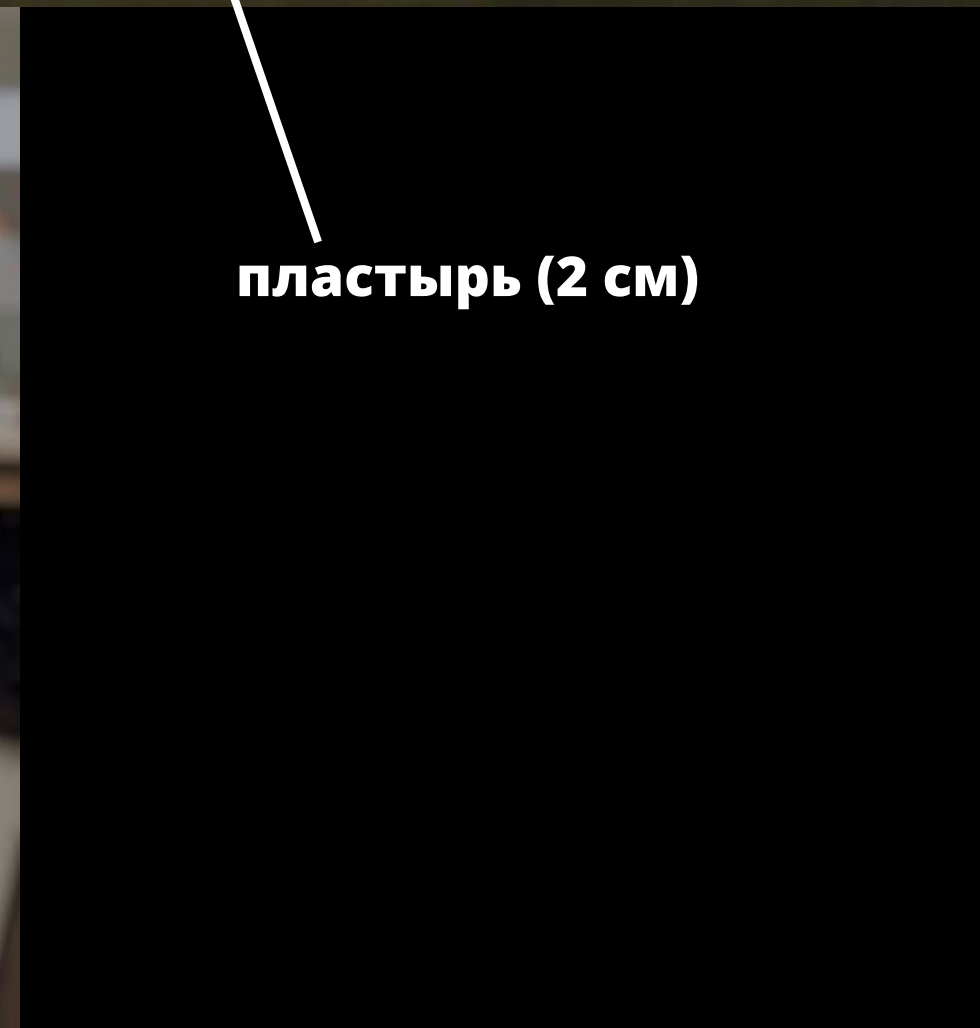
