

УДК 621.383

Фотоприемники и фотоприемные устройства для приема импульсного излучения в спектральном диапазоне 0,3—11 мкм

А. М. Филачев, В. П. Пономаренко, И. И. Таубкин,
И. Д. Бурлаков, К. О. Болтарь, Л. И. Горелик, Н. В. Кравченко,
А. В. Кульманов, К. М. Куликов, В. Е. Ложников,
Ю. П. Шаронов

Государственное унитарное предприятие «НПО «Орион»», Москва, Россия

Приведены основные фотоэлектрические характеристики быстродействующих фотоэлектрических полупроводниковых приемников излучения (ФЭПП) и фотоприемных устройств (ФПУ) на основе фотодиодов GaP, Si, Ge, InGaAsP/InP, а также фотодиодов и фоторезисторов (CdHg)Te для спектрального диапазона длин волн 0,3—11 мкм. Отмечено, что основные фотоэлектрические характеристики соответствуют современному уровню зарубежных аналогов. Представлены результаты исследований ФЭПП и ФПУ на основе фотодиодов и фоторезисторов (CdHg)Te в гетеродинном режиме длин волн 10,6 мкм в полосе частот до 1000 МГц при температуре охлаждения от 80 К. Показано, что для частот до 40 МГц фотодиоды и фоторезисторы имеют близкие пороговые характеристики. Приведены значения гетеродинного порога для фоторезисторов (CdHg)Te при рабочих температурах 200 и 300 К. Даны основные характеристики быстродействующего термоохлаждаемого ФЭПП на основе фоторезистора (CdHg)Te, предложенного для индикации лазерного излучения в спектральном диапазоне 0,8—11 мкм.

Особенность лазерных информационных систем — сверхширокая полоса частот и возможность передачи больших объемов информации. Широкая полоса частот позволяет использовать различные ее участки для работы с разными несущими. Созданы мощные генераторы когерентного излучения, такие как лазеры на двуокиси углерода, твердотельный лазер на иттрий-алюминиевом гранате, инжекционный лазер на арсениде галлия. Разработаны широкополосные модуляторы оптического излучения для всего спектра излучений лазеров.

Один из важнейших узлов любой оптико-электронной системы — фотоприемник. Фотоприемники оптических приемных устройств разделяются на два класса: фотонные и тепловые. Для приема импульсного лазерного излучения наибольший интерес представляют фотонные приемники, использующие в своей работе эффект фотопроводимости и фотовольтаический эффект.

Приведены основные результаты последних разработок и исследований по ФЭПП различных типов и ФПУ, предназначенных для приема лазерного излучения на длинах волн в спектральном диапазоне 0,2—12 мкм.

Фотоприемники прямого детектирования

В приемном устройстве прямого детектирования полезный сигнал и фоновое излучение проходят через оптический полосовой фильтр, а затем попадают на фоточувствительную поверхность фотоприемника.

Шумовой ток фотоприемников, определяющий их чувствительность, можно представить в виде

$$i_{\text{ш}}^2 = uq [qh \Phi_{\text{фон}} AG^2 + I_T(V) + kT/qR] \Delta f, \quad (1)$$

где u — коэффициент, равный 2 для фотодиодов, и 4 — для фоторезисторов; $\Phi_{\text{фон}}$ — плотность потока фотонов от фонового излучения в спектральной полосе чувствительности фотоприемника;

I_T — темновой ток, зависящий от напряжения;

G — коэффициент фотоэлектрического усиления, для фотодиодов $G = 1$.

Токовая чувствительность фотоприемника имеет вид

$$S_i = \frac{\eta q \lambda}{hc} G,$$

тогда спектральную зависимость удельной обнаружительной способности можно записать в виде

$$D_{\lambda}^* = \frac{\eta \lambda}{hc} \left[u \left(\eta \Phi_{\text{фон}} + \frac{I_T(V)}{q} \frac{1}{G^2 A} + \frac{kT}{q^2} \frac{1}{G^2 RA} \right) \right]^{-1/2}$$

Анализ этого выражения показывает, что для получения высокочувствительного фотоприемника необходимо иметь максимально возможное соотношение $G^2 RA$. В случае фотодиодов реализация этого требования путем увеличения приемной площадки A приводит к увеличению собственной емкости прибора и сужению рабочей полосы частот.

