

# СТЕПЕНИ ЧИСЛА 10

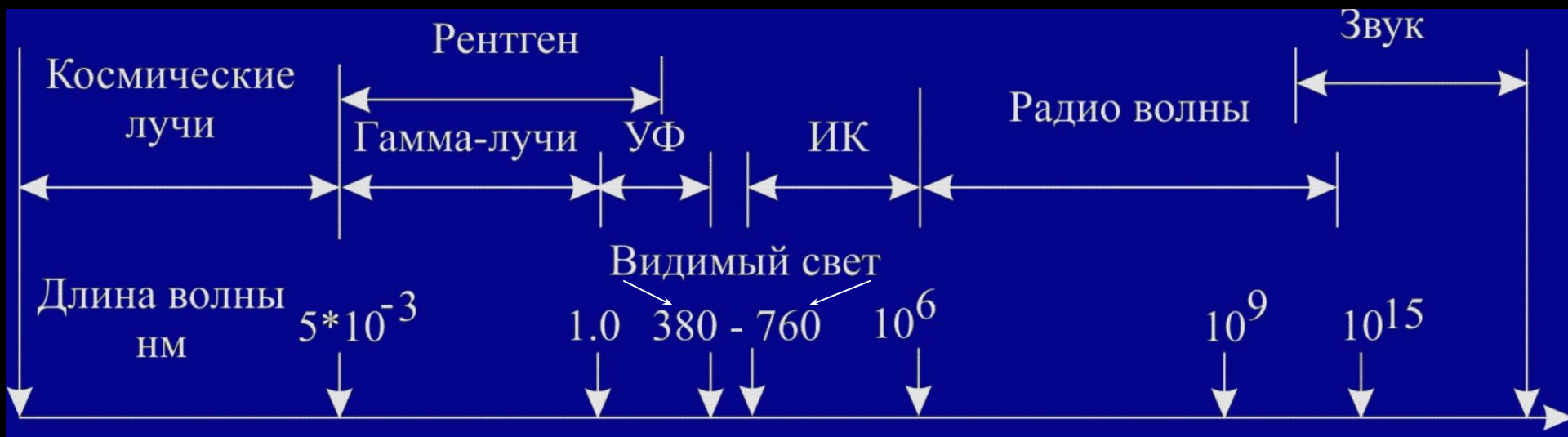
| СТЕПЕНЬ    | НАЗВАНИЕ             | СИМВОЛ            |
|------------|----------------------|-------------------|
| $10^{15}$  | <i>peta</i> (пета)   | <i>P</i>          |
| $10^{12}$  | <i>tera</i> (тера)   | <i>T</i>          |
| $10^9$     | <i>giga</i> (гига)   | <i>G</i>          |
| $10^6$     | <i>mega</i> (мега)   | <i>M</i>          |
| $10^3$     | <i>kilo</i> (кило)   | <i>k</i>          |
| $10^2$     | <i>hecto</i> (хекто) | <i>h</i>          |
| $10^1$     | <i>deka</i> (дека)   | <i>da</i>         |
| $10^{-1}$  | <i>deci</i> (деци)   | <i>d</i>          |
| $10^{-2}$  | <i>centi</i> (санти) | <i>c</i>          |
| $10^{-3}$  | <i>milli</i> (милли) | <i>m</i>          |
| $10^{-6}$  | <i>micro</i> (микро) | $\mu$ or <i>u</i> |
| $10^{-9}$  | <i>pico</i> (пико)   | <i>p</i>          |
| $10^{-12}$ | <i>pico</i> (пико)   | <i>p</i>          |
| $10^{-15}$ | <i>femto</i> (фемто) | <i>f</i>          |

# ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИСТЕМЫ СИ

| Величина            | Символ      | Наименование | Обозначение |
|---------------------|-------------|--------------|-------------|
| Длина               | $l$         | Метр         | м           |
| Масса               | $m$         | Килограмм    | кг          |
| Время               | $t$         | Секунда      | с           |
| Электроток          | $I$         | Ампер        | А           |
| Температура         | $T, \Theta$ | Кельвин      | К           |
| Сила света          | $I_v$       | Кандела      | кд          |
| Количество вещества | $\nu$       | Моль         | МОЛЬ        |

# ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТСТК

## ВИДЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ (1 нм = $10^{-9}$ метра)



Распределение длин волн электромагнитного  
излучения

# РАДИОВОЛНЫ

Диапазон

Длина волны

Источники

Сверхдлинные

Более 10 км

Длинные

(10 -- 1) км

Средние

1 км – 100 м

Короткие

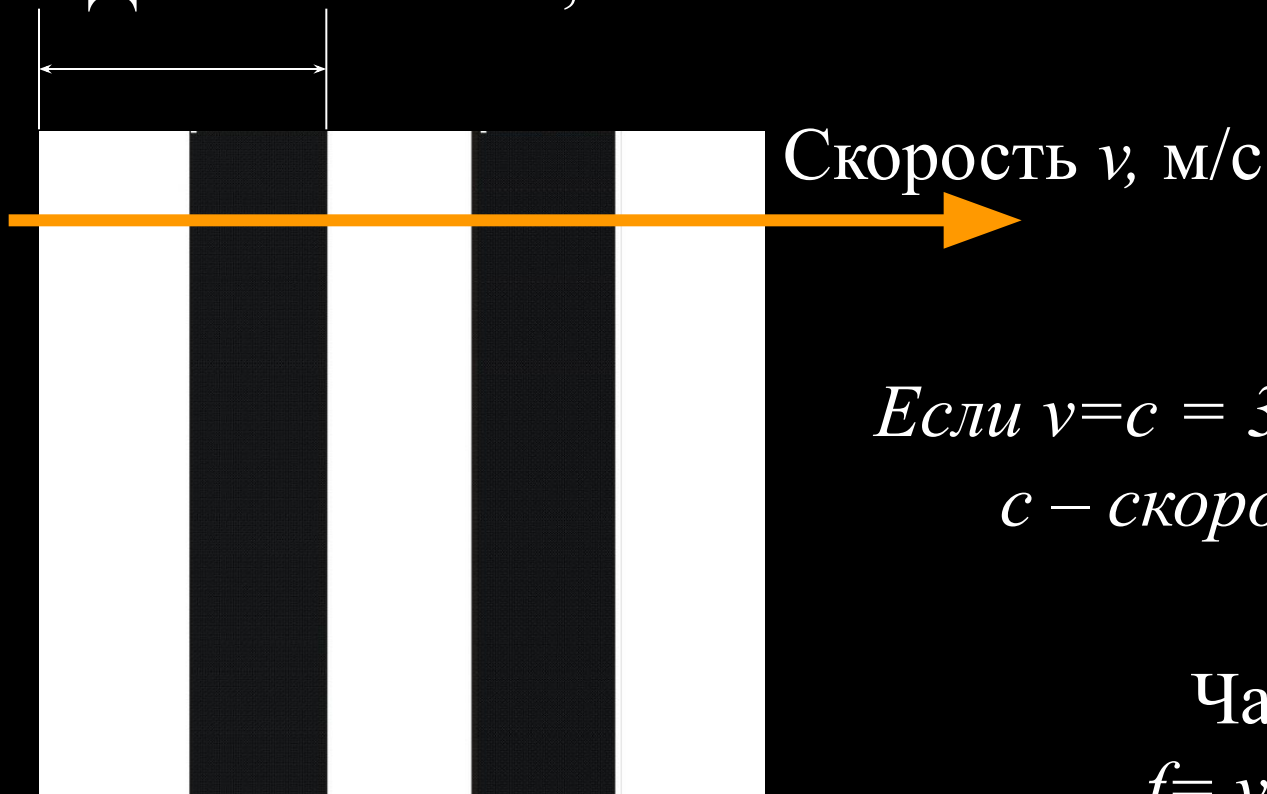
(100 – 10) м

Ультракороткие

10 м – 1 мм

Радиосвязь,  
атмосферные и  
магнитосферные  
явления

Длина волны  $\lambda$ , м



Скорость  $v$ , м/с

*Если  $v=c = 300\,000\,000$  м/с  
 $c$  – скорость света*

Частота

$$f = v/\lambda, \text{ Герц}$$

1 Герц – одно колебание в секунду

| Название                   | Длина волны   | Источники  |
|----------------------------|---------------|--|
| Инфракрасное излучение     | 1 мм – 760 нм | Излучение молекул и атомов при тепловых и электрических воздействиях |
| Видимое излучение          | (760 – 380)нм |  |
| Ультрафиолетовое излучение | (380 - 10)нм  | Излучение атомов под воздействием ускоренных электронов              |

**Ультрафиолетовое излучение** УФ по большей части вредно для живых организмов: защита – озоновый слой.

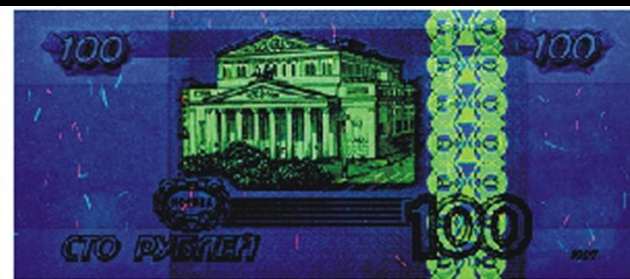
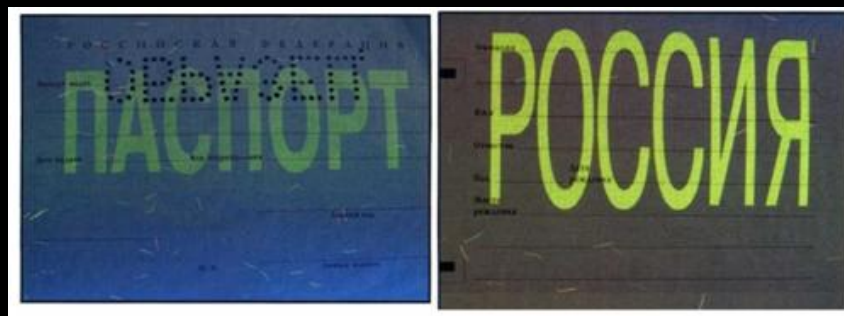
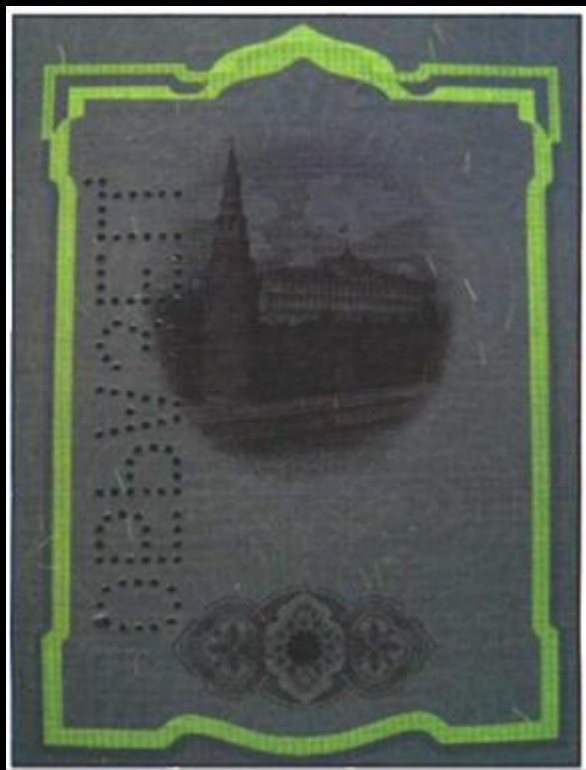
Защитная реакция организма человека – загар.

Воздействие УФ на некоторые объекты вызывает их свечение – **фотолюминесценцию**.

Это позволяет выявить элементы защиты документов.

Определение природы и состава вещества по спектру его люминесцентного излучения называют **люминесцентным анализом**.

# Элементы люминесцентной защиты паспорта гражданина РФ и купюры в 100 рублей





# ДИАПАЗОНЫ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

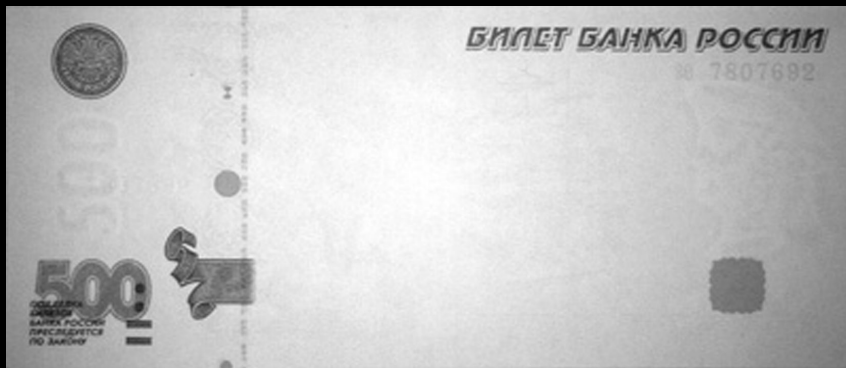
| Обозначение                   | Аббревиатура | Длина волны                  |
|-------------------------------|--------------|------------------------------|
| Ближний инфракрасный диапазон | <i>NIR</i>   | (760 – 3000) нм              |
| Средний инфракрасный диапазон | <i>MIR</i>   | (3000-5*10 <sup>4</sup> ) нм |
| Дальний инфракрасный диапазон | <i>FIR</i>   | 5*10 <sup>4</sup> нм– 1 мм   |

# СВОЙСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

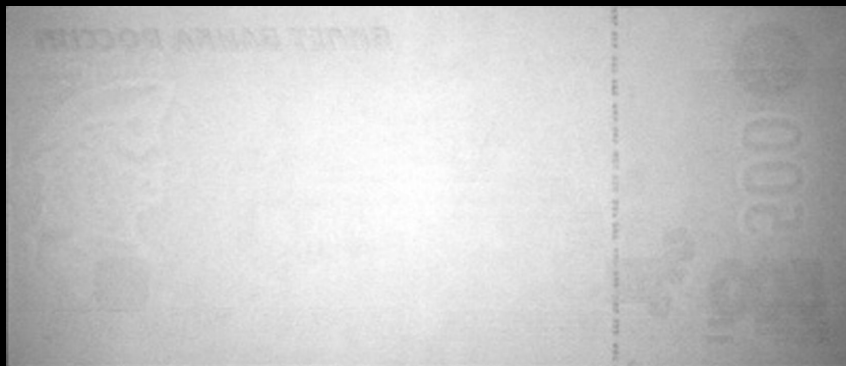
- Инфракрасные лучи излучает любое нагретое тело.
- По-разному нагретые объекты за счет различной теплопроводности или собственного теплового излучения создают тепловой контраст, который преобразуют в *видимое изображение* с помощью вакуумных или твердотельных преобразователей.
- *Инфракрасная спектроскопия* позволяет судить о природе и количестве вещества.
- *Беспроводные каналы связи* (пульты управления).

# ЭЛЕМЕНТЫ ИНФРАКРАСНОЙ ЗАЩИТЫ БАНКНОТЫ 500 РУБЛЕЙ

Инфракрасное облучение



Видимый свет



# ОСНОВЫ СВЕТОТЕХНИКИ

Электромагнитные колебания в диапазоне длин волн  
От 380 нм до 760 нм человек воспринимает как **СВЕТ!**



# СВЕТОВОЙ ПОТОК

$$F = A \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} \phi(\lambda) * v(\lambda) d\lambda ,$$

*где  $v(\lambda)$  - кривая видности,  $\phi(\lambda)$  - спектральная плотность излучения источника,  $A$  - размерная постоянная, равная 683 лм/вт.*

*Единицей измерения светового потока является **люмен**.*

# СИЛА СВЕТА

*Сила света* - это пространственная плотность светового потока, определяемая отношением элементарного светового потока  $dF$  к телесному углу  $d\omega$ , в пределах которого он заключен.

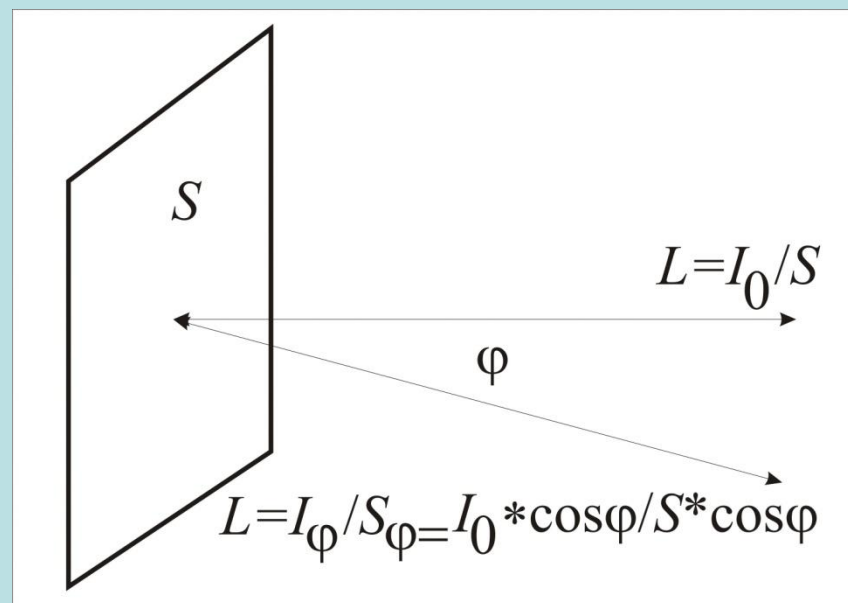
Для точечного источника, который создает световой поток, равномерно распределенный во все стороны (в пределах полного телесного угла  $4\pi$ ), сила света

$$I = F/4\pi.$$

Единицей измерения силы света является *кандела (свеча)*.

# ЯРКОСТЬ

*Яркость равна отношению силы света в данном направлении к площади проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную к заданному направлению. Единицей измерения яркости является **кандела на квадратный метр** (кд/м<sup>2</sup>).*



# ОСВЕЩЕННОСТЬ

*Освещенность  $E$  определяется отношением светового потока  $dF$ , падающего на поверхность, к площади этой поверхности  $dS$ :*

$$E = dF / dS .$$

*Единицей освещенности является **люкс**, что соответствует освещенности, которую создает световой поток в один люмен на площади в один квадратный метр.*



*Все **несамосветящиеся** предметы отражают  $F\rho$ , пропускают  $F\tau$  или поглощают  $F\alpha$  световой поток*

$$F = F\rho + F\tau + F\alpha .$$

*Эти процессы характеризуют коэффициентами отражения  $\rho = F\rho/F$ , пропускания  $\tau = F\tau /F$  и поглощения  $\alpha = F\alpha /F$ , сумма которых равна единице.*

| Объект                 | Коэффициент $\rho$ |
|------------------------|--------------------|
| Снег                   | 0,93 ÷ 0,98        |
| Белая бумага           | 0,60 ÷ 0,80        |
| Кожа лица человека     | 0,30 ÷ 0,33        |
| Листва деревьев, трава | 0,10 ÷ 0,05        |
| Черный бархат          | 0,004 ÷ 0,01.      |

***Контраст**  $K = \rho_{max} / \rho_{min}$ ;  $= L_{max} / L_{min}$ ;  $= F_{max} / F_{min}$*

# ВОСПРИЯТИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ ЦВЕТА



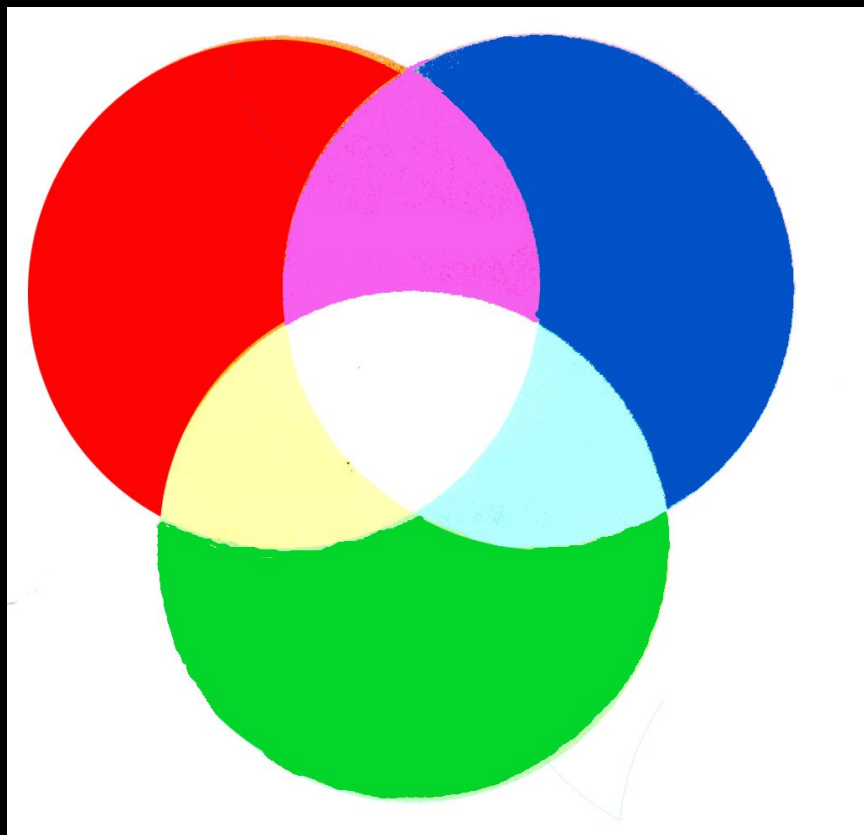
# ЦВЕТОВАЯ ГАММА СВЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Человек воспринимает световые излучения с различными длинами волн (монохроматические) по-разному окрашенными.