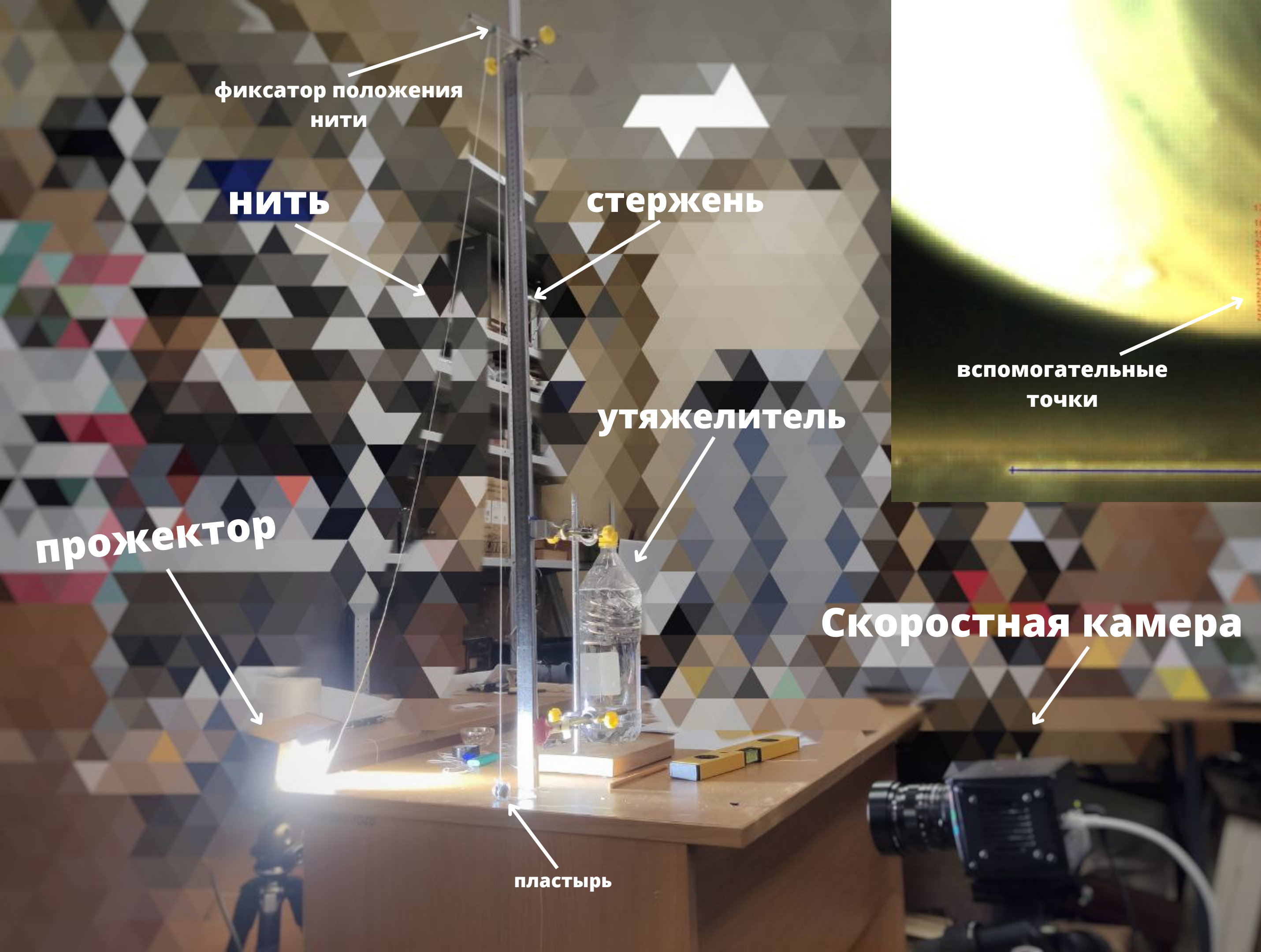
Исследуем