Спектральный диапазон 0,3—0,8 мкм

Фотоприемники на основе широкозонных полупроводниковых материалов фосфида галлия (GaP), арсенида галлия (GaAs) и их тройного соединения ($\text{GaP}_x\text{As}_{1-x}$) дают возможность создания фотоприемных устройств и приборов со спектральной чувствительностью в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областях спектра [1, 2]. Одним из преимуществ фотоприемников на этих материалах является единая технология их изготовления. Спектральные характеристики относительной чувствительности фотодиодов представлены на рис. 1. Использование в разработанных в ГУП «НПО «Орион» фотодиодах барьера Шоттки с полупрозрачным металлическим слоем обеспечивает повышенную фоточувствительность к ультрафиолетовому излучению за счет разделения фотогенерированных носителей тока вблизи поверхности полупроводника непосредственно в области поглощения квантов высоких энергий.

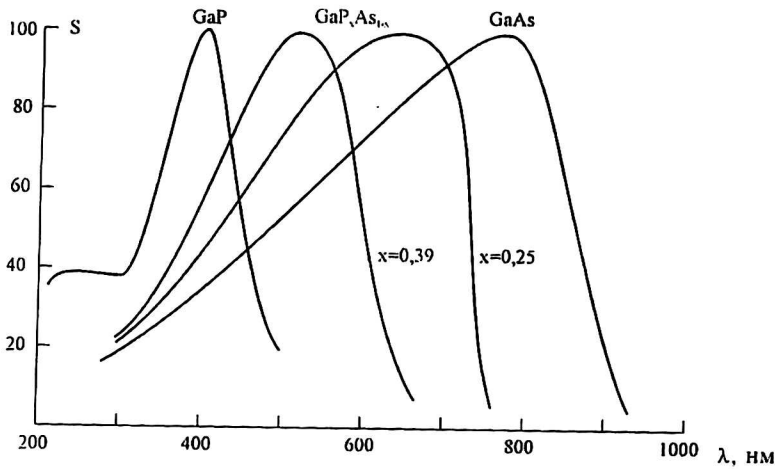


Рис. 1. Спектральная чувствительность GaP, GaP_xAs_{1-x} и GaAs

В качестве исходного материала берут эпитаксиальные структуры $n-n^+$ -типа с нелегированным n -слоем, являющимся активным.

В структурах со слоем GaP_xAs_{1-x} подложкой является n^+ -слой GaAs. Полупрозрачный металлический слой выполняется из золота (50–100 Å). Конструктивно фотоприемники герметизированы в металлические корпуса с входным окном из лейкосапфира либо кварца.

Фотодиоды на основе фосфида галлия обладают высокой стабильностью чувствительности до уровня освещенности $2 \cdot 10^{-2}$ Вт·см⁻² и способностью работать в широком температурном диапазоне (от -200 до 250 °С). Разработаны одноэлементные фотодиоды с размером фоточувствительного элемента (ФЧЭ) от 100×100 мкм² до диаметра 8 мм, многоэлементные линейки, а также быстродействующие фотодиоды с малым размером приемной площадки и пониженной емкостью. Быстродействие таких приборов не хуже 10 нс.

Основные параметры разработанных фотоприемников на основе указанных выше полупроводниковых материалов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики фотоприемников
на основе широкозонных полупроводников

Параметры	Материал фоточувствительного элемента		
	GaP	GaAs	GaP _x As _{1-x}
Спектральный диапазон, нм	200–510	250–900	250–680 (740)
Длина волны максимума чувствительности, нм	430–440	800	550(650)
Токовая чувствительность при λ_{max} , А/Вт	0,15	0,5	0,22
Монохроматический порог чувствительности при λ_{max} , Вт·Гц ^{-1/2}	$2 \cdot 10^{-14}$	$1,5 \cdot 10^{-14}$	$1 \cdot 10^{-14}$
Емкость, пФ	300	40	250
Динамическое сопротивление при обратном смещении 10 мВ, Ом	10^{10}	$10^8 \div 10^9$	10^{10}

Примечание. Параметры даны для фоточувствительного элемента диаметром 1 мм.