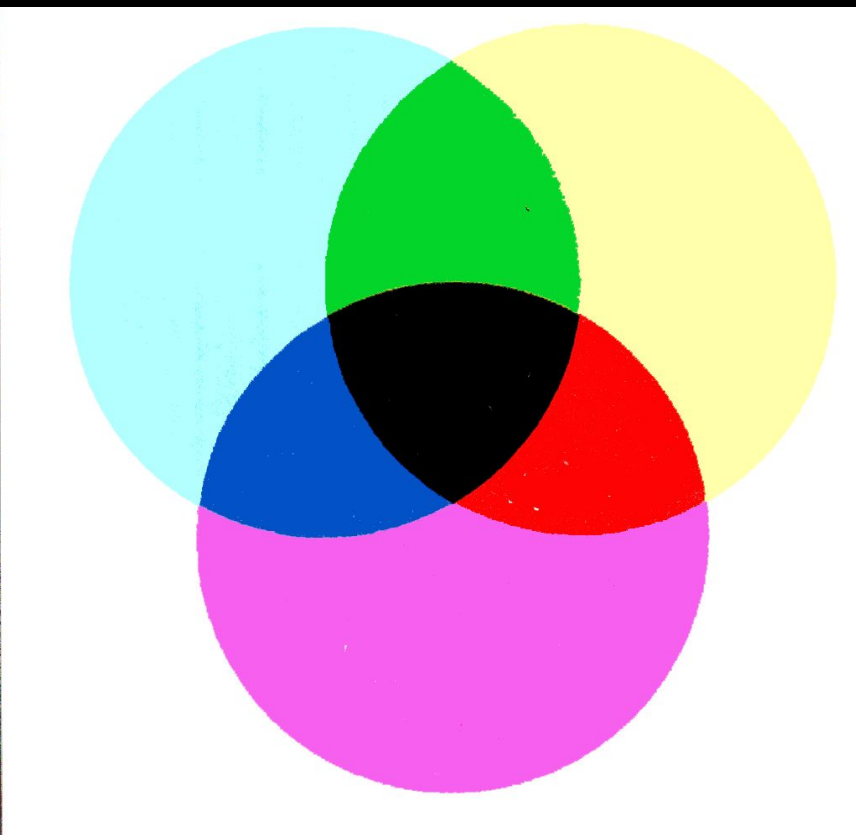
| $\lambda$ , нм | <380         | 380÷430   | 430÷470   | 470÷500   | 500÷560  | 560÷590   | 590÷605   | 605÷760   | >760         |
|----------------|--------------|---|---|---|--|---|---|---|--------------|
| Цвет           | Ультрафиолет | Фиолетовый  | Синий   | Голубой   | Зеленый  | Желтый  | Оранжевый   | Красный   | Инфракрасный |
|                |              |  |  |  |  |  |  |  |              |

Цветовая раскраска объектов ускоряет усвоение и понимание информации на 78%, уменьшая число ошибок при ее восприятии на 35-55%, обостряет внимание и запоминание на 82%.

# РЕЗУЛЬТАТЫ СМЕШИВАНИЯ ЦВЕТОВ

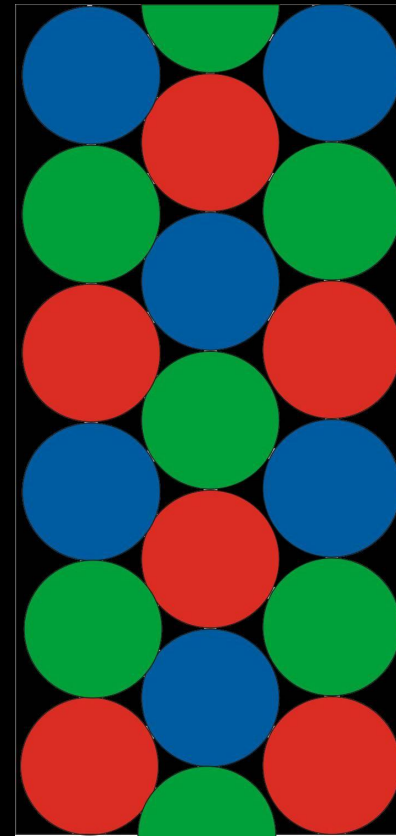
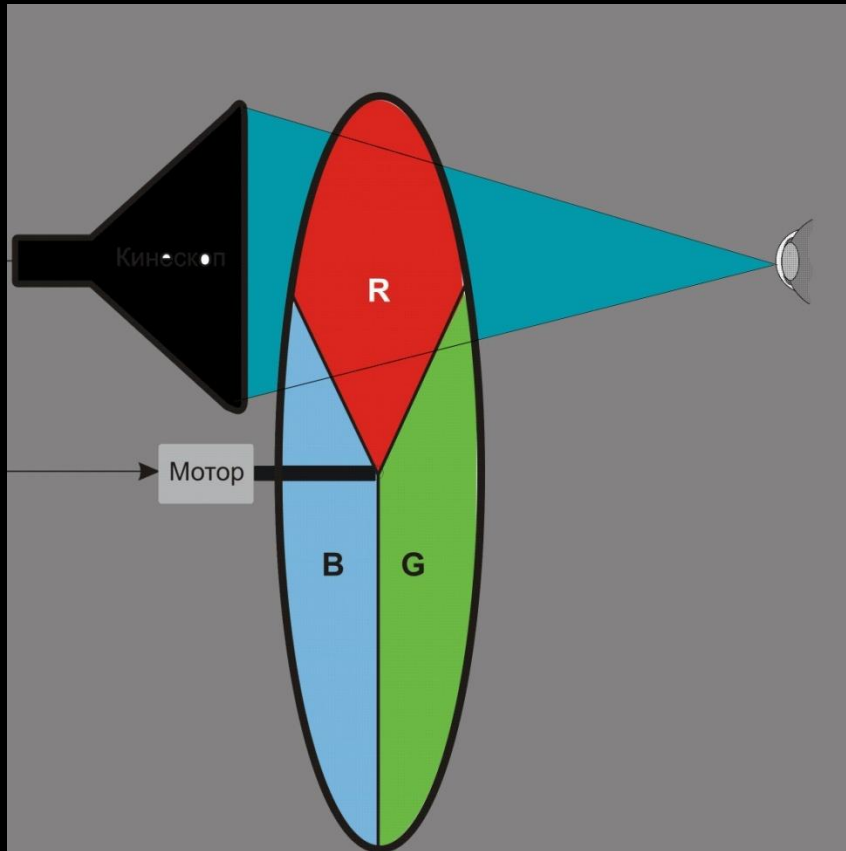


