

$V=2-5$ В ($E \approx 10^5$ В/см) возникает Ф. э. с порогом $h\nu_0 = \varepsilon_g$ (InGaAs) $\approx 0,8$ эВ $< \Phi$.

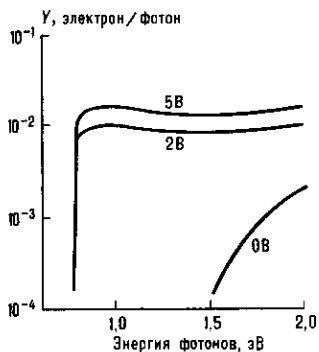


Рис. 5. Спектральные характеристики квантового выхода фотоэмиссии из контакта полупроводник — металл p -InGaAs—Ag—Cs—O при различных значениях внешнего напряжения; $\varepsilon_g \approx 0,8$ эВ, $T \approx 110$ К.

Рентгеновская Ф. э. связана с возбуждением фотоэлектронов с глубоких атомных уровней твёрдого тела. Характерной особенностью фотоэлектронных спектров рентг. Ф. э. является наличие узких линий, соответствующих фотоэлектронам, вышедшим из тела без рассеяния энергии. При использовании мягкого рентг. излучения ($h\nu \approx 1$ КэВ) энергия эмитированных электронов составляет неск. сотен эВ. Длина свободного пробега таких электронов равна $0,5-2$ нм, так что линейчатая часть спектров рентг. Ф. э. отражает состав приповерхностного слоя твёрдого тела толщиной неск. монослоёв. Эта особенность спектров рентг. Ф. э. позволяет их использовать для анализа состава поверхности в рентг. фотоэлектронной спектроскопии.

Многофотонная Ф. э. возникает при большой интенсивности падающего излучения и связана с одновремен. поглощением электроном двух или более фотонов. Она наблюдается в области энергий фотонов, значительно меньших, чем порог обычной (одnofотонной) Ф. э., при $h\nu > h\nu_0/n$ ($h\nu_0$ — порог обычной Ф. э., а n — число одновременно поглощённых фотонов). Величина плотности фототока при многофотонной Ф. э. определяется соотношением $j_{\Phi} = C_n I^n$ (I — интенсивность падающего излучения). Наблюдение и исследование многофотонной Ф. э. стало возможным после появления лазеров, способных создавать монохроматич. световые потоки большой интенсивности. Двухфотонная Ф. э. впервые наблюдалась в 1964 на Cs_3Sb ($h\nu_0 \approx 2$ эВ) при освещении неодимовым лазером ($h\nu = 1,17$ эВ) с интенсивностью $I \geq 10$ Вт/см². При $I = 50$ Вт/см² $j_{\Phi} \approx 10^{-8}$ А/см². Трёхфотонная Ф. э. наблюдалась впервые в 1967 на золоте ($h\nu_0 = 4,8$ эВ) при освещении рубиновым лазером ($h\nu = 1,78$ эВ) с интенсивностью $I > 10^5$ Вт/см². При $I = 5 \cdot 10^5$ Вт/см² $j_{\Phi} \approx 10^{-8}$ А/см². На тех же образцах Au наблюдалась двухфотонная Ф. э. при использовании излучения второй гармоники рубинового лазера ($h\nu = 3,57$ эВ) с интенсивностью $I > 10^3$ Вт/см². При $I = 10^4$ Вт/см² $j_{\Phi} \approx 10^{-7}$ А/см².

Лит.: Соммер А., Фотоэмиссионные материалы, пер. с англ., М., 1973; Соболева Н. А., Меламид А. Е., Фотоэлектронные приборы, М., 1974; Белл Р. Л., Эмиттеры с отрицательным электронным зарядом, пер. с англ., М., 1978; Escher J. S. [e. a.], Field assisted semiconductor photoemitters for the 1—2 μ m range. «IEEE Trans Electron Devices», 1980, v. 27, p. 1244; Escher J. S., NEA semiconductors photoemitters, «Semiconductors and Semimetals», 1981, v. 15, p. 195.

ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ — электроракумные или полупроводниковые приборы, преобразующие эл.-магн. сигналы оптич. диапазона в электрические токи, напряжения или преобразующие изображения в невидимых (напр., ИК) лучах в видимые изображения. Ф. п. предназначены для преобразования, накопления, хранения, передачи и воспроизведения информации (включая информацию в виде изображения объекта). Действие Ф. п. основано на использовании фотоэффектов: внешнего (фотоэлектронной эмиссии), внутреннего (фотопроводимости) или вентильного. К Ф. п. относятся разл. *фотоэлементы, фотоэлектронные умножители, фоторезисторы, фотоди-*

оды, электронно-оптич. преобразователи, усилители яркости изображения, а также *передающие электронно-лучевые трубки.*

ФОТОЭЛЕКТРОННЫЙ УМНОЖИТЕЛЬ (ФЭУ) — фотоэлектронный прибор, в к-ром фототок усиливается с помощью *вторичной электронной эмиссии*; предназначен для регистрации слабых излучений. Состоит из *фотокаатода*, эмитирующего поток электронов под действием оптич. излучения (фототок), электронно-оптической системы входа (входной камеры), создающей электр. поле, фокусирующее или собирающее электроны с фотокаатода на вход умножит. системы, динодной умножительной системы, обеспечивающей умножение электронов в результате вторичной электронной эмиссии, и анода — коллектора вторичных электронов (рис. 1). ФЭУ впервые предложен и разработан Л. А. Кубецким в 1930—1934.

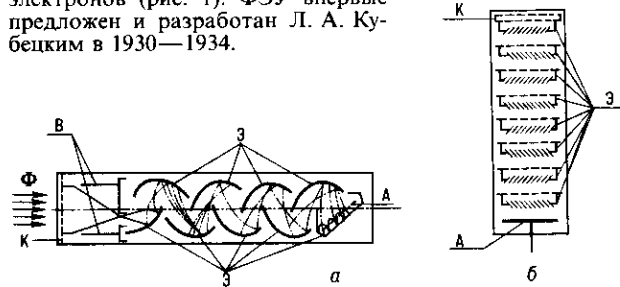


Рис. 1. Схемы фотоэлектронных умножителей с линейными дискретными динодными системами: а — с корытообразными динодами; б — с жалюзийными динодами; Ф — световой поток; К — фотокаатод; Э — фокусирующие электроды входной камеры; Э — диноды; А — анод. Штрихпунктирными линиями изображены траектории электронов.

В ФЭУ используются те же фотокаатоды, что и в фотоэлементах с внеш. фотоэффектом. Обычно их выполняют из *полупроводниковых материалов* на основе соединений типов $A^I B^V$ и $A^{III} B^V$ (Cs_3Sb , GaAs и др.). Наиб. распространены ФЭУ с полупрозрачным фотокаатодом, нанесённым на внутр. торцевую поверхность стеклянного баллона.

Кроме электростатич. фокусировки иногда применяются магн. фокусировка и фокусировка в скрещённых электр. и магн. полях.

Основные параметры ФЭУ: световая анодная чувствительность (отношение анодного фототока к вызывающему его световому потоку при номинальных потенциалах электродов) составляет $1-10^4$ А/лм; спектральная чувствительность находится обычно в диапазоне $105-1200$ нм (чувствительность в УФ-области спектра определяется характеристиками входного окна ФЭУ, в ближней ИК-области — красной границей фотоэффекта); коэф. усиления лежит, как правило, в пределах 10^3-10^8 ; темновой ток (ток в анодной цепи в отсутствие светового потока) не превышает $10^{-9}-10^{-10}$ А.

Наиб. широко используются ФЭУ, в к-рых усиление электронного потока осуществляется при помощи системы дискретных динодов — электродов корытообразной, коробчатой, тороидальной или жалюзийной формы с линейным либо (реже) круговым расположением, обладающих коэф. вторичной эмиссии $\sigma > 1$. Усиленный во много раз (от 10 до 10^8) фототок, снимаемый с анода, получается в таких ФЭУ в результате умножения электронов последовательно на каждом из отд. динодов. Питание ФЭУ подаётся через делитель напряжений, распределяющий напряжение между электродами. Существуют также умножит. системы, представляющие собой непрерывный динод — канал (относительно длинная трубка, прямая или изогнутая, либо близко расположенные пластины), к концам к-рого приложено напряжение (обычно $1-3$ кВ). На внутр. поверхности канала создан активный слой ($\sigma > 1$), обладающий распределённым электр. сопротивлением. Перемещение вторичных электронов происходит под действием аксиального электр. поля (рис. 2). Коэф.