Фотоприемники на спектральный диапазон 0,8—1,6 мкм

Анализ современного состояния оптико-электронных систем, работающих на прием лазерного излучения, показывает, что по-прежнему используются основные длины волн: 0,8—0,9; 1,06; 1,3 и 1,54 мкм, и, следовательно, оптимальными приемниками для них являются неохлаждаемые полупроводниковые фотоприемники на основе Si, Ge и гетероструктур InGaAsP/InP.

В «НПО «Орион»» разработано несколько типов пороговых быстродействующих фотодиодов, в том числе Si-фотодиоды со структурой $p^+ \pi n^+$ (π -Si—кремний, по свойствам близкий к собственному), лавинные Si-фотодиоды со структурой $n^+ p \pi n$ —фотодиоды на основе InGaAsP.

Излучение в основном поглощается в π -Si (особо чистый кремний с удельным сопротивлением $\rho = 10 \div 40$ кОм), имеющем толщину порядка 0,1—0,5 мм. Наличие π -области снижает собственную емкость диода и его инерционность, а сильное электрическое поле вблизи n^+ - p -перехода лавинопролетного диода приводит к ударной ионизации и увеличению числа носителей из-за возникновения лавины. В кремниевых лавинных фотодиодах реализован близкий к теоретическому уровень избыточного шума лавины при коэффициентах умножения 100—200.

К настоящему времени в «НПО «Орион»» разработан ряд серийных технологий и ведется выпуск фотодиодов для приема импульсного излучения на длинах волн 0,85, 1,06 и 1,54 мкм, в том числе большой площади, для лазерной дальнометрии, волоконно-оптических линий связи и др. Ряд фотоприемников снабжен специально разработанной микроэлектроникой предварительной обработки фотосигналов, осуществляющей предварительное усиление, квазиоптимальную фильтрацию сигнала и шума, нормирование сигналов и некоторые другие функции. Основные параметры приемников приведены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Технические характеристики фотодиодов из Si и Ge ($T_p = 22$ °C)

Материал фотодиода	Структура фотодиода	Размер элемента, мм	Чувствительность S_λ (А/Вт ⁻¹)		Емкость, Ф	Постоянная времени τ , с	Темновой ток, А	Примечание
			0,85 мкм	1,06 мкм				
Si	$p^+ \pi n^+$	14	0,4	0,3	$\leq 7,5 \cdot 10^{-11}$	$\leq 5 \cdot 10^{-8}$	$< 7 \cdot 10^{-6}$	Одноэлементный фотодиод большой площади
Si	$p^+ \pi n^+$	0,6	0,45	—	$\leq 5 \cdot 10^{-12}$	$\leq 3 \cdot 10^{-9}$	$< 1 \cdot 10^{-8}$	Фотодиод для ВОЛС с отрезком волокна
Si	$p^+ \pi n^+$	16	0,4	0,3	$\leq 2 \cdot 10^{-11}$	$5 \cdot 10^{-9}$	$\leq 2 \cdot 10^{-6}$	Квадрантный фотодиод
Si	$p^+ \pi n^+$	0,5	0,45	—	$\leq 7 \cdot 10^{-12}$	$7 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-8}$	Бескорпусной фотодиод для ВОЛС
Si	$p-n$	1,1	—	0,5	$\leq 1 \cdot 10^{-10}$	$5 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-5}$	

Таблица 3

Технические характеристики быстродействующих фотодиодов из Si и InGaAsP с микроэлектроникой предварительной обработки фотосигналов

