

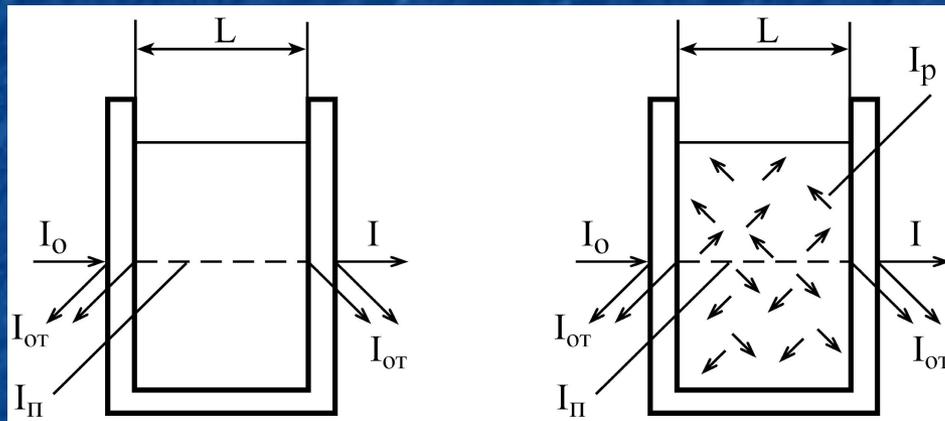
## Диапазоны оптической области электромагнитных излучений

|                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. Крайний УФ диапазон  | 1–10 нм                    |
| 2. Дальнее УФ излучение | 10– 200 нм                 |
| 3. Ближнее УФ излучение | 200– 400 нм                |
| 4. Видимый свет         | 400–780 нм                 |
| 5. Ближний ИК диапазон  | 780–2,5*10 <sup>3</sup> нм |
| 6. Среднее ИК излучение | 2,5–50 мкм                 |
| 7. Дальнее ИК излучение | 50–1000 мкм                |

# Классификация оптических методов исследования

- *Классификация по спектральным характеристикам оптического излучения:*
- а) Фотометрические
- б) Спектрофотометрические
- 2. *Классификация по виду взаимодействия вещества с излучением:*
- а) Абсорбционная фотометрия
- б) Нефелометрия
- в) Турбидиметрия
- г) Рефлектометрия
- д) Эмиссионная фотометрия
- е) Люминисцентная фотометрия
- 3. *Классификация методов по объектам исследования:*
- а) Методы исследования биопробы и жидкости (аналитические)
- б) Методы, предназначенные для исследования организма.

# Явления, возникающие при прохождении света через объекты



прозрачный  
раствор

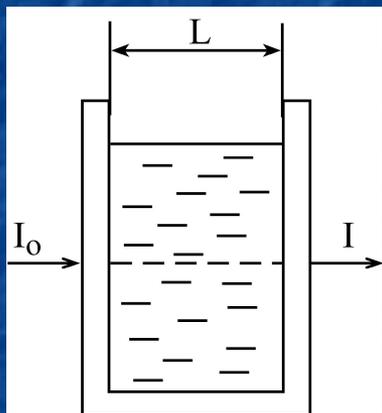
дисперсная  
среда

$I_0$  – интенсивность падающего светового потока;  
 $I_{от}$  – интенсивность светового потока, отраженной от стенки кюветы;  
 $I_{п}$  – интенсивность светового потока, поглощенной окрашенным раствором;  
 $I_{р}$  – интенсивность светового потока, рассеянного дисперсной средой;  
 $I$  – интенсивность светового потока, прошедшего через слой исследуемого вещества.

$$I_0 = I_{от} + I_{п} + I$$
$$I_0 = I_{от} + I_{п} + I_{р} + I$$

– для раствора,  
– для дисперсной среды

# Прохождение светового потока через кювету с раствором



$T = I / I_0$  – коэффициент пропускания

$D = \lg(I_0/I) = \lg(I_0/T)$  – оптическая плотность

$D_\lambda = a_\lambda CL$ , или

$\lg(I_0/I) = \varepsilon_\lambda L$ , или

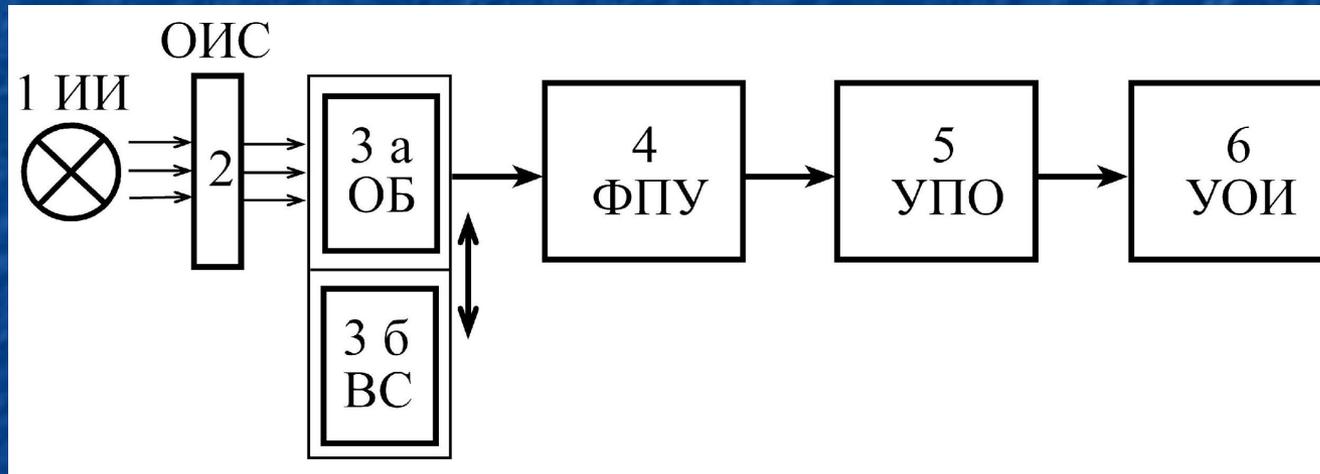
$I = I_0 \exp(-\varepsilon_\lambda L)$ .