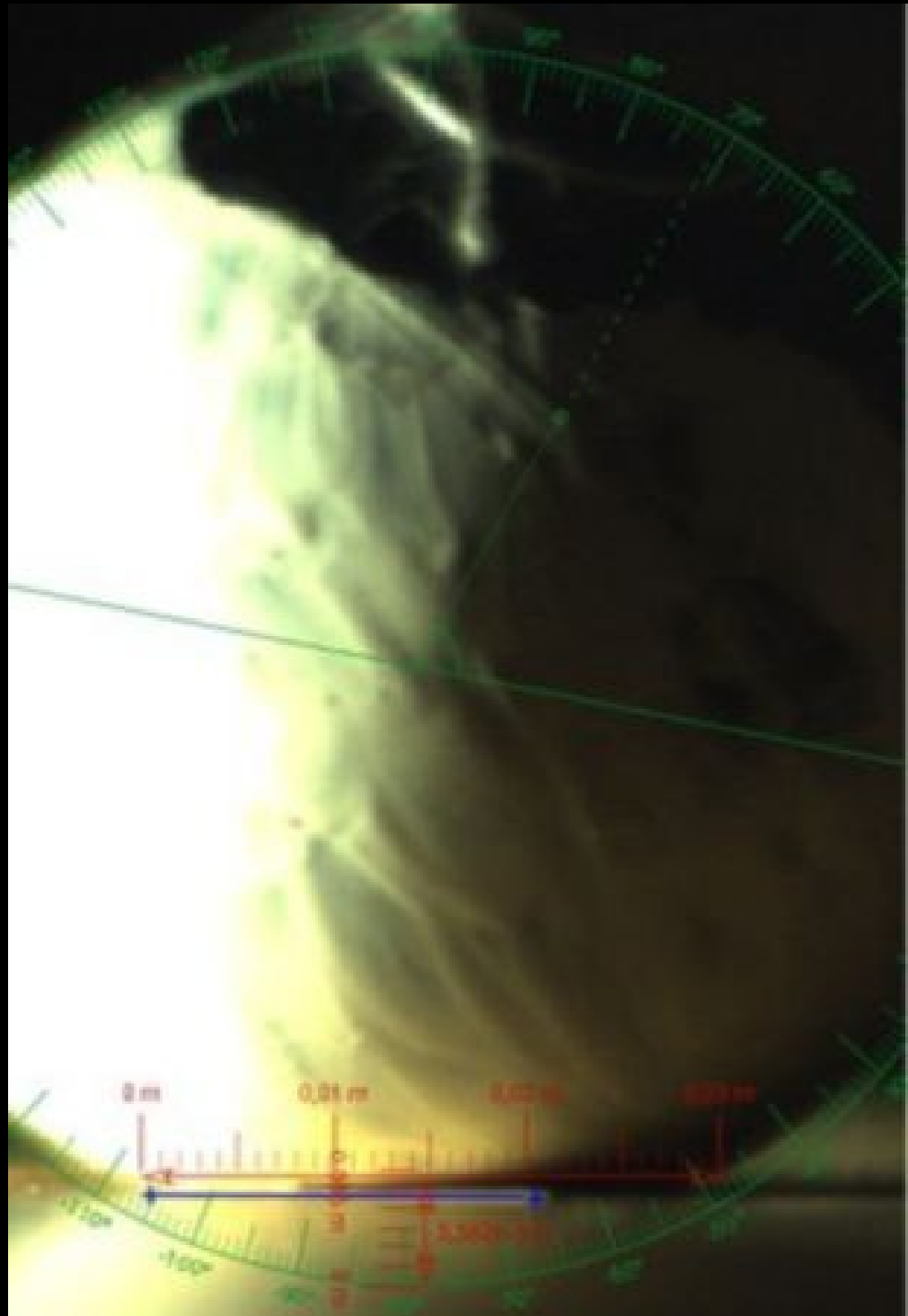
Экспериментальная установка

Экспериментальная установка

- **Фиксированное место падения;**
- **Шарик летит из состояния покоя;**
- **Твёрдая поверхность, о которую происходит удар;**
- **Место для камеры и прожектора;**







Момент максимальной деформации

Пренебрежение:

Такое
пренебрежение
позволяет нам не
учитывать
влияние силы
сопротивления
воздуха.



