



# **Безопасность жизнедеятельности**

Если группа знает, что с ней будет завтра, то она спит.

Сегодня 16.11.2009. понедельник

# Радиационно опасные объекты

Радиационно опасные объекты (РОО) - это АЭС, испытательные ядерные взрывы; атомные суда, корабли, подводные лодки, реакторы в научно-исследовательских центрах, промышленные установки по дефектоскопии.

**За период с 1971 года в мире на АЭС произошло около 200 аварийных ситуаций различного уровня.**

В соответствии с рекомендациями МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергии) шкала аварийных ситуаций разделена на две части. Нижние три уровня относятся к *происшествиям*, а верхние четыре уровня соответствуют **авариям**.

**Уровень 7** - Глобальная авария. Чернобыль, СССР, 1986г.

**Уровень 6** - Тяжёлая авария. Виндскейл, Англия, 1957г.

**Уровень 5** - Авария с риском для окружающей среды  
Три-Майл-Айленд, США, 1979г.

**Уровень 4**-Авария в пределах АЭС. Сант-Лоурент, Франция, 1980г.

## Справка

За 5 лет до Чернобыльской катастрофы на АЭС в СССР было более 1000 аварийных остановок энергоблоков.

На Чернобыльской АЭС таких остановок было - 104, из них 35 - по вине персонала.

После катастрофы на Чернобыльской АЭС:

госпитализировано - **500** человек;

погибло сразу после аварии - **28** человек;

заболели тяжёлой формой лучевой болезни - **272** человека.

За 10 лет умерло **4000** ликвидаторов, **70000** человек стали инвалидами, **3 млн.** человек испытали влияние этой катастрофы.

Уровень радиоактивного загрязнения в Брянской области составил - до **40** Ки/кв. км.

В четырёх областях, примыкающих к опасной зоне - **5** Ки/км<sup>2</sup>

В 16 областях **РФ** уровень загрязнения - более 1 Ки/кв. км.

## Ядерный реактор

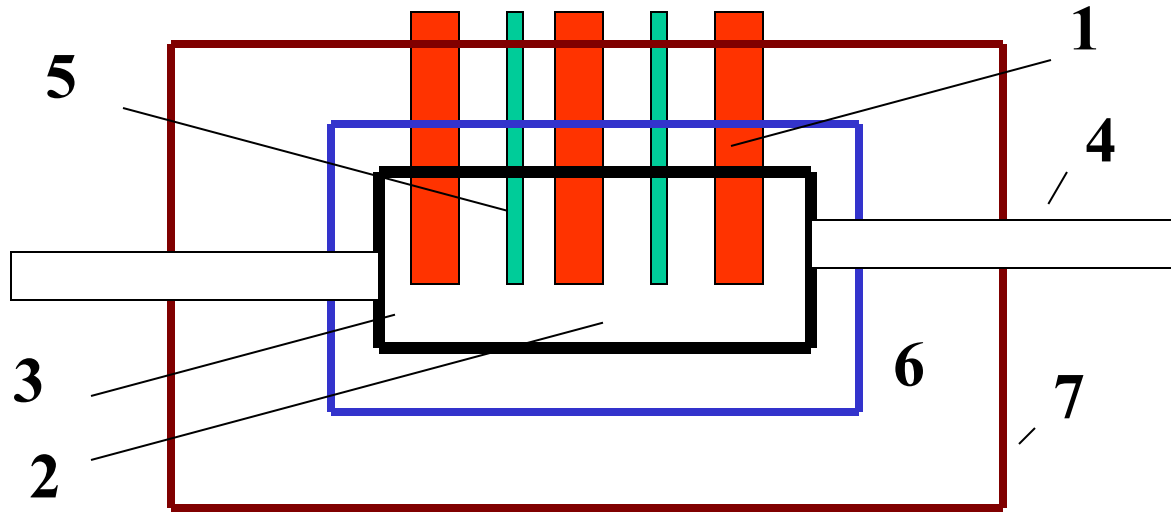
**Ядерные реакторы** - это устройства, в которых осуществляется управляемая реакция деления ядер урана и при этом кинетическая энергия превращается в тепловую. При делении ядер урана высвобождается огромная энергия:

*1 кг урана  $\cong$  250000 т. тротила*

Образование критической массы в реакторе исключено, поэтому атомный взрыв реактора практически невозможен. Однако может произойти тепловой взрыв, вызывающий разрушение реактора и радиоактивный выброс с последующим заражением местности. Загрузка реактора на три года составляет 100 и более кг урана.