– закон Бугера –  
Ламберта – Бера

$$\lg(I_0/I) = \sum_{i=1}^n \lg(I_0/I_i) = \sum_{i=1}^n D_{\lambda i}$$

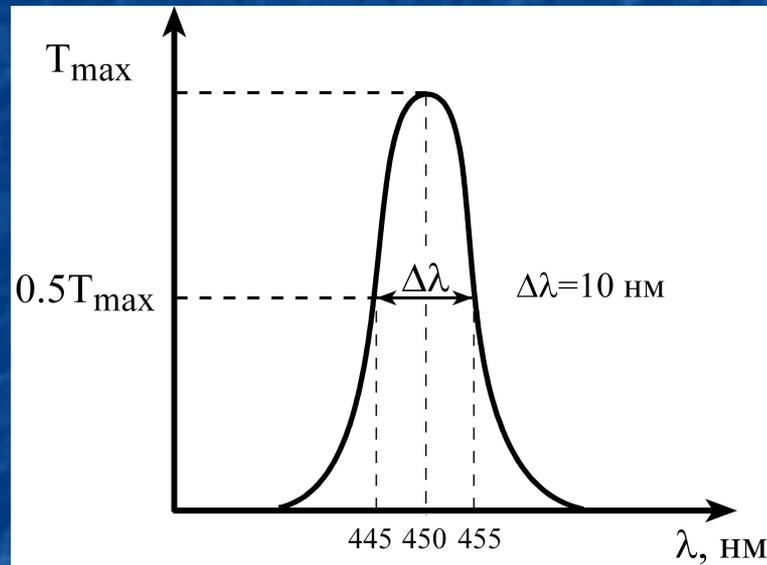
– Нахождение  
оптической плотности  
р-ра для нескольких  
веществ

# Схема одноканального абсорбционного фотокolorиметра

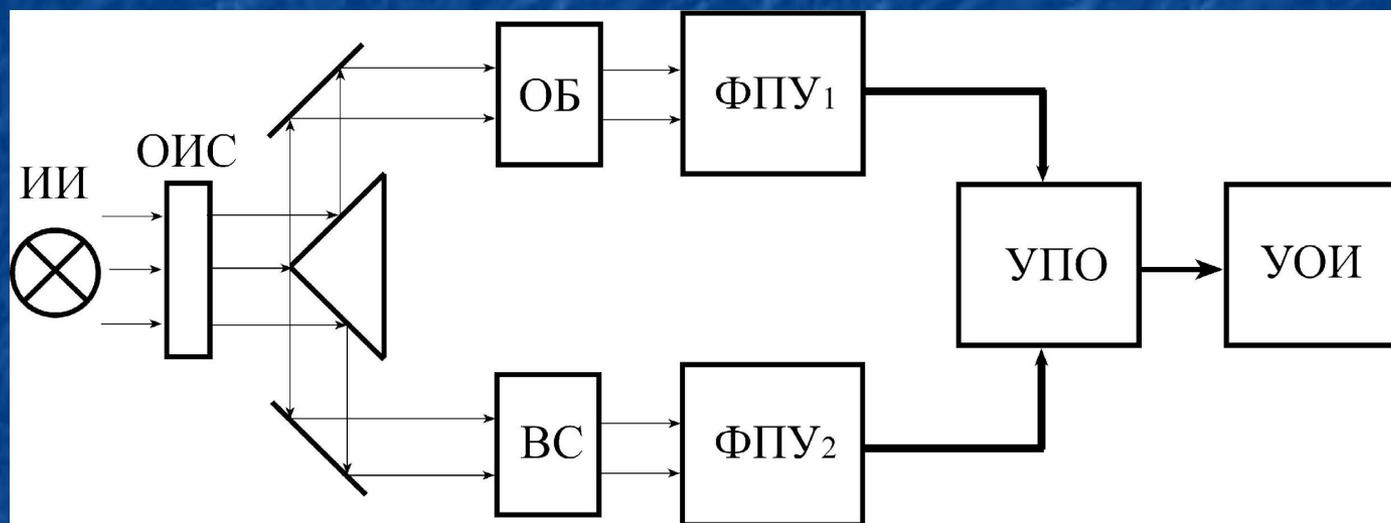


1 – источник излучения 2 – оптическая избирательная система, 3а – исследуемое вещество, 3б – вещество сравнения, 4 – фотоприемное устройство, 5 – устройство преобразования информации, 6 – устройство регистрации и отображения информации.

