

# Интроскопия

Интроскопией называется визуальное наблюдение объектов, явлений и процессов в оптически непрозрачных телах и средах (от латинского intro – внутри).

Рентгеновским называют  
электромагнитные излучения с  
частотой в диапазоне  
 $6,02 \cdot 10^{15} - 1,2 \cdot 10^{20}$  Гц.

Мягкий рентген  $6,02 \cdot 10^{15} - 2,41 \cdot 10^{17}$  Гц     $496 - 12,4 \text{ \AA}$

0,025 - 1,0 кэВ

Классический рентген  $2,41 \cdot 10^{17} - 4,82 \cdot 10^{18}$  Гц     $12,4 - 0,62 \text{ \AA}$

1,0 – 20 кэВ

Жесткий рентген  $4,82 \cdot 10^{18} - 1,2 \cdot 10^{20}$  Гц     $0,62 - 0,025 \text{ \AA}$

20 – 500 кэВ

длины волны - ангстрем ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$ )

энергии кванта излучения - килоэлектронвольт ( $1 \text{ КэВ} = 10^3 \text{ эВ}$ )

# Типы рентгеновского излучения

```
graph TD; A[Типы рентгеновского излучения] --> B[излучение со сплошным спектром называется белым или тормозным]; A --> C[излучение с линейчатым спектром, называется характеристическим];
```

излучение со  
сплошным  
спектром  
называется  
белым или  
тормозным

излучение с  
линейчатым  
спектром,  
называется  
характеристичес  
ким

# Белое рентгеновское излучение

вызывается торможением быстрых электронов при их движении в веществе. Торможение быстрых электронов при их движении в веществе приводит к неравномерному движению, т.е. движению с ускорением, что в свою очередь вызовет непрерывное излучение с непрерывным, т.е. сплошным спектром частот. Этот спектр будет иметь границу, определенную условием  $h\omega = e_0U$

где  $e_0U$  - кинетическая энергия

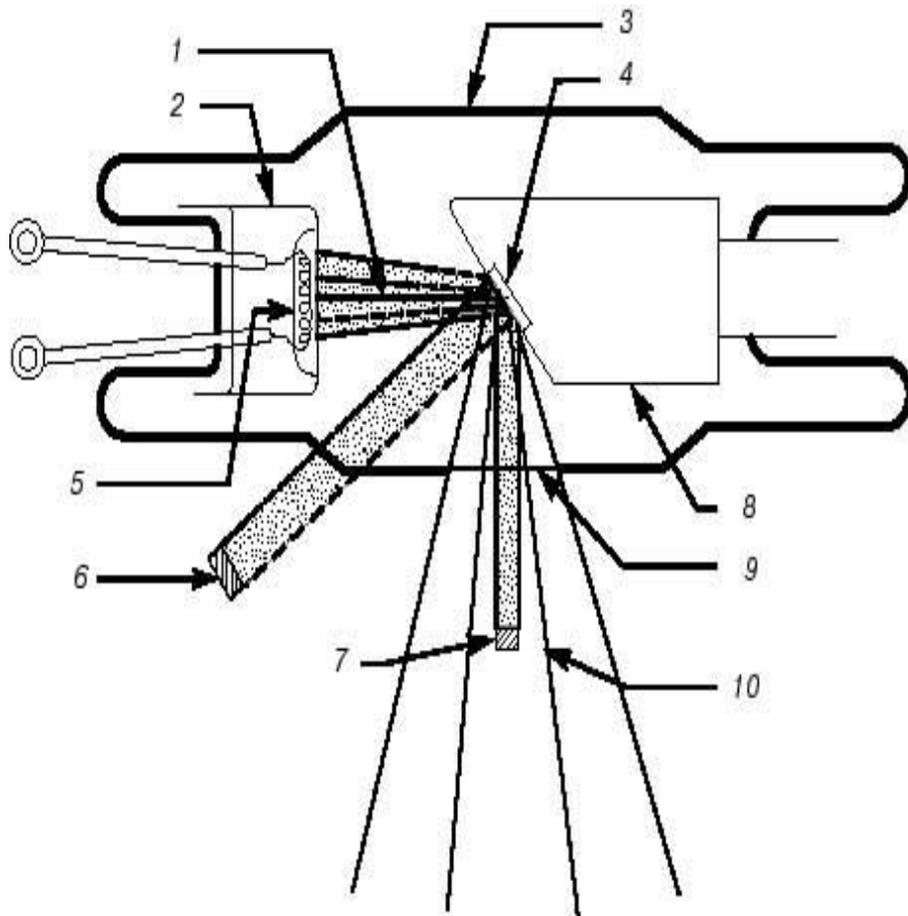
# Характеристическое излучение.

