

Тема: Теристор

Общая характеристика оптоэлектронных приборов

Оптоэлектроника- раздел электроники, связанный с изучением эффектов взаимодействия между ЭМВ оптического диапазона и электронами вещества (твердых тел) и охватывающий проблемы создания оптоэлектронных приборов, в которых эти эффекты используются для генерации, передачи, обработки хранения и отображения информации.

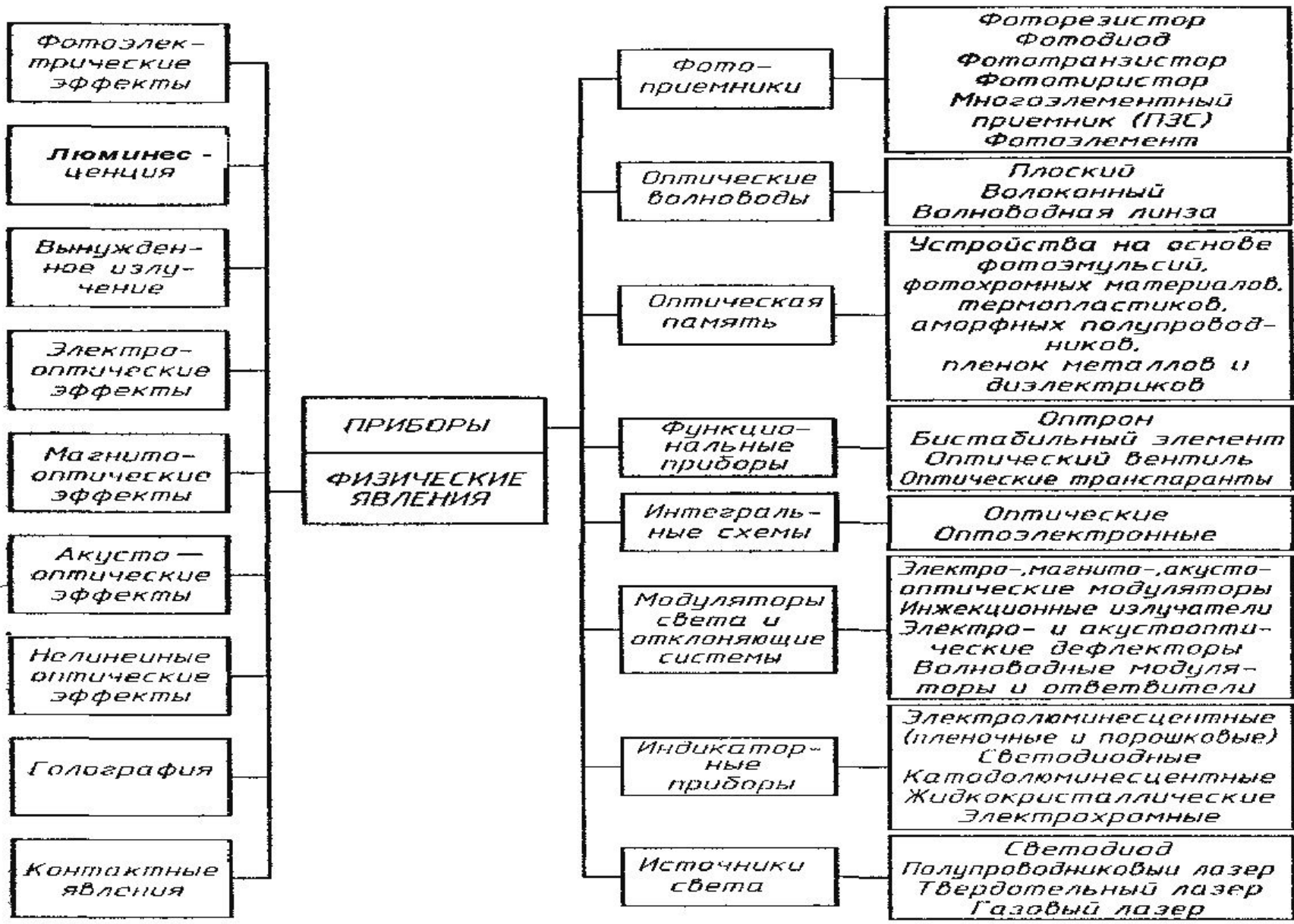
Ленкаев Медет

Отличительные черты оптоэлектроники:

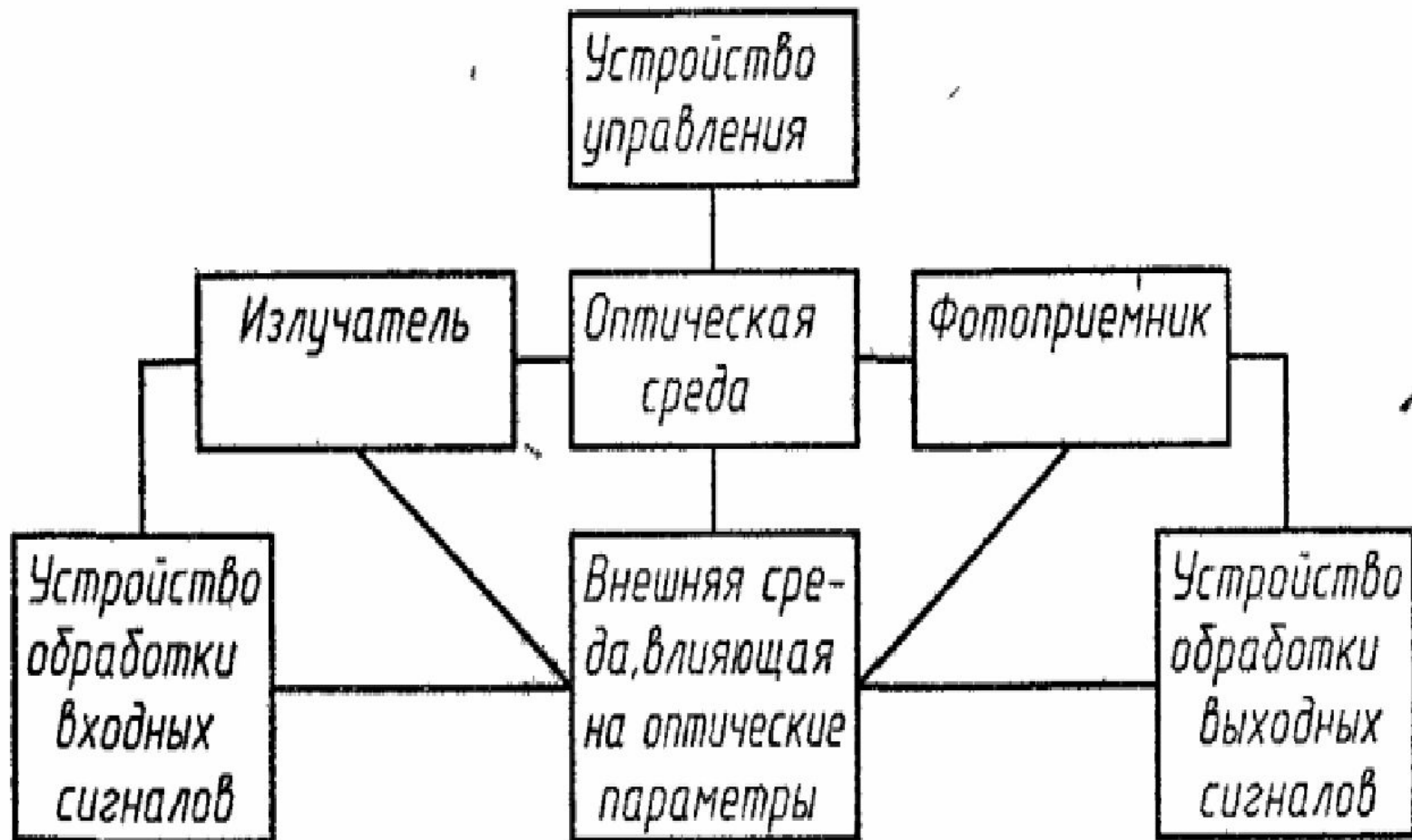
- Физическая основа ее – явления, методы, средства, для которых принципиальны сочетание и неразрывность оптических и электронных процессов.
- Функции оптооптики - это генерация, перенос, преобразование, хранение и отображение информации.
- Техническая основа- миниатюризация элементов; предпочтительное развитие твердотельных плоскостных конструкций; интеграция элементов и функций; ориентация на специальные сверхчистые материалы; применение методов групповой обработки изделий.