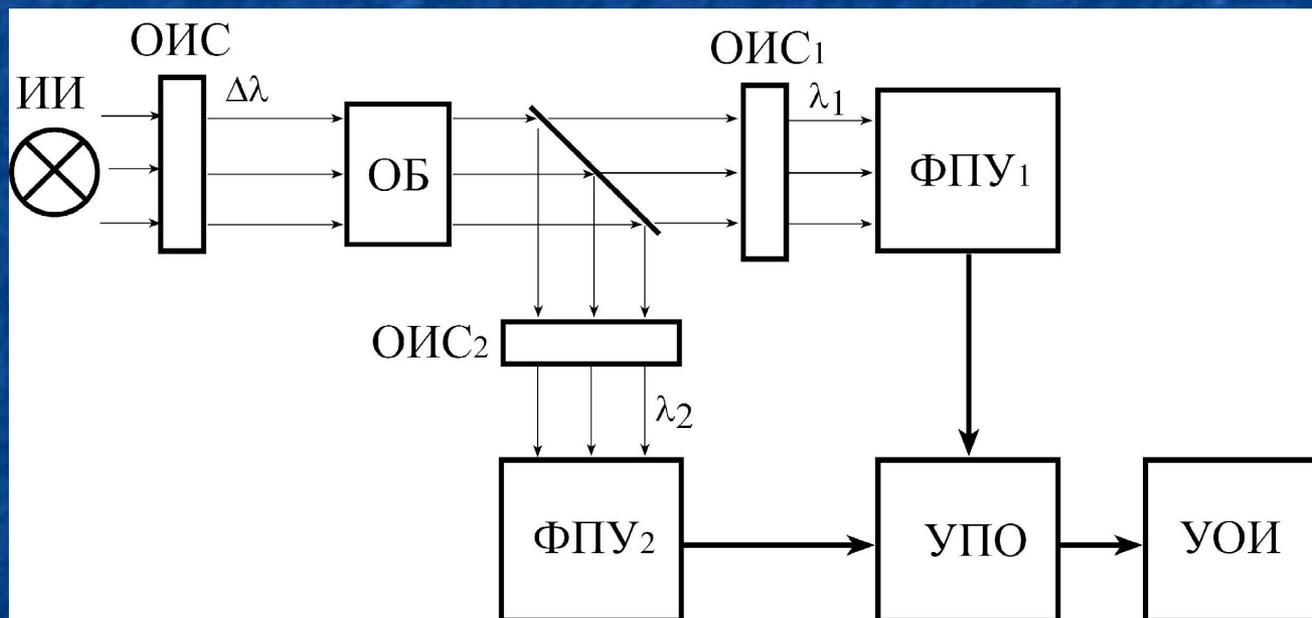
# Определение ширины полосы пропускания фильтра



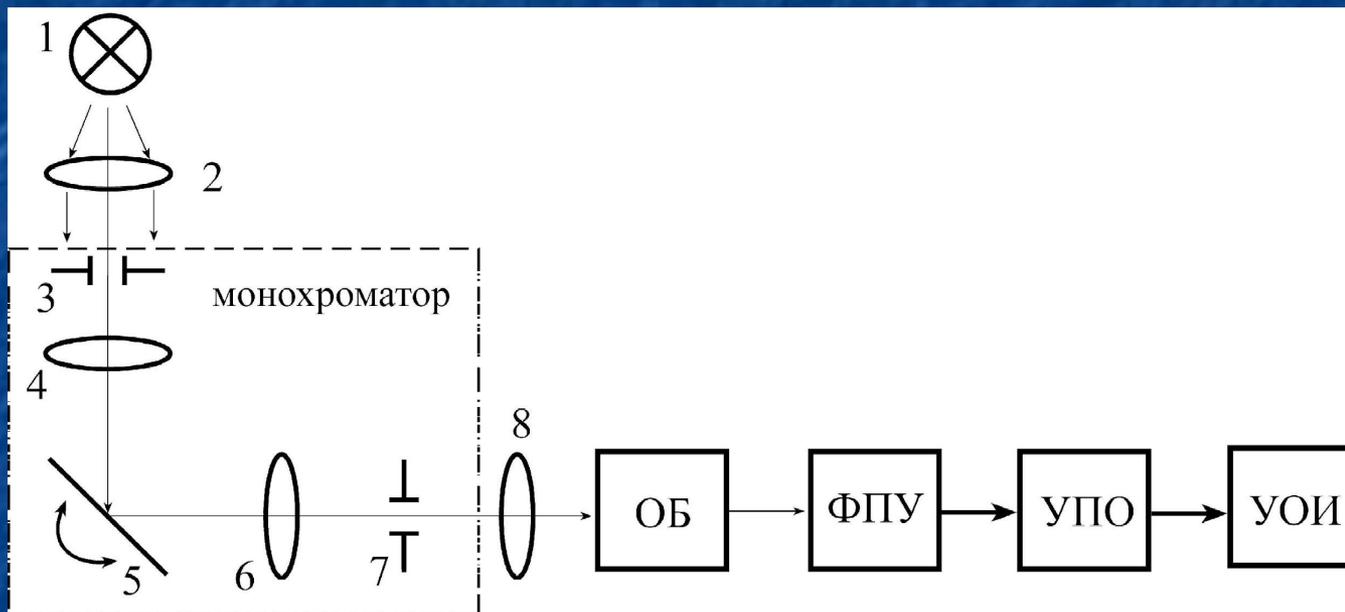
# Структура двухлучевого одноволнового фотометра



