

Лабораторная работа № 8-1

**«Определение работы
выхода электронов из
металла и длины волны
красной границы
фотоэффекта»**

Цель работы:

Ознакомление с явлением внешнего фотоэффекта, проведение виртуального эксперимента по определению задерживающей разности потенциалов для разных длин волн света и ее зависимости от $(1/\lambda)$, вычисление **работы выхода** электронов и **длины волны красной границы** фотоэффекта для двух материалов фотокатода.

Внешний фотоэффект

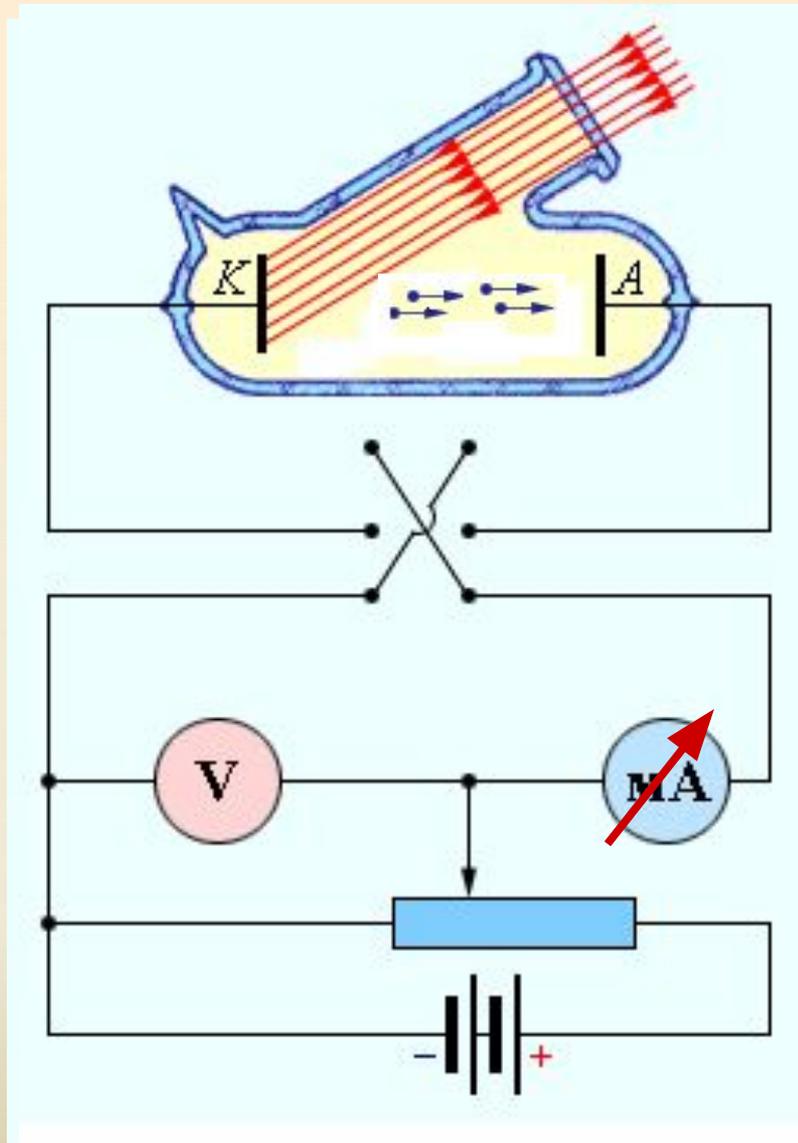


1887 г. Г. Герц

1888 г. А. Г. Столетов



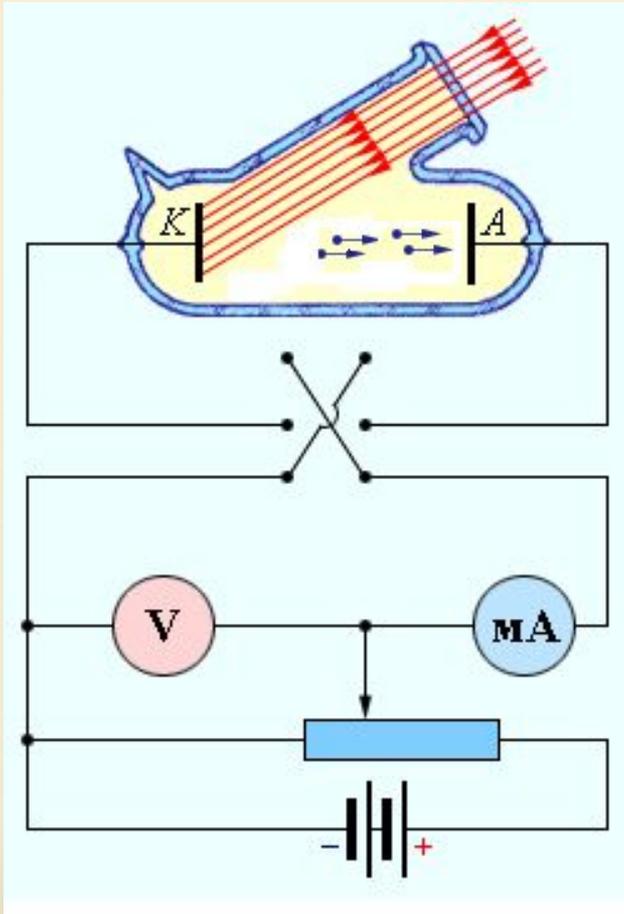
Внешний фотоэффект - явление испускания электронов металлами и полупроводниками под действием света.



