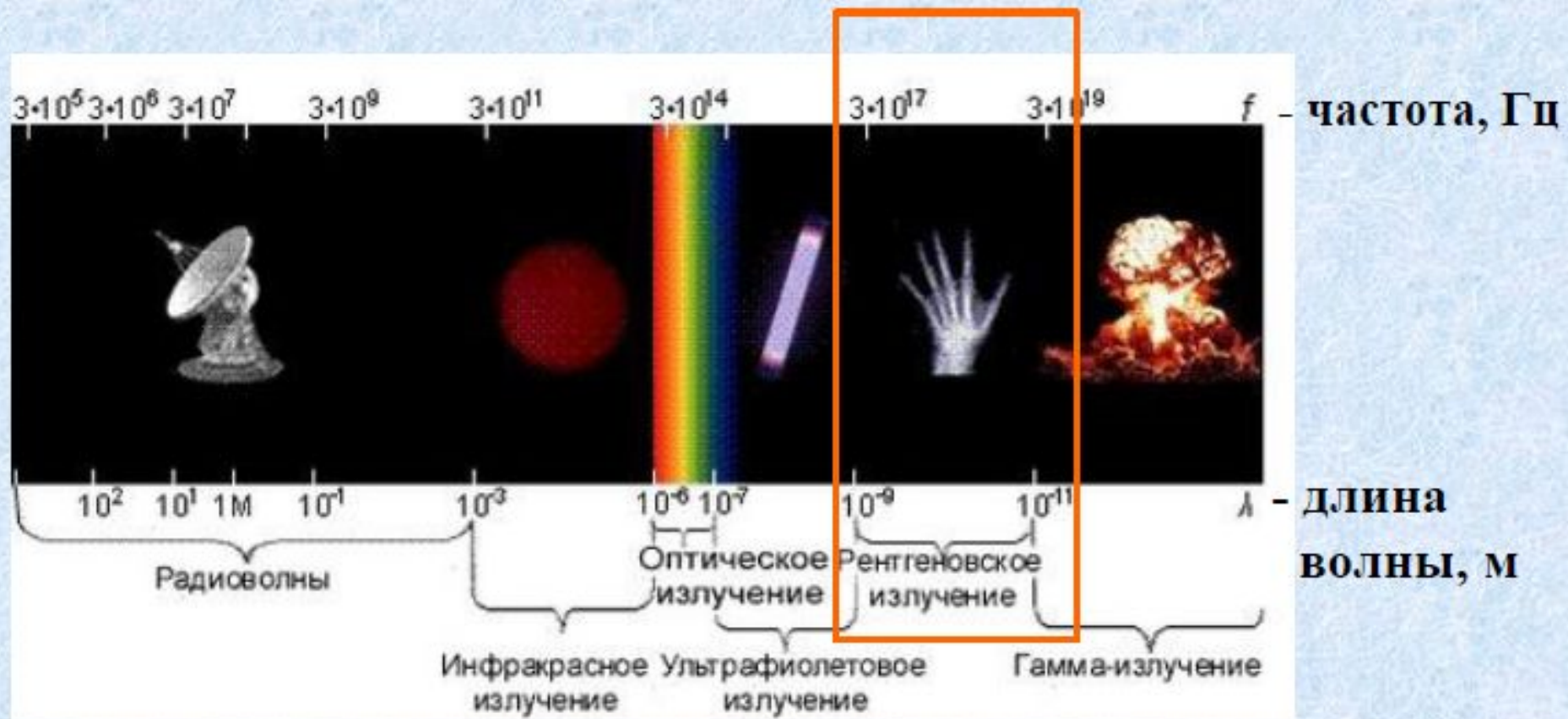


**Рентгеновское  
излучение  
9 класс**

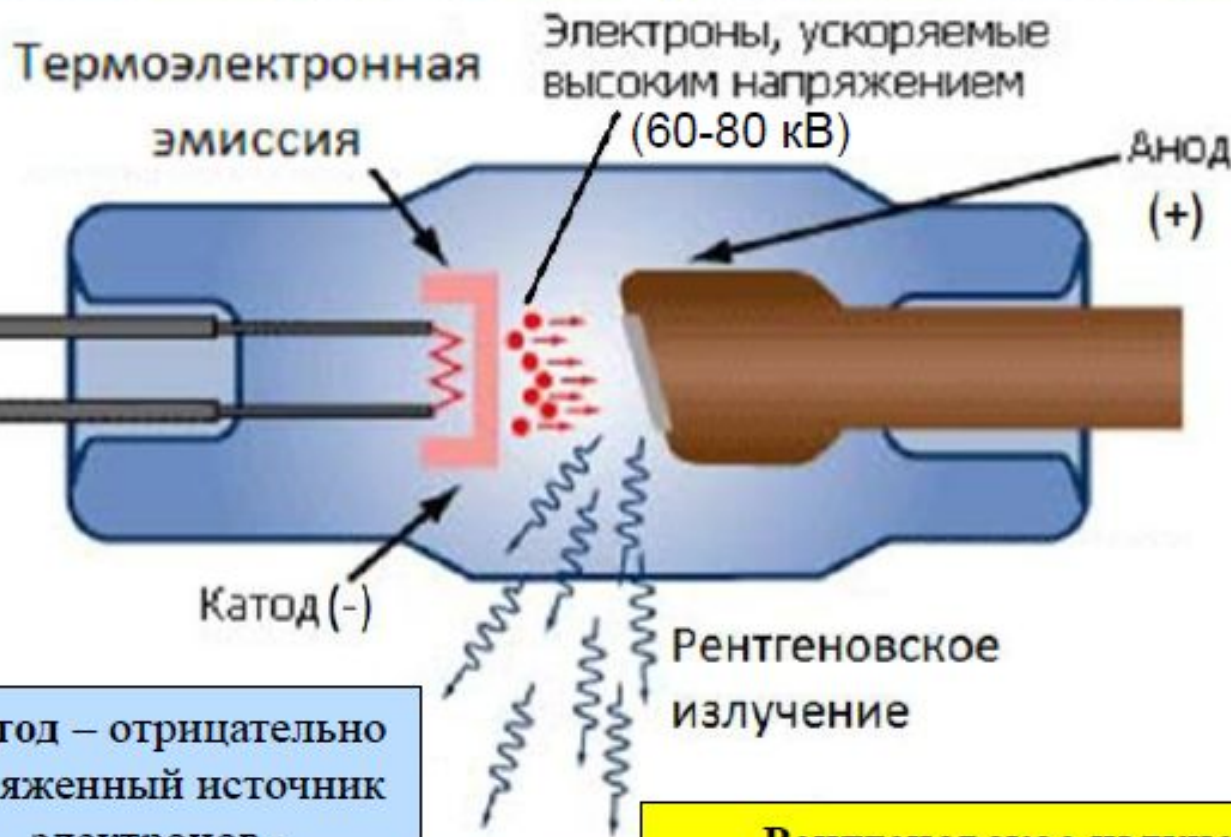
# Рентгеновское излучение

**Рентгеновское излучение** - электромагнитные волны с длиной волны от 100 до  $10^{-3}$  нм ( $10^{-7}$ - $10^{-12}$  м).

На шкале электромагнитных волн рентгеновское излучение занимает область между УФ-излучением и  $\gamma$ -излучением.



# Устройство рентгеновской трубки



Анод – положительно заряженная мишень для электронов из тугоплавкого материала с высокой теплопроводностью (чтобы было легче охладить) (напр., медь)

Катод – отрицательно заряженный источник электронов - вольфрамовая нить, которая при пропускании через нее тока нагревается и испускает электроны (термоэлектронная эмиссия)

Рентгеновское излучение возникает, когда ускоренные электроны, достигая анода, «тормозят», и часть их кинетической энергии преобразуется в энергию рентгеновского излучения.

Остальная часть энергии ускоренных электронов идет на нагревание анода (поэтому его нужно охладить).

# Свойства тормозного рентгеновского излучения

1. Рентгеновское излучение испускается отдельными фотонами, энергии которых связаны с частотой формулой:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

где  $\nu$  - частота,  $\lambda$  - длина волны,  $c$  – скорость света,  $h$  – постоянная Планка.