# Схема двухволнового одноканального фотометра



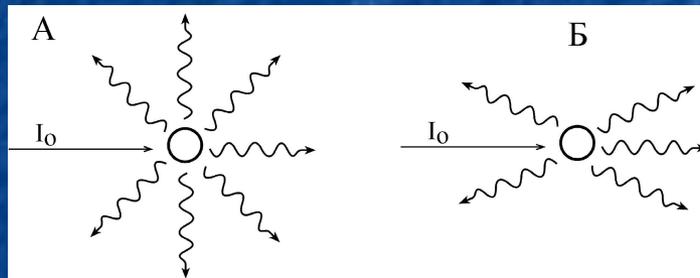
# Обобщенная структурная схема одноканального спектрофотометра



1 – источник световой энергии, 2 – оптическая система, направляющая поток энергии на входную щель; 3 – входная щель; 4 – оптическая система, формирующая параллельный поток световой энергии; 5 – диспергирующий элемент (призма или дифракционная решетка); 6 – оптическая система, направляющая поток энергии на выходную щель; 7 – выходная щель; 8 – оптическая система, формирующая поток энергии, проходящий через кювету.

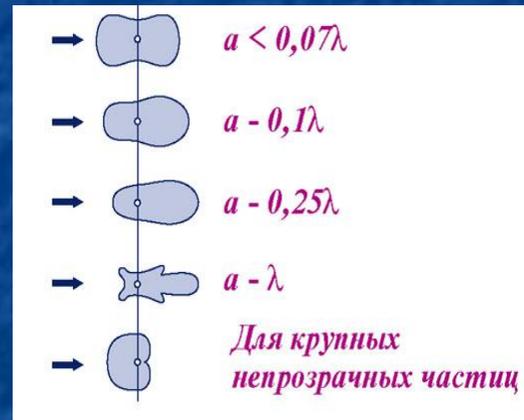
# Рассеяние света при различных соотношениях размера частиц $a$ и длины волны электромагнитного излучения $\lambda$