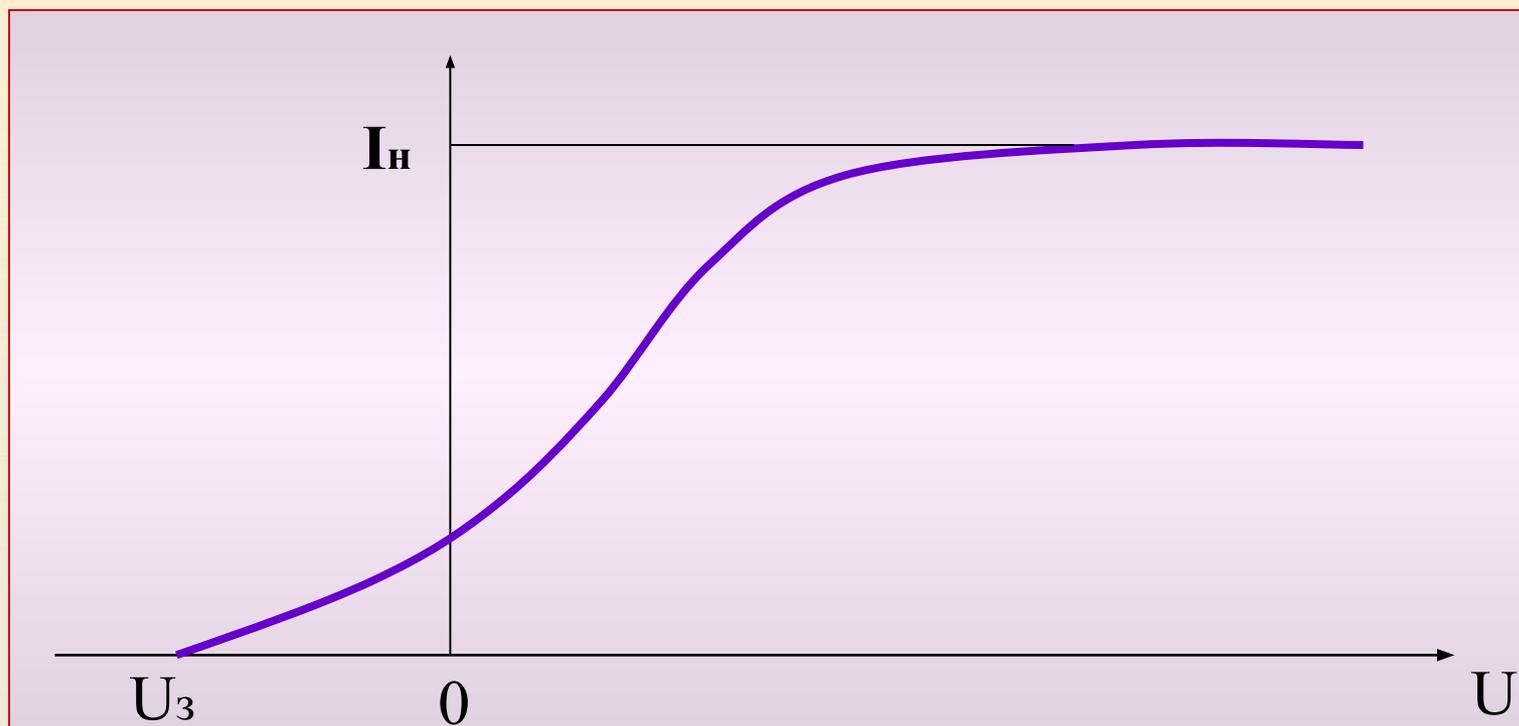
наиболее эффективно
ультрафиолетовое
излучение