Материал фотодиода	Структура фотодиода; рабочая длина волны, мкм	Пороговая мощность $P_{пор}$, Вт	Длительность импульса, нс	Полоса регистрируемых фотосигналов ΔF , 10^6 Гц	Диаметр чувствительной площадки, мм	Функции, выполняемые микроэлектронным трактом
Si	$p^+ \pi n^+$ 8-элементный $\lambda = 1,06$	$1 \cdot 10^{-7}$	20—100	—	10	Предварительное усиление по 8 каналам, функции расширения динамического диапазона входных сигналов и др.
Si	$n^+ p p r$ 1-элементный $\lambda = 1,06$	$2 \cdot 10^{-8}$	50—500	—	0,5	Предварительное усиление с автоматической регулировкой коэффициента усиления, формирование выходного сигнала в уровнях ТТЛ-логики и др.
InGaAsP	$p^+ \pi n^+$ 1-элементный $\lambda = 1,3-1,54$	$6 \cdot 10^{-10}$	—	3—600	0,01* 0,05*	Предварительное усиление на основе полевого транзистора из GaAs на входе
InGaAsP	$p^+ \pi n^+$ 1-элементный $\lambda = 1,54$	$5 \cdot 10^{-9}$	10—100	—	0,2	Предварительное усиление на основе полевого транзистора из GaAs на входе

* Указан диаметр волокна волоконно-оптического кабеля.

Проведено исследование влияния геометрии фоточувствительных элементов, характеристик исходного полупроводникового материала, степени легирования p - и n -областей и других на параметры фотодиодов, в результате чего разработаны методы инженерного проектирования фотодиодов.

Фотоприемники для диапазона 8—12 мкм

Для регистрации оптического излучения в диапазоне 8—12 мкм в настоящее время наиболее широко используются фотодиоды и фоторезисторы из материала $Cd_x Hg_{1-x} Te$.

В ГУП «НПО «Орион»» разработана достаточно большая номенклатура как одноэлементных, так и многоэлементных фотодиодов на диапазон 8—12 мкм, работающих при температуре охлаждения 80 К, с размером ФЧЭ от 50×50 мкм² до 1×1 мм² и достаточно высоким уровнем обнаружительной способности — D^* ($\lambda=10,6$) $> 3 \cdot 10^{10}$ Вт⁻¹·Гц^{1/2}·см.

Фотодиоды изготовлялись на основе материала p -типа состава $x = 0,21$ с концентрацией дырок $\sim 1 \cdot 10^{16}$ см⁻³ при $T \sim 80$ К. Область n -типа формировалась ионной имплантацией. В качестве пассивирующего и одновременно маскирующего покрытия использовалась пленка CdTe. Фоточувствительные элементы помещались в специально разработанный стеклометаллический дюар. Охлаждение осуществляли путем заливки жидким азотом. Фотоприемник и предварительный усилитель объединены в единый корпус.

Разработаны и выпускаются предварительные усилители, позволяющие полностью реализовать пороговые характеристики таких фотоприемников. Создан ряд базовых конструкций — от заливных криостатов до корпусов, сопрягаемых с газовой криогенной машиной.

Фоточувствительные элементы размером 50×50 мкм² имели $R_0A \sim 200$ —300 Ом·см² при теоретическом максимуме 650 Ом·см², что связано с наличием дефектов в исходном полупроводниковом материале.

При применении в качестве фотоприемников фоторезисторов следует учитывать некоторую специфику, рассмотренную в работе [3]. Такие фотоприемники можно уверенно применять в дальномерных каналах с длительными импульсами CO₂-лазера 20—100 нс как вполне альтернативные фотодиодам.

Спектральные характеристики фоторезисторов из Cd_xHg_{1-x}Te меняются при изменении состава x и рабочей температуры. Следовательно, подбором состава материала можно получить фоторезистор, работающий при температуре 200 К (охлаждение ФЧЭ с помощью ТЭО) или при комнатной температуре. Режим ОФ при таких рабочих температурах не реализуется, собственная инерционность фоторезисторов составляет $\sim 10^{-8}$ с, что позволяет использовать их для регистрации коротких световых импульсов. Пороговая чувствительность фоторезисторов при этом определяется тепловыми шумами ФЧЭ. Поскольку тепловые шумы имеют «белый» спектр, чувствительность ФЧЭ в этом случае определяется полосой пропускания предварительного усилителя. Для получения максимума спектральной чувствительности при $\lambda=10,6$ мкм при работе фоторезистора с температурой 300 К был использован материал с $x = 0,16$ — 0,17. При этом собственная инерционность фоторезисторов составляла менее 10^{-9} с, что делает такие фотоприемники особенно перспективными при исследовании временных характеристик лазерного излучения. Спектральная чувствительность таких фотоприемников представлена на рис. 2.