Авария на реакторе наиболее вероятна при неустойчивом режиме работы (при пуске и остановке.)

## Ядерный реактор (продолжение)



Ядерный реактор **АЭС** содержит ядерное горючее (1)- урановые тепловыделяющие элементы (ТВЛЭы), распределённые в активной зоне (2); замедлитель (3)- графит, беррилий; (4)- тепловую колонку; управляющие стержни (5), поглощающие нейтроны (кадмий, бористая сталь); отражатель нейтронов (6); внешнюю защиту (7).

## Работа АЭС

За счёт ядерной энергии урановые стержни разогреваются и отдают своё тепло прямому или промежуточному теплоносителю, который превращается в пар. Пар подаётся на турбогенератор и вырабатывается электроэнергия.

В одноконтурной АЭС контура теплоносителя (вода) и рабочего тела (пар) не разделены. Такая схема осуществлена на Курской, Смоленской, Чернобыльской, Ленинградской АЭС. В двухконтурных АЭС контура теплоносителя и рабочего тела разделены (Кольская, Калининская АЭС, а также АЭС Болгарии, Финляндии, Канады).

**Радиационная авария** - это непредвиденная ситуация, вызванная нарушением нормальной работы АЭС с выбросом радиоактивных веществ (РВ) и ионизирующих излучений (ИИ).

