

Группа М32051 К работе допущен _____

Студент Хлучин Георгий Гумбатов Владислав Работа выполнена _____

Преподаватель Зинчик Александр Адольфович Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 5.02

Внешний фотоэффект Исследование характеристик фотоэлемента с внешним фотоэффектом

1. Цели работы.

1. Проверить на опыте справедливость законов фотоэффекта.
2. По вольт-амперной и спектральной характеристикам фотоэлемента определить порог фотоэффекта.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Получить ВАХ фотоэффекта для различных источников света
2. Получить зависимость фототока насыщения от интенсивности источника
3. Определение красной границы фотоэффекта по зависимости $I(\lambda)$

3. Объект исследования.

Электроны вырывающиеся из вещества

4. Метод экспериментального исследования.

Наблюдение фотоэффекта

5. Рабочие формулы и исходные данные.

Максимальная кинетическая энергия, которой будет обладать вылетевший электрон, определится формулой:

$$h\nu = A_{\text{в}} + E_{\text{к.макс}} = A_{\text{в}} + \frac{m_e V^2}{2}, (1)$$

где $A_{\text{в}}$ – работа выхода электрона из металла, m_e масса электрона

$$\frac{m_e V^2}{2} = h(\nu - \nu_0)$$

$h\nu_0 = A_{\text{в}}$, величина ν_0 называется порогом фотоэффекта.

$$\eta = \frac{N_e}{N}$$

$$I_{\text{нас}} = C\Phi$$

$$0 = \frac{m_e V^2}{2} = -e(V_B + V_C)$$

$$h\nu = E_i + E_{\text{к.макс}}$$

$$-V_B = V_C$$

$$E_i = E_0 - E_{V_{\text{макс}}}$$

$$\frac{m_e V_{\text{макс}}^2}{2} = -e(V_A + V_C) = e(V_B - V_A)$$

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Цена деления	класс точности	ΔИ
1	Амперметр	0,01 А	-	0,005 А
2	Вольтметр	0,1 В	-	0,05 В

7. Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).

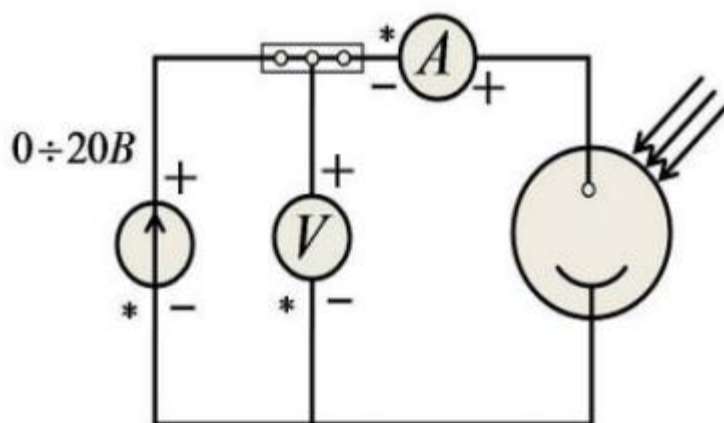


Рис. 6. Схема рабочей установки

8. Результаты прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов).

Т а б л и ц а 1: $\angle = 1.151$ _____, $\lambda = 2$ _____

Измерить			Вычислить	Измерить			Вычислить
U прямое, В	$I_{\text{свет}}, \text{мкА}$	$I_{\text{темн}}, \text{мкА}$	$I_{\text{фото}}, \text{мкА}$	U обратное, В	$I_{\text{свет}}, \text{мкА}$	$I_{\text{темн}}, \text{мкА}$	$I_{\text{фото}}, \text{мкА}$
0	0.4	0.01	0.39	0	2.09	0.2	2.07
1	1.6	0.06	1.54	0,5	0.12	-0.03	0.15
2	2.25	0.22	2.03	1	-0.05	0.00	-0.05
3	2.65	0.29	2.36	1,5	-0.06	0.00	-0.06
4	3	0.4	2.96	2	-0.09	0.00	-0.09
5	3.25	0.49	2.76	2,5			
6	3.5	0.59	2.91	3			
7	3.65	0.7	2.95				
8	3.75	0.8	2.95				
9	3.95	0.88	3.07				
10	4.09	0.98	3.92				
11	4.25	1.09	3.16				
12	4.35	1.18	3.17				

