

чернильная пластинка. Одной из сторон камеры служит окно, прозрачное для излучения, а другой — гибкая мембрана. Излучение, падающее на зачернившую пластину, нагревает её, что приводит к повышению темп-ры и давления газа в камере. Обычно в оптико-акустич. приёмники направляют модулиров. излучение, и потому мембрана колеблется с амплитудой, зависящей от мощности потока излучения. Изменение кривизны мембраны преобразуется в электрич. сигнал, к-рый может быть измерен. Оптико-акустич. приёмники без зачерниной пластинки основаны на поглощении оптич. излучения непосредственно газом, заключённым в камеру. Пульсация давления газа улавливается микрофоном, сигнал с к-рого усиливается и измеряется. В этом случае оптико-акустич. приёмник является селективным, т. к. он обладает чувствительностью только в определ. областях спектра (в полосах поглощения газа). Постоянная времени оптико-акустич. приёмников (2—3) · 10⁻² с, порог чувствительности 4 · 10⁻¹⁹ Вт/Гц^{1/2}, коэф. преобразования 4 · 10⁴ В/Вт.

Фотоэлектронные приёмники оптич. излучения непосредственно преобразуют энергию излучения в электрическую. Их разделяют на П. о. и с внешним и внутренним фотоэффектом.

Фотоэлемент — ал.-вакуумный прибор, преобразующий оптич. излучение в электр. сигнал, основан на явлении эмиссии электронов с поверхности твёрдого тела при поглощении фотонов. Красная граница чувствительности таких приёмников определяется работой выхода электронов с поверхности твёрдого тела. Для большинства металлов она лежит в видимой и ближней УФ-областях, для полупроводников — в видимой и ближней ИК-областях, для диэлектриков — в области вакуумного ультрафиолета. Простейший фотоэлемент с внеш. фотоэффектом представляет собой вакуумированный стеклянный баллон, на части, внутри поверхности к-рого нанесён фоточувствит. слой (фотокатод). В центре баллона находится электр. анод в виде сетки или кольца; между анодом и катодом приложена разность потенциалов, создающая ускоряющ. электр. поле. Электроны, вылетающие из фотокатода при его освещении, попадают под действием поля на анод, создавая ток во внеш. цепи. Область спектральной чувствительности фотоэлемента зависит от материала фотокатода. Всего существуют 15 типов спектральных характеристик фотокатодов. Широкое распространение получили три типа фотокатодов: Sb — Cs, область чувствительности 180—250 нм; Ag₂O — Cs — 400—1000 нм; мультищелочной (Sb, K, Na, Ca) — 400—80 нм. В отсутствие освещения в анод фотоэлемента течёт ток (наз. т. л. м. д. в. т. м.), вызванный спонтанной термической эмиссией фотокатода. Порог чувствительности фотоэлемента определяется флуктуациями темнового тока, на фоне к-рого измеряется фототок. Ср. величина темнового тока зависит от типа фотокатода и разности потенциалов между анодом и катодом. При комнатной темп-ре плотность темнового тока у мультищелочного фотокатода составляет 10⁻¹⁵—10⁻¹⁶ А/см², у фотокатода типа Ag — O — Cs — 10⁻¹¹—10⁻¹² А/см². Охлаждение фотокатода до темп-ры жидкого азота (77 К) приводит к снижению темнового тока на три-четыре порядка, но и одновременно уменьшению порога чувствительности. Постоянная времени вакуумных фотоэлементов составляет 10⁻⁸ с.