Возникает после ионизации атома с выбрасыванием электрона с одной из его внутренних оболочек. Такая ионизация может быть результатом столкновения с атомом частицы с высокой энергией или поглощения атомом фотона. Спектр характеристического излучения – линейчатый. Частота линий спектра характерна для атомов каждого химического элемента. Каждому переходу (с  $n$  в  $m$ ) соответствует своя частота  $\nu_{nm}$  перехода, что и создает спектральные линии.

# Рентген сформулировал тезисы исчерпывающе описывающие ИКС-ЛУЧИ

- прозрачность объектов, через которые проходит рентгеновское излучение, зависит от свойства объекта (атомного номера его элементов), его плотности, толщины и разности потенциалов, приложенных к трубке
- рентгеновское излучение распространяется прямолинейно, давая достаточно резкую тень объекта на экране
- оно электрически нейтрально и не отклоняется магнитным полем
- часть излучения, которая поглощается объектом, может

# Генерация рентгеновского излучения



- 1 – электронный пучок
- 2 – катод с фокусирующим электродом
- 3 – стеклянная оболочка (трубка)
- 4 – вольфрамовая мишень (антикатод)
- 5 – нить накала катода
- 6 – реально облучаемая площадь
- 7 – эффективное фокальное пятно
- 8 – медный анод
- 9 – окно
- 10 – рассеянное рентгеновское

РЕНТГЕНОВСКАЯ ТРУБКА КУЛИДЖА 10 – рассеянное рентгеновское

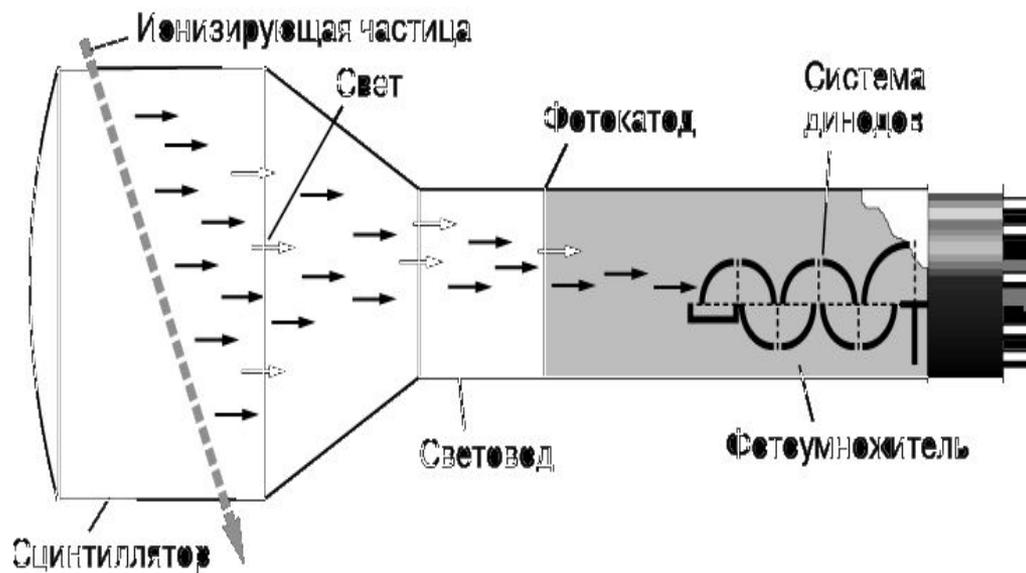
# Регистрация рентгеновского излучения

методы обнаружения рентгеновского излучения основаны на их взаимодействии с веществом

