

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА УРАВНЕНИЯ ЭЙНШТЕЙНА ДЛЯ ФОТОЭФФЕКТА

Цель работы: Изучить явление фотоэффекта, по результатам измерений вычислить постоянную Планка и оценить работу выхода материала катода.

Оборудование: Неоновая лампа, ртутная лампа, линза, монохроматор, мультиметры, блок фотоэлемента.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

(1) $\hbar\omega = W + E_{\max}$, где W - работа выхода, E_{\max} - макс. кин. эл. вым. эл-на

(2) $eV_0 = \hbar\omega - W \Rightarrow$

$$\Rightarrow V_0(\omega) = \frac{\hbar\omega - W}{e}$$

3). $\frac{dV_0}{d\omega} = \frac{\hbar}{e}$, где

V_0 - задерживающее напряжение, ω - частота падающего света

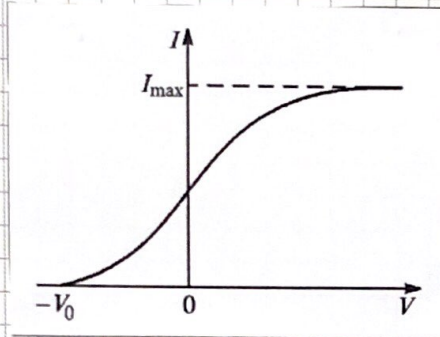


Рис 1 - теоретич. з-ть $I(V)$

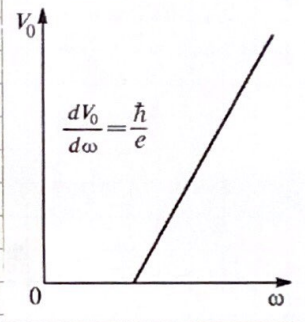
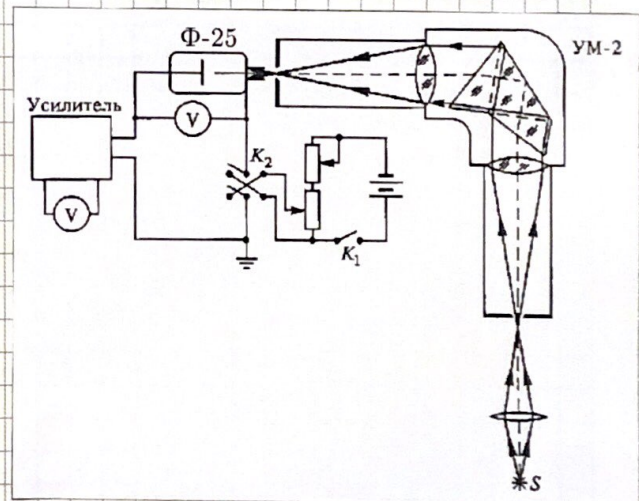
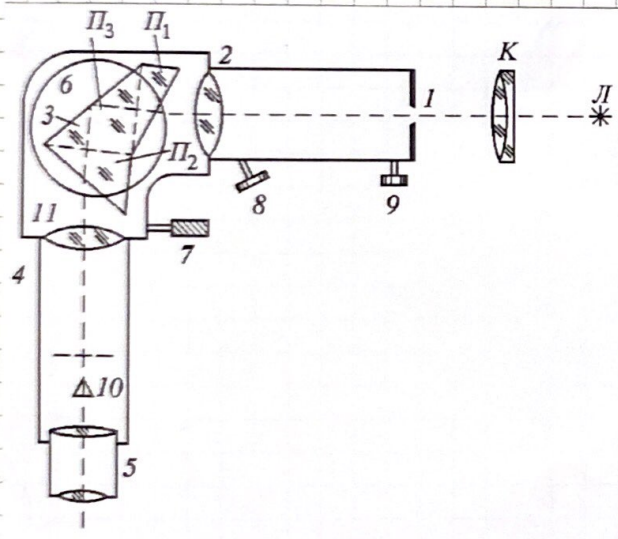


Рис 2 - теорет. з-ть $V_0(\omega)$

СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.



Б).

А).

Рис 2 - СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Ф-25 - фотоэлемент

K_1 - ключ

УМ-2 - призменный монохроматор

S - свет от источника

1 - входная линза

2 - компенсаторный объектив

3 - спектральная призма

4 - объектив

5 - окуляр

6 - поворотный столик

7 -

8 - линзы

9 -

10 - установка

Π_1, Π_2, Π_3 - призмы

Π - корпус

L - источник света

K - компенсатор

ИЗМЕРЕНИЯ.