Рэлеевское рассеяние    Рассеяние Ми



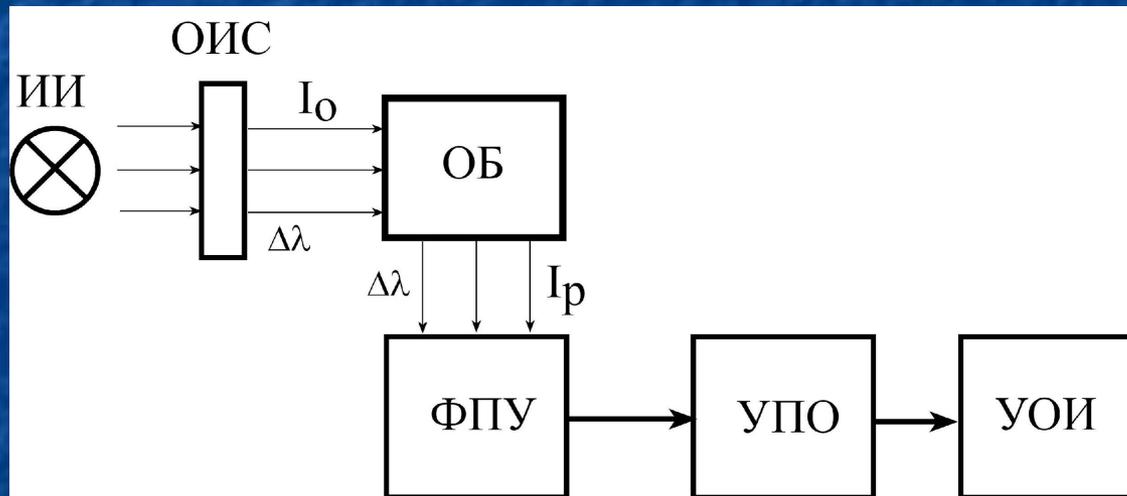
$a < 0.12 \lambda$

$a = 2 \lambda$



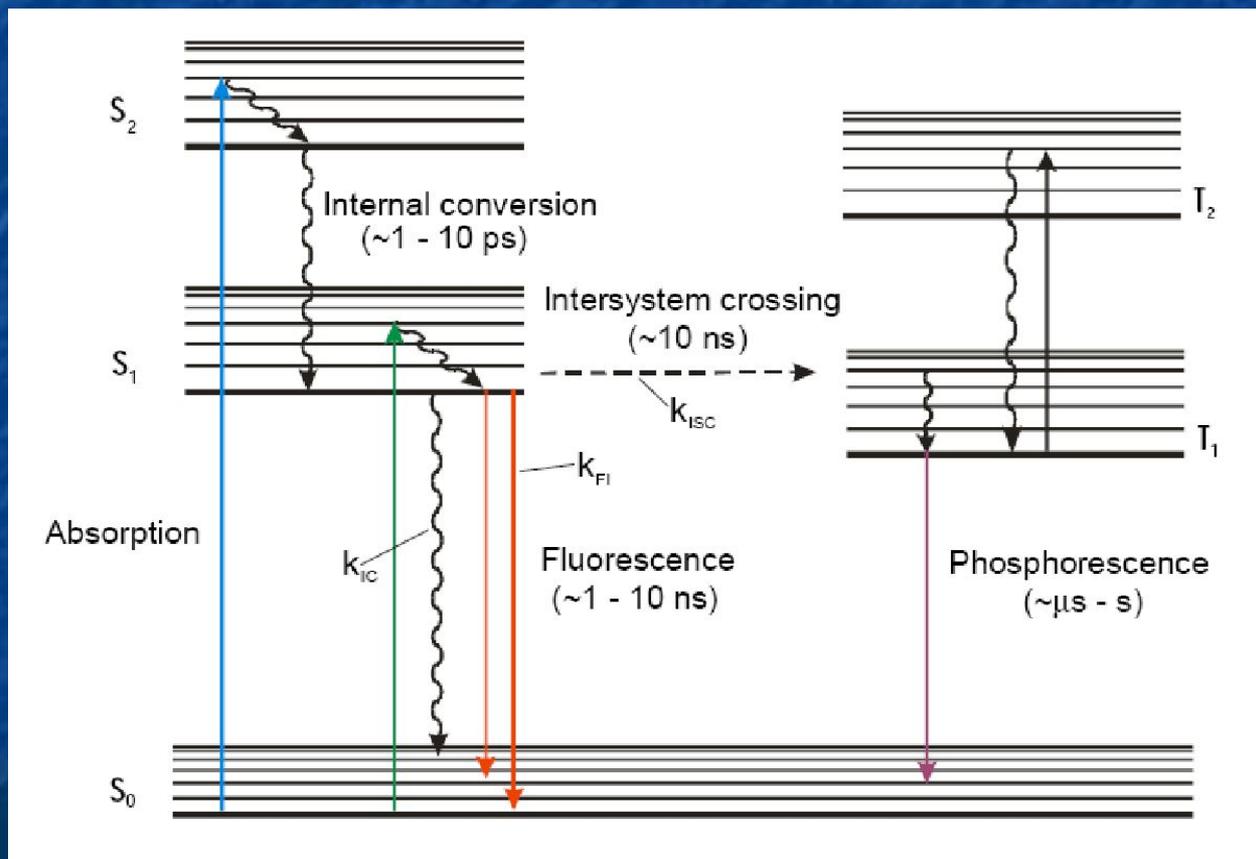
Индикатрисы  
рассеяния света  
для частиц разных  
размеров

# Схема нефелометра

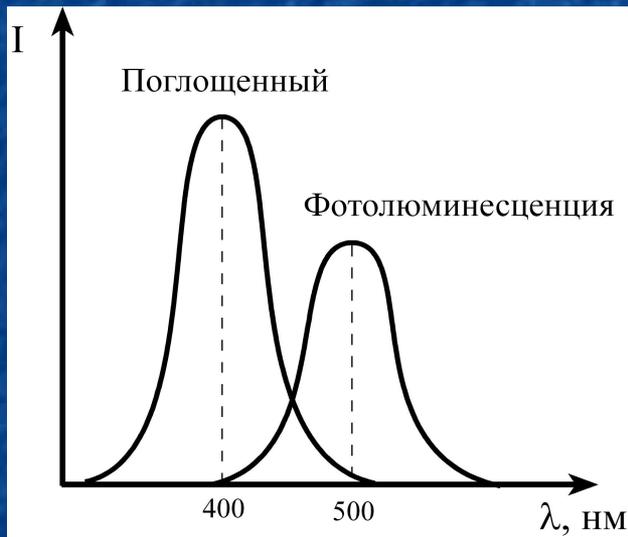


$I_0$  – падающий световой поток;  
 $I_p$  – световой поток рассеянный средой

# Схема энергетических переходов в молекуле при возникновении люминесценции



# Явление люминесценции – основные закономерности



**Спектры поглощенного излучения и возбужденного свечения (з-н Стокса)**

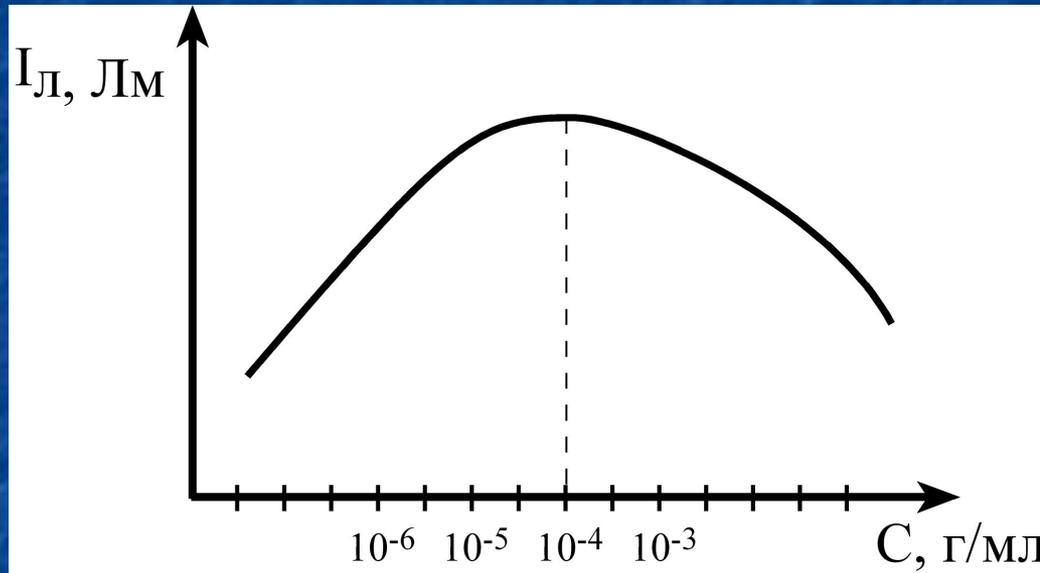
**Определение концентрации вещества по люминесценции**