не учитываем потенциальную энергию
шарика в поле силы тяжести

$$g = 9,81 \text{ м/(с}^2\text{)}$$

$$h = 1.00 + 3.13 = 4.13 \text{ см}$$

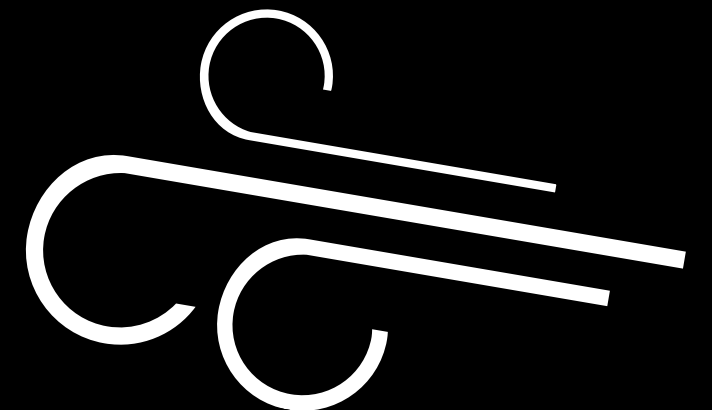
$$m = 0.144 \text{ кг}$$

$$V = 3 \text{ м/с}$$

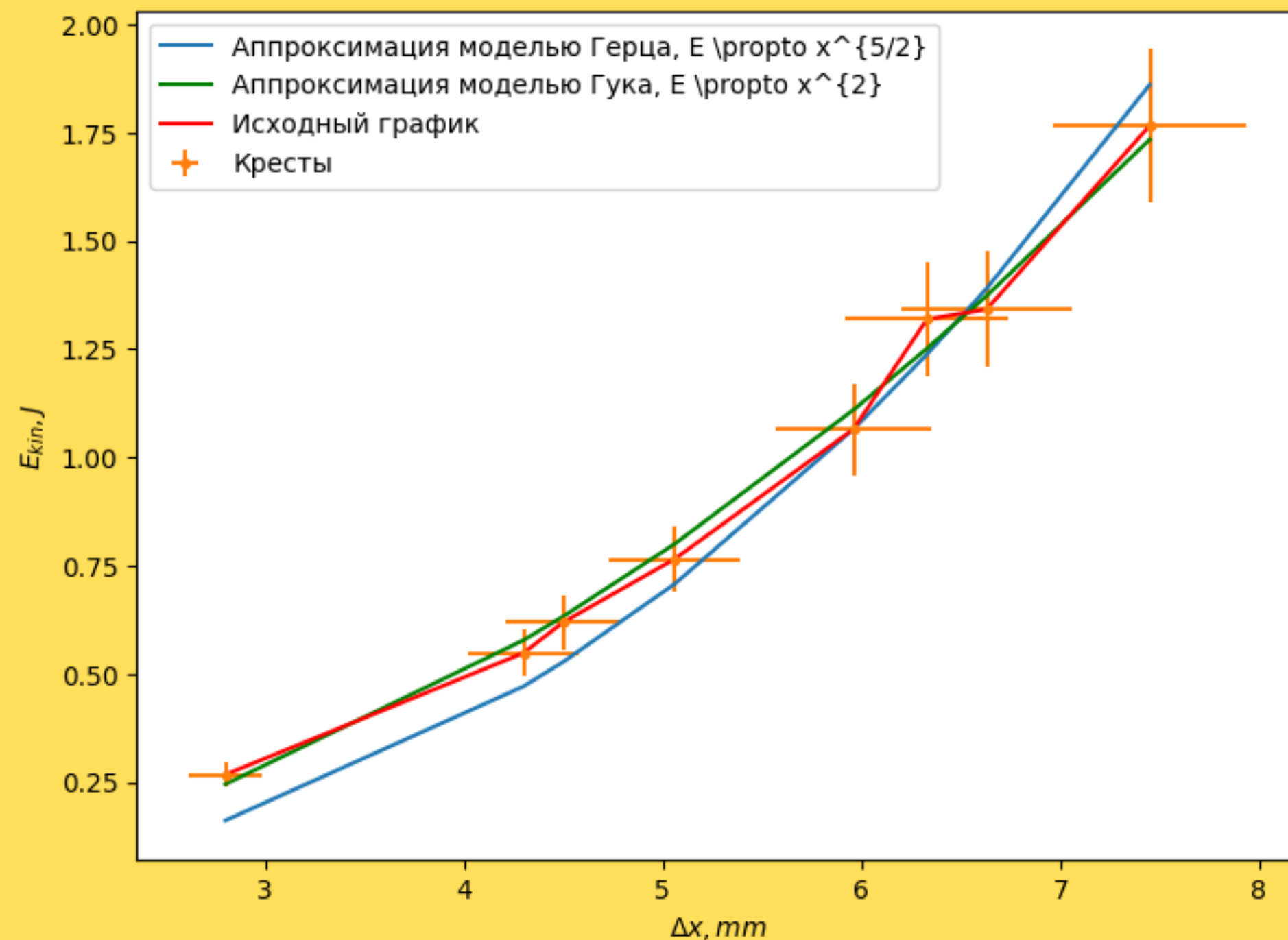
$$E_{\text{пот}} = 0.06 \text{ Дж}$$

$$E_{\text{кин}} = 0.648 \text{ Дж}$$

$$E_{\text{пот}} \ll E_{\text{кин}}$$



Обработка результатов эксперимента



Из графика видно, что наиболее точная аппроксимация экспериментальных точек удовлетворяет зависимости $y = k \cdot \Delta x^{(5/2)}$, где k - некоторая константа, характеризующаяся параметрами системы.

**В нашем случае $k = 0.012 \text{ J}/(\text{mm}^{(5/2)})$,
 $\varepsilon_{\text{кин}} = 10\%$,
 $\varepsilon_{\Delta x} = 6.5\%$**