вещество теряет только
отрицательные заряды

сила тока насыщения прямо
пропорциональна интенсив-
ности света



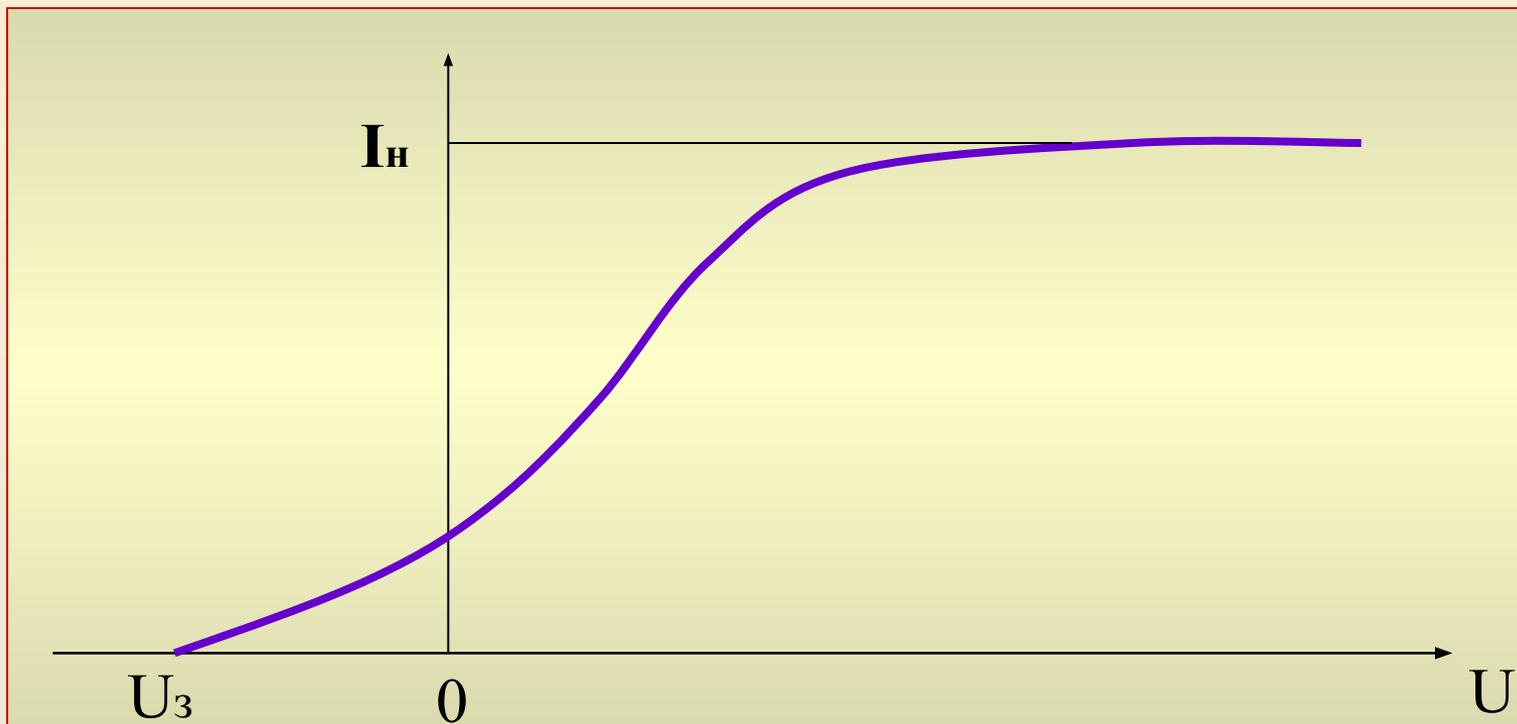
ВАХ фотоэлемента



I_H - фототок насыщения

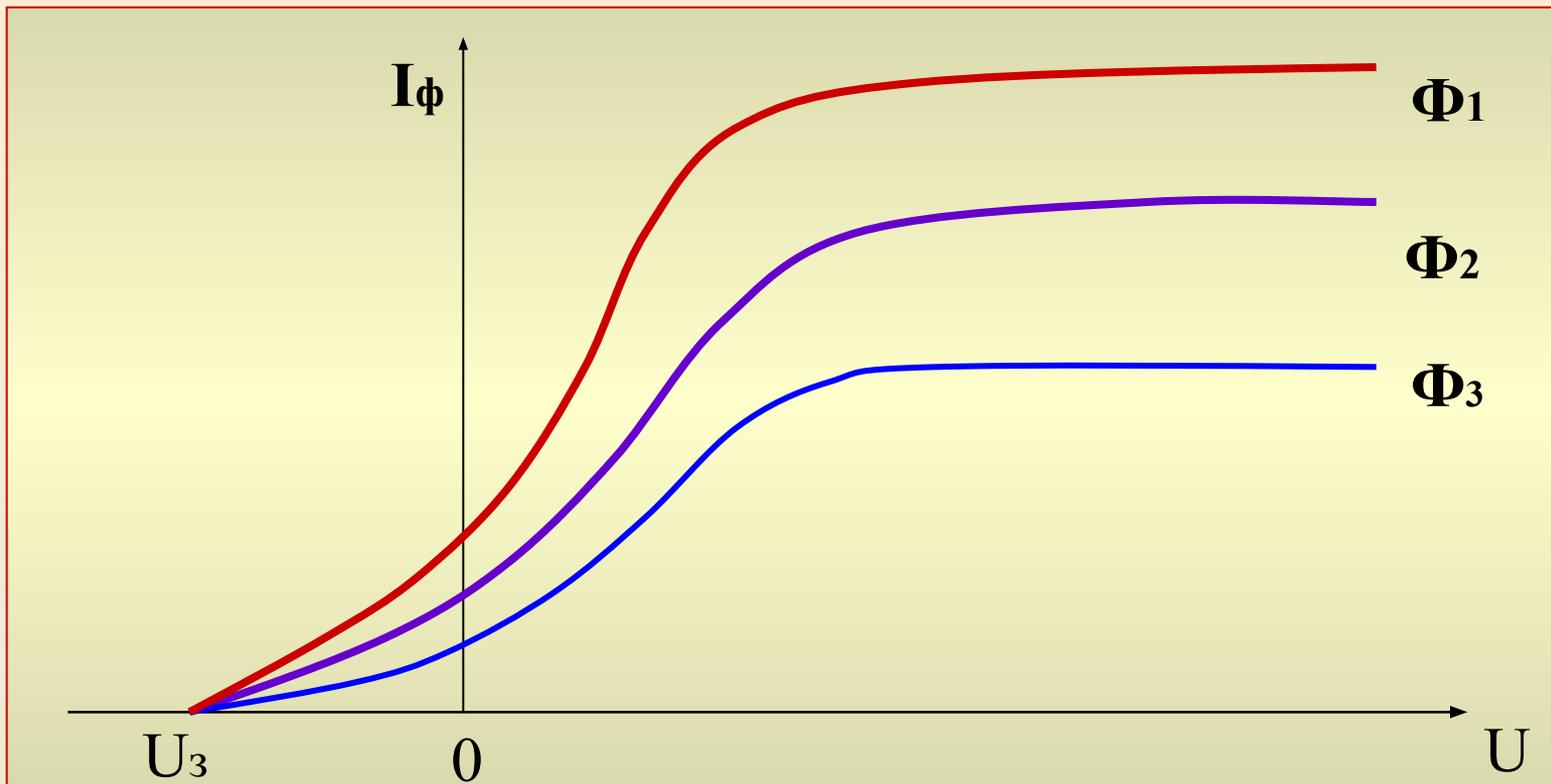
$$I_H = e \cdot n,$$

n — число электронов, испускаемых катодом в 1 с



задерживающее напряжение U_3 :

$$\frac{m \cdot v_{\max}^2}{2} = eU_3$$

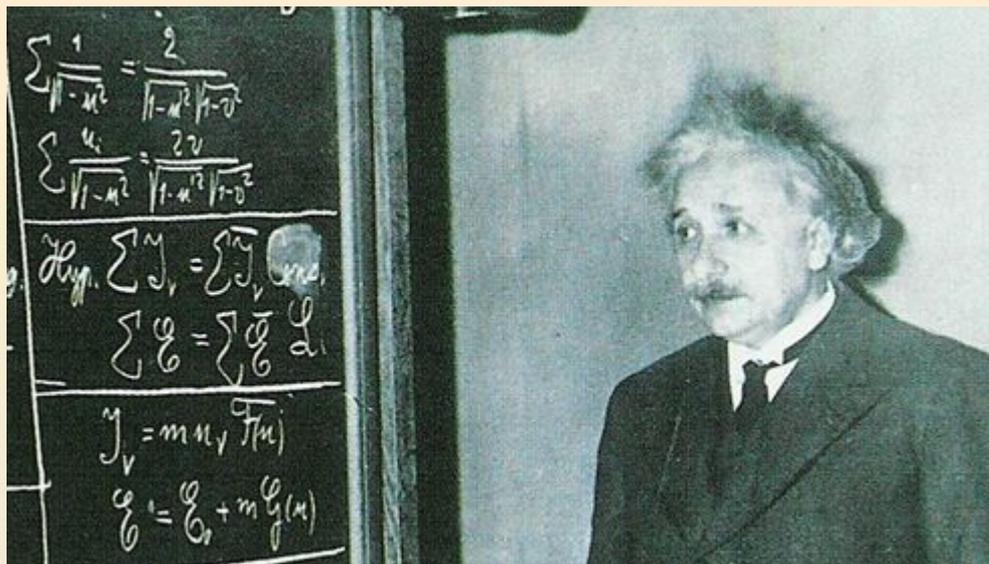


$$\Phi_1 > \Phi_2 > \Phi_3$$

Три закона внешнего фотоэффекта

1. При фиксированной частоте падающего света число фотоэлектронов, вырываемых из катода в единицу времени, пропорционально интенсивности света.
2. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света, а определяется только его частотой.
3. Для каждого вещества существует **красная граница** фотоэффекта, т. е. минимальная частота ν_k света при которой фотоэффект прекращается.