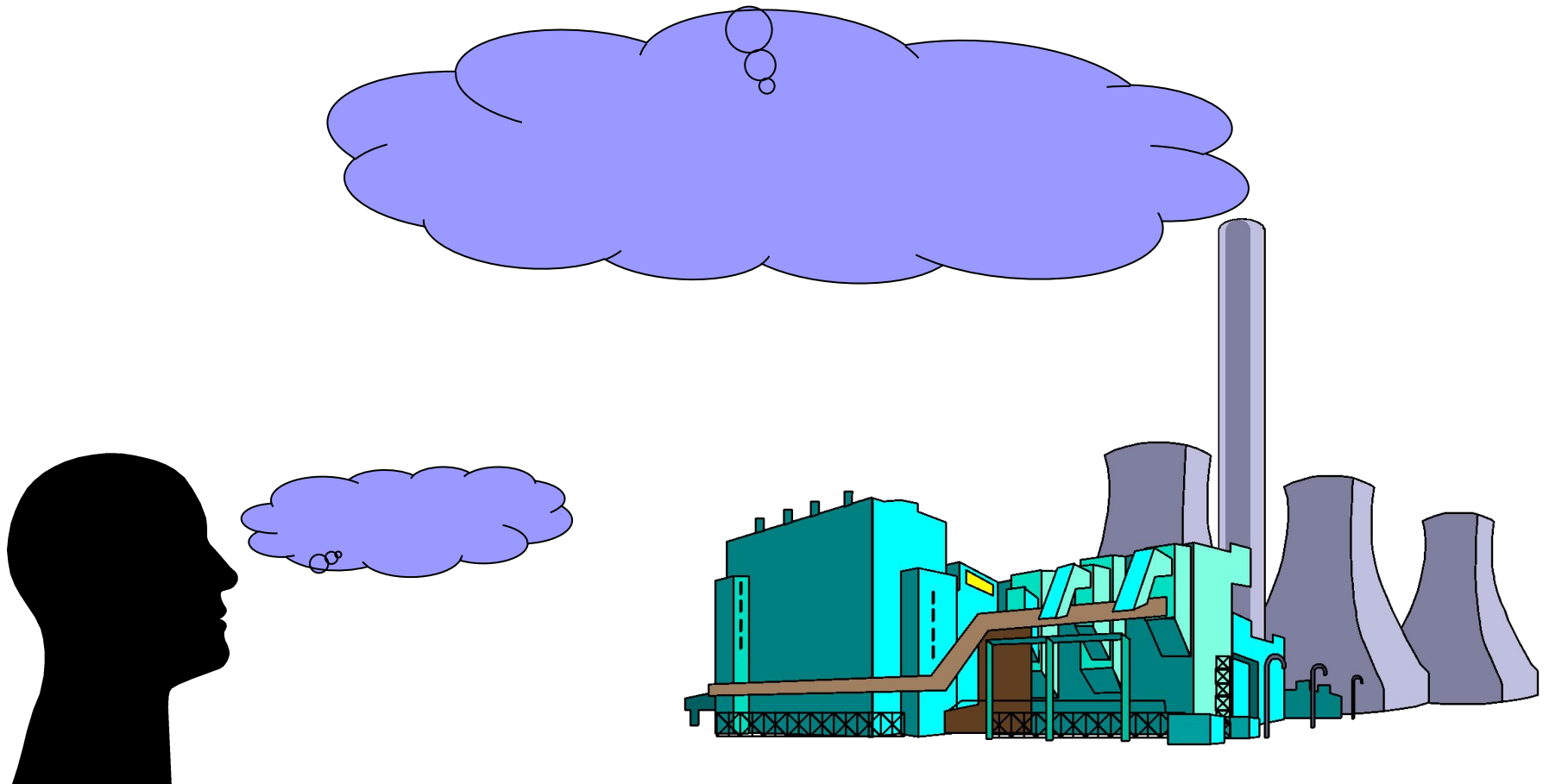
# Особенности аварий на АЭС

Авария с выходом радиоактивных веществ за пределы АЭС может возникнуть без разрушения реактора и с разрушением реактора (катастрофическая).

**1. Авария без разрушения реактора** возникает в результате оплавления тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) и выброса пара с аэрозольными радиоактивными веществами (ксенон, криптон, йод и др.) через высокую вентиляционную трубу АЭС. Время выброса составляет примерно 20 - 30 мин.

Происходит заражение не только воздуха, но и местности по пути распространения радиоактивного облака (мелкодисперсные РВ). Основную дозу облучения люди получают за счёт внутреннего облучения (99%), а от внешнего облучения - 1%. Накопление дозы происходит примерно в течение одного часа за время прохождения радиоактивного облака.

# Авария на АЭС с выбросом радиоактивных веществ без разрушения реактора





## Особенности аварий на АЭС (продолжение)

### 2. Катастрофическая авария с разрушением реактора

происходит вследствие теплового взрыва. Продукты деления выбрасываются от реактора на высоту до 1,5 км.