## Виды детекторов

- устройства рентгеновской флюорографии и рентгеноскопии, в которых пучок рентгеновского излучения проходит через исследуемый объект, а прошедшее излучение попадает на люминесцентный экран или фотопленку. Изображение возникает благодаря тому, что разные части исследуемого объекта поглощают излучение по-разному – в зависимости от толщины вещества и его состава
- устройства, в которых энергия рентгеновского излучения преобразуется в электрические сигналы, характеризующие относительную интенсивность излучения

# Регистрация рентгеновского излучения



# Классификация устройств на основе рентгеновской интроскопии

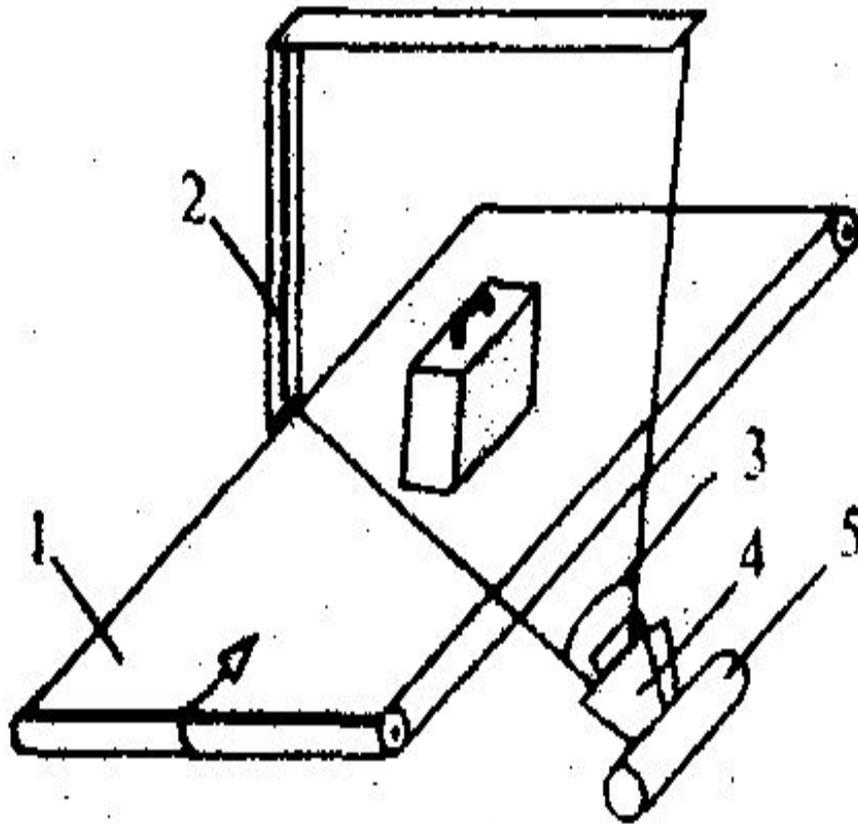
определяется широким разнообразием поисковых задач, различными условиями их решения, экономическими и другими требованиями

Оптимальный компромисс между информативностью системы, уровнем лучевой нагрузки на объект контроля, стоимостью, комфортной эксплуатацией и другими параметрами, достигается при разработке портативных средств на основе флуороскопических систем, принцип цифровой радиографии предпочтительнее для стационарных устройств. Однако следует отметить, что окончательный выбор принципа построения радиационных систем контроля определяется исходя из целей и задач контроля, условий эксплуатации, требований по