Т а б л и ц а 1: $\angle = 1.151$ _____, $\lambda = 3$ _____

Измерить			Вычислить	Измерить			Вычислить
U прямое, В	$I_{\text{свет}}, \text{мкА}$	$I_{\text{темн}}, \text{мкА}$	$I_{\text{фото}}, \text{мкА}$	U обратное, В	$I_{\text{свет}}, \text{мкА}$	$I_{\text{темн}}, \text{мкА}$	$I_{\text{фото}}, \text{мкА}$
0	0.35	0	0.35	0	1.14	0.00	1.14
1	1.3	0.1	1.2	0,5	0.02	-0.01	0.03
2	1.8	0.2	1.6	1			
3	2.2	0.25	1.95	1,5			
4	2.45	0.4	2.05	2			
5	2.65	0.49	2.16	2,5			
6	2.85	0.55	2.3	3			
7	2.95	0.68	2.27				
8	3.15	0.8	2.35				
9	3.25	0.85	2.4				
10	3.35	1.10	2.25				
11	3.5	1.2	2.3				
12	3.65	1.35	2.3				

Т а б л и ц а 1: $\lambda = 1.151$ _____, $\lambda = 4$ _____

Измерить			Вычислить	Измерить			Вычислить
U прямое, В	$I_{\text{свет}}, \text{мкА}$	$I_{\text{темн}}, \text{мкА}$	$I_{\text{фото}}, \text{мкА}$	U обратное, В	$I_{\text{свет}}, \text{мкА}$	$I_{\text{темн}}, \text{мкА}$	$I_{\text{фото}}, \text{мкА}$
0	0.3	0.5	-0.2	0	0.63	0.03	0.60
1	1.3	0.7	0.6	0.5	-0.02	-0.01	-0.01
2	1.8	0.75	1.05	1			
3	2.25	0.85	1.4	1.5			
4	2.5	0.93	1.57	2			
5	2.65	0.93	1.72	2.5			
6	2.8	1	1.8	3			
7	3	0.7	2.3				
8	3.1	0.8	2.3				
9	3.25	0.9	2.35				
10	3.4	1	2.4				
11	3.5	1.1	2.4				
12	3.7	1.2	2.5				

Т а б л и ц а 2.1: $U =$ _____ 11, $I_{\text{темн}} = 1.09$ _____, $\lambda = 2$ _____

Измерить		Вычислить
J/J_0	$I_{\text{свет}}, \text{мкА}$	$I_{\text{фото}}, \text{мкА}$
0,1	1.09	0
0,2	1.1	0.01
0,3	1.12	0.03
0,4	1.14	0.05
0,5	1.15	0.06
0,6	1.18	0.09
0,7	1.2	0.11
0,8	1.22	0.13
0,9	1.24	0.15
1,0	1.25	0.16
1,1	1.28	0.19
1,2	1.3	0.21

Т а б л и ц а 2.2: $U =$ _____ 11, $I_{\text{темн}} = 1.07$ _____, $\lambda = 3$ _____

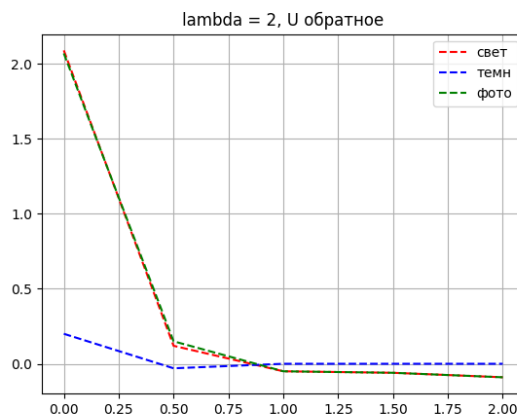
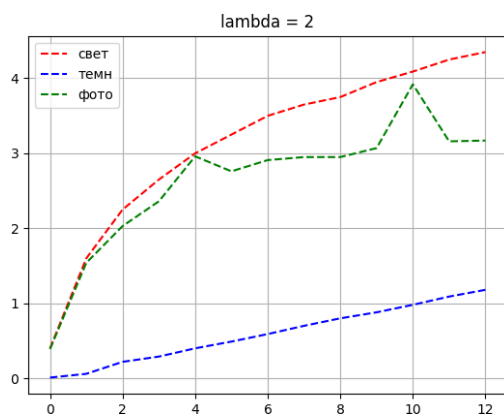
Измерить		Вычислить
J/J_0	$I_{\text{свет}}, \text{мкА}$	$I_{\text{фото}}, \text{мкА}$
0,1	1.09	0.02
0,2	1.1	0.03
0,3	1.11	0.04
0,4	1.12	0.05
0,5	1.12	0.05
0,6	1.14	0.07
0,7	1.15	0.08
0,8	1.16	0.09
0,9	1.18	0.11
1,0	1.20	0.13
1,1	1.22	0.15
1,2	1.24	0.17