1). ПРОБЕЖЕМ ТРАДИЦИОНКУ БРАУНА-МОНОХРОМАТОРА

НОМЕР ЛИНИИ	1	4	7	8	9	12	15	17	22	23
$\lambda, \text{\AA}$	2032,41	6678,28	6506,53	6402,24	6382,99	6266,46	6143,06	6074,34	5852,49	5409,56
ЧИСЛО МОНОХ.	2586	2482	2424	2388	2380	2334	2284	2250	2148	1888

2). Число микром. ВКЛАД. μ : 0,65

3). МАКСИМАЛЬНЫЙ ТОК ПРИ 2550

5400,56	$U, \text{В}$	6,743	6,387	6,053	5,678	5,319	4,863	4,607	4,251	3,895	3,542
5400,56	$U \propto I, \text{В}$	0,482	0,475	0,469	0,458	0,450	0,440	0,427	0,418	0,398	0,371
		3,184	2,825	2,471	2,120	1,760	1,408	1,057	0,758	0,324	0,086
		0,344	0,302	0,257	0,233	0,187	0,149	0,113	0,085	0,049	0,029
6140,6	$U, \text{В}$	6,747	5,993	5,225	4,486	3,744	3,000	2,240	1,475	0,748	0,096
6140,6	$U \propto I, \text{В}$	0,515	0,503	0,488	0,467	0,448	0,412	0,386	0,226	0,110	0,024
6074,34	$U, \text{В}$	6,748	5,990	5,215	4,500	3,744	3,006	2,279	1,524	0,749	0,107
6074,34	$U \propto I, \text{В}$	0,547	0,539	0,527	0,513	0,496	0,468	0,425	0,281	0,129	0,037
5852,49	$U, \text{В}$	6,749	6,003	5,215	4,503	3,717	3,002	2,283	1,513	0,754	0,095
5852,49	$U \propto I, \text{В}$	0,551	0,543	0,536	0,523	0,510	0,485	0,447	0,348	0,159	0,039
5409,56	$U, \text{В}$	6,750	6,005	5,212	4,502	3,773	3,006	2,277	1,520	0,764	0,108
5409,56	$U \propto I, \text{В}$	0,553	0,548	0,542	0,534	0,518	0,492	0,438	0,280	0,105	0,018

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ.

с. 1 ад. 2.2
06.09.19

1). ПОСТРОИМ ТАБЛИЦУ 1 ДЛЯ КАМЕРОВОЙ МОНОХРОМАТОРА
НА РИС 3 ИЗОБРАЗИМ ГРАФИК ЗАВИСИМОСТИ λ ОТ
ЧИСЛА ДИФРАКЦИИ НА ГРАТКИ.

2). ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ ПОДРОБКА ПРИ РАЗНЫХ U И ПРИ РАЗНЫХ
ЗНАЧЕНИЯХ λ ПОСТРОИМ ТАБЛИЦУ 2, НАЙДЕМ ЗНАЧЕНИЕ U_0 , $U_0 \propto I$,
Т.Е. $I \propto (U_0 - V)$.