Аддитивное



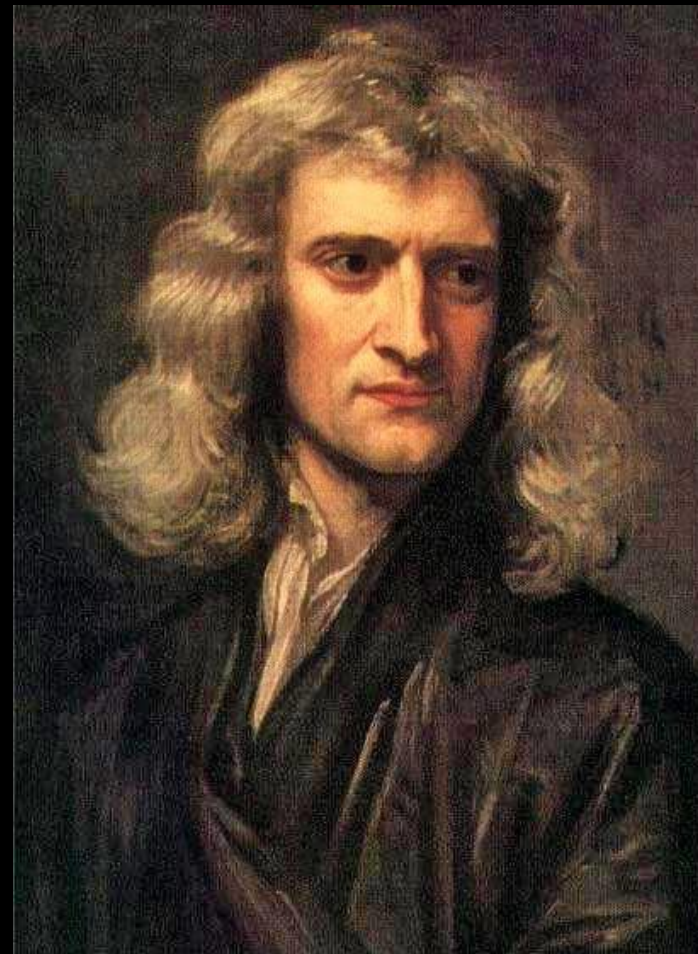
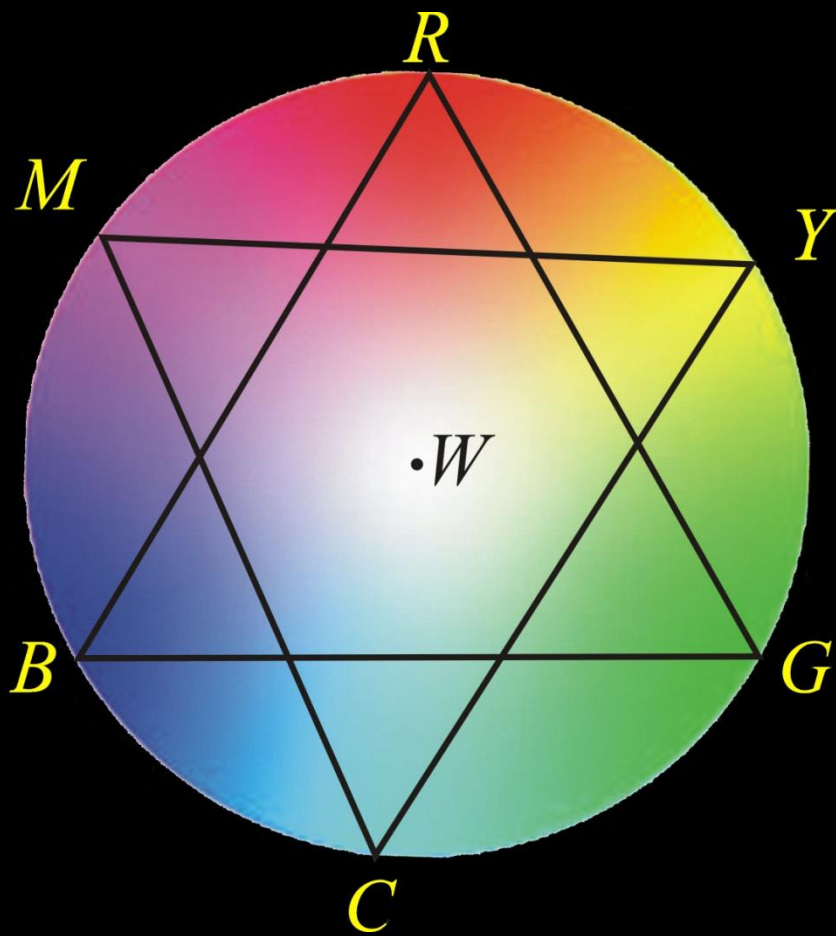
Субтрактивное

# ВРЕМЕННОЕ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ СМЕШИВАНИЯ ЦВЕТОВ





# КРУГ НЬЮТОНА

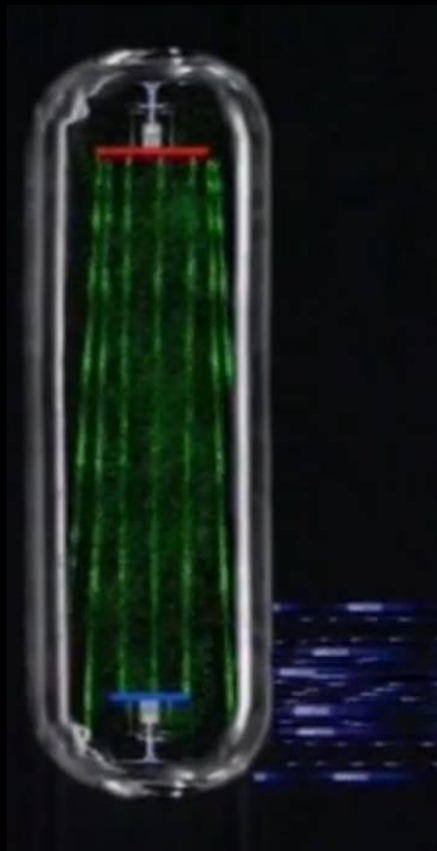


*Сэр Исаак Ньютон*

| Название                | Длина волны  | Источники   |
|-------------------------|--------------|---|
| Рентгеновское излучение | 10 нм – 5 пм | Атомные процессы при воздействии ускоренных заряженных частиц |
| Гамма излучение         | Менее 5 пм   | Ядерные и космические процессы, радиоактивный распад          |

