

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ордена ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ВАКУУМНОГО ФОТОЭЛЕМЕНТА
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ИНТЕГРАЛЬНОЙ
ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

3-18

Утверждено
редакционно-издательским
советом института
в качестве
методических указаний
к лабораторной работе
№ 3-18

при определенном значении светового потока Φ . Для каждой характеристики фототок растет с увеличением напряжения, но при определенном напряжении достигает насыщения и дальнейшее повышение напряжения уже не приводит к увеличению тока.

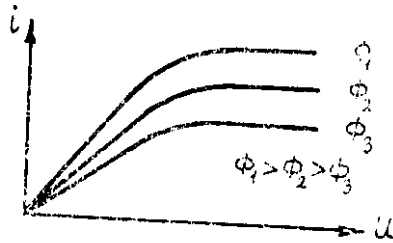


Рис. 1

Большое значение для оценки эксплуатационных свойств фотоэлементов имеет зависимость фототока от светового потока при постоянном напряжении между катодом и анодом, которая называется световой характеристикой (рис. 2). Для большинства фотоэлементов световая характеристика линейна, т. е. фототок i пропорционален потоку световой энергии Φ , падающей на фотокатод:

$$i = \gamma \Phi.$$

Величина γ называется интегральной чувствительностью фотоэлемента.

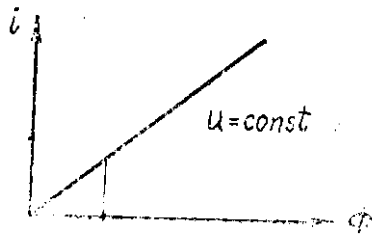


Рис. 2

Внешний фотоэффект подчиняется следующим закономерностям:

- 1) количество электронов, вылетающих в единицу времени с единицы поверхности при данной длине волны излучения, и, следовательно, фототок насыщения пропорциональны интенсивности света, падающего на катод (закон Столетова);
- 2) максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов ли-

нейно зависит от частоты излучения и не зависит от его интенсивности:

$$h\nu = A + \frac{mv^2_{\max}}{2} \quad (\text{уравнение Эйнштейна}),$$

где $h\nu$ — энергия светового кванта, падающего на вещество,

$h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — постоянная Планка,

ν — частота света,

A — работа выхода электрона из вещества,

$\frac{mv^2_{\max}}{2}$ — максимальная кинетическая энергия электрона.

Для каждого вещества существует граничная частота ν_0 , ниже которой фотоэффект не наблюдается. Если частота падающего излучения такова, что $h\nu_0 = A$, то скорость вылетающих электронов равна нулю и фотоэффект отсутствует. Частота излучения ν_0 или соответствующая ей длина волны $\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0}$ (c — скорость света в вакууме) называется красной границей фотоэффекта.

ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

Для исследования фотоэлемента используется установка, схема которой приведена на рис. 3. Фотоэлемент (ФЭУ-1) 1 и электрическая лампочка 2, служащая источником света, укреплены на штативах, которые установлены на оптической скамье,

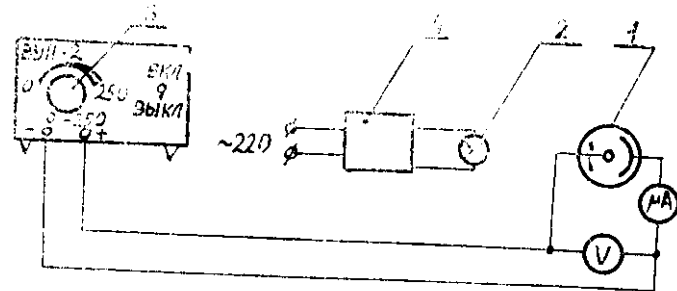


Рис. 3

снабженной масштабной линейкой. Источником напряжения, подаваемого на электроды фотоэлемента, служит выпрямитель ВУП-2. Лампочка 2 питается через понижающий трансформатор 4 от сети переменного тока 220 В.

Описанная установка позволяет получить вольт-амперные и световые характеристики исследуемого фотоэлемента. Необходимая регулировка напряжения на фотоэлементе обеспечивается выпрямителем ВУП-2.

Световой поток можно менять за счет изменения расстояния между источником света и фотоэлементом. Поскольку размеры лампочки малы по сравнению с расстоянием от нее до фотокатода, то лампочку можно рассматривать как точечный источник света, и тогда поток световой энергии будет определяться формулой

$$\Phi = \frac{IS}{r^2}, \quad (1)$$

где I — сила источника света в канделах (значение I приведено на установке);

S — видимая площадь фотокатода фотоэлемента (для ФЭУ-1 $S = 11 \text{ см}^2$);

r — расстояние от источника света до фотокатода.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1) Приблизить фотоэлемент 1 вплотную к тубусу источника света 2 и отрегулировать его по высоте так, чтобы центры фотоэлемента и источника света были на одной горизонтальной прямой.