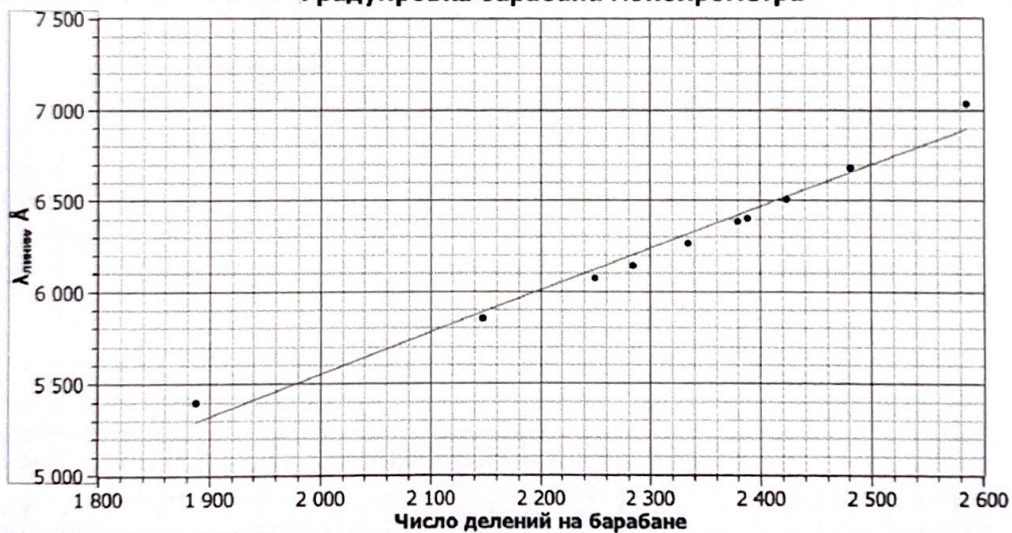
Таблица 1 - Градуировка монохроматора

Номер линии	1	4	7	8	9	12	15	17	22	23
$\lambda, \text{\AA}$	7032,41	6678,28	6506,53	6402,24	6382,99	6266,46	6143,06	6074,34	5852,49	5400,56
делений	2586	2482	2424	2388	2380	2334	2284	2250	2148	1888

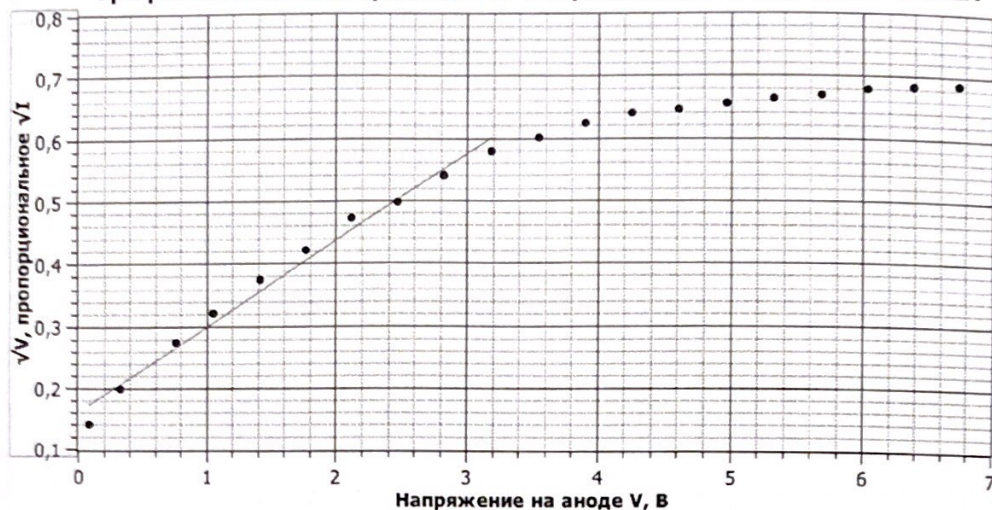
Таблица 2 - Результаты измерений фототок при разных λ

$\lambda, \text{\AA}$	U, В	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5400,56	U, В	6,743	6,387	6,033	5,678	5,319	4,963	4,607	4,251	3,895	3,542
	$U_0 \propto I, \text{В}$	0,482	0,475	0,469	0,458	0,450	0,440	0,427	0,418	0,398	0,371
	$\sqrt{U_0}, \sqrt{\text{В}}$	0,688	0,683	0,678	0,670	0,664	0,657	0,647	0,640	0,624	0,602
	U, В	3,184	2,825	2,471	2,120	1,760	1,408	1,050	0,758	0,324	0,086
	$U_0 \propto I, \text{В}$	0,344	0,302	0,257	0,233	0,187	0,149	0,113	0,085	0,049	0,029
	$\sqrt{U_0}, \sqrt{\text{В}}$	0,579	0,541	0,498	0,473	0,422	0,374	0,322	0,276	0,200	0,141
6143,06	U, В	6,747	5,993	5,225	4,486	3,744	3,000	2,280	1,475	0,748	0,096
	$U_0 \propto I, \text{В}$	0,515	0,503	0,488	0,467	0,448	0,412	0,356	0,226	0,110	0,024
	$\sqrt{U_0}, \sqrt{\text{В}}$	0,711	0,703	0,692	0,677	0,663	0,635	0,589	0,466	0,318	0,122
6382,99	U, В	6,748	5,990	5,215	4,500	3,744	3,006	2,279	1,524	0,749	0,107
	$U_0 \propto I, \text{В}$	0,547	0,539	0,527	0,513	0,496	0,468	0,425	0,281	0,129	0,037
	$\sqrt{U_0}, \sqrt{\text{В}}$	0,733	0,728	0,720	0,710	0,698	0,677	0,645	0,522	0,346	0,167
6506,53	U, В	6,749	6,003	5,215	4,503	3,717	3,002	2,283	1,513	0,754	0,095
	$U_0 \propto I, \text{В}$	0,551	0,543	0,536	0,523	0,510	0,485	0,447	0,348	0,159	0,039
	$\sqrt{U_0}, \sqrt{\text{В}}$	0,736	0,731	0,726	0,717	0,708	0,690	0,662	0,582	0,387	0,173
7032,41	U, В	6,750	6,005	5,212	4,502	3,773	3,006	2,277	1,520	0,764	0,108
	$U_0 \propto I, \text{В}$	0,553	0,548	0,542	0,534	0,518	0,492	0,438	0,280	0,105	0,018
	$\sqrt{U_0}, \sqrt{\text{В}}$	0,738	0,734	0,730	0,725	0,713	0,695	0,655	0,521	0,310	0,095