Оптоэлектронными приборами называют

- приборы, чувствительные к электромагнитному излучению в видимой, инфракрасной и ультрафиолетовой областях, а также приборы, производящие или использующие такое излучение. Оптоэлектронные приборы делятся на опто - и фотоэлектронные приборы.



Обобщенная структурная схема оптоэлектронного прибора



Достоинства и недостатки оптоэлектронных приборов

Достоинства:

1. Высокая пропускная способность оптического канала. Частота колебаний на 3-5 порядков выше, чем в радиотехническом диапазоне.
2. Идеальная электрическая развязка входа и выхода (используются фотоны), бесконтактная оптическая связь. Однонаправленность потока информации и отсутствие обратной реакции приемника на источник.

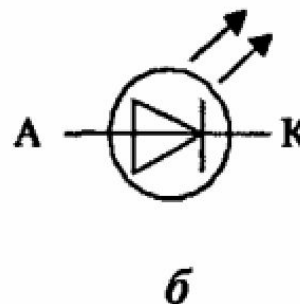
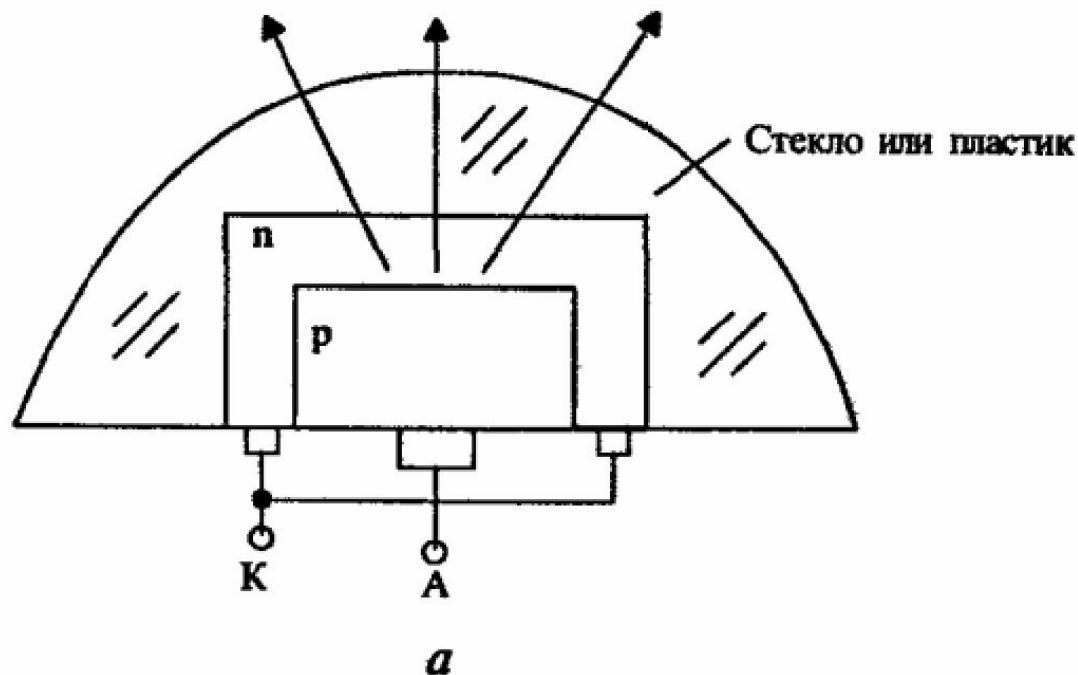
Недостатки:

- Малый КПД (порядка 10- 20% в лучших современных приборах: лазеры, светодиоды, фотодиоды). В оптопарах, в ВОЛС кпд порядка единиц процентов. Это ведет к большему потреблению энергии, но источники энергии имеют ограниченные возможности. Трудно создавать миниатюрные оптоприборы, снижается эффективность и надежность приборов.

Применение разнородных металлов обуславливают:

3. Малый общий КПД устройства из-за поглощения излучения в пассивных областях структур, отражения и рассеяния на оптических границах; снижение надежности из-за различия температурных коэффициентов расширения материалов; сложность общей герметизации устройства; технологическая сложность и высокая стоимость.

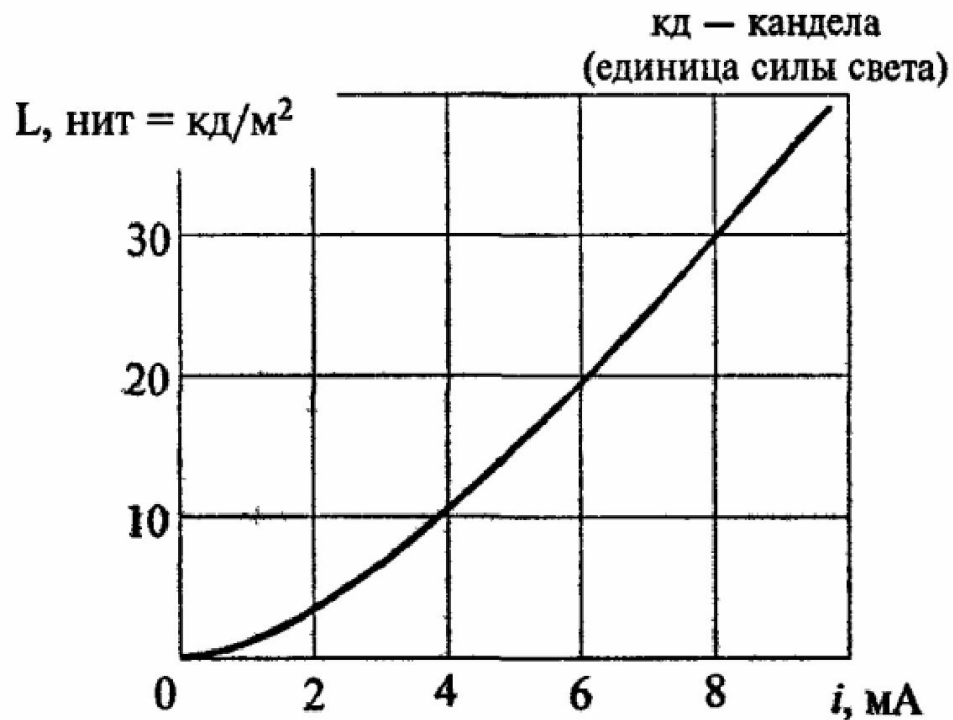
Светодиод - это излучающий диод, работающий в видимом диапазоне волн, называют также светоизлучающим диодом.