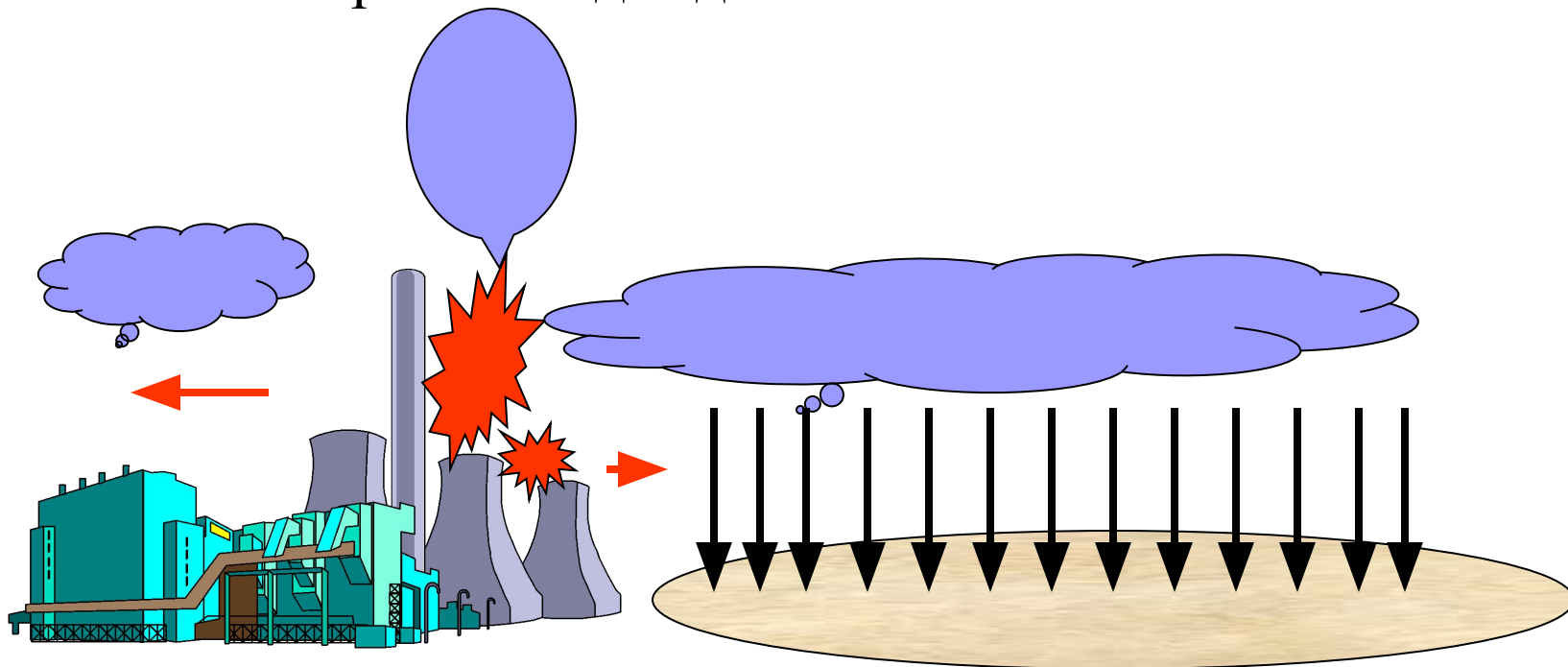
В связи с тем, что при работе реактора в нём происходит накопление долгоживущих радионуклидов, заражение ими местности происходит на очень длительное время. Например, период полураспада стронция 90 составляет 26 лет, цезия 137 - 30 лет, а углерода 14 - 5700 лет.

Основную роль в формировании радиационной обстановки будут играть изотопы инертных газов - криптона и ксенона, а также изотопы йода, цезия и др.

В результате такой аварии на местности формируется радиоактивный след, причём заражение местности происходит неравномерно и носит пятнистый характер.

# Катастрофическая авария на АЭС (продолжение)

- 4 На сформированном радиоактивном следе основной источник радиационного воздействия - **внешнее облучение** от выпавших радиоактивных веществ. Поступление радиоактивных веществ **внутрь** организма возможно с радиоактивно загрязнёнными продуктами питания и водой. **Контактное облучение** происходит за счёт заражения кожных покровов и одежды.





# Ионизирующие излучения.

## Действие на человека

1 Человек подвергается воздействию **ионизирующих излучений (ИИ)** при работе с радиоактивными веществами (**РВ**), при авариях на АЭС, ядерных взрывах, на промышленных и транспортных объектах, при влиянии техногенного фона.

Ионизирующие излучения, взаимодействуя с веществом, создают в нём положительно и отрицательно заряженные атомы - ионы. В результате этого свойства вещества в значительной степени изменяются.

Основная характеристика **РВ** это **активность  $A$**  - число **самопроизвольных ядерных превращений  $dN$**  за малый промежуток времени  **$dt$** .

$$A = \frac{dN}{dt}$$

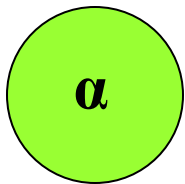
где  **$A$**  - активность, измеряемая в беккерелях (**Бк**); **1 Бк** равен **одному ядерному превращению в секунду**. Внесистемная единица **Кюри (Ки)**.

# Виды ионизирующих излучений

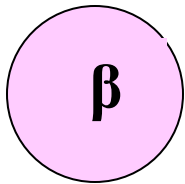
**1. Жёсткие электромагнитные рентгеновские Р и гамма  $\gamma$  излучения.**

Эти излучения имеют большую проникающую способность.