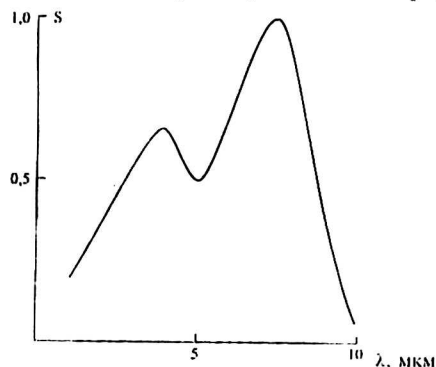


Рис. 2. Спектральная чувствительность фоторезистора из Cd_xHg_{1-x}Te при T = 220 К

Основные характеристики разработанных в ГУП «НПО «Орион»» фоторезисторов из $Cd_xHg_{1-x}Te$ на область спектра 8—12 мкм представлены в табл. 4.

Таблица 4

Технические характеристики фоторезисторов на основе $Cd_xHg_{1-x}Te$ на область спектра 8—12 мкм

Размер ФЧЭ, мм ²	Рабочая температура, К	D^* ($\lambda = 10,6$), Вт ⁻¹ ·Гц ^{1/2} ·см	τ , мкс	Число элементов
(0,035×0,035) — (3×3)	80	$> 4 \cdot 10^{10}$	0,3 — 1	1 — 96
(0,05×0,05) — (3×3)	200	$3 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^{-2}$	1 — 16
(0,05×0,05) — (3×3)	240	$1 \cdot 10^8$	$< 1 \cdot 10^{-2}$	1 — 16
(0,1×0,01) — (3×3)	300	$5 \cdot 10^6$	10^{-3}	1 — 16

В настоящее время созданы образцы многоэлементных фоторезисторов из $Cd_xHg_{1-x}Te$ со специально подобранным составом, обеспечивающим значение обнаружительной способности n менее $1 \cdot 10^7$ Вт⁻¹·Гц^{1/2} см на любой длине волны в диапазоне 0,6—11 мкм при рабочей температуре не более 230 К.

Гетеродинное приемное устройство

В оптическом приемнике с гетеродинированием входное лазерное излучение смешивается на фоточувствительной поверхности фотоприемника с опорным излучением местного гетеродина. При этом выделяется колебание промежуточной или разностной частоты. Сигнал промежуточной частоты сохраняет модуляцию входного лазерного сигнала.

После прохождения через полосовой фильтр электрический сигнал поступает на электрический детектор, где и выделяется полезная информация.

Главное преимущество гетеродинного метода приема — относительная легкость усиления на промежуточной частоте и тот факт, что выбором значительной мощности местного гетеродина можно подавить как тепловые шумы, так и токовые шумы, вызываемые любым источником, кроме местного гетеродина. Это обстоятельство позволяет улучшить отношение сигнал/шум.

Для гетеродинного приема излучения отношение сигнал/шум в ФЭПП по мощности можно записать в виде

$$\frac{S}{N} = \frac{2 \left(\frac{G\eta q}{h\nu_c} \right)^2 P_r P_c R_n}{u G^2 q \left[\frac{\eta q}{h\nu_c} (P_c + P_\phi + P_r) + I_T \right] R_n + ukT_p + \frac{e_{шпу}^2}{R_n}}$$

где u — коэффициент, равный 2 для фотодиодов и 4 — для фоторезисторов; G — коэффициент фотоэлектрического усиления, для фотодиодов $G = 1$; P_c, P_ϕ, P_r — оптическая мощность сигнала, фона и гетеродина, соответственно;

I_T — темновой ток фотоприемника;

$e_{шпу}$ — спектральная плотность ЭДС шума предварительного усилителя.