Квантовая теория фотоэффекта 1905 г.



Свет испускается, распространяется в пространстве и поглощается веществом отдельными порциями (квантами).

Распространение света - поток дискретных квантов, движущихся со скоростью света.

Уравнение А.Эйнштейна

$$\varepsilon = A_{\text{В}} + \frac{m v_{\text{max}}^2}{2}$$

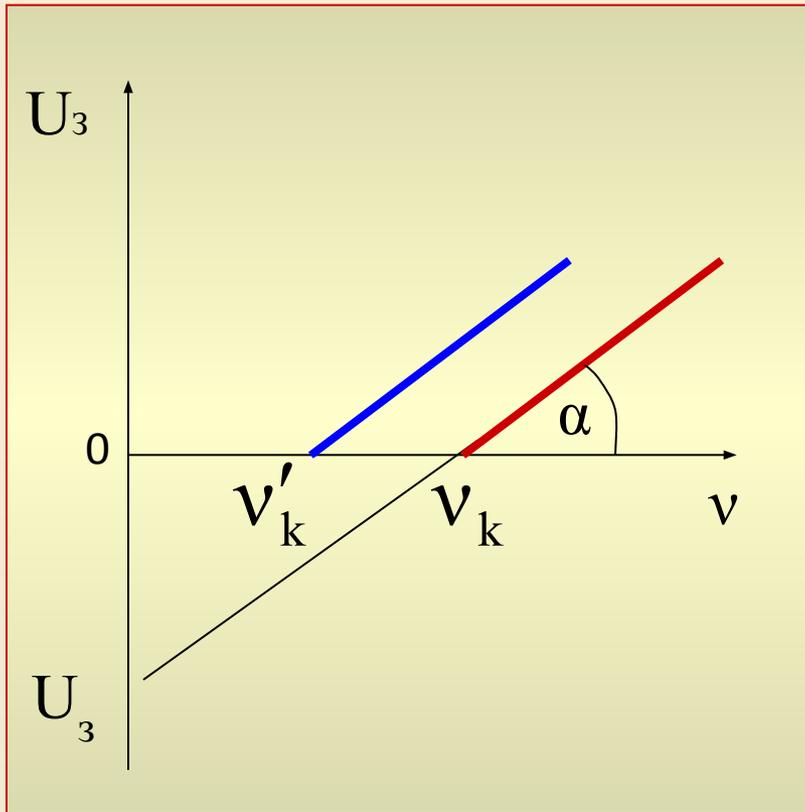
$$\varepsilon = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

При $\nu = \nu_{\text{к}}$  $W_{\text{к}} = 0$

Красная граница
фотоэффекта:

$$\nu_{\text{к}} = \frac{A_{\text{в}}}{h}$$

$$\lambda_{\text{к}} = \frac{h \cdot c}{A_{\text{в}}}$$



$$h \cdot \nu = A_B + eU_3$$

$$\varepsilon = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

$$A_B = \frac{hc}{\lambda} - e \cdot U_3$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{e}$$