Модель Герца для резинового шара верна

$$P = n \cdot \Delta x^{3/2} \quad E_{\text{def}} = n_1 \cdot \Delta x^{5/2}$$

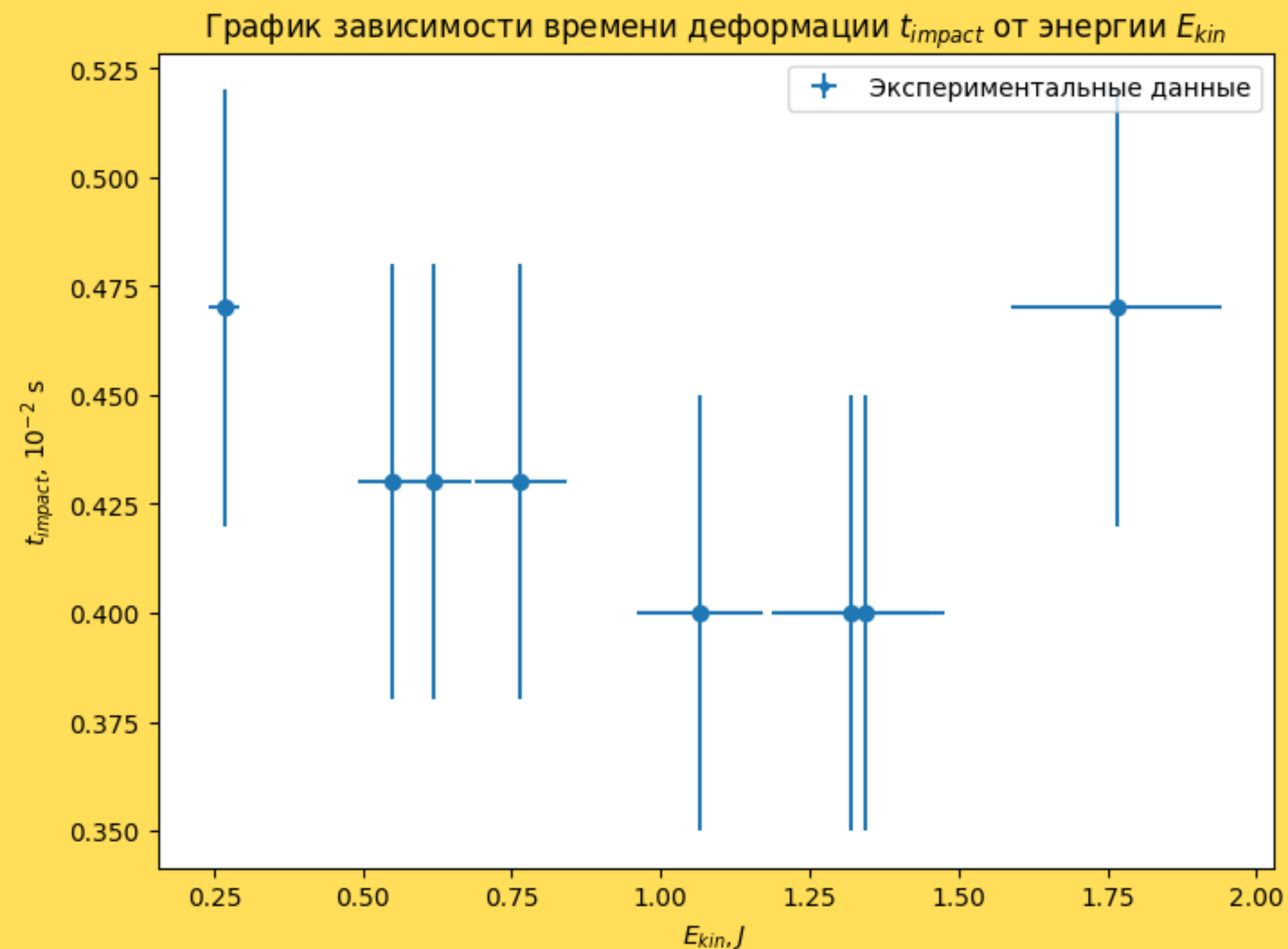
Согласно закону сохранения энергии $E_{\text{kin}} = E_{\text{def}}$ при максимальной деформации

$$E_{\text{kin}} = n_1 \cdot \Delta x^{5/2}$$

Время удара, согласно модели Герца, будет равно

$$t = \frac{2\alpha_1}{v} \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1 - x^{5/2}}}$$

где v - скорость шарика непосредственно перед началом деформации, α_1 - постоянный в процессе деформации коэффициент



Если положить $v \approx 3$ м/с, то
 $t_{теор} \approx 4.1$ ms,
 $t_{прак} \approx 4.3$ ms.
 $\varepsilon_t = 0.5$ ms.
Значения в пределах
погрешности совпадают.

ВЫВОД

Таким образом, модель Герца подходит для описания соударения резинового мяча с деревянной поверхностью.

Список используемой литературы

[1] Теория упругости, Тимошенко С.П., Гудьер Дж., Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука". 1975 г., стр. 576.

[2] Статья "Обобщённая модель удара Герца-Ханта-Кроссли" Г.К. Боровина и В.В. Лапшина. 2018 г, стр. 13.

Спасибо за внимание!