$$E = m\lambda Cl,$$
$$C = E/m\lambda l$$

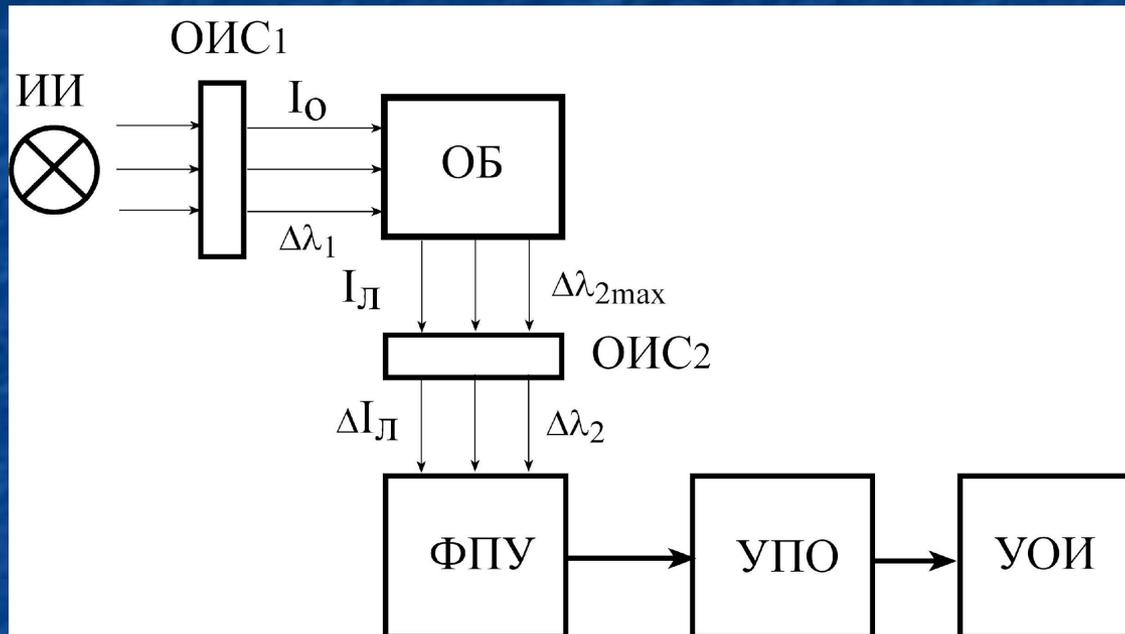
**Определение энергетического выхода люминесценции**