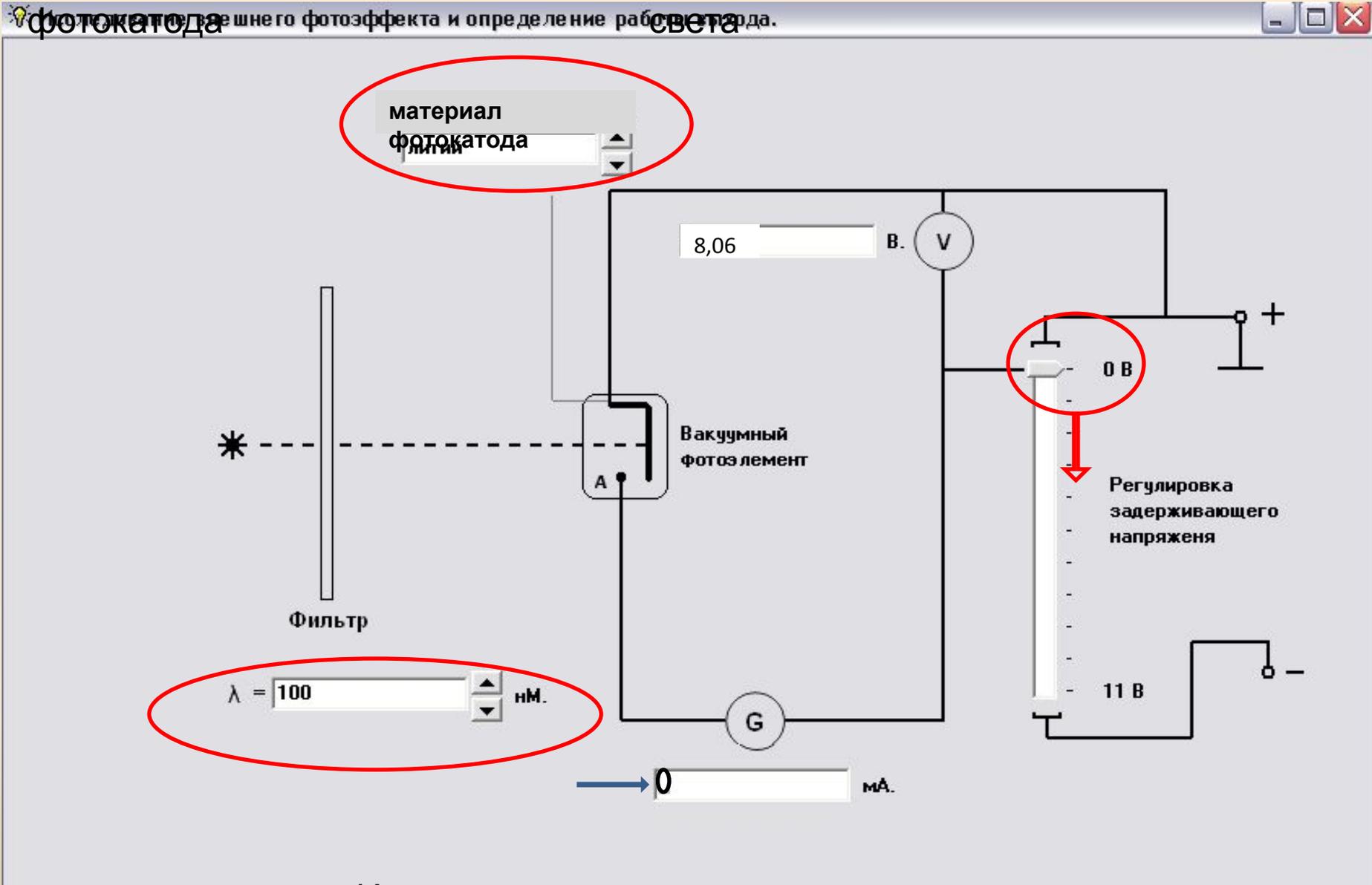
$$U_3 = \frac{h}{e} \nu - \frac{A_B}{e}$$

