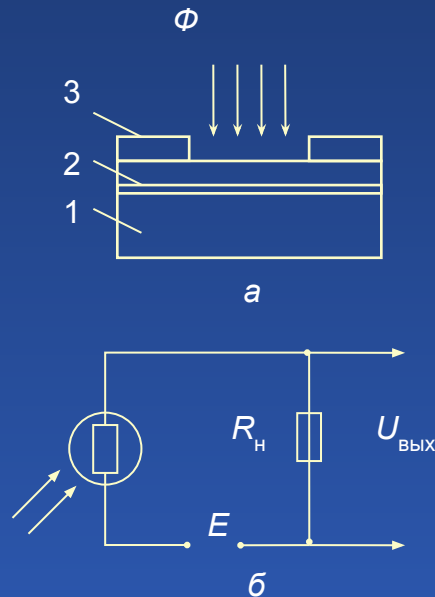
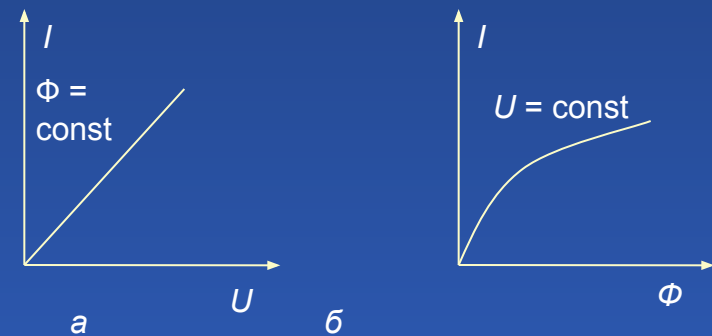


# Фотоэлектрические и излучательные приборы

## Фотосопротивления, фотодиоды, фотоэлементы, фототранзисторы, фототиристоры, оптроны: характеристики, параметры, применение



Устройство и схема включения фоторезистора



Вольт-амперная (а) и энергетическая (б) характеристики фоторезистора

**Фоторезистор представляет из себя полупроводниковый радиоэлемент, который меняет свое сопротивление в зависимости от освещения**

## Фотосопротивления, фотодиоды, фотоэлементы, фототранзисторы, фототиристоры, оптроны: характеристики, параметры, применение

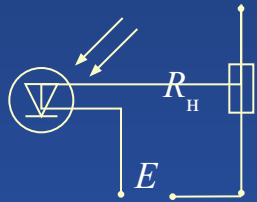
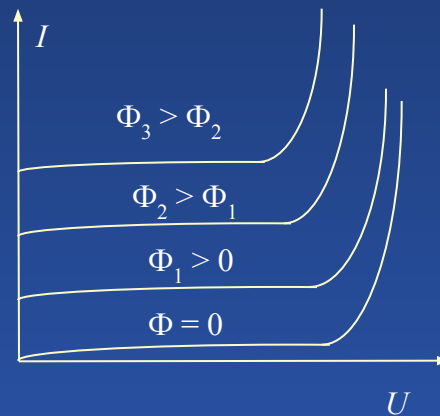
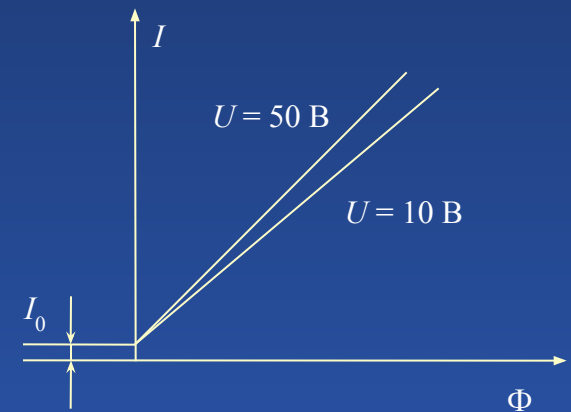