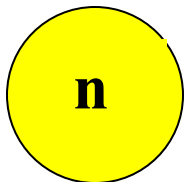
**2. Корпускулярные (неэлектромагнитные) излучения.**



Поток ядер гелия, заряд (+), малая проникающая способность, высокая степень ионизации.



Поток электронов, заряд (-), ионизирующая способность бета-излучения ниже, а проникающая способность выше, чем альфа-частиц.



Нейтронное излучение является потоком электронейтральных частиц ядра - нейтронов. Имеет значительную проникающую способность и создаёт высокую степень ионизации.

# Дозовые характеристики

1. **Экспозиционная доза  $X$**  (Кл/кг) оценивает эффект ионизации воздуха рентгеновским и гамма- излучением:

$$X = \frac{Q}{m},$$

где  $Q$  - сумма электрических зарядов ионов одного знака, Кл;  
 $m$  - объём воздуха массой 1 кг.

Внесистемная единица экспозиционной дозы - 1 рентген.

Мощность экспозиционной дозы  $P$  (Р/ч, мР/ч, мкР/ч):

$$P = \frac{X}{t}$$

Эта величина для природного фона составляет:

**10 - 20 мкР/ч**

# Дозовые характеристики (продолжение 1)

**2. Поглощённая доза  $D$**  - это отношение энергии ионизирующего излучения  $E$  (Дж) к массе вещества  $m_v$  (кг):

$$D = \frac{E}{m_v}$$

Единица поглощённой дозы - **1 Грей (Гр)** = 1 Дж/кг = 100 рад, где рад - внесистемная единица. Для биологической ткани:

$$1 \text{ Р} = 0,95 \text{ рад}$$

Экспозиционную дозу в рентгенах и поглощённую дозу в ткани в радах можно считать совпадающими.

## Дозовые характеристики (продолжение 2)

**3. Эквивалентная доза  $H$  (Зиверт, Зв)** учитывает разный биологический эффект ионизирующих излучений. Она характеризуется произведением поглощённой дозы  $D$  на коэффициент относительной биологической активности (коэффициент качества излучения  $K$ ).

$$H = D K$$

Внесистемная единица эквивалентной дозы - **бэр** (биологический эквивалент рада).

$$1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Зв}$$

Коэффициент качества излучения равен для **гамма- и бета-излучения - 1**, **нейтронного излучения - 10**, **альфа-частиц - 20**.

Для **гамма-излучения** эквивалентная доза равна поглощённой.

# Воздействие ионизирующих излучений на человека

Разнообразные проявления поражающего действия ионизирующих излучений на человека называют **лучевой болезнью**. Ионизация живой ткани приводит к разрыву молекулярных связей и изменению химической структуры соединений. Нарушаются биохимические процессы и обмен веществ. Тормозятся функции кроветворных органов, происходит увеличение числа белых кровяных телец (лейкоцитов), расстройство деятельности желудочно-кишечного тракта, истощение организма.

**Облучение 0,25-0,5 Зв (25-50Р для гамма-излучения) - незначительные изменения состава крови.**

**0,8 - 1 Зв (80-100Р) - начало развития лучевой болезни.**

**2,7 - 3,0 Зв (270-300Р) - острая лучевая болезнь.**

**5,5 - 7,0 Зв (550-700Р) - летальный исход.**



# Нормирование ионизирующих излучений

Допустимые дозы ионизирующих излучений регламентируются **Нормами радиационной безопасности (НРБ)**.

Установлены три категории облучаемых лиц и три группы критических органов.

**Категория А - персонал радиационных объектов.**

**Категория Б - ограниченная часть населения, которая может подвергаться ионизирующим излучениям.**

**Категория В - остальное население (не нормируется).**

1 группа критических органов - всё тело, красный костный мозг;  
2 группа - мышцы, щитовидная железа и др.; 3 - костная ткань и др.

**Например**, при общем облучении для группы А норма 50 мЗв/год (5Р/год); для группы Б норма 10 мЗв/год (1Р/год); для группы В - 0,5Р/год.