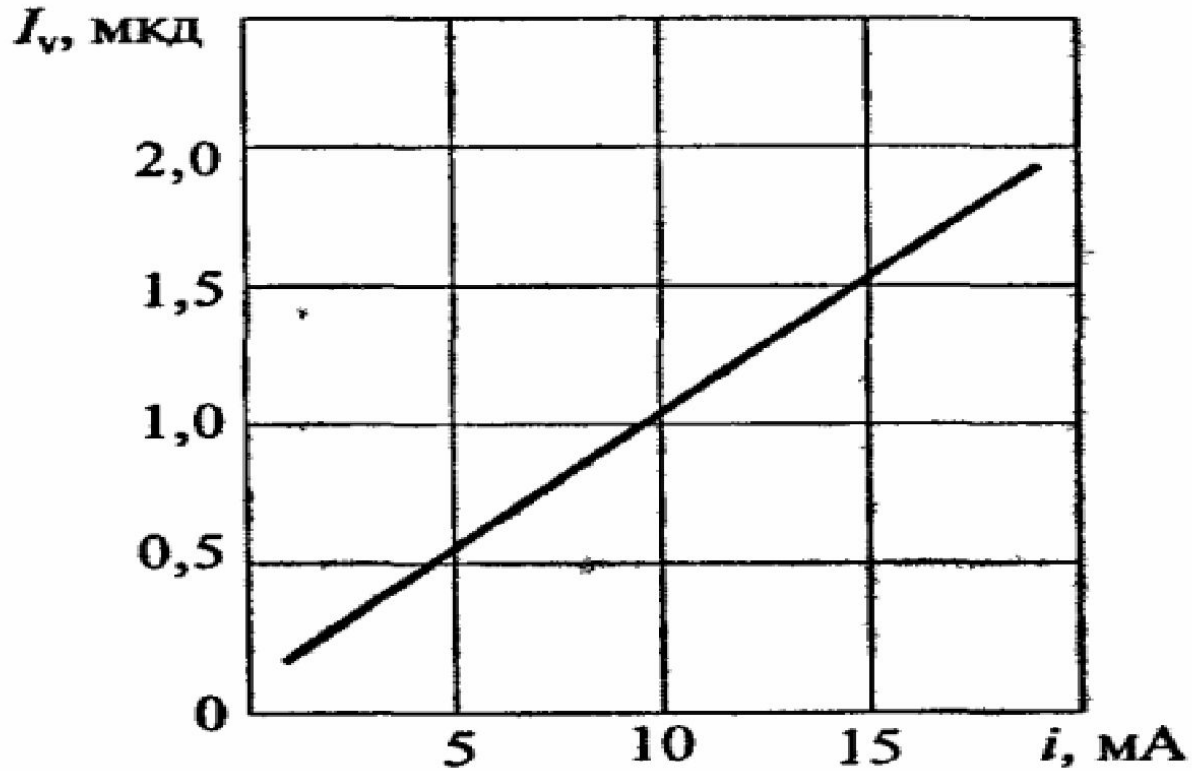
Излучение возникает при протекании прямого тока диода в результате рекомбинации электронов и дырок в области р-п-перехода и в областях, примыкающих к указанной области. При рекомбинации излучаются фотоны.

- для диодов, работающих в видимом диапазоне (длина волны от 0,38 до 0,78 мкм, частота 10 Гц) используют такие характеристики:
- Зависимость яркости излучения от тока диода (яркостная характеристика).
- Зависимость силы света от тока диода.

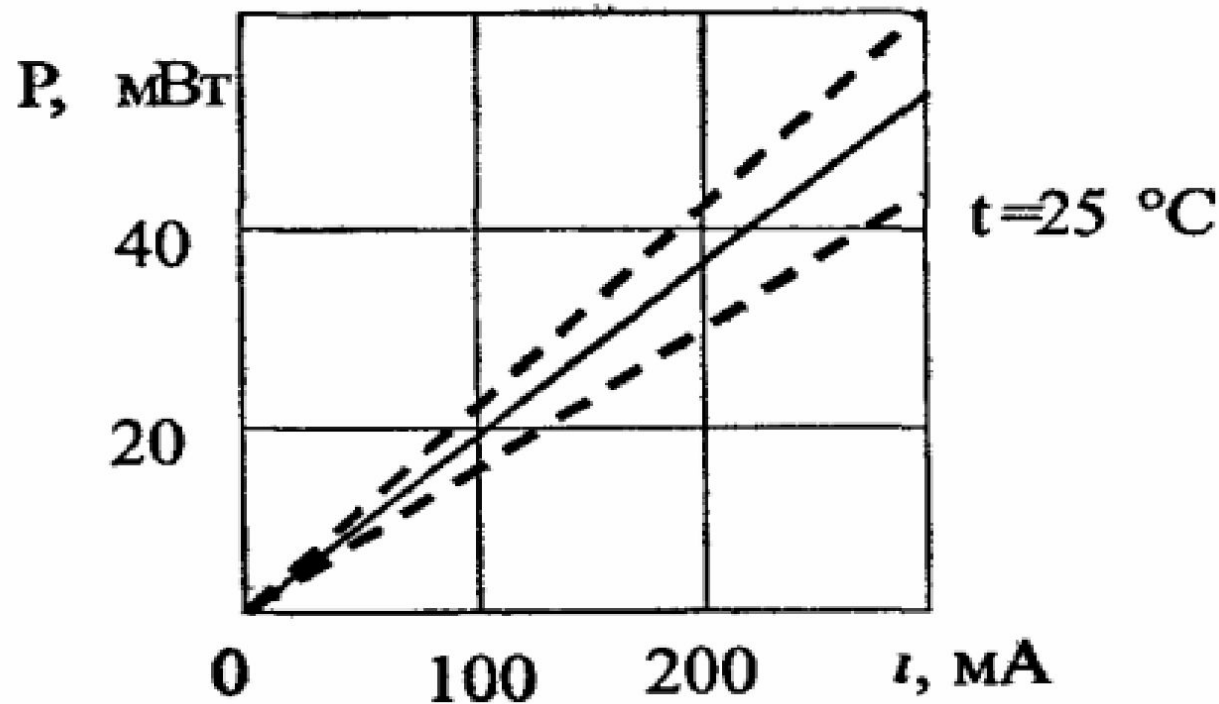
**Если диод работает в не видимом диапазоне, то
применяют характеристики, отражающие
зависимость мощности излучения от тока**



На рисунке показана яркостная и зависимость силы света от тока для светоизлучающего диода типа АЛ316А (цвет свечения- красный).