**Вильгельм Конрад Рентген**  
(1845-1923)

**Первый рентгеновский  
снимок**



**Рентгеновская трубка**



# **Рентгеновские лучи были открыты Вильгельмом Конрадом Рентгеном в 1895 году.**

## **Рентгеновские лучи:**

- **невидимы человеческим глазом;**
- **способны проникать через непрозрачные вещества;**
- **частично поглощаются в веществе, причем степень поглощения зависит от атомного номера вещества: чем больше атомный номер в периодической системе Менделеева, тем сильнее поглощение;**
- **распространяются прямолинейно;**
- **вызывают свечение (флуоресценцию) некоторых веществ (люминофоров): сернистый цинк, сернистый кадмий и др.**
- **ионизируют газы;**
- **вызывают вторичное излучение облучаемых объектов.**

| Характеристика      | Мягкий рентген | Классический рентген | Жесткий рентген |
|---------------------|----------------|----------------------|-----------------|
| Длина волны, нм     | 49,6           | 1,24                 | 0,062           |
| Энергия кванта, кэВ | 0,025          | 1,0                  | 20              |

Единицами измерения являются: длина волны – нанометр и энергия кванта излучения – килоэлектронвольт  
 (1кэВ =  $1,6 \cdot 10^{-16}$  Дж).

Связь энергии  $E$  с частотой  $f$  выражается формулой Планка

$$E=hf,$$

где  $h = 6,625 \cdot 10^{-34}$  Дж·с.

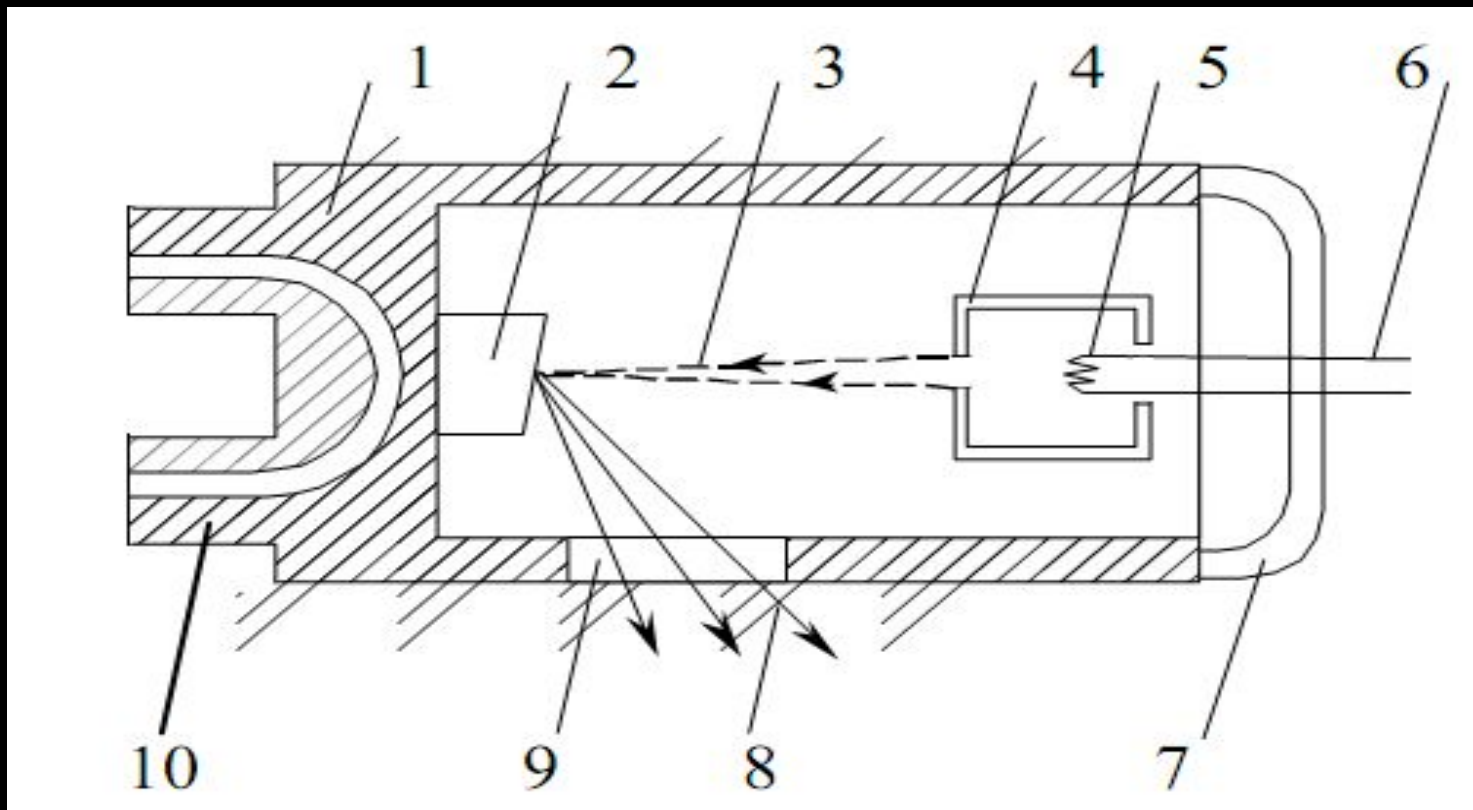
В рентгеновской технике для таможенного досмотра используют излучения с длиной волны (0.006÷2) нм.

*Разнородные предметы, состоящие из веществ с различными **атомными номерами**, и имеющие разную **толщину и плотность**, поглощают разные доли энергии проходящих через них рентгеновских лучей.*

*Прямолинейное распространение **рентгеновских лучей** позволяет получать четкую **теньевую картину**.*

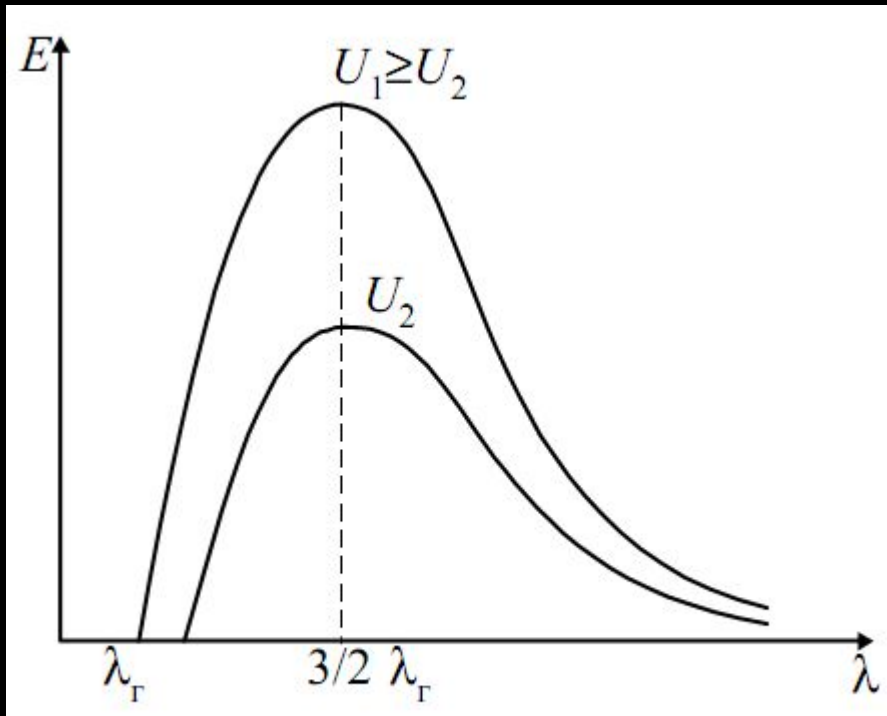
**Рентгеновское излучение возникает при резком торможении движущихся электронов в результате их соударения с атомами вещества препятствия.**