Пороговая мощность ФЭПП определяется как P_c , при которой $S/N = 1$. Полагая, что $P_r \gg P_\phi$ и $P_r \gg P_c$, для пороговой мощности получаем

$$P_{пор} = u \frac{h\nu_c}{2\eta} \left[1 + \frac{I_T h\nu_c}{\eta q P_r} + \frac{h\nu_c}{2q^2 G^2 P_r R_n} \left(kT_p + \frac{e_{шпу}^2}{R_n} \right) F^{-2}(\omega) \right],$$

где $F(\omega)$ — функция, определяющая частотную характеристику фотоприемника. В простейшем случае $F(\omega) = (1 + \omega^2 \tau^2)^{-0.5}$, где $\tau = R_H C_0$ — для фотодиодов, для фоторезисторов;

τ — время жизни неравновесных носителей тока.

Анализ выражения (1) показывает, что наличие фотоэлектрического усиления в фоторезисторах значительно уменьшает влияние тепловых шумов ФЧЭ и шумов предварительного усилителя на пороговую чувствительность. Учитывая зависимость коэффициента усиления от напряжения постоянного смещения, параметров ФЧЭ и мощности оптического гетеродина, наблюдается довольно сложная зависимость пороговой мощности гетеродина от параметров фотоприемника [4].

Анализ частотной зависимости пороговой чувствительности показал, что для фотодиодов, инерционность которых определяется собственной емкостью p - n -перехода (C_0), которая зависит от напряжения смещения, для уменьшения емкости C_0 при работе в широкой полосе частот на фотодиод подается большое постоянное напряжение, что приводит к увеличению темновых токов.

При увеличении напряжения постоянного смещения на фоторезисторе его инерционность может уменьшиться и определяться временем пролета носителей через чувствительный элемент. Кроме того, при увеличении напряжения смещения увеличивается коэффициент фотоэлектрического усиления. Поэтому влияние увеличения темновых токов на пороговую чувствительность фоторезистора не столь сильное.

В системах оптической локации и связи традиционно используются фотодиоды из $CdHgTe$, обеспечивающие быстродействие более 1 ГГц.

В ГУП «НПО «Орион»» были проведены исследования гетеродина порога фотодиодов и фоторезисторов из $Cd_xHg_{1-x}Te$ при температурах ~ 80 К.

Оптимальная мощность гетеродина лежит в пределах 0,1–0,2 мВт. Увеличение мощности приводит к тому, что уровень дробовых шумов, наведенных гетеродином, значительно превышает все другие шумы фотодиода и шумы предусилителя. В этом случае пороговая чувствительность фотодиода максимальна и зависит только от квантовой эффективности.

При большей мощности гетеродина наблюдается явление насыщения, которое заключается в том, что концентрация фотоиндуцированных носителей заряда в освещаемой области фотодиода становится сравнимой с концентрацией равновесных носителей в p - n -переходе, наступает насыщение фототока, а квантовая эффективность падает.

Исследования, проведенные на фоторезисторах, показали, что они могут конкурировать с фотодиодами в полосе до 40 МГц, что позволит создать систему, в которой пассивный канал будет выполнять функцию активного.

Большой практический интерес представляют результаты исследования гетеродина порога при более высоких рабочих температурах (200–300 К). Проведены исследования чувствительности фоторезисторов с различным составом x , соответствующим максимуму спектральной чувствительности на длине волны 10,6 мкм при рабочих температурах 200 и 300 К.

Результаты исследования гетеродина порога для различных фотоприемников приведены в табл. 5.

Таблица 5

Пороговые характеристики фотоприемников на основе $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$, работающих в гетеродинном режиме на длине волны 10,6 мкм

Тип ФЭПП	Размер ФЧЭ, мкм ²	P_r , мВт	$I_{см}$, мА	f , МГц	T_p , К	$P_{пор}$, Вт/Гц
ФР	35×35	$5 \cdot 10^{-3}$	4	1,0	80	$2 \cdot 10^{-19}$
ФР	35×35	10^{-2}	10	20	80	$4 \cdot 10^{-19}$
ФР	300×300 (р-тип)	$1 \cdot 10^{-2}$	10	30	80	$6 \cdot 10^{-20}$
ФР	260×260	0,16	10	20	200	$1,8 \cdot 10^{-18}$
ФР	260×260	0,16	10	30	200	$2,8 \cdot 10^{-17}$
ФР	1000×1000	0,2	6	100	300	$3 \cdot 10^{-12}$
ФР	260×260	0,2	10	100	300	$1 \cdot 10^{-14}$
ФД	300×300	0,5	8	1000	80	$5 \cdot 10^{-20}$

На рис. 3 приведены расчетные и экспериментальные кривые частотной зависимости порога фотоприемников на основе $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$.