# Защита от электромагнитных излучений

## Классификация средств защиты

1. Профессиональный медицинский отбор. К работе с установками электромагнитных излучений не допускаются лица моложе 18 лет, а также с заболеваниями крови, сердечно-сосудистой системы, глаз.
2. Организационные меры: защита временем и расстоянием; знаки безопасности.
3. Технические средства, направленные на снижение уровня ЭМП до допустимых значений (экраны отражающие и поглощающие, плоские, сетчатые, оболочковые).
4. Средства индивидуальной защиты (комбинезоны, капюшоны, халаты из металлизированной ткани, специальные очки со стёклами, покрытыми полупроводниковым оловом).

# Защита от электромагнитных излучений диапазонов РЧ и СВЧ

1. Интенсивность электромагнитных излучений  $I$  (вт/м<sup>2</sup>) от источника мощностью  $P_{ист}$  (вт) уменьшается с увеличением расстояния  $R$  по зависимости:

$$I = \frac{P_{ист}}{4\pi R^2}$$

Поэтому рабочее место оператора должно быть максимально удалено от источника.

2. Отражающие экраны изготавливают из хорошо проводящих металлов: меди, алюминия, латуни, стали. ЭМП создаёт в экране токи **Фуко**, которые наводят в нём вторичное поле, препятствующее проникновению в материал экрана первичного поля. Эффективность экранирования  $L$  (дБ) определяется :

$$L = 10 \lg(I / I_1) ,$$

где  $I, I_1$  - интенсивность ЭМП без экрана и с экраном;  **$L = 50 - 100$  дБ.**

## Защита от электромагнитных излучений диапазонов РЧ и СВЧ (продолжение)

3. Иногда для экранирования ЭМП применяют металлические сетки. **Сетчатые экраны** имеют меньшую эффективность, чем сплошные. Их используют, когда требуется уменьшить интенсивность (плотность потока мощности) на **20 - 30 дБ** (в 100 - 1000 раз).

4. **Поглощающие** экраны выполняют из радиопоглощающих материалов (резина, поролон, волокнистая древесина).