# СХЕМА РЕНТГЕНОВСКОЙ ТРУБКИ



1 - анодный блок; 2 - анод; 3- поток электронов; 4 - фокусирующий электрод; 5 - термоэмиссионный катод; 6 - накал; 7 - стекло; 8 - рентгеновское излучение; 9 - окно в анодном блоке (бериллий); 10 - каналы для воздушного или водяного охлаждения.

# СПЕКТР РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



Граничная длина волны

$$\lambda_{\Gamma} = ch/eU,$$

где  $c$  – скорость света,  
 $h$  – постоянная Планка,

$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кулон -  
заряд электрона;

$U$  – разность потенциалов.

**Тормозное излучение** – спектр сплошной.

**Характеристическое излучение** возникает после ионизации атома вещества. Спектр – линейчатый.

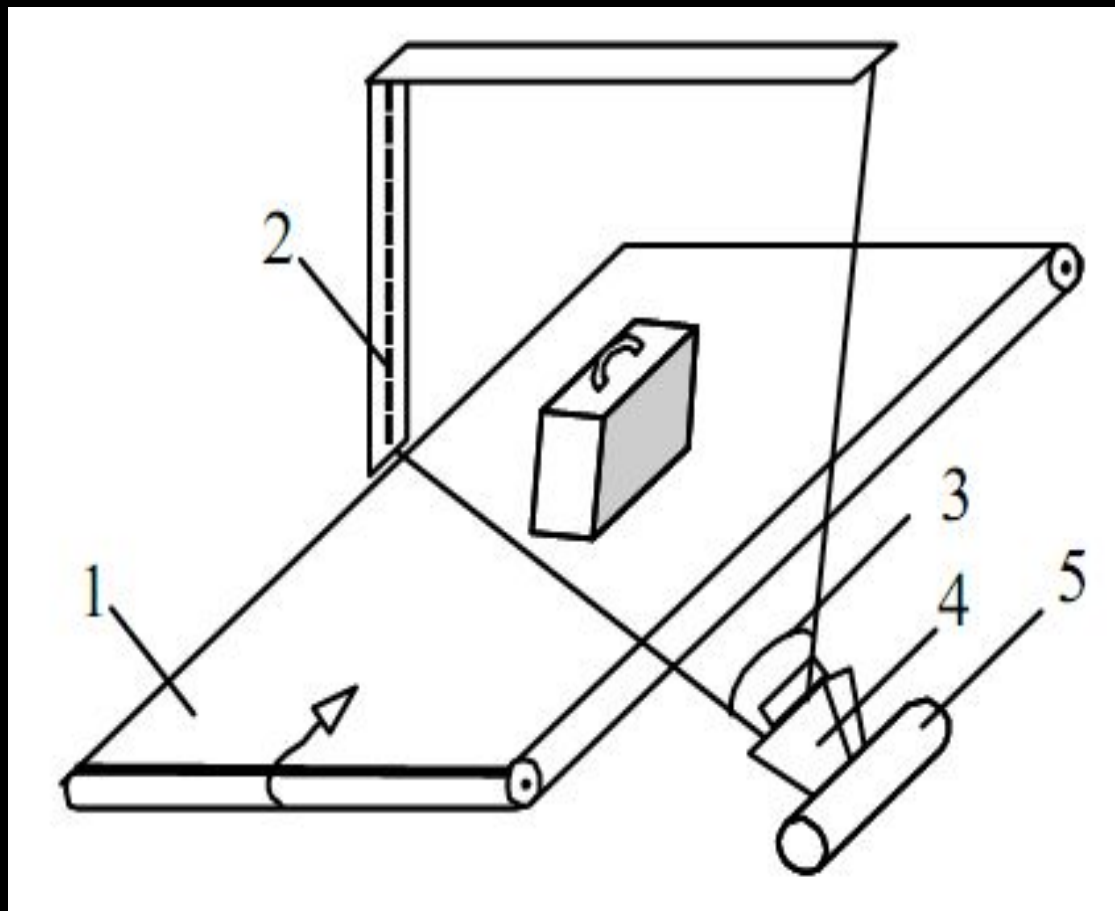
Регистрируют рентгеновское излучение с помощью сцинтиллятора (люминофора).

Под действием квантов рентгеновского излучения в люминофоре возникают вспышки, которые преобразуются фотодиодом в электрические импульсы.

Датчики (люминофор + фотодиод) объединяют в **детекторную линейку**, которая дает сигналы от одной строки изображения.

Чтобы получить **полное изображение** организуют перемещение либо объекта, либо детекторной линейки.