показан график зависимости мощности излучения от тока для диода типа АЛ119А, работающего в инфракрасном диапазоне (длина волны 0.93 до 0.96 мкм).



Некоторые параметры для диода типа АЛ119А:

- Время нарастания импульса излучения – не более 1000 нс;
- Время спада импульса излучения не более 1500 нс;
- Постоянное прямое напряжение при токе 300 миллиампер – не более 3 В;
- Постоянный максимально допустимый прямой ток при температуре меньше +85С – 200мА;
- Температура окружающей среды 60 ... +85С.
- КПД для таких диодов не менее 10%.

Приемник оптического излучения (фотоприемник)

- прибор, в котором под действием оптического излучения, происходят изменения, позволяющие обнаружить это излучение и измерить его характеристики.
- **По принципу действия они делятся на:**
- Тепловые, интегрирующие результаты воздействия излучения за длительное время;
- Фотоэлектрические (фотонные), использующие внешний или внутренний фотоэффект. На основе внешнего фотоэффекта создаются вакуумные фотоэлектрические приборы, а на основе внутреннего фотоэффекта- твердотельные, в основном, полупроводниковые.

Оптическая информация в оптоэлектронных приборах сводится к двум видам:

1. дискретные оптические сигналы
2. световые образы, картины.

Требования к фотоприемникам дискретных сигналов:

- Высокая чувствительность на заданной фиксированной длине волны;
- Большой КПД энергетического преобразования;
- Высокое быстродействие.

Требования к фотоприемникам световых образов:

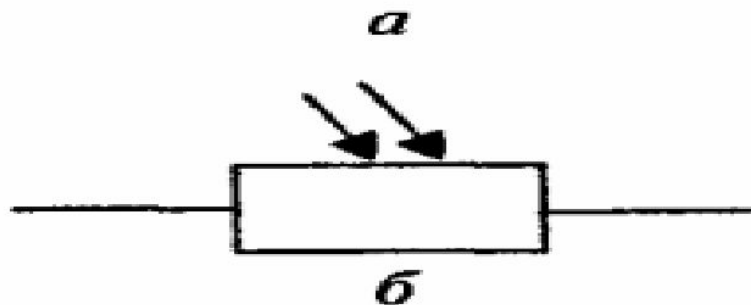
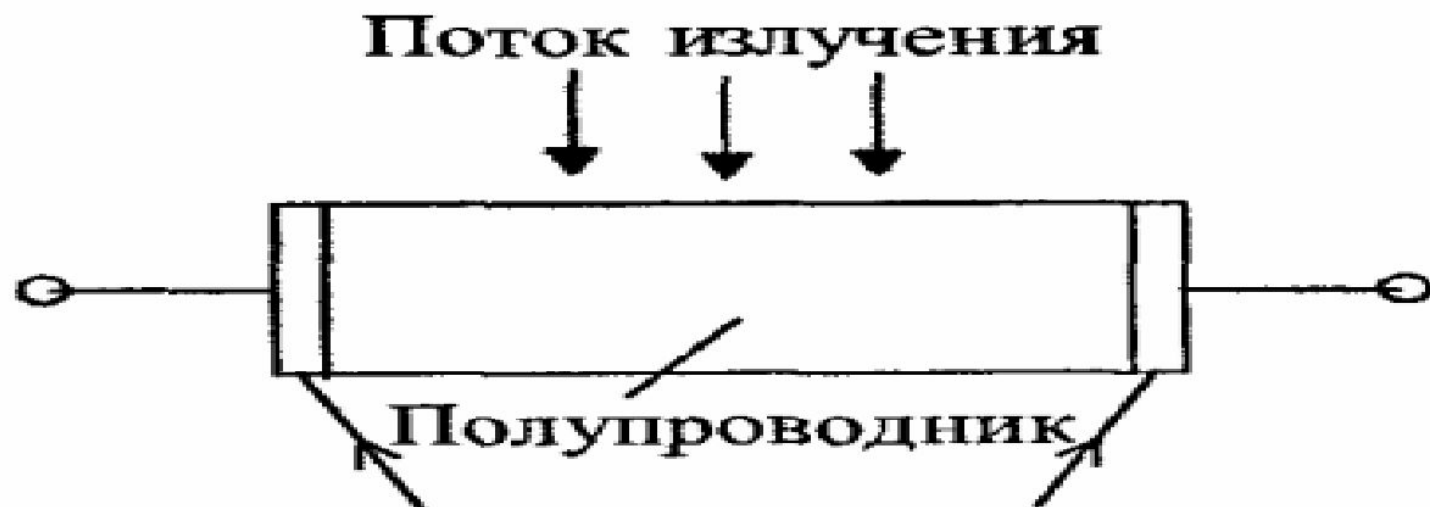
- Высокая разрешающая способность;
- Широкий спектр;
- Широкий диапазон волн, в котором работает фотоприемник;
- Минимальный уровень шумов.

Дискретные (одноэлементные) фотоприемники с малой апертурой предназначены для приема коротких оптических импульсов;

Дискретные
(одноэлементные)
фотоприемники с малой
апертурой предназначены для
приема коротких оптических
импульсов;

Фоторезистор – это полупроводниковый резистор, сопротивление которого чувствительно к электромагнитному излучению в оптическом диапазоне спектра.

Структура фоторезистора и его условное графическое обозначение.

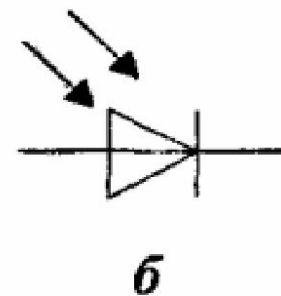
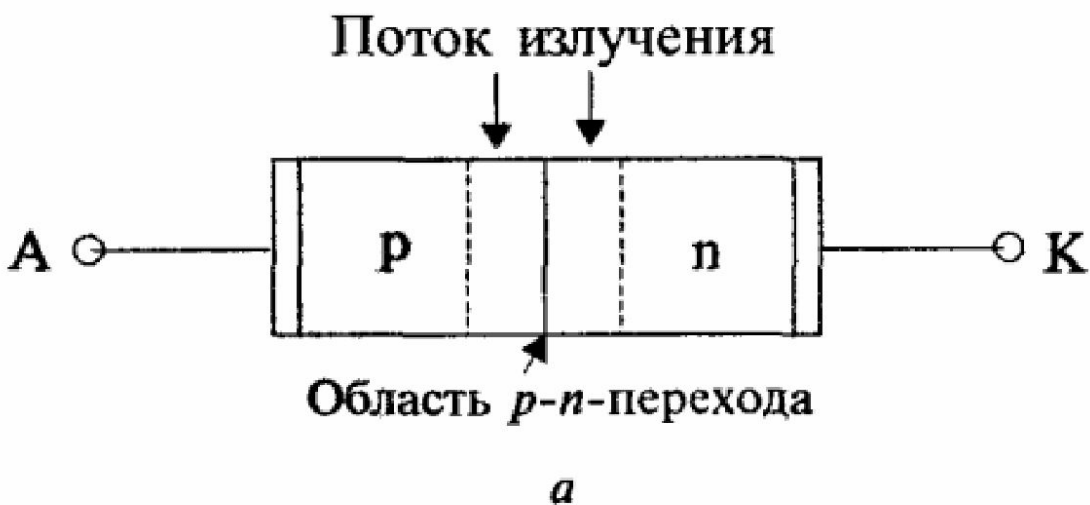


Зависимость тока от освещенности при заданном напряжении на резисторе называется люкс-амперной характеристикой.