Т а б л и ц а 3: $\lambda = \underline{\hspace{2cm}} 1.151, U = \underline{11}$

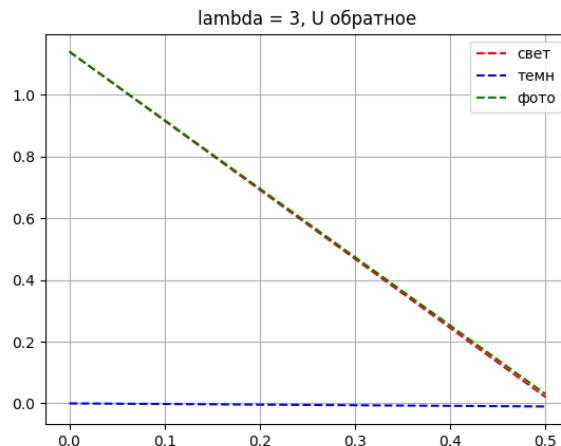
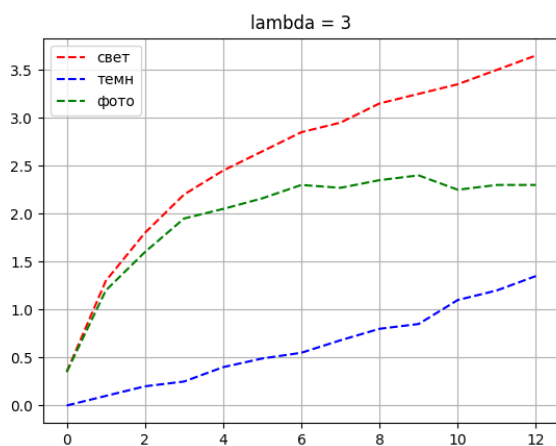
Измерить	$\lambda, \text{ нм}$	0	1	2	3	4	5	6	7
	$I_{\text{свет}}, \text{ мкА}$	4.8	5.65	4.2	3.55	3.45	2.55	1.75	1.1
	$I_{\text{темн}}, \text{ мкА}$	1.05	1.05	1.05	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
Вычислить	$\nu, \text{ с}^{-1}$	$7 \cdot 10^{14}$	$6.4 \cdot 10^{14}$	$5.8 \cdot 10^{14}$	$5.3 \cdot 10^{14}$	$5.1 \cdot 10^{14}$	$4.6 \cdot 10^{14}$	$4.3 \cdot 10^{14}$	$3.5 \cdot 10^{14}$
	$I_{\text{фото}}, \text{ мкА}$	3.75	4.6	3.15	2.46	2.36	1.46	0.66	0.01

9. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).

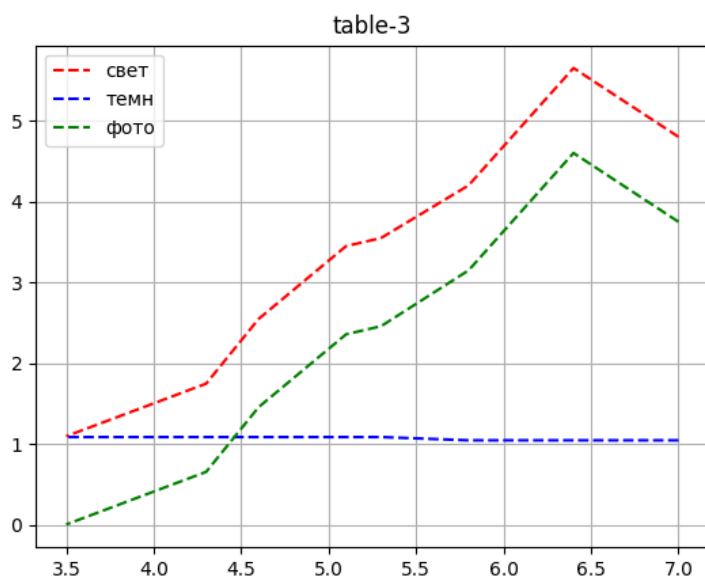
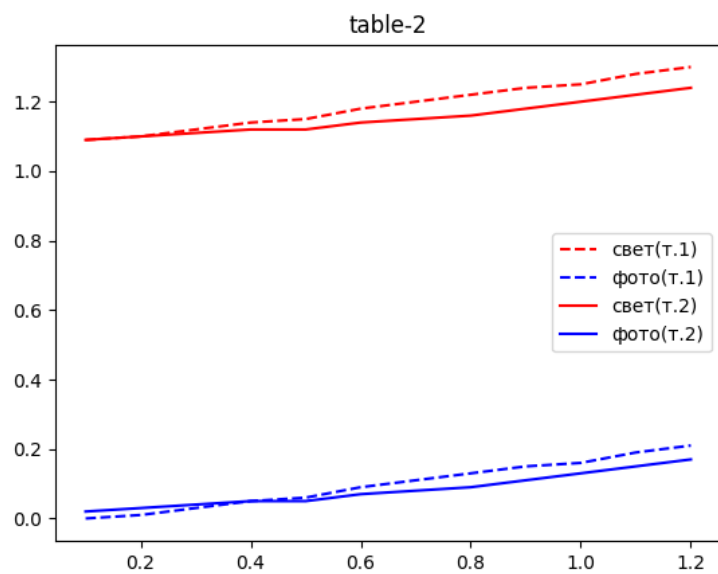
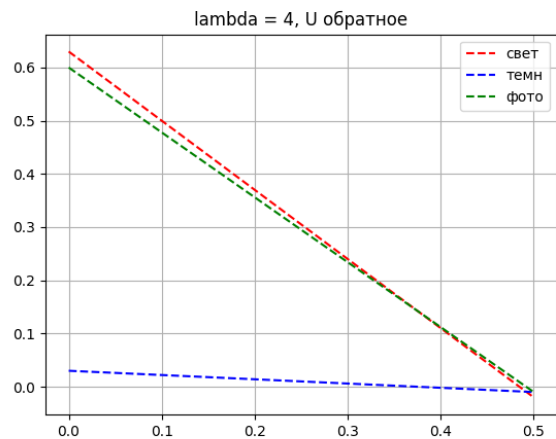
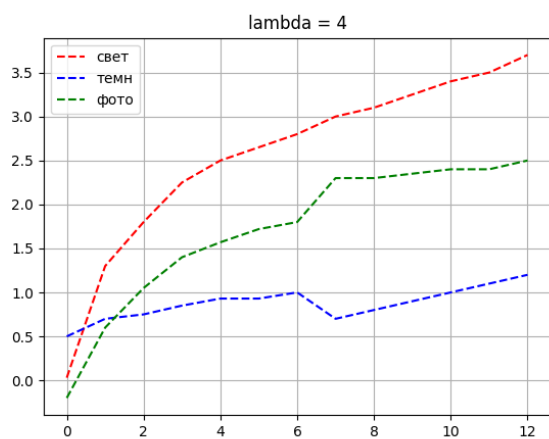
$$\nu_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{520 \cdot 10^{-9}} = 5.762 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$



