

# Лекция 20

Оптические измерения

# Темы лекции

Измерение параметров  
инфракрасного и  
терагерцового излучения

# Назначение

Приборы ночного видения

Тепловизоры

ИК лазеры

Медицинские приборы

# Особенности

- Для ближнего ИК можно использовать обычные линзы из стекла, неохлаждаемые фотоприемники
- Для дальнего ИК нужны специальные материалы, либо зеркальная оптика, охлаждаемые фотоприемники
- Для терагерцового (субмиллиметрового) излучения – пластиковые линзы, зеркальная оптика, специальные приемники

# Области ИК

- Определяется применимостью приемников и линз
- 0,7 – 1,5 мкм – ближний ИК (стеклянные линзы, обычные фотодиоды) 1500 °С
- 1,5 – 3 мкм тоже относят к ближнему ИК 700 °С
- 3-5 мкм – линзы из халькогенидных стекол или спец керамики (средний ИК) 200 °С
- 8-15 мкм – зеркальная оптика, линзы из ZnSe, охлаждаемые фотоприемники 80 - 0 °С
- 100 мкм – 1 мм – терагерцовый диапазон

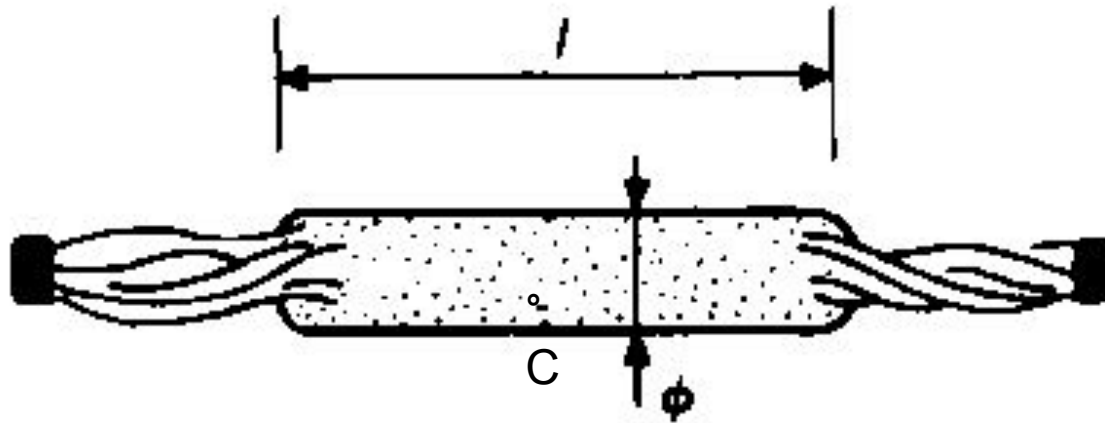
# Основные определяемые параметры

- Мощность излучения
- Изображение в ИК диапазоне
- Длина волны, спектр излучения

# Источники ИК

- 850 нм – светодиоды на GaAs, полупроводниковые лазеры
- 1064 нм – Nd:YAG лазеры
- 10,6 мкм – CO<sub>2</sub> лазеры
- 0,7 – 1,5 мкм – лампы накаливания
- 0,9 – 15 мкм – глобары, штифты Нернста

# Штифт Нернста



Графит, карбид кремния  
1500 °С



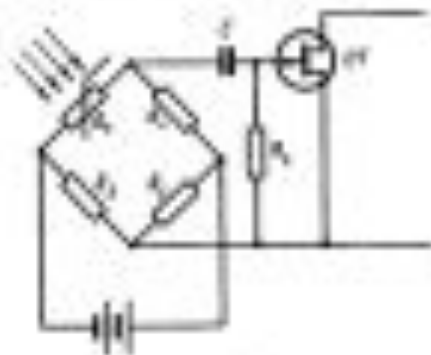
# Приемники

Болометр

Нагревается излучением и  
изменяет своё  
сопротивление при  
нагреве

Неохлаждаемый

Мостовая схема включения



# Технические характеристики болометров БП-2

Параметры	Значения параметров	Примечание
Эквивалентный размер приемной площадки, мм <sup>2</sup>	154	
Входное окно, мм	Ø14	Германиевая линза
Интегральная вольтовая чувствительность В/Вт	≥2500	
Обнаружительная способность, см * Гц <sup>1/2</sup> */Вт	≥4*10 <sup>8</sup>	
Угол поля зрения, град.	≤3	
Постоянная времени, мсек.	≤2,3	
Постоянная восстановления, сек.	4	
Напряжения питания ТЭ	±15В	
Напряжения питания ПУ	±15В	Ток потребления не более 6 мА
Интервал рабочих температур, °С	-10, +55	