Интегральная чувствительность (токовая чувствительность к световому потоку) S определяется выражением $S=I/\Phi$, где I - фототок (разность между током при освещении и током при отсутствии освещения); Φ - световой поток.

**Фотодиод - фоточувствительный
полупроводниковый диод с р-п-переходом (между
двумя типами полупроводника или между
полупроводником и металлом).**

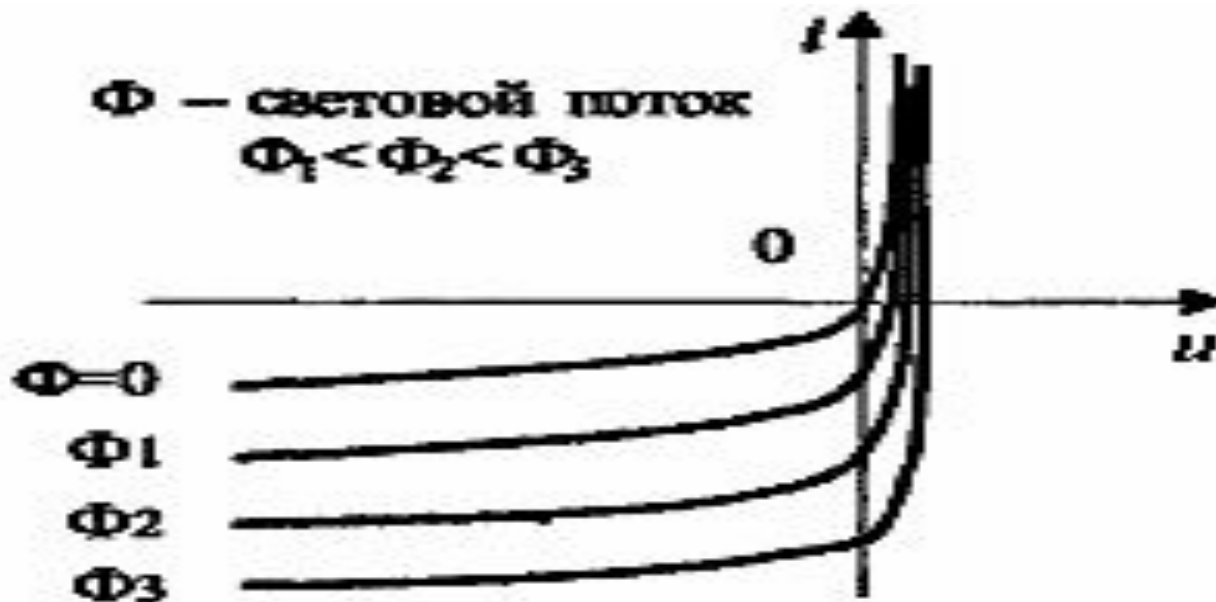
**Упрощенная структура фотодиода и его
условное графическое обозначение**



Физические процессы, протекающие в фотодиодах, носят обратный характер по отношению к процессам, протекающим в светодиодах.

- Основным физическим явлением в фотодиоде является генерация пар электрон-дырка в области р-п-перехода и в прилегающих к нему областях под действием излучения.

ВАХ диода



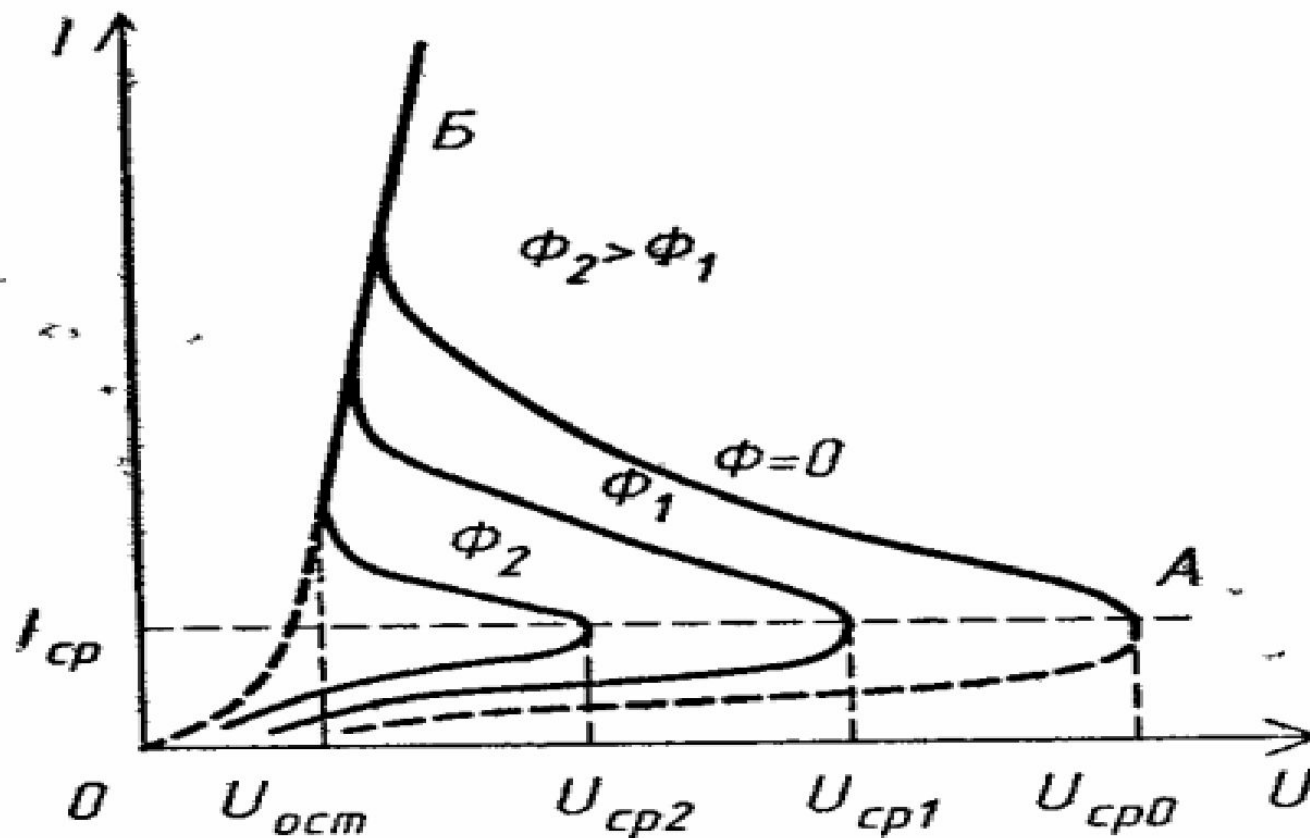
На практике фотодиоды используют в следующих режимах:

- фотогальваническом; вентильном режимах как фотогенератор (ток диода отрицательный, и он не потребляет, а вырабатывает энергию). В режиме фотогенератора работают солнечные батареи, их КПД сейчас составляет порядка 20%. Энергия солнечных батарей пока в 50 раз дороже энергии полезных ископаемых и урана. Но ожидается, что ее стоимость будет снижаться.
 - В фотодиодном режиме он работает как фотопреобразователь.
- Фотодиоды быстродействующие приборы по сравнению с фоторезисторами. Частота их работы $10^{**7} - 10^{**10}$. Он часто используется в оптопарах светодиод-фотодиод.

Фототиристор – фотоэлектрический полупроводниковый приемник излучения, имеющий структуру тиристора, которая обеспечивает переключающие свойства прибора.

Прибор представляет собой четырехслойную структуру с двумя р-п-переходами, один из которых смещен в прямом, а другой – в обратном направлении. Его можно представить в виде двух последовательно включенных транзисторов р-п-р и п-р-п с положительной обратной связью через общий коллектор.

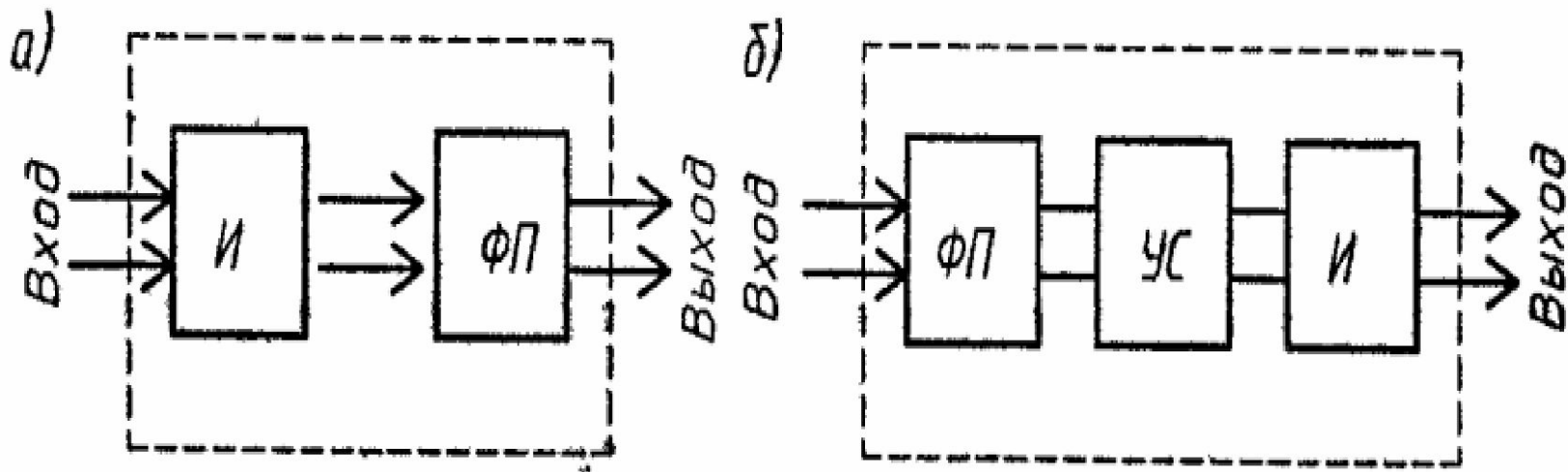
На рисунке представлены вольт-амперные характеристики фототиристора. Сильная положительная обратная связь является причиной появления на ВАХ фототиристора участка с отрицательным динамическим сопротивлением.



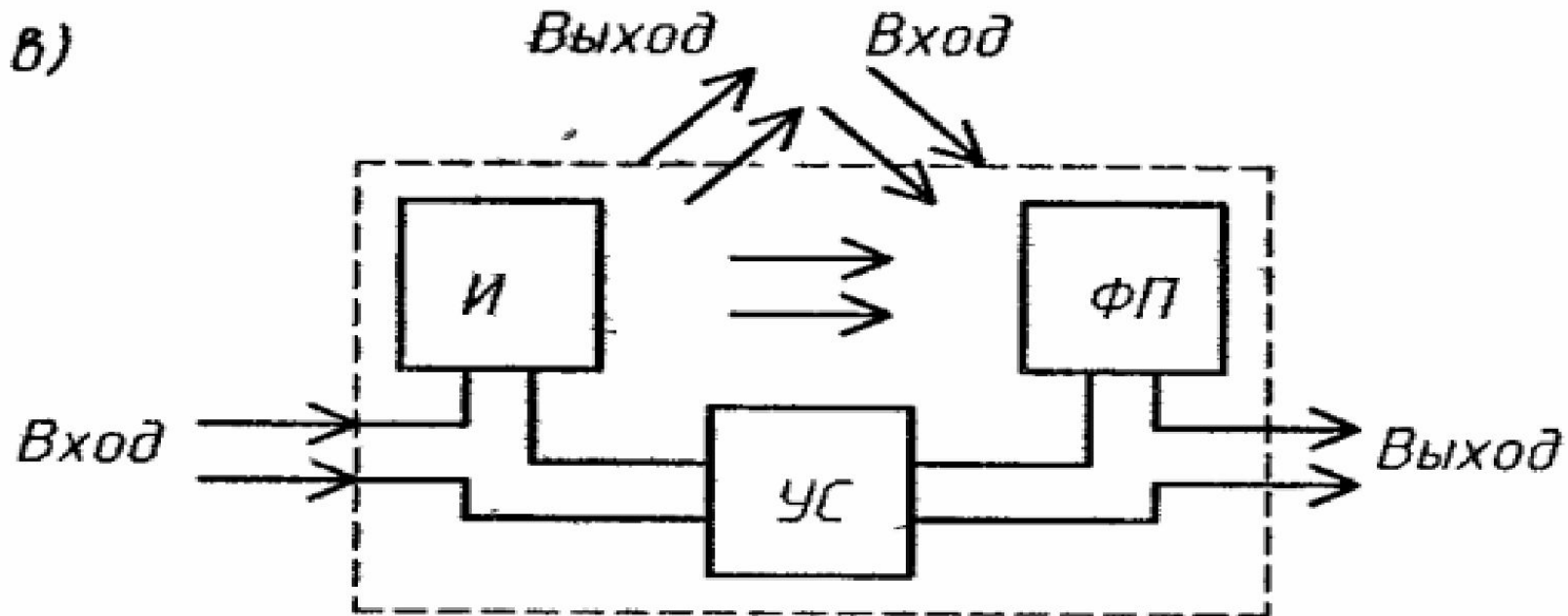
Положение рабочей точки ниже I среднего соответствует закрытому фототиристору, а выше прямой – открытому тиристор.