$$\frac{I_l}{I_n} = E = \left( \frac{I_l}{I_0} \right) (1 - \tau_l)$$

# Зависимость интенсивности флуоресценции от концентрации флюоресцирующего вещества

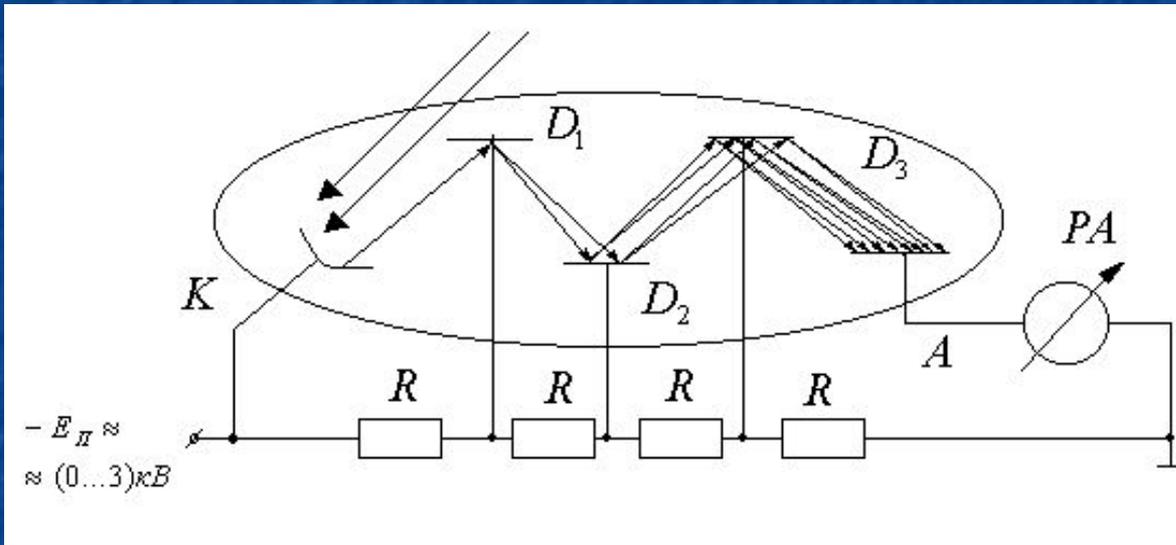


# Структура флуориметра



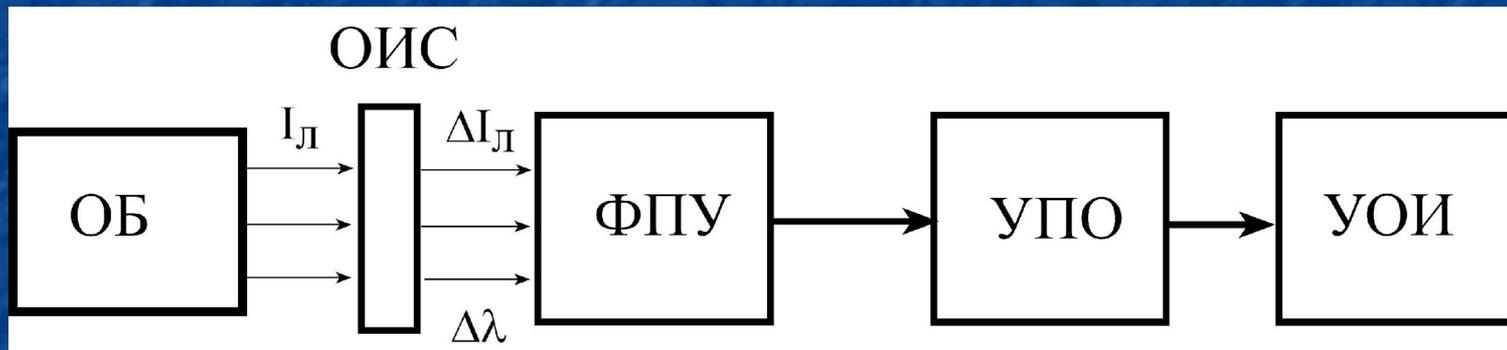
ОИС1 – полосовой фильтр, пропускающий световой поток для возбуждения в полосе длин волн  $\Delta\lambda_1$ ; ОБ – возбуждающая ячейка; ОИС2 – полосовой фильтр, пропускающий излученный световой поток в полосе длин волн  $\Delta\lambda_2$ ;  $I_0$  – падающий поток световой (возбуждающий) в полосе длин волн  $\Delta\lambda_1$  для исследуемого раствора;  $I_{\text{Л}}$  – излученный световой поток с максимумом излучения  $\lambda_2$ ;  $\Delta I_{\text{Л}}$  – световой поток в полосе длин волн  $\Delta\lambda_2$

# Схема подключения фотоэлектронного умножителя



К – фотокатод, D1...D3 – диноды, PA – микроамперметр, А – анод, R – делитель напряжения

## Схема хемилюминометра



ОИС – полосовой фильтр, пропускающий излученный световой поток в полосе длин волн  $\Delta\lambda$ ;  $I_{\text{л}}$  – световой поток, излучаемый исследуемой средой;  $\Delta I_{\text{л}}$  – световой поток в полосе длин волн  $\Delta\lambda$ .

# Поляриметрия

## Определение концентрации оптически активного вещества

$$C = \frac{\alpha}{[\alpha]_D^{20} \cdot l}$$

$C$  – концентрации оптически активного вещества (г/см<sup>3</sup>)

$l$  – длины (дм) кюветы

– удельное вращение – угол вращения при концентрации вещества 1 г/мл, длине трубки 10 см, температуре 20<sup>0</sup> С и желтом свете (D линия Na) –  $\lambda=589,3$  нм.

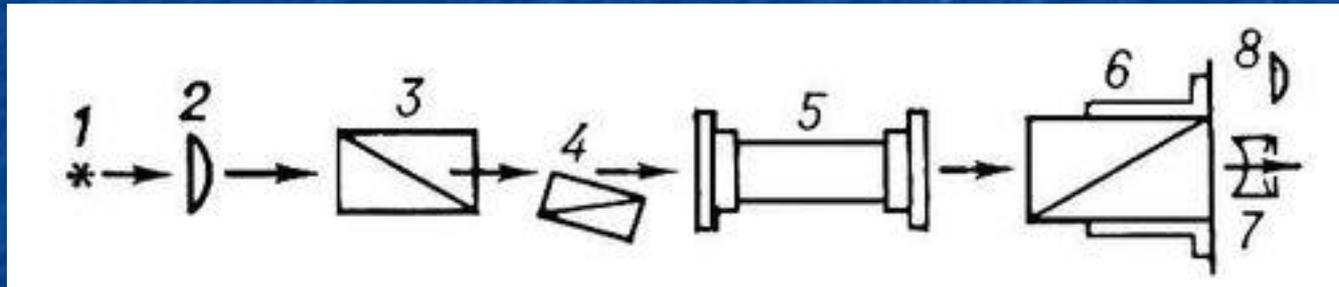
$\alpha$  – экспериментально измеренный угол вращения

$$[\alpha]_0^{20}$$

## Примеры оптических характеристик некоторых веществ

| Раствор            | $[\alpha]_0^{20} \frac{\text{град} \cdot \text{см}^3}{\text{дм} \cdot \text{г}}$ | Направление вращения<br>плоскости поляризации |
|--------------------|--|---|
| Тростниковый сахар | +66,44   | Правое  |
| Виноградный сахар  | +52,5  | Правое  |
| Фруктовый сахар    | -91,9  | Левое   |

## Схема полутеневого поляриметра



1 – источник света; 2 – конденсор; 3–4 – полутеневого поляризатор; 5 – трубка с измеряемым оптически-активным веществом; 6 – анализатор с отсчётным устройством; 7 – зрительная труба; 8 – окуляр отсчётного устройства (например, микроскопа-микрометра).