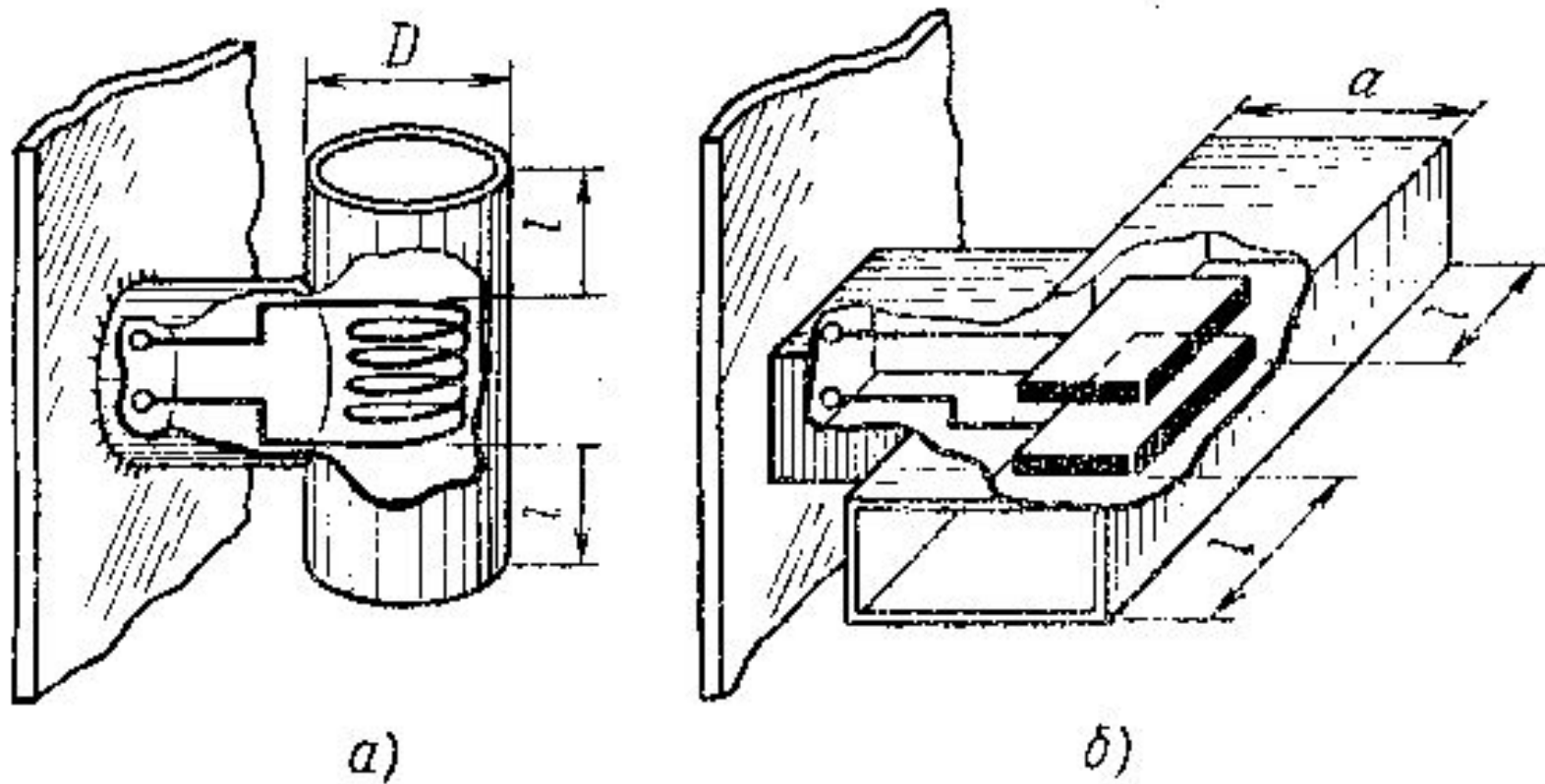
5. **Многослойные** экраны состоят из последовательно чередующихся немагнитных и магнитных слоёв. В результате осуществляется многократное отражение волн, что обуславливает высокую эффективность экранирования.

# Защита от ионизирующих излучений

Различают внешнее и внутреннее облучение.

1. Защита от внешнего облучения осуществляется установкой стационарных или переносных экранов, применением защитных сейфов, боксов. Для сооружения стационарных средств защиты используют бетон, кирпич. В переносных или передвижных экранах в основном используется свинец, сталь, вольфрам, чугун.

2. Очень опасным является внутреннее облучение альфа- и бета-частицами, проникающими в организм с радиоактивной пылью. Для защиты используют следующие меры: работа с радиоактивными веществами осуществляется в вытяжных шкафах или боксах с усиленной вентиляцией, применяются СИЗ (респираторы, противогазы, резиновые перчатки), выполняется постоянный дозиметрический контроль, а также дезактивация одежды и поверхности тела.

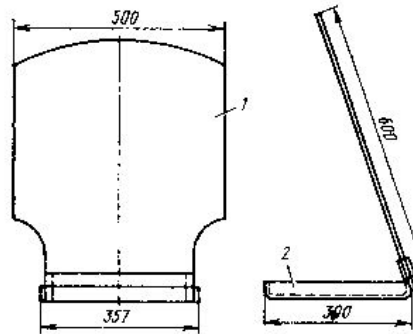


**Экранирование источников электромагнитных излучений.**

а - индуктора; б - конденсатора

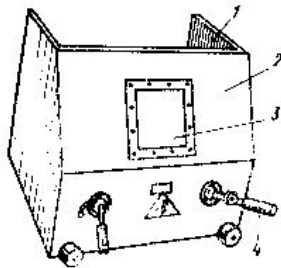
**а)**

Экран из органического стекла



1 — смотровое окно; 2 — подставка

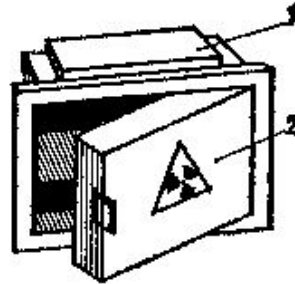
Экран настольный передвижной  
двумя захватами