# Пироэлектрический приемник

- Требуется модулированное световое излучение
- Датчики присутствия
- 4-12 мкм

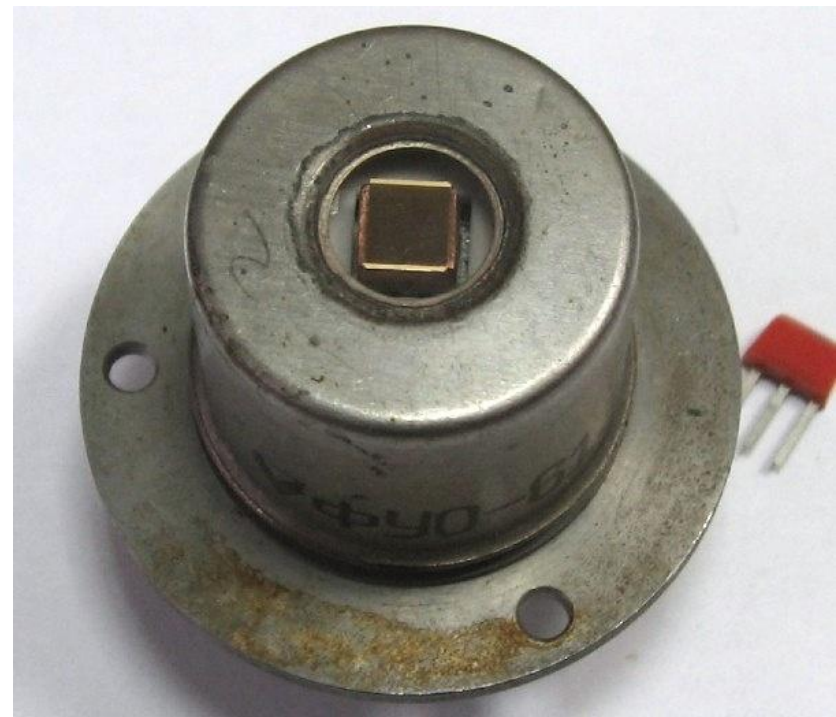


# Фоторезисторы и фотодиоды для ИК

- Ширина запрещенной зоны требуется меньше, чем у кремния!
- Кремний
- Антимонид индия
- Кадмий-ртуть-теллур
- $\lambda = hc/E$
- где:
- $\lambda$  - длина волны, мкм  $E$  - ширина запрещённой зоны, эВ  $hc = 1,23981 \text{ эВ} = 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

- Кремний – ширина запрещенной зоны 1,17 ЭВ
- Германий – 0,75 ЭВ
- Антимонид индия – 0,23 ЭВ
- Кадмий-ртуть-теллур – непрямая запрещенная зона до нуля (при нуле кельвинов)

- Охлаждаемое фотоприемное устройство, предназначенное для приема и регистрации инфракрасного излучения в диапазоне длин волн от 1 до 5,2 мкм. Применяется в радиометрах и системах фотоэлектрической автоматики. Прибор представляет собой изделие, содержащее фоторезистор на основе халькогенидов свинца (судя по названию - на основе сульфида цинка) с термоэлектрическим охладителем (до 220 К) и усилитель фотосигнала, размещенные в едином герметичном металлостеклянном корпусе. Устройство имеет девять модификаций, отличающихся друг от друга размерами фоточувствительной площадки.