Схема включения фотодиода для работы в фотодиодном режиме



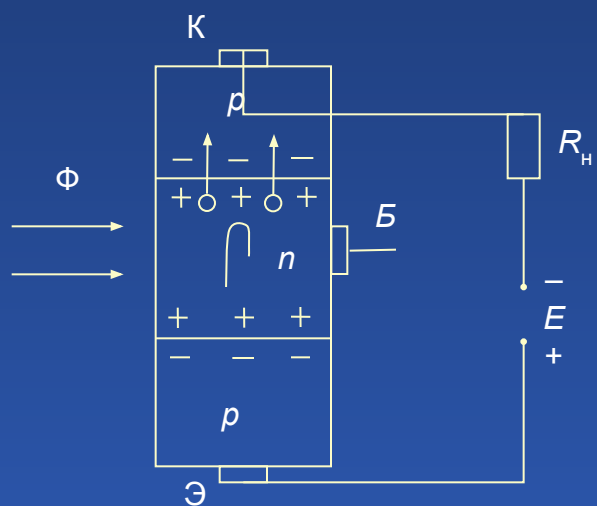
Вольт-амперные характеристики фотодиода для фотодиодного режима



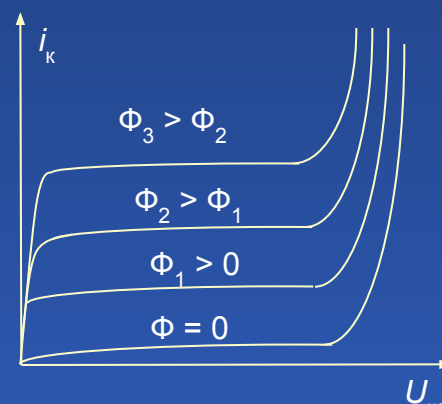
Энергетические характеристики фотодиода

**Фотодиодом называют фотогальванический приёмник с электронно-дырочным переходом, облучение которого светом вызывает увеличение силы обратного тока. Материалом полупроводника фотодиода обычно выступает кремний, сернистое серебро, сернистый таллий или арсенид галлия**

## Фотосопротивления, фотодиоды, фотоэлементы, фототранзисторы, фототиристоры, оптроны: характеристики, параметры, применение



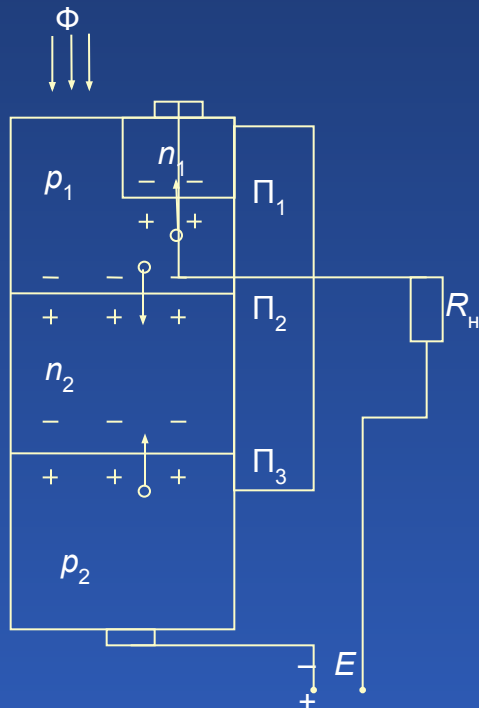
Структура и схема включения фототранзистора со «свободной» базой



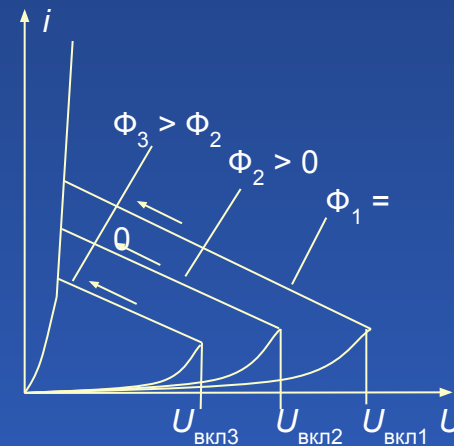
Выходные характеристики фототранзистора

**Фототранзистор** — оптоэлектронный полупроводниковый прибор, вариант биполярного транзистора. Отличается от классического варианта тем, что область базы доступна для светового облучения, за счёт чего появляется возможность управлять усилением электрического тока с помощью оптического излучения.