1 — боковые стенки; 2 — передняя  
стенка; 3 — смотровое окно; 4 — за-  
хваты типа 2РЗС-1

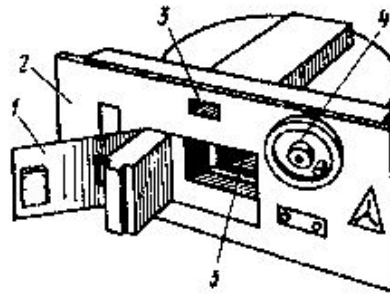
**б)**

Сейф стационарный стенной  
защитный



1 — стальной шкаф;  
2 — свинцовая дверь с замком

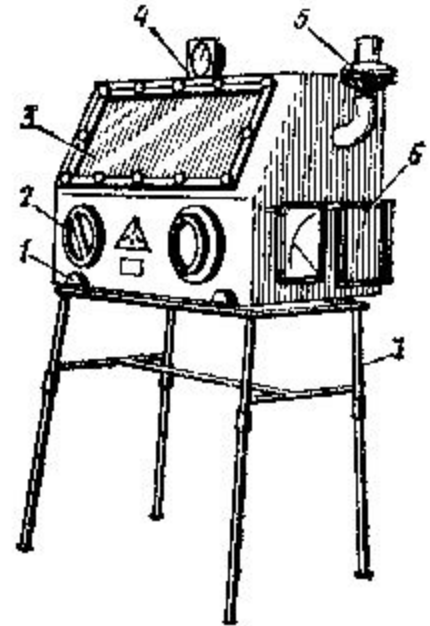
Сейф стационарный стенной  
защитный поворотный



1 — дверца с замком; 2 — ко-  
жух; 3 — указатель; 4 — ма-  
ховик; 5 — барабан

**в)**

Бокс защитный перчаточный  
на одно рабочее место



1 — корпус бокса; 2 — перчат-  
ки; 3 — смотровое окно;  
4 — тягонапоромер; 5 — вы-  
тяжной фильтр; 6 — форкаме-  
ра; 7 — подставка

## Средства защиты от ионизирующих излучений

а - экраны; б - защитные сейфы; в - бокс.

# Электромагнитные излучения радиочастот

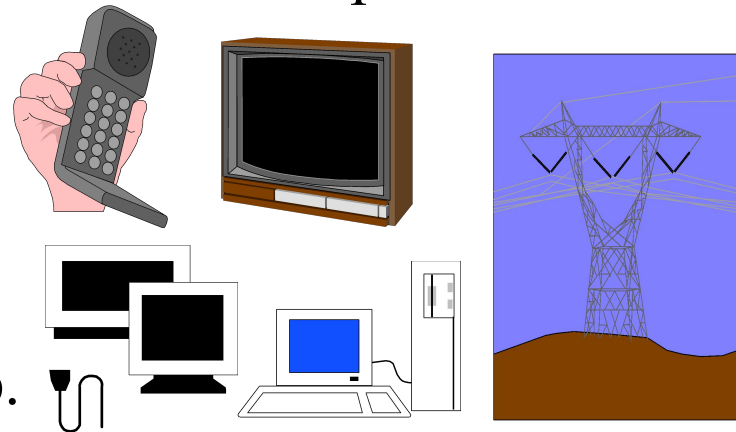
## Общие сведения

### Природные источники электромагнитных полей (ЭМП):

Атмосферное электричество, излучение солнца, электрическое и магнитное поля Земли и др.

### Техногенные источники ЭМП:

Трансформаторы, электродвигатели, телеаппаратура, линии электропередач, компьютеры, мобильные телефоны и др.



Процесс распространения ЭМП имеет характер волны, при этом в каждой точке пространства происходят гармонические колебания напряжённости электрического  $E$  (В/м) и магнитного  $H$  (А/м) полей. Векторы  $E$  и  $H$  взаимно перпендикулярны. В воздухе  $E = 377 H$ . Квантовой моделью описывается процесс поглощения излучений.



## Общие сведения по электромагнитным излучениям (продолжение)