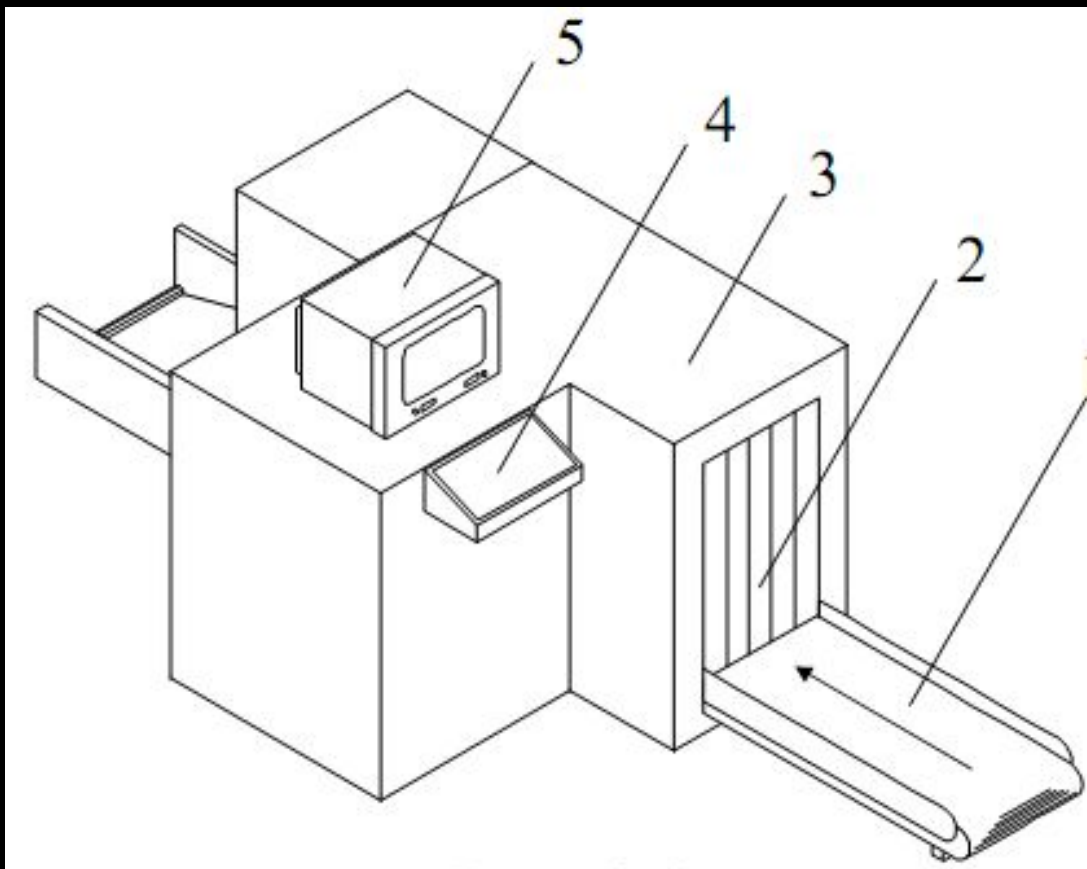
# КОНСТРУКЦИЯ ИНТРОСКОПА



1 – ленточный транспортер;  
2 – детекторная линейка;  
3 – коллиматор, формирующий веерный луч 4;  
5- генератор рентгеновского излучения.

Скорость перемещения объекта – порядка 0,2 м/с.

# СХЕМАТИЧНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ИНТРОСКОПА

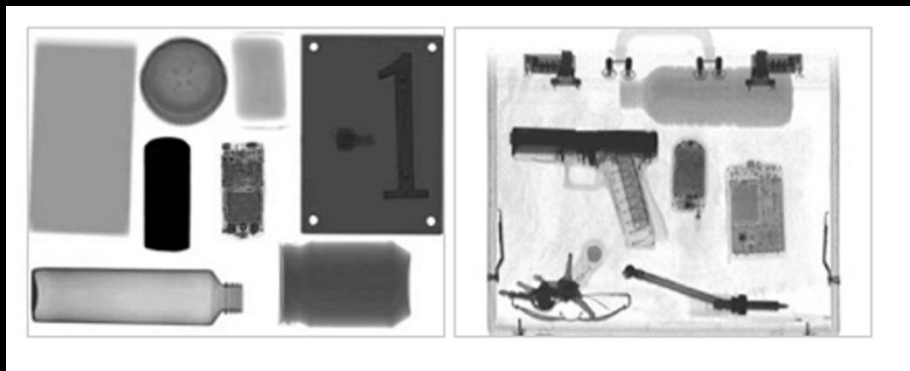


- 1 – ленточный транспортер;
- 2 – свинцовые шторы;
- 3 – корпус туннеля;
- 4 – клавиатура;
- 5 – монитор.

Рентгеновское изображение объекта формируют в памяти компьютера из отдельных строк.



# ИЗОБРАЖЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ РЕНТГЕНОВСКИМИ СИСТЕМАМИ



Черно-белое изображение



Разделенное по 6 цветам

# КЛАССИФИКАЦИЯ ДОСМОТРОВОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТЕХНИКИ

Для контроля международных почтовых отправлений

Для контроля содержимого ручной клади и багажа пассажиров и транспортных служащих.

Для персонального досмотра и углубленного контроля отдельных предметов багажа пассажиров.

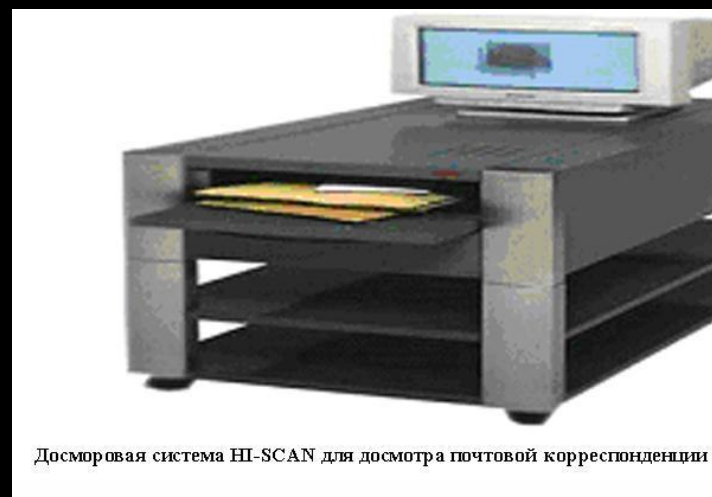
Для контроля содержимого среднегабаритных багажа и грузов.

Инспекционно-досмотровые комплексы ИДК для контроля автотранспорта и крупногабаритных контейнеров.

# ВИДЫ ИНТРОСКОПОВ



Интроскоп для досмотра груза HI-SCAN 11080-3D



Досмотровая система HI-SCAN для досмотра почтовой корреспонденции

# ВИДЫ ИНТРОСКОПОВ



# РЕНТГЕНОТЕЛЕВИЗИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО ДОСМОТРА



Предназначена для предотвращения террористических актов.

Способна обнаруживать:

- холодное и огнестрельное оружие;
- взрывчатку, в том числе пластиковую;
- электронные устройства взрывателей, пояса «шахида»;
- наркотики или другие биологические вещества;
- драгоценные камни и металлы.

# ИНСПЕКЦИОННО ДОСМОТРОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ





# ИНСПЕКЦИОННО ДОСМОТРОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ



В соответствии с функциональным назначением ИДК делятся на два вида:

- ИДК для интроскопии **легковых автотранспортных средств** (легковых автомашин, микроавтобусов, прицепов, передвижных дач, отдельных грузовых упаковок, не превышающих веса порядка 3-х тонн и размеров легковых автомашин);
- ИДК для интроскопии **крупногабаритных объектов**, предназначенных для перевозки грузов (контейнеров, трейлеров, рефрижераторов, железнодорожных вагонов).



# ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНТРОСКОПОВ

- **Проникающая способность (в стали):**  
(30 – 500) мм.
- **Разрешающая способность:**  
(0,1 – 4) мм медной проволоки.
- **Контрастная чувствительность:**  
число цветовых тонов или оттенков серого,  
(например 24 цветовых тона, 4096 градаций серого).

# **БАЗОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ**

- **Разделение объектов по цветам и их оттенкам в зависимости от атомного числа и плотности.**
- **Получение информации о наличии опасных веществ.**
- **Выделение органических и неорганических материалов.**
- **Возможность масштабирования изображений.**
- **Негативное воспроизведение изображений.**
- **Воспроизведение изображений с повышенным проникновением.**
- **Счетчик багажа.**