# Фотосопротивления, фотодиоды, фотоэлементы, фототранзисторы, фототиристоры, оптроны: характеристики, параметры, применение

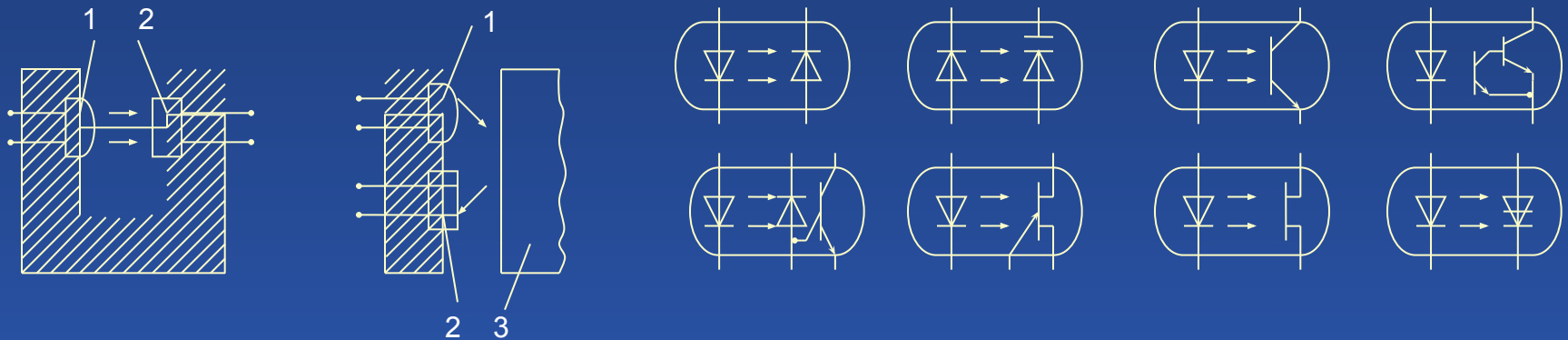


Структура и схема включения фототиристора



Вольт-амперная характеристика фототиристора

## Фотосопротивления, фотодиоды, фотоэлементы, фототранзисторы, фототиристоры, оптроны: характеристики, параметры, применение



Оптопары с открытым оптическим каналом:  
1 – излучатель; 2 – фотоприемник; 3 – объект

Различные типы оптопар

## Светодиоды

**Светодиодом** называют такой полупроводниковый компонент, в котором рекомбинацию носителей зарядов сопровождает испускание квантов некогерентного света. При протекании тока через светодиод в прямом включении электроны преодолевают электронно-дырочный переход и рекомбинируют, переходя на более низкие энергетические уровни и испуская кванты света. Для изготовления светодиодов пригодны далеко не всякие полупроводники, а только групп  $A^{II}B^{VI}$  и  $A^{III}B^V$ , такие как арсенид галлия, фосфид индия и прочие. Подходящие полупроводники имеют достаточно широкую запрещённую зону, чтобы длина излучаемой волны лежала в заданной области спектра.



К достоинствам светодиодов относят механическую прочность, длительное время наработки на отказ, часто превышающее десять тысяч часов, низкое прямое напряжение, составляющее до нескольких вольт, малую стоимость, возможность функционирования в широком диапазоне температур. Технология изготовления светодиодов не подразумевает обязательного использования сильно токсичных веществ, что также относят к достоинствам.

Недостаток индикаторных светодиодов для аппаратуры широкого потребления заключён в обычно невысоком КПД, составляющим от долей до нескольких процентов.

Светодиоды используют для индикации состояния аппаратуры, а мощные светодиоды применяют для освещения.





Внешний вид светодиодов

Светодиод состоит из одного или нескольких кристаллов (рис. 1), испускающих излучение, и расположенных в одном корпусе с линзой и рефлектором, который формирует направленный световой луч в видимой или инфракрасной (невидимой) части спектра.