$$A_B = h \cdot \nu_k$$

$$A'_B = h \cdot \nu'_k$$

1. Выбрать материал

2. Задать минимальную длину волны

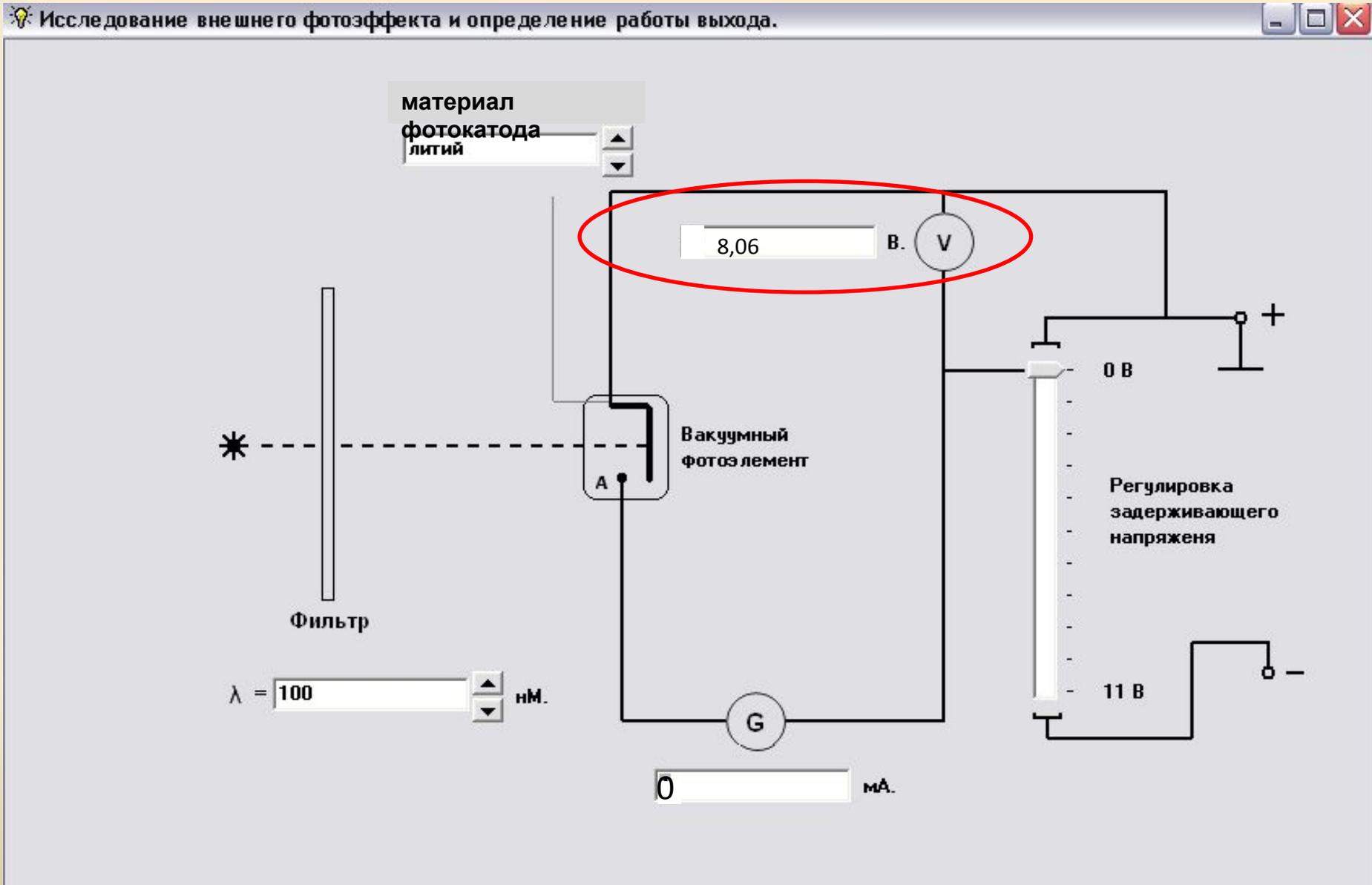


3. Изменять положение движка

потенциометра

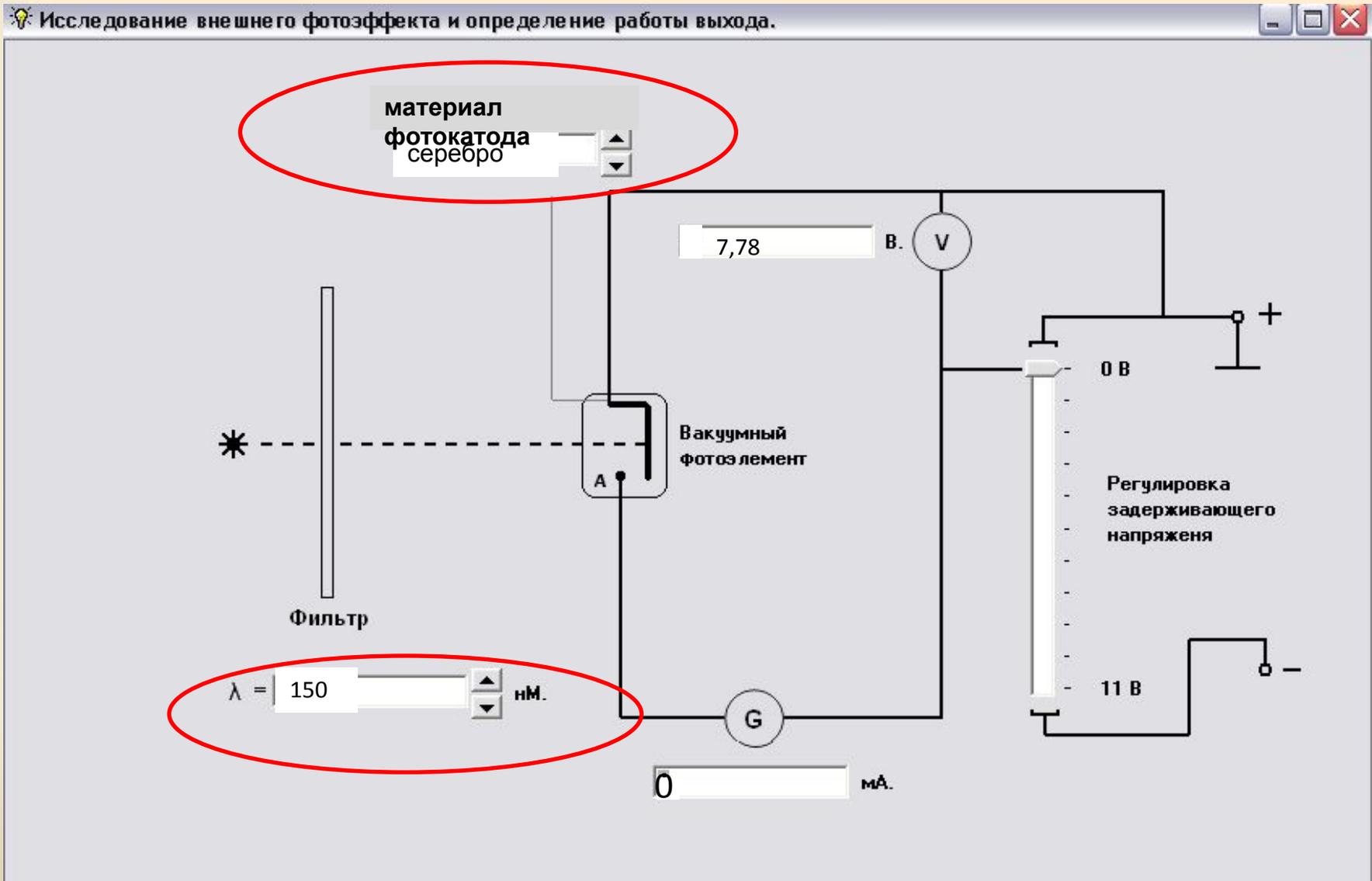
при котором сила фототока обращается в нуль, (движок останавливается).