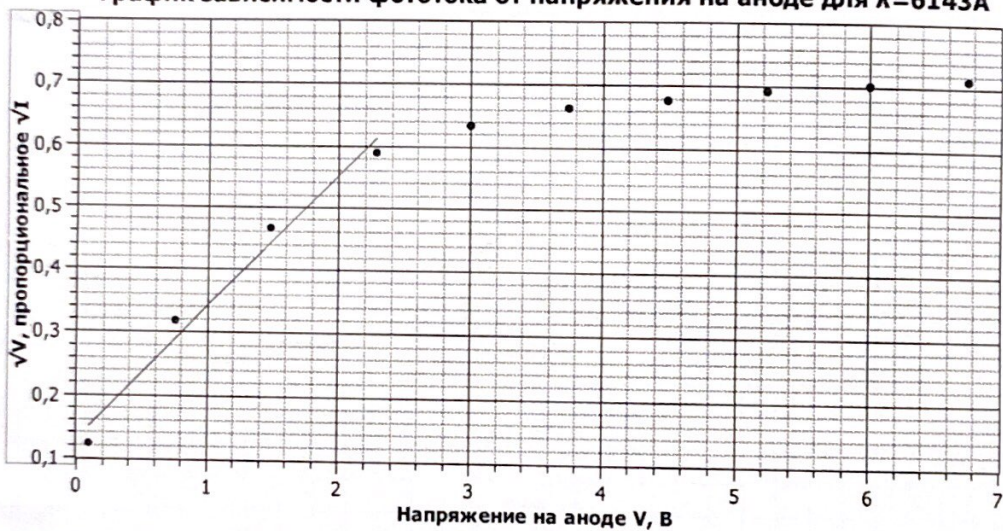
Градуировка барабана монохроматора

Рис. 3 - График λ от числа делений на барабане

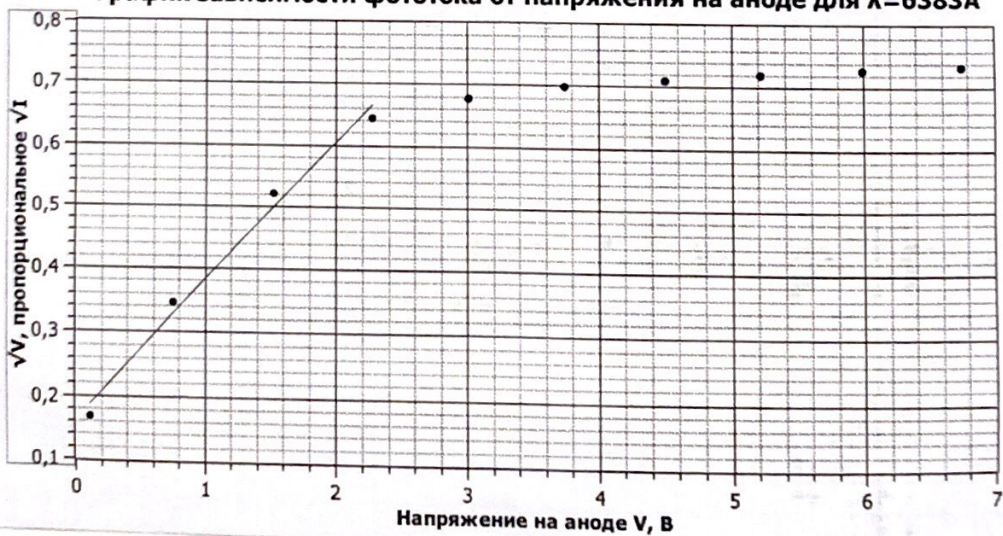
- 3). По данным таблицы 2 построим серию зависимостей фототок от напряжения на аноде при разных λ (см. Рис 4. А-Д))
 Для точек, близких к нулевому положению сделаем линейную аппроксимацию для нахождения затир. напряжения (перес. осью U) в т. $-V_0$.

