

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 51

СНЯТИЕ ХАРАКТЕРИСТИК И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ФОТОЭЛЕМЕНТА

Выполнил студент гр. _____

Ф.И.О. _____

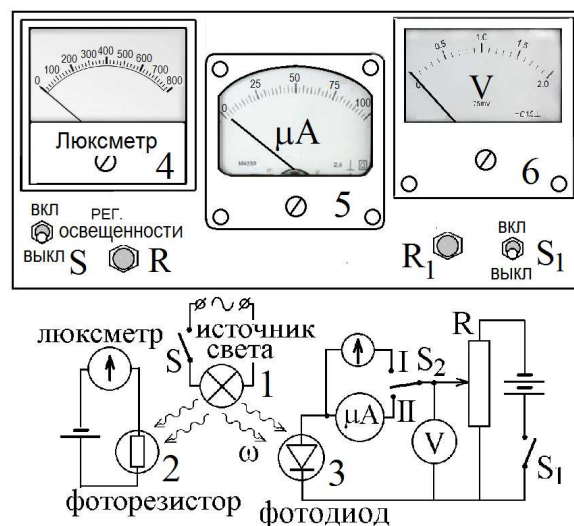
Подпись преподавателя _____
(обязательна после окончания эксперимента)

дата _____

Цель работы: ознакомиться с явлением внутреннего фотоэффекта и с работой полупроводникового фотодиода, определить его характеристики.

Описание установки

Источник света (1) освещает полупроводниковый фотодиод (3) и фоторезистор (2), величина тока в котором пропорциональна освещенности, измеряемой в люксах. Включает освещенность переключатель S. Величину освещенности, которую показывает люксметр (4), можно менять регулятором R. Микроамперметр (5) и вольтметр (6) измеряют величину фототока и напряжение на фотодиоде, которое изменяют регулятором R₁. При выключенной освещенности контакт S₂ замкнут в положении I, а при включенной освещенности – в положении II. При этом меняются пределы измерения тока. Эти пределы указаны на установке. Фотоэлемент в данной работе включен в режиме фотодиода – на него подается обратное напряжение при замыкании ключа S₁.



Порядок выполнения работы

1. Разобраться в назначении и расположении измерительных приборов и регулировок на панели установки. Определить цену деления каждого прибора при включенной и выключенной освещенности.
2. Включить установку в сеть и ключом S выключить освещение фотодиода. При этом включается шкала каскада I двухкаскадного микроамперметра. Замкнуть ключ S₁, подавая на фотодиод обратное напряжение.
3. С помощью регулятора R₁, изменяя напряжение на фотодиоде через 1 В, измерить зависимость тока I, текущего через фотодиод, от поданного на него напряжения U. Результаты измерений занести в первые две строчки таблицы.

Таблица

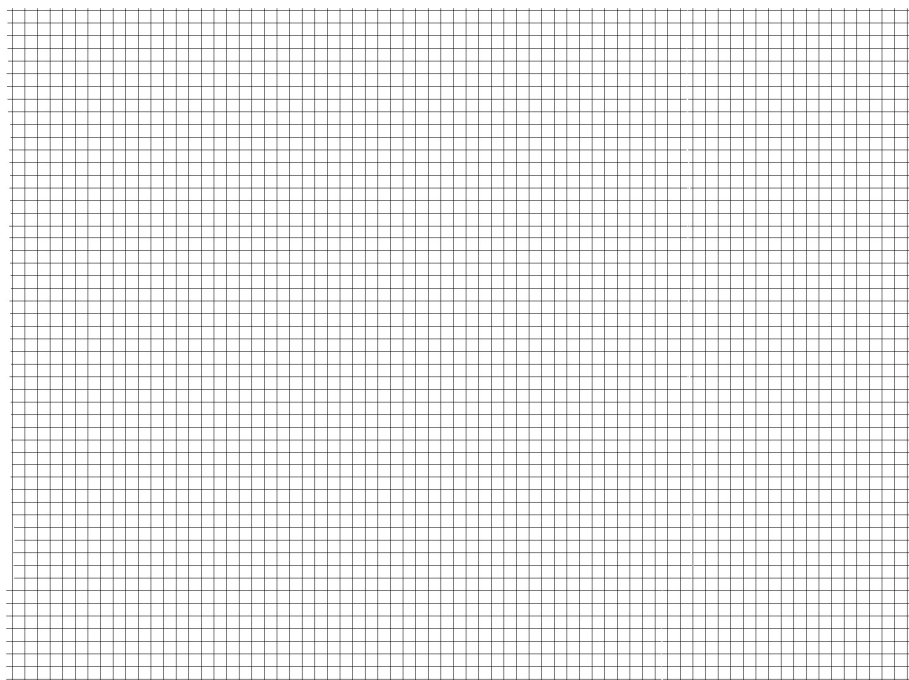
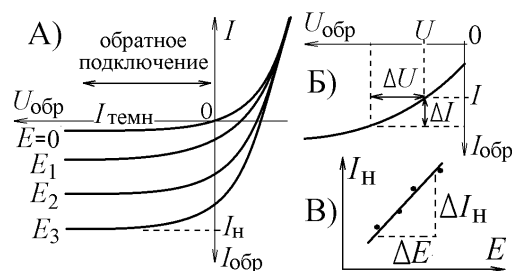
E=0		U ,В	0	1	2									R _{ст}	R _{диф}
		I ,мкА												,Ом	,Ом
E=	лк	U ,В													
		I, мкА													
E=	лк	U ,В													
		I ,мкА													
E=	лк	U ,В													
		I ,мкА													
k = A/лк															