$$\nu_3 = \frac{c}{\lambda_3} = \frac{3 \cdot 10^8}{565 \cdot 10^{-9}} = 5.308 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$



$$\nu_4 = \frac{c}{\lambda_4} = \frac{3 \cdot 10^8}{590 \cdot 10^{-9}} = 5.084 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$$



Энергия фотона:

$$E = h \cdot f$$

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$E = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 5.084 \cdot 10^{14} \text{ Гц} = 3.37 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$E = \frac{3.37 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}}{1.602 \cdot 10^{-19} \frac{\text{Кл}}{\text{эВ}}} = 2.104 \text{ эВ}$$

Следовательно фотоэффект происходит в цезии. Следовательно работа выхода равна 1.95 эВ

10. Расчет погрешностей измерений.

11. Графики (*перечень графиков, которые составляют Приложение 2*).

12. Окончательные результаты.

При $\lambda = 2$

$$E_{\text{к.макс}} = 1.6 \cdot 10^{-19} (3.1 - 0.5) = 4.16 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

При $\lambda = 3$

$$E_{\text{к.макс}} = 1.6 \cdot 10^{-19} (2.4 - 0.5) = 3.04 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

При $\lambda = 4$

$$E_{\text{к.макс}} = 1.6 \cdot 10^{-19} (2.5 - 0) = 4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

Порог фотоэффекта будет при $5.084 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$

13. Выводы и анализ результатов работы.

В ходе лабораторной работы был исследован внешний фотоэффект и проанализированы характеристики фотоэлемента с внешним фотоэффектом.

Было установлено, что внешний фотоэффект проявляется при попадании света на металлические поверхности и вызывает эффект эмиссии электронов. Сила тока, вызванная фотоэффектом, пропорциональна интенсивности света и не зависит от напряжения на фотоэлементе.

Были измерены зависимости тока фотоэлемента от интенсивности света при разных значениях напряжения на фотоэлементе. Полученные данные позволяют построить кривые зависимости и определить коэффициент пропорциональности между током фотоэлемента и интенсивностью света.

Таким образом, проведенные эксперименты позволили установить основные характеристики внешнего фотоэффекта и определить зависимость тока фотоэлемента от интенсивности света и напряжения на фотоэлементе.

14. Выполнение дополнительных заданий.

15. Выполнение дополнительных заданий.

16. Замечания преподавателя (*исправления, вызванные замечаниями преподавателя, также помещают в этот пункт*).

Примечание:

1. Пункты 1-6,8-13 Протокола-отчета **обязательны** для заполнения.
2. Необходимые исправления выполняют непосредственно в протоколе-отчете.
3. При ручном построении графиков рекомендуется использовать миллиметровую бумагу.
4. Приложения 1 и 2 вкладывают в бланк протокола-отчета.