2. Все электроны, достигающие анода, имеют одинаковую кинетическую энергию, равную работе электрического поля между анодом и катодом:

$$E_k = eU$$

где  $e$  - заряд электрона,  $U$  - ускоряющее напряжение.

3. Кинетическая энергия электрона частично передается веществу и идет на его нагревание ( $Q$ ), а частично расходуется на создание рентгеновского кванта:

$$eU = Q + h\nu$$

## Применение рентгеновских лучей

- Медицинская диагностика.
- Досмотр багажа и грузов.
- Дефектоскопия изделий и материалов.
- Рентгеноспектральный анализ.
- Рентгеноструктурный анализ.
- Рентгеновская микроскопия.
- Рентгеновская астрономия.
- Рентгеновские лазеры.

# Применение рентгеновских лучей

## 1. Рентгеноскопия

Изображение формируется на флуоресцирующем экране. Яркость изображения невелика, и его можно рассматривать только в затемненном помещении. Врач должен быть защищен от облучения.

**Достоинство:** проводится в реальном режиме времени.

**Недостаток:** большая лучевая нагрузка на больного и врача (по сравнению с другими методами).

Современный вариант рентгеноскопии - рентгенотелевидение - использует усилители рентгеновского изображения. Усилитель воспринимает слабое свечение рентгеновского экрана, усиливает его и передает на экран телевизора. В результате резко уменьшилась лучевая нагрузка на врача, повысилась яркость изображения и появилась возможность видеозаписи результатов обследования.