4. Ключом S включить освещение. При этом включается шкала каскада II микроамперметра. Провести аналогичные измерения зависимости тока I от напряжения U при трех различных значениях освещенности, которые указаны на установке. (Если они не указаны, то ручкой R “рег.освещ.” определите максимальное возможное значение освещенности на установке E_{max}. Тогда три различных значения E можно установить приблизительно, как $E = E_{\text{max}}/3$, $E = 2E_{\text{max}}/3$, $E = E_{\text{max}}$). Данные измерений занести в таблицу.

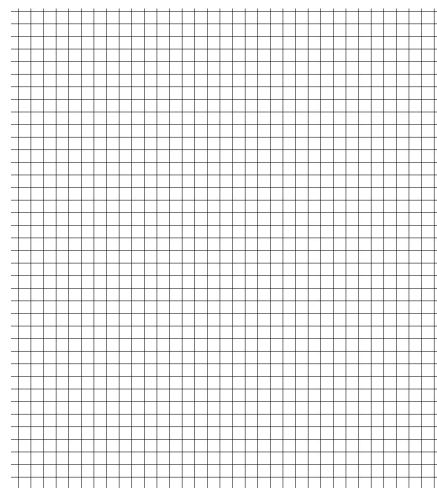
5. По данным таблицы построить на одном листе миллиметровой бумаги семейство графиков зависимости $I = f(U)$ для разных значений освещенности E , как изображено на рис.А.

6. На каждом графике выбрать интервал, где зависимость $I = f(U)$ приблизительно линейна, как показано на рис.Б, и по формулам $R_{ст} = U/I$ и $R_{диф} = \Delta U / \Delta I$ вычислить статическое и дифференциальное сопротивление фотодиода при разных величинах освещенности E .

7. Построить график зависимости тока насыщения I_H от величины освещенности E : $I_H = f(E)$ и, как показано на рис.В, определить величину чувствительности фотоэлемента $k = \Delta I_H / \Delta E$.



Зависимость $I = f(U)$



Зависимость $I_H = f(E)$

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 51

1. Что такое квазичастица-дырка? Как она образуется и как перемещается?
2. Чем отличаются примесные полупроводники n - и p -типа? Нарисуйте для них энергетические диаграммы. Что является основными и неосновными носителями заряда в этих полупроводниках?
3. Как образуется запирающий слой в месте контакта p - и n -полупроводников? Объясните направление запирающего поля в нём.
4. Что называется прямым и обратным включением полупроводникового фотодиода? Почему в данной работе на него надо подавать обратное напряжение?
5. Опишите явление внутреннего фотоэффекта? В чем его отличие от внешнего фотоэффекта?
6. Что из себя представляет используемый в работе фотоэлемент? Почему слой n -полупроводника в нём должен быть очень тонким?
7. Нарисуйте и объясните вольт-амперную характеристику полупроводникового фотодиода. Какой измеряемый в работе ток называется темновым?
8. Что происходит с вольтамперной характеристикой при увеличении освещенности? Объясните вид графиков на рис.А.
9. Как рассчитать статическое и дифференциальное сопротивление фотодиода? Как найти величину его чувствительности к освещению?

Теоретические сведения к данной работе можно найти в учебных пособиях:

1. Савельев И.В. Курс общей физики в 3-х тт. – СПб., М., Краснодар: Лань, 2008. – Т. 3: §§9, 43, 45-47.
2. Колмаков Ю. Н., Левин Д.М., Семин В.А. Основы физики конденсированных сред и физики микромира: Ч.1, – изд. ТулГУ. 2014, §§6.4, 6.5.