Фотоэлектронный умножитель (ФЭУ) — ал.-вакуумный прибор, преобразующий оптич. излучение в электр. сигнал с последующим его усилением за счёт вторичной эмиссии, суть к-рой состоит в испускании электронов поверхностью твёрдого тела при её бомбардировке электронами большой энергии. Т. к. число вторичных электронов превышает число первичных, то, многократно повторяя такой процесс, можно получить значит. усиление первичного электронного тока. У совр. ФЭУ с 12 каскадами (динадами) коэф. усиления достигает 10⁷. Спектральная чувствитель-

ность ФЭУ определяется типом фотокатода и полосой пропускания материала входного окна. Постоянная времени ФЭУ составляет 10⁻⁹—10⁻⁸ с. Порог чувствительности ФЭУ, как и у фотоэлементов, определяется флуктуациями темнового тока, а также флуктуациями вторичного тока вторичной эмиссии динадов и составляет 10⁻¹⁵—10⁻¹² Вт/Гц^{1/2}. Для снижения величины темнового тока и порога чувствительности применяют охлаждение. Кроме ФЭУ с дискретными эмиттерами, используют ФЭУ с непрерывными эмиттерами в форме канала (канальные ФЭУ). В простейшем случае ФЭУ этого типа представляют собой трубку из диэлектрика (кварц, стекло), внутри поверхность к-рой покрыта слоем полупроводника. К концам трубки приложено напряжение 2—3 кВ, создающее вдоль неё электр. поле. Один конец трубки располагается вблизи фотокатода; второй конец располагается около коллектора для сбора электронов. Обычно длина трубки 100—150 мм, diam. 1,5—2,0 мм. Коэф. усиления канального ФЭУ достигает 10⁶. Для увеличения чувствительности фотокатодов, применяемых в фотоэлементах и ФЭУ, используют многократное прохождение излучения через фотокатод за счёт полного внутр. отражения на границах раздела стекло — воздух и фотокатод — вакуум. Световой луч вводится в фотокатод под нужным углом с помощью призм, находящихся в оптическом контакте с плоским входным окном приёмника. При многократном прохождении через фотокатод излучение почти полностью поглощается; при этом порог чувствительности приближается к теоретич. пределу.

При регистрации оптич. излучений модулированного частотой (100 МГц) используют спец. виды фотоприёмников с внешним фотоэффектом. К их числу относятся динамич. и статич. ФЭУ со скрещёнными полями, вакуумные фотодиоды, СВЧ-фотоэлементы, фотоэлементы в ФЭУ бегущей волны, импульсные скоростные фотоэлементы.

Фоторезисторы (фотосопротивления) — простейшие полупроводниковые структуры с одним типом проводимости, у к-рых под действием падающего оптич. излучения происходит изменение проводимости вследствие образования в них носителей заряда (электронов и дырок). Этот эффект наблюдается в полупроводниках при энергии падающего фотона, недостаточной для возникновения внеш. фотоэффекта, но достаточной для перехода носителя из валентной зоны в зону проводимости. Фотон с такой энергией вызывает внутр. фотоэффект, увеличивая в зоне проводимости и в валентной зоне число носителей заряда. Величина запрещённой зоны определяет красную границу чувствительности фоторезисторов. Фоторезистор представляет собой тонкую пластинку или плёнку из полупроводника, нанесённую на подложку из изоляц. материала и помещённую в корпус с защитным окном; через контакты к-чувствит. слою подводится питающее напряжение. Охлаждаемые фоторезисторы обычно монтируют на внутр. дне сосуда Дьюара. Схемы включения фоторезисторов аналогичны схемам включения болометров. Приёмник, чувствительный в ДВ-области спектра, изготавливают из материала с узкой запрещённой зоной. Однако чем уже запрещённая зона, тем больше носители возбуждаются не фотонами, а термич. путём. Принято считать, что фоторезисторы чувствительные к излучению с длиной волны до 3 мкм, охлаждения не требуют; в диапазоне 3—8 мкм необходимо охлаждение до 77 К; фоторезисторы для диапазона 8—30 мкм требуют глубокого охлаждения до 3—5 К. Наиб. широкое применение получили фоторезисторы на основе сульфида цинка (рабочая область спектра 0,3—0,9 мкм), селенида кадмия (0,35—1,1 мкм), сульфида свинца (0,4—3,6 мкм), селенида свинца (0,54—4,0 мкм), антимонида индия (2,2—9,0 мкм), германия, легированного золотом и ртутью (1,8—9,0 мкм). Постоянная времени фоторезисторов определяется временем установления стационарного состояния неравновесных носителей заряда, воз-