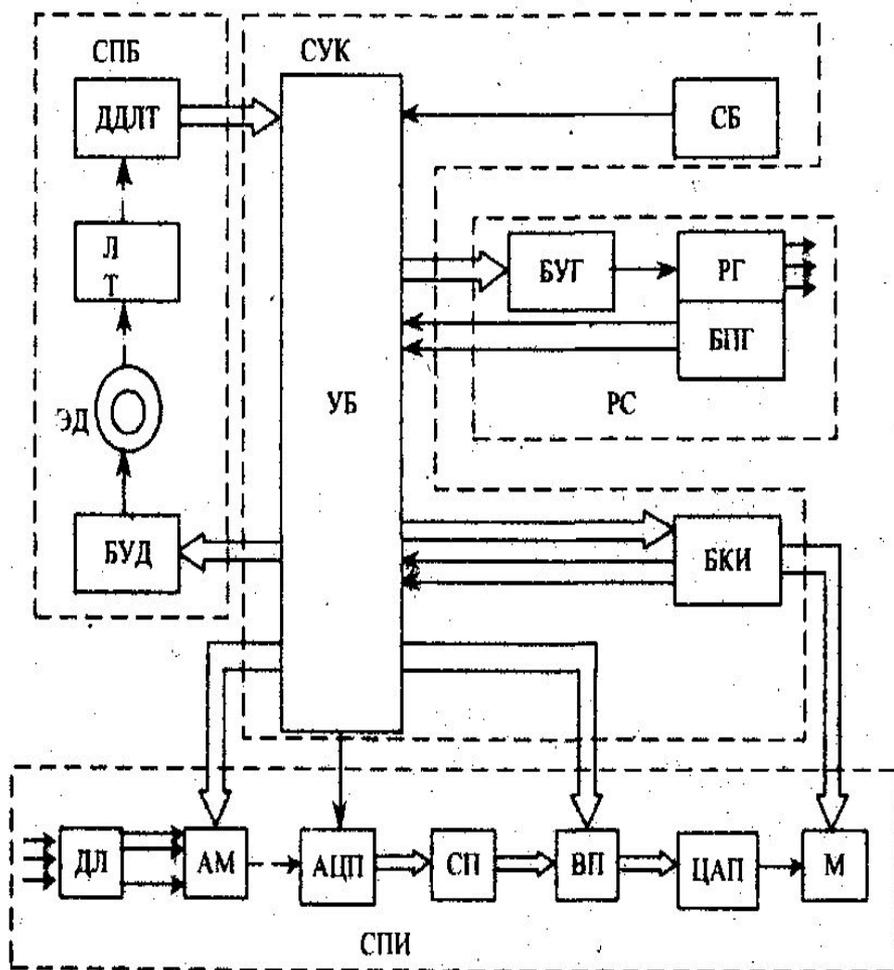
# Классификация устройств на основе рентгеновской интроскопии

- пассивные ФС - изображение внутренней структуры объекта контроля наблюдается непосредственно на рентгенооптическом преобразователе (рентгеновские интроскопы - низкий уровень яркости наблюдаемой светотеневой картины при достаточно высоких радиационных нагрузках на объект контроля)
- активные ФС - светотеневая картина с целью повышения ее качества усиливается или трансформируется различными электронными средствами (электронно-оптические усилители яркости оптического изображения (ЭОПы), рентгеновские электронно-оптические

# Элементы конструкции и принцип формирования изображения в стационарном рентгеновском интроскопе



# Обобщенная электрическая функциональная схема рентгеновского интроскопа



*СПБ* - система перемещения багажа;  
*СУК* - система управления и контроля;  
*РС* ~ рентгеновская система;  
*СПИ* - система построения изображения.

Функциональные элементы:

ДДЛТ - датчик движения ленты транспортера;

БУД - блок управления двигателем;

*СПБ* - система перемещения багажа;

*СУК* - система управления и контроля;

*РС* - рентгеновская система;

ЛТ — лента транспортера; УБ —

управляющий блок; СБ - световые

барьеры; БКИ - блок контроля и

индикации; БУР - блок управления

# Средства досмотра на основе обратно рассеянного ионизирующего излучения