2) Установить приборы на оптической скамье таким образом, чтобы центры источника света и фотоэлемента (они совпадают со стрелками указателями) находились на расстоянии $r = 20 \text{ см}$.

3) Проверить электрическую схему включения фотоэлемента.

4) Ручку регулировки напряжения 3 выпрямителя ВУП-2 (рис. 3) повернуть в крайнее левое положение. Включить блок питания.

5) Включить вилку понижающего трансформатора 4 в сеть.

6) Повышая постепенно напряжение U , отмечать через каждые 10 В значение фототока i_1 по микроамперметру. Напряжение повышать до получения ярко выраженного эффекта насыщения.

7) Получив ток насыщения, понижать напряжение U до нуля, отмечая через каждые 10 В значение фототока i_2 .

8) Для каждого значения напряжения U вычислить среднее значение фототока $i_{\text{ср}}$.

Все результаты измерений записать в табл. 1.

Таблица 1

$U, \text{ В}$	$i_1, \text{ мкА}$	$i_2, \text{ мкА}$	$i_{\text{ср}}, \text{ мкА}$
	при повышении напряжения	при понижении напряжения	

9) По результатам измерений построить вольт-амперную характеристику фотоэлемента, т. е. зависимость $i_{\text{ср}} = f(U)$.

10) Установить фотоэлемент на расстоянии $r = 25 \text{ см}$ от источника света и, повышая напряжение от нулевого значения, отметить по микроамперметру значение тока насыщения $i_{\text{н}}$.

11) Опыт повторить еще три раза, каждый раз увеличивая расстояние r на 5 см.

12) Зная силу света электрической лампочки I и площадь фотокатода S фотоэлемента, рассчитать для всех расстояний r соответствующие значения световых потоков Φ по формуле (1). Все результаты измерений и вычислений записать в табл. 2.

Таблица 2

Номер опыта	$r, \text{ м}$	$\Phi, \text{ лм}$	$i_{\text{н}}, \text{ мкА}$
1	0,20		
2	0,25		
3	0,30		
4	0,35		
5	0,40		

13) Построить график световой характеристики $i_{\text{н}} = f(\Phi)$ следующим образом (рис. 4): нанести на поле графика экспериментальные точки; провести прямую так, чтобы отклонения точек от этой прямой были бы в среднем минимальны.

14) Определить интегральную чувствительность фотоэлемента γ . Так как $\gamma = \frac{i_{\text{н}}}{\Phi}$, то ее можно найти как отношение отрезков Δy к Δx , взятых с учетом масштаба по осям, т. е.

$$\gamma = \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot 67,50$$

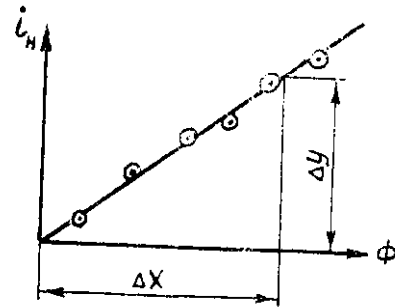


Рис. 4

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1) В чем заключается явление фотоэффекта?
- 2) Сформулируйте законы внешнего фотоэффекта.
- 3) Запишите уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

- 4) Что называется работой выхода?
5) Что такое красная граница фотоэффекта?
6) Объясните принцип действия фотоэлемента с внешним фотоэффектом.
7) Что такое вольт-амперная характеристика фотоэлемента?
8) Что называется интегральной чувствительностью фотоэлемента?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савельев И. В. Курс общей физики.—М.: Наука, 1979.—Т. 3.—§ 9.
2. Ландсберг Г. С. Оптика.—М.: Наука, 1976.—§ 175—177, 181.
3. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики.—М.: Высшая школа, 1979.—§ 11.1

Составители: Альбина Николаевна Пещенко,
Леонид Павлович Муркин

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАКУУМНОГО ФОТОЭЛЕМЕНТА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Редактор Т. К. Крестинина
Техн. редактор Н. М. Жаленюк
Корректор Н. С. Куприянова

Сдано в набор 18.12.88 г. Подписано в печать 9.02.88 г.
Формат 60×84 1/16. Бумага оберточная. Печать высокая.
Гарнитура литературная. Усл. п. л. 0,5. Уч.-изд. л. 0,4.
Тираж 2000 экз. Заказ 231. Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С. П. Королева,
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Тип. ЭОЗ КуАИ, г. Куйбышев, ул. Ульяновская, 18