График зависимости фототока от напряжения на аноде для $\lambda=5401\text{\AA}$ 

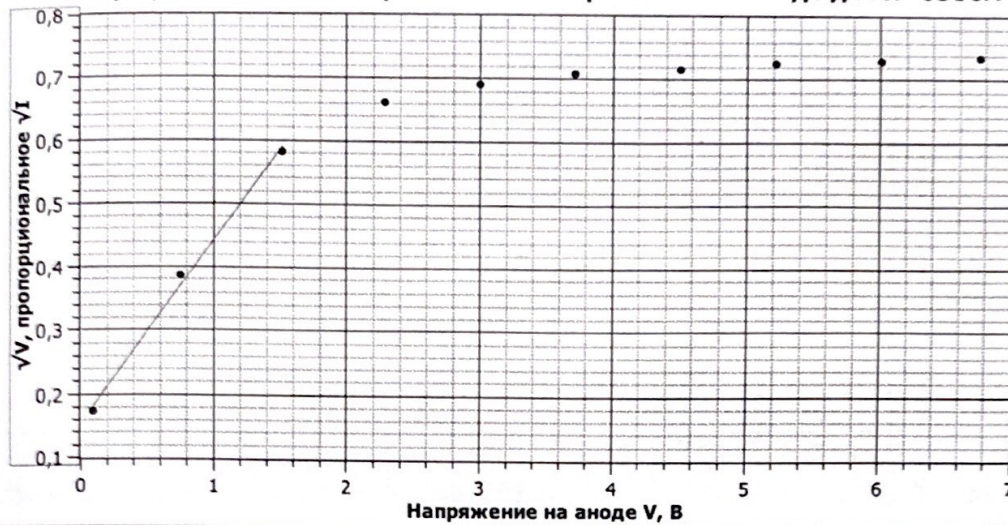
А)

График зависимости фототока от напряжения на аноде для $\lambda=6143\text{\AA}$ 

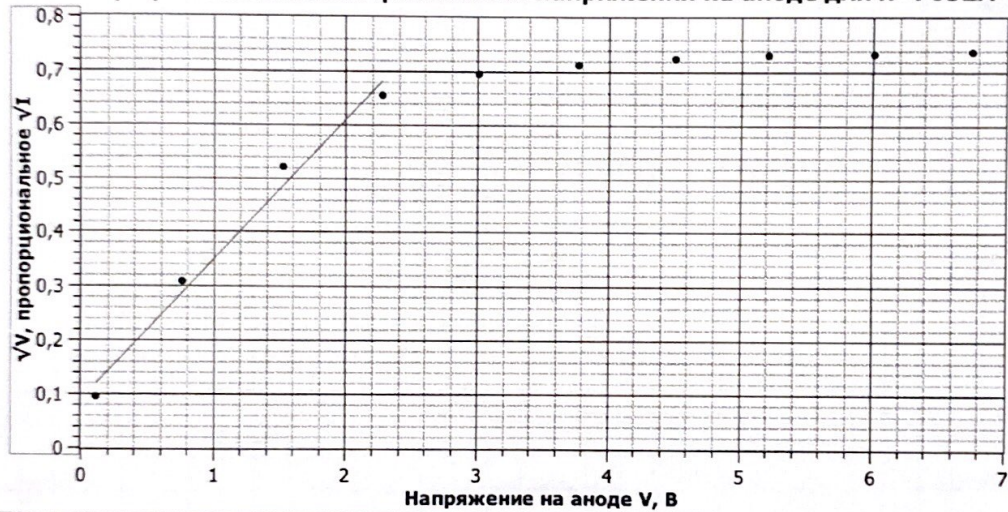
Б)

График зависимости фототока от напряжения на аноде для $\lambda=6383\text{\AA}$ 

В)

График зависимости фототока от напряжения на аноде для $\lambda = 6506 \text{ \AA}$ 

Д)

График зависимости фототока от напряжения на аноде для $\lambda = 7032 \text{ \AA}$ 

Д).