# Фотооксигеметрия

## Определение сатурации крови кислородом

$$SpO_2 = \frac{[HbO_2]}{[HbR] + [HbO_2]} * 100\%$$

ИЛИ

$$SpO_2 = 1 - \frac{[HbR]}{[HbR] - [HbO_2]}$$

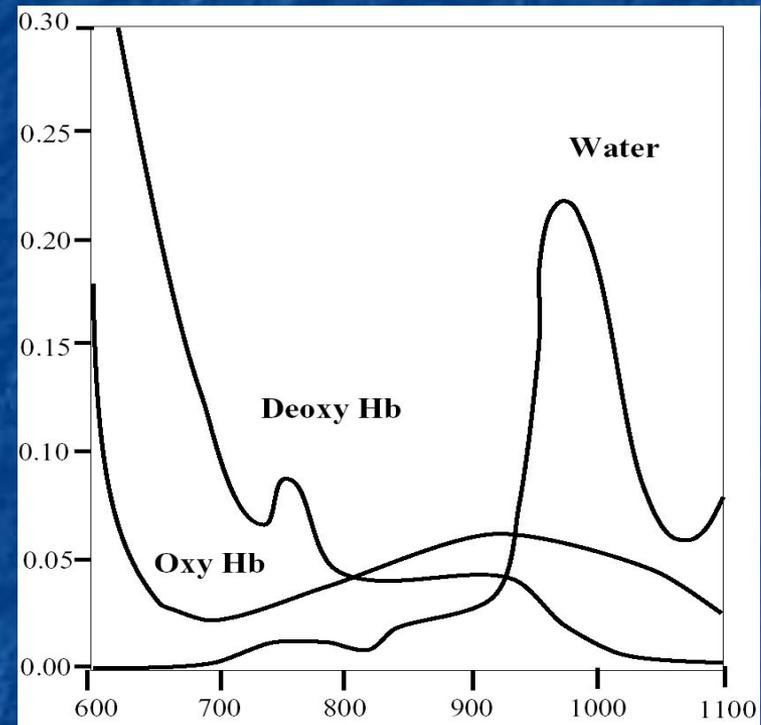
Практическое определение  $SpO_2$   
при фотооксигеметрии

$$SpO_2 = A - B \cdot \frac{D(660\text{нм})}{D(810\text{нм})}$$

**D(660), D(810)** – величины оптической плотности  
крови измеренная с использованием света с  $\lambda$  660  
и 810 нм

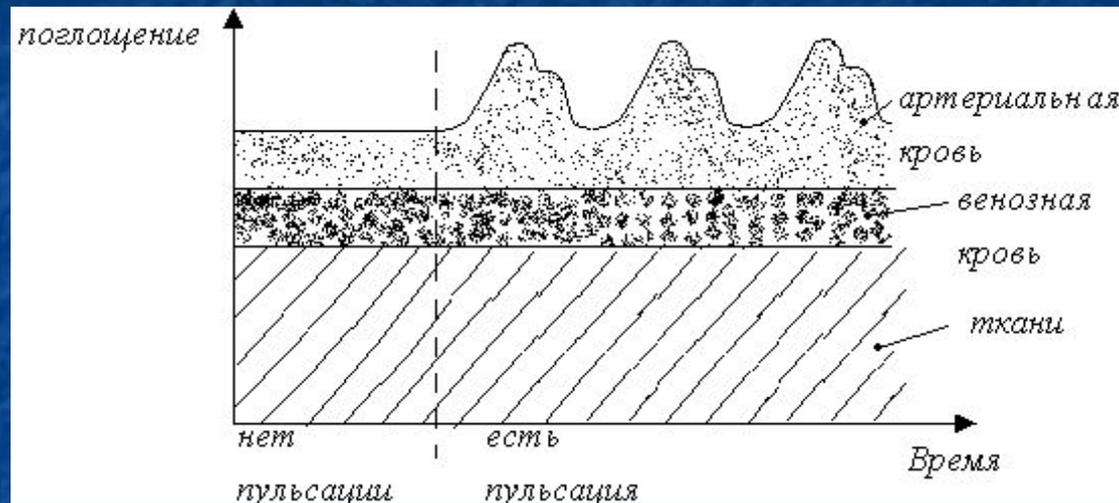
**A** и **B** опытные константы.

## Спектры поглощения различных форм гемоглобина:



Oxy Hb оксигемоглобин  
Deoxy Hb – восстановленного  
гемоглобин

# Пульсоксигеметрия



Изменение величины поглощения при пропускании света через биоткань с кровеносными сосудами.

## Показатель оксигенации крови

$$R = \left( \frac{A \approx}{A =} \right)^{КР} / \left( \frac{A \approx}{A =} \right)^{ИК}$$

$A \approx$  и  $A =$  – пульсовые и постоянные составляющие поглощения по красному и инфракрасному каналу

# Структурная схема пульсоксиметра