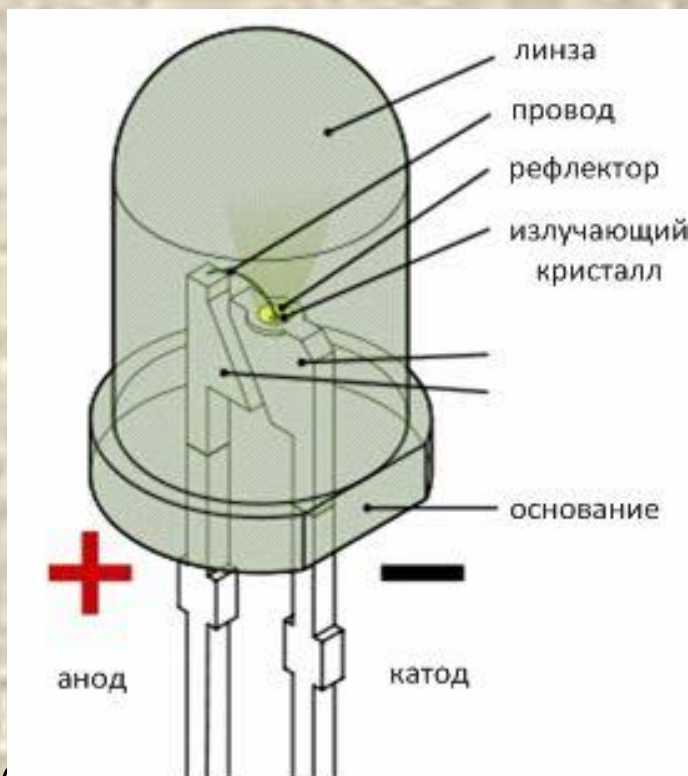


Рис. 1 – Конструкция светоизлучающего диода

# Светодиоды. Общие сведения

*По характеристике излучения светодиоды разделяют на две группы:*

- светодиоды с излучением в видимой части спектра;
- светодиоды с излучением в инфракрасной части диапазона.

# Светодиоды. Светодиоды видимого диапазона

*Цвета фотодиодов, выпускаемых в промышленности:*

- красный (1,8 эВ GaP, ZnO, GaAs<sub>0,6</sub>P<sub>0,4</sub>);
- оранжевый (GaAs<sub>0,35</sub>P<sub>0,65</sub>);
- желтый (GaAs<sub>0,14</sub>P<sub>0,86</sub>);
- зеленый (2,3 эВ GaP, ZnTe);
- голубой (2,4 эВ GaAs-ErYb, SiC, CdS);
- фиолетовый (2,8 эВ GaN).

# Светодиоды. Светодиоды инфракрасного диапазона

## *Области применения светодиодов ИК-излучения:*

- оптоэлектронные устройства коммутации;
- оптические линии связи;
- системы дистанционного управления.

Наиболее распространенный в настоящее время инфракрасный источник – это светодиод на основе GaAs ( $\lambda = 0,9$  мкм).

Также в ИК-светодиодах используется твердый раствор переменного состава GaInAsP ( $\lambda = 1,0–1,3$  мкм), наиболее популярный  $\text{Ga}_{0,28}\text{In}_{0,72}\text{As}_{0,6}\text{P}_{0,4}$  ( $\lambda = 1,26$  мкм).

# Полупроводниковые лазеры. Общие сведения

Полупроводниковым лазером называют оптоэлектронное устройство, генерирующее когерентное излучение при пропускании через него электрического тока. Другими словами, лазер – это тот же светодиод, который генерирует когерентное излучение.

Принцип действия и конструктивные особенности полупроводниковых лазеров во многом сходны с полупроводниковыми светодиодами.

# Полупроводниковые лазеры. Общие сведения

Конструктивно активный слой из *p-n*-перехода помещается между двумя металлическими электродами. Типичные размеры активной области не превышают 200–500 мкм, отражающие поверхности создаются путем скалывания выходных граней полупроводникового монокристалла.

[Размер лазерного пучка  $\approx 5$  мкм] > [активная область в поперечном направлении = 1 мкм]  $\rightarrow$  пороговая плотность тока  $\approx 10^5$  А/см<sup>2</sup> (GaAs)  $\rightarrow$  перегрев лазера.

Значение тока, при котором появляется линия когерентного излучения, называют пороговым током.