Рис 4. А-Д) - График зависимости $V \propto I(V)$ для разных λ ТАБЛИЦА 3 - 3-ти V_0 от ω

$V_0, \text{В}$	$\omega \cdot 10^{15} \text{ Гц}$
0,356	2,679
0,537	2,895
0,747	2,951
0,621	3,663
0,180	3,488

4). Из графиков на Рис 4 А-Д). получим значения зап. напряжения для разных λ ; $\omega = 2\pi c/\lambda$; построим таблицу 3 этой зависимости.

5). По данным таблицы 3 строим график 3-ти $V_0(\omega)$ на рис 5. Линейно аппроксимируем те точки, которые являются выбросом. Получим наклон графика $a = \frac{h\nu}{e}$.

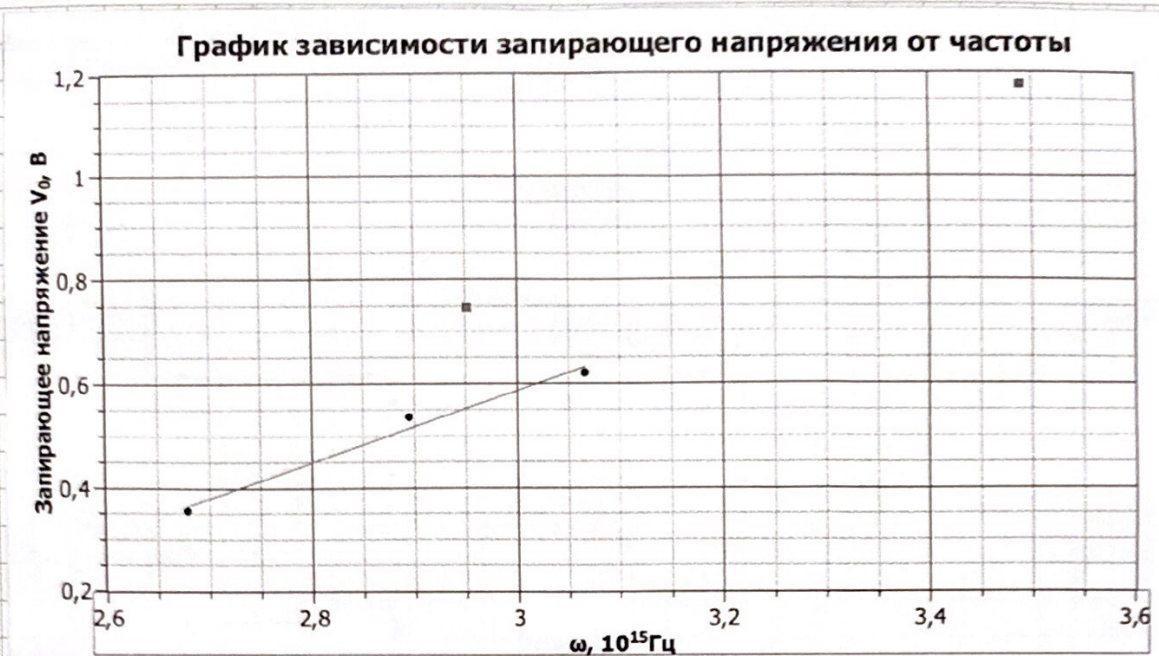


Рис.5 - График зависимости зап. напр. от частоты $V_0(\omega)$.

- 6). По графику на рис.5 получаем значение для постоянной Планка (погрешность из МНК):

$$\hbar = (1,10 \pm 0,16) \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$\hbar_{\text{табл}} = 1,054 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

Выводы.

- 1). Было изучено явление фотоэффекта.
- 2). С помощью установки была снята зависимость запирающего напряжения от частоты падающего на фотоприемник света, с помощью измерений было получено значение для постоянной Планка:

$$\hbar = (1,10 \pm 0,16) \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с},$$

что соответствует табличному значению $\hbar_{\text{табл}} = 1,054 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$.