# Терагерцовое излучение

- Диапазон длин волн 0,1 – 1 мм
- Близок к ИК излучению, используются оптические элементы те же, что и для ИК: полиэтиленовые линзы, металлические и диэлектрические зеркала
- Излучатели и датчики имеют ограниченные возможности
- Длины волн поглощения различных органических веществ находятся в этом диапазоне

# Излучатели ТГц диапазона

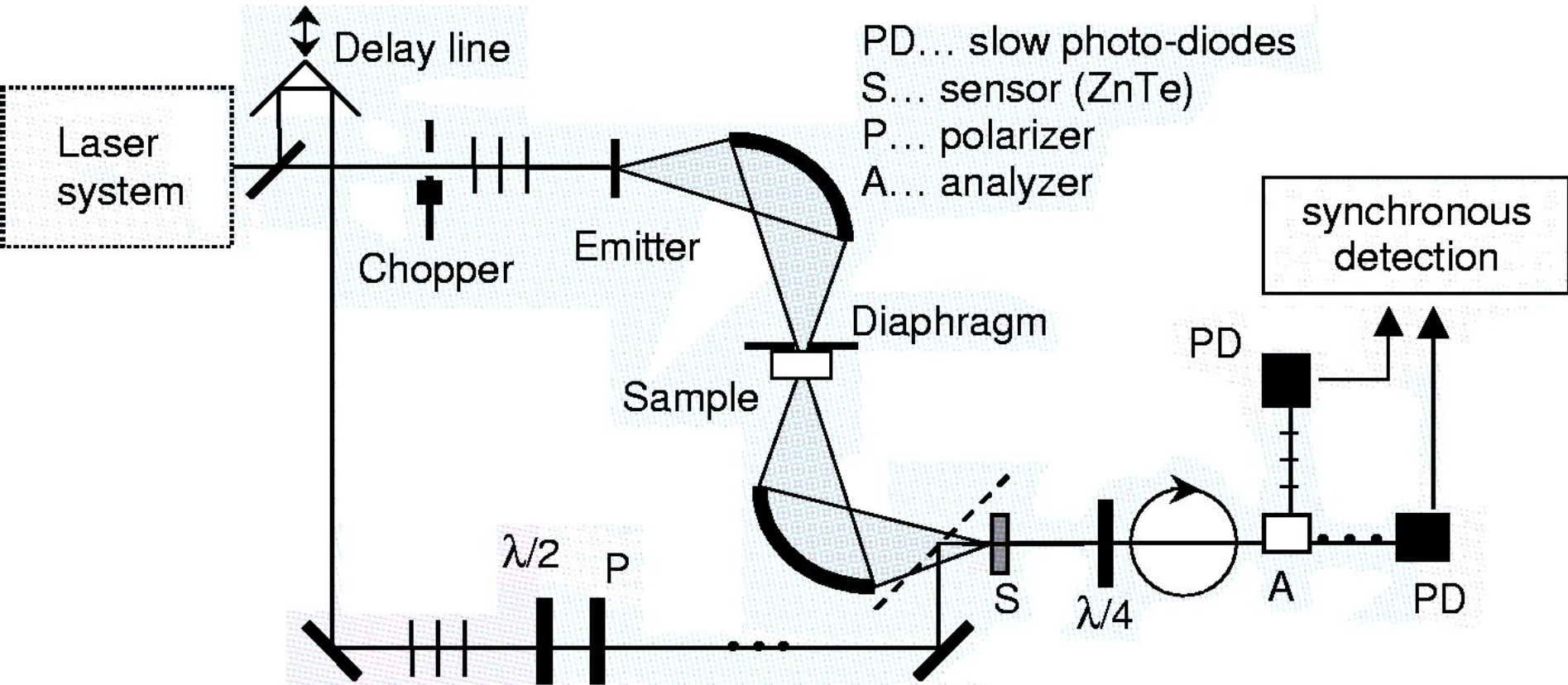
- Оптические – фемтосекундный лазер + нелинейный кристалл
- Электронные – лампа обратной волны



# Приемники ТГц диапазона

- Акустоэлектрические – ячейка Голлея (излучение нагревает газ в ячейке, регистрируется изменение давления газа – микрофон)
- На основе явления фотопроводимости

# Time-Domain spectroscopy



# Zomega Terahertz

- Mini-Z
- Спектрометр
- 0.1 - 3.5 THz (peak @0.75 THz)