Переход из одного устойчивого состояния в другое происходит скачком, когда напряжение на управляющем электроде или освещенность превышают некоторое пороговое значение. При этом его сопротивление и ток изменяются в 10^{**6} ... 10^{**7} раз. Таким образом, фототиристор имеет очень высокий коэффициент усиления по току и по мощности.

Оптопара содержит излучатель на входе и фотоприемник на выходе, взаимодействующие между собой оптически и электрически.



Связи между компонентами оптопары могут быть прямыми или обратными, положительными или отрицательными, одна из связей (электрическая или оптическая) может отсутствовать.



Оптрон –термин более широкий. У него связь между элементами может быть осуществлена как электрически, так и оптически. Это относится и к входу и выходу.

В настоящее время широко используются только оптроны с прямой оптической связью, т.е. оптопары. Функциональные разновидности таких приборов представлены на рисунках выше б, в. Оптопара с прямой оптической и обратной электрической связью (б) используется как элемент развязки, т.е. оптрон с оптическим входом и выходом, и представляет собой преобразователь световых сигналов. Это может быть простое усиление (ослабление) света, преобразование спектра или направления поляризации, преобразование некогерентного сигнала в когерентное и т.д.

В оптроне с электрической и оптической связями может осуществляться частичная или полная регенерация

(восстановление) входного сигнала за счет обратной связи

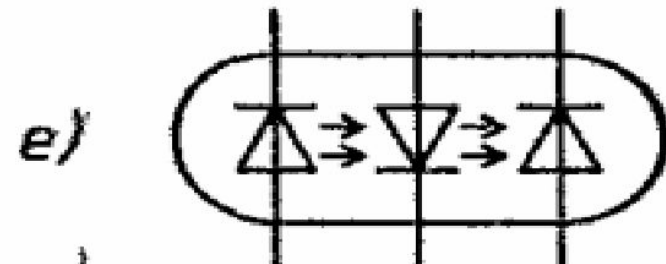
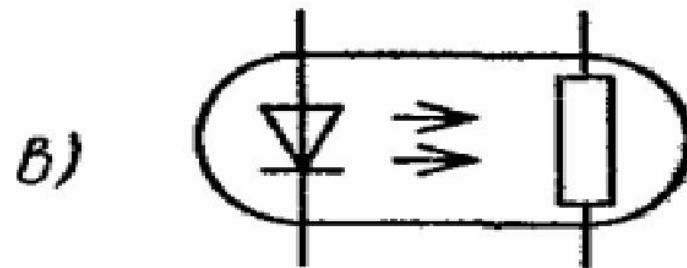
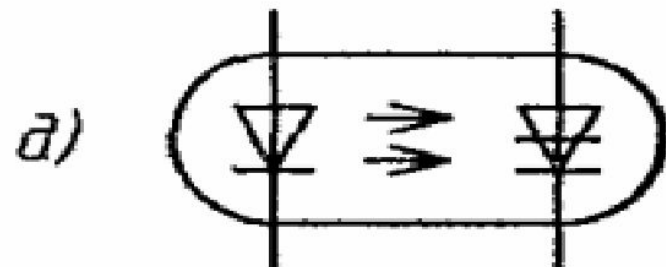
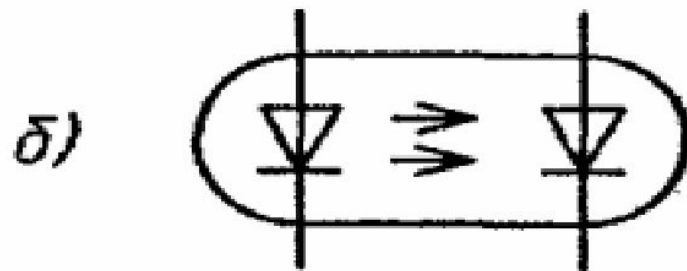
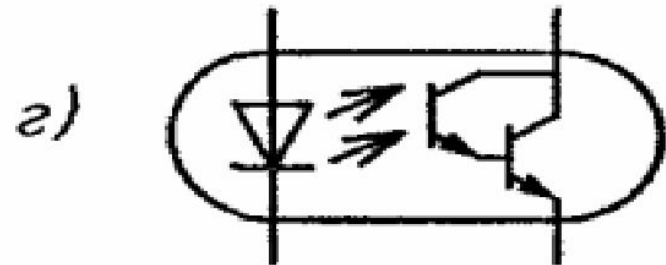
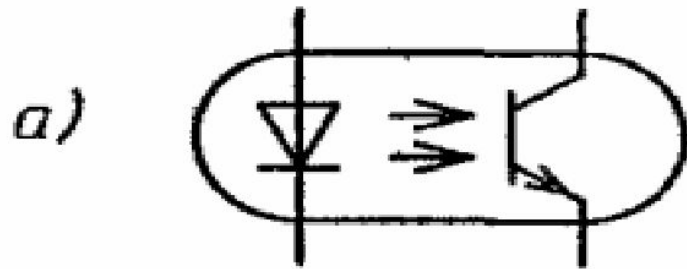
В силу этого на ВАХ появляется падающий участок или несколько участков – такой прибор получил название **регенеративного оптрона. В нем могут быть любые комбинации видов входных и выходных сигналов (электрических или оптических).**

Важный элемент оптопары - оптический канал между излучателем и фотоприемником.

Существуют три его разновидности:

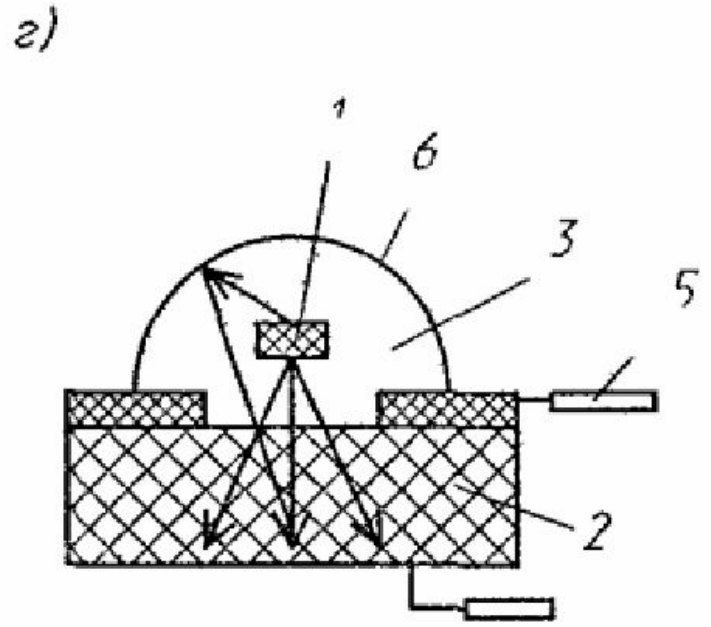
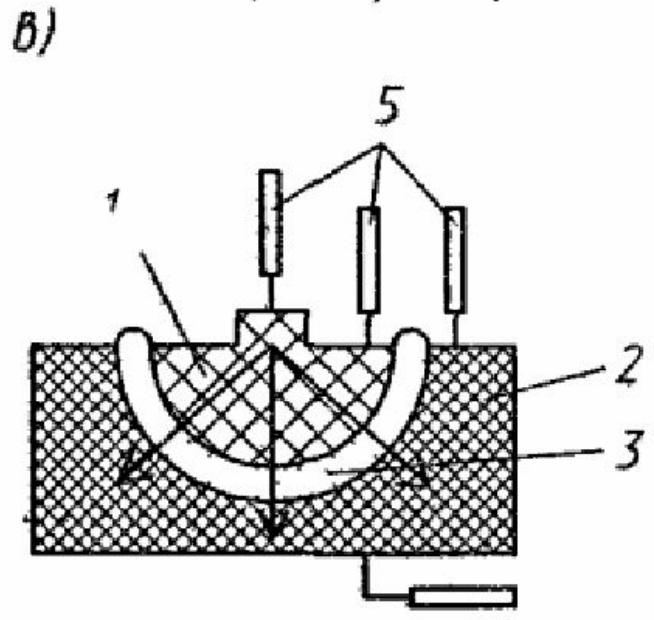
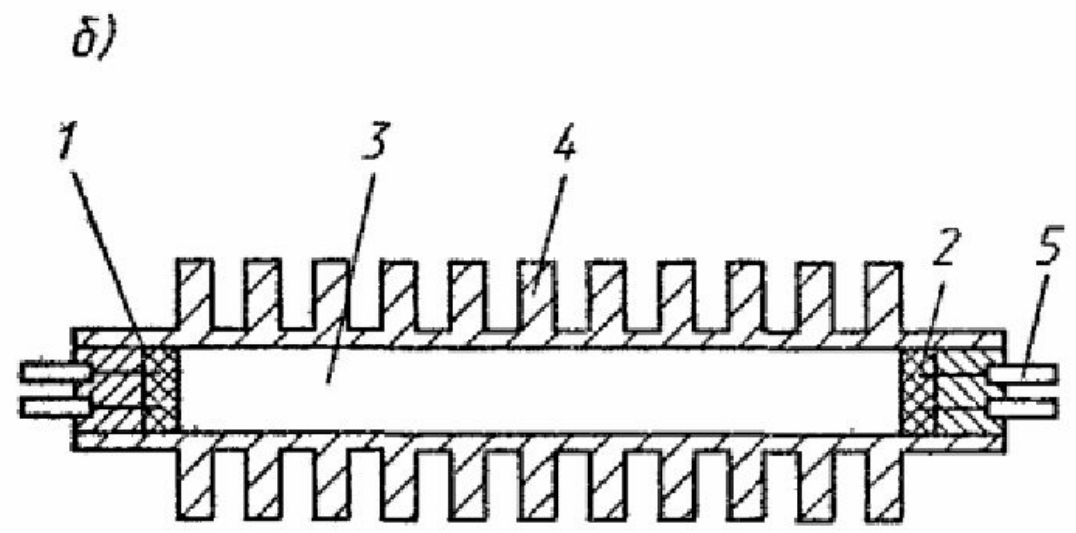
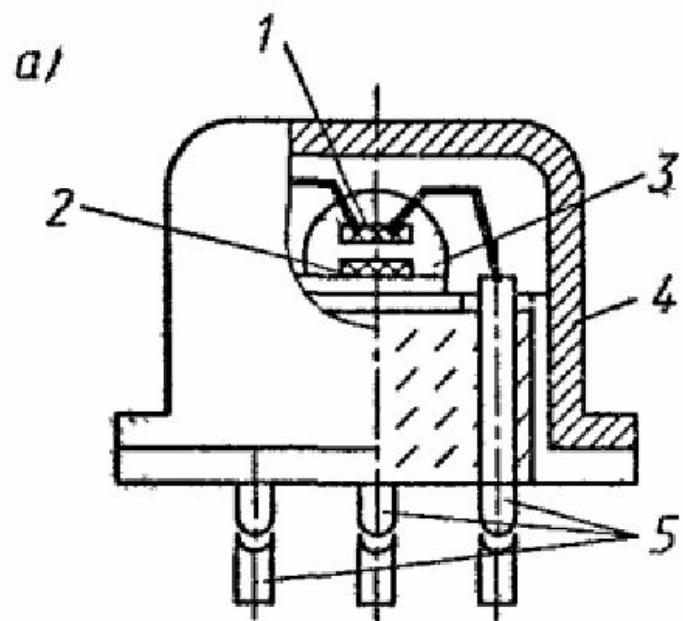
- простой светопровод, предназначен для передачи энергии излучения на фотоприемник; он выполняется в виде прозрачной среды.
- Если в зазоре между излучателем и приемником имеется доступ извне – это оптопара с открытым оптическим каналом;
- Если прозрачная среда выполнена из материала, светопропускание которого изменяется при внешних воздействиях, - это оптопара с управляемым оптическим каналом.

На рисунке даны условные обозначения оптопар:



Среди оптопар, используемых для развязки (рис. выше) наиболее широко представлены такие, у которых в качестве фотоприемника применены:

- (а) транзистор, диод (б), резистор (в), составной транзистор (г), тиристор (д), пара диодов (е) (для дифференциальной схемы).
- На рисунке ниже представлены примеры конструкций оптронов: 1 – излучатель; 2- фотоприемник; 3- оптический канал; 4- корпус; 5-выводы; 6- отражающая поверхность.



Вопросы для самоконтроля:

1. Что называется приемником оптического излучения?
2. Классификация фотоприемников по принципу действия.
3. К каким видам сводится оптическая информация в оптоэлектронных устройствах?
4. Перечислите требования, предъявляемые к фотоприемникам дискретных сигналов.
5. Перечислите требования, предъявляемые к фотоприемникам световых образов.
6. Для чего предназначены дискретные фотоприемники? Многоэлементные фотоприемники?
7. Что называют фоторезистором? Нарисуйте схематическое изображение структуры фоторезистора и его условное графическое изображение.
8. Какие явления лежат в основе работы фоторезистора?

9. Каковы основные характеристики фоторезистора?
10. Что называется фотодиодом? Нарисуйте структуру фотодиода и его условное графическое обозначение.
11. Какие процессы протекают в фотодиодах?
12. Перечислите основные характеристики и параметры фотодиода.
13. В каких режимах работает фотодиод?
14. Что называется фототиристором?
15. В каких устойчивых состояниях может находиться фототиристор?
16. Как устроена оптопара? Какие типы оптопар различают по функциональному принципу?
17. Дайте общую характеристику оптоэлектронным приборам по рисунку 31.
18. Приведите обобщенную структурную схему оптоэлектронного прибора.