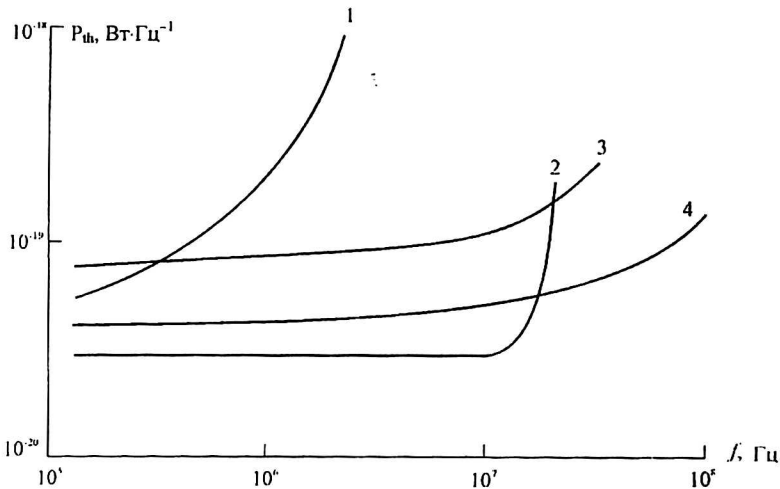


Рис. 3. Частотная зависимость порога фотоприемников в гетеродинном режиме:

- 1, 2 — расчетная зависимость $P_{п}(f)$ для фоторезисторов:
 1 — $U = 0,01$ В; 2 — $U = 0,5$ В; 3 — измеренная зависимость $P_{п}(f)$ для р-типа фоторезистора;
 4 — то же, для фотодиода

В заключение необходимо отметить, что выбор того или иного способа оптического детектирования зависит от тех задач, которые должны решаться с помощью оптико-электронных приборов и наличия элементной базы.

Литература

1. Анисимова И. Д., Бурлаков И. Д., Стафеев В. И. // Laser Market. 1994. № 3. Р. 8—11.
2. Стафеев В. И., Анисимова И. Д. // ФТП. 1994. Т. 8. Вып. 3. С. 461—466.
3. Горелик Л. И., Куликов К. М., Трошкин Ю. С. // Прикладная физика. 1999. № 3. С. 54—60.
4. Горелик Л. И., Куликов К. М., Трошкин Ю. С., Шаронов Ю. П. // Там же. С. 47—54.

Photodetectors and photodetective assemblies for 0,3–11 μm spectral range

A. M. Filachev, V. P. Ponomarenko, I. I. Taubkin,
I. D. Burlakov, K. O. Boltar, L. I. Gorelik, N. V. Kravtchenko,
A. V. Kulymanov, K. M. Kulikov, V. E. Lozhnikov,
Yu. P. Sharonov

State Unitary Enterprise «RD&P Center "Orion"», Moscow, Russia

Main photoelectric characteristics of high-speed photoelectric semiconductor detectors (PESD) and photodetective assemblies (PDA) based on GaP, Si, Ge, InGaAsP/InP photodiodes as well as CdHgTe photodiodes and photoresistors for 0.3–11 μm spectral range are given. It is noted that the main photoelectric characteristics correspond to the up-to-date level of foreign analogs. Results of investigation of PESD and PDA based on CdHgTe photodiodes in a frequency band of up to 1000 MHz at a cooling temperature of from 80 K are given. It is shown that for frequencies of up to 40 MHz photodiodes and photoresistors have close threshold characteristics. Values of heterodyne threshold for CdHgTe photoresistors at operating temperatures of 200 and 300 K are given. Main characteristics of a speed thermal cooling PESD based on CdHgTe photoresistor offered for indication of laser radiation in 0.8–11 μm spectral range are given.