4. Найти значение задерживающего напряжения U_3
5. Записать значения длины волны и задерживающего напряжения в таблицу 1



6. Измерения U_3 проводятся 3 раза

7. Изменяя длину волны света повторить для всех длин волн, пока наблюдается фотоэффект



8. Выбрать второй материал фотокатода и повторить измерения.

Обработка экспериментальных результатов

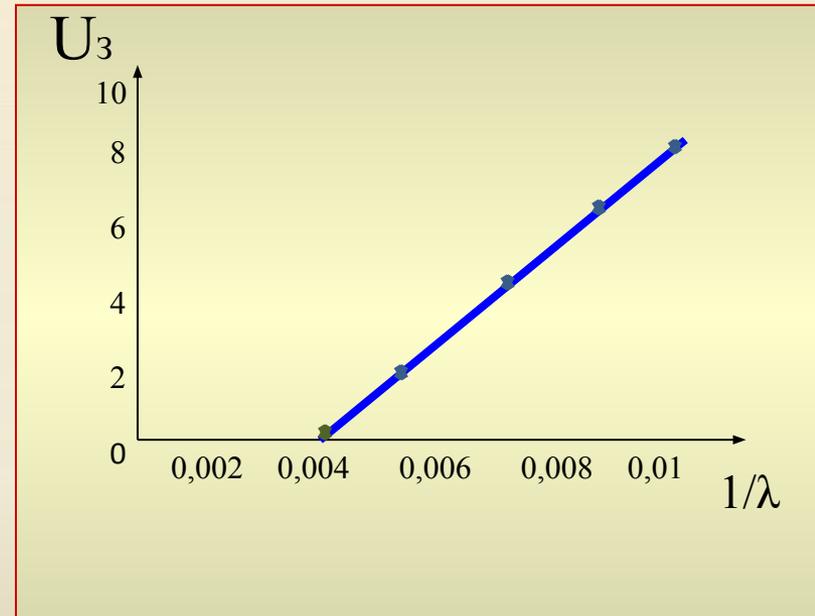
1. Вычисляются средние значения задерживающего напряжения для каждой длины волны $\langle U_3 \rangle$

$$\langle U_{31} \rangle_{100} = \frac{8,06 + 8,14 + 8,01}{3} = 8,07$$

2. Строится график зависимости $\langle U_3 \rangle = f(1/\lambda)$.

Диапазон U_3 от 0 В до 10 В;

диапазон $(1/\lambda)$ от 0,002 нм^{-1} до 0,01 нм^{-1} .



3. Работа выхода может быть определена по значениям задерживающего напряжения для разных длин волн излучения, падающего на фотокатод.

$$A_i = \frac{hc}{\lambda_i} - e\langle U_3 \rangle_i; \quad \langle A \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n};$$

$$\lambda_k = \frac{hc}{\langle A \rangle}; \quad |\Delta\lambda_k| = \frac{hc \cdot \Delta A}{\langle A \rangle^2}$$

4. Определяется погрешность $\langle A \rangle$, как погрешность при косвенных невоспроизводимых измерениях

5. Записывается окончательный результат в виде

$$A = \langle A \rangle \pm \Delta A, \text{ эВ}$$

$$\lambda_K = \langle \lambda_K \rangle \pm \Delta \lambda_K, \text{ нм}$$

6. Сравнить полученные результаты с выводами теории и табличными значениями работ выхода. Сделать вывод по работе.