# Применение рентгеновских лучей

## 2. Рентгенография

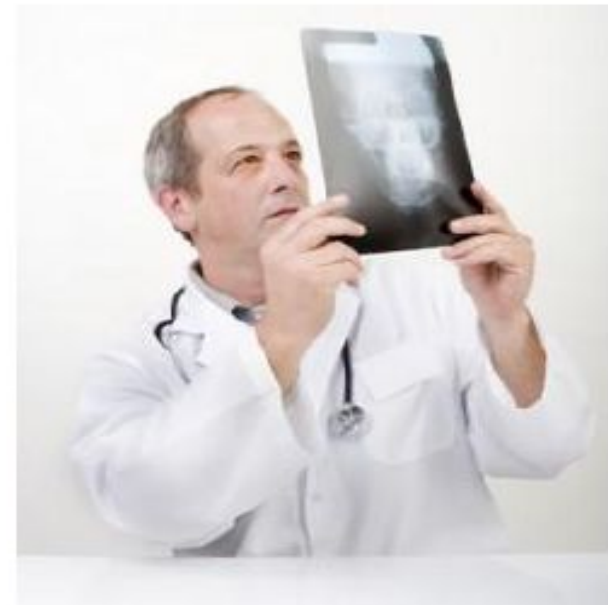
**Изображение формируется на специальной пленке, чувствительной к рентгеновскому излучению.**

Снимки производятся в двух взаимно перпендикулярных проекциях (прямая и боковая). Изображение становится видимым после фотообработки. Готовый высушенный снимок рассматривают в проходящем свете. При этом удовлетворительно видны детали, контрастности которых отличаются на 1-2 %.

**Достоинства:** высокое разрешение, малое время облучения и практически полная безопасность для врача.

**Недостаток:** статичность изображения (объект нельзя проследить в динамике).

В некоторых случаях перед обследованием пациенту вводится специальное контрастное вещество. Например, йодсодержащий раствор (внутривенно) при исследовании почек и мочевыводящих путей.



# Применение рентгеновских лучей

## 3. Флюорография

**Изображение, полученное на экране, фотографируется на чувствительную малоформатную пленку.**

Флюорография широко используется при массовом обследовании населения. Если на флюорограмме находят патологические изменения, то пациенту назначают более детальное обследование.

## 4. Электрорентгенография

**Вместо пленки используют селеновую пластину, которая электризуется под действием рентгеновских лучей.**

В результате возникает скрытое изображение из электрических зарядов, которое можно сделать видимым и перенести на бумагу.

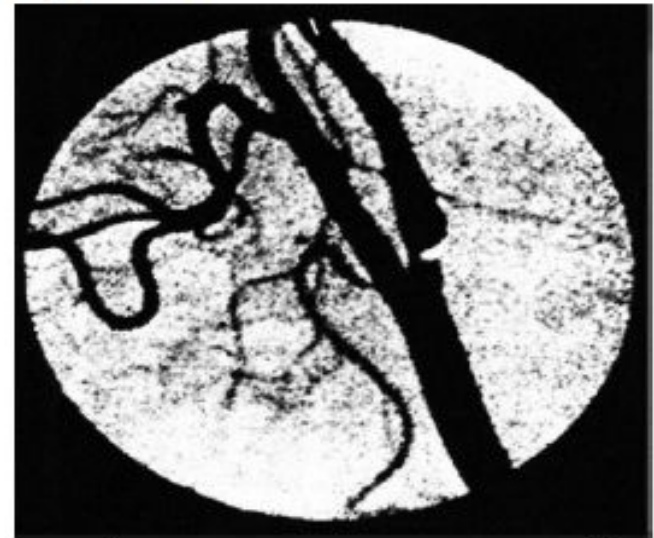


# Применение рентгеновских лучей

## 5. Ангиография

Этот метод применяется при обследовании кровеносных сосудов.

Через катетер в вену вводится контрастное вещество, после чего мощный рентгеновский аппарат выполняет серию снимков, следующих друг за другом через доли секунды.



Ангиограмма, на которой видно сужение в канале сонной артерии

# Применение рентгеновских лучей

## Рентгенотерапия

**Рентгенотерапия** - использование рентгеновского излучения для уничтожения злокачественных образований.

Биологическое действие излучения заключается в нарушении жизнедеятельности особенно быстро размножающихся клеток.

Очень жесткое рентгеновское излучение (с энергией фотонов примерно 10 МэВ) используется для разрушения раковых клеток, находящихся глубоко внутри тела.

Для уменьшения повреждений здоровых окружающих тканей пучок вращается вокруг пациента таким образом, чтобы под его воздействием все время оставалась только поврежденная область.



**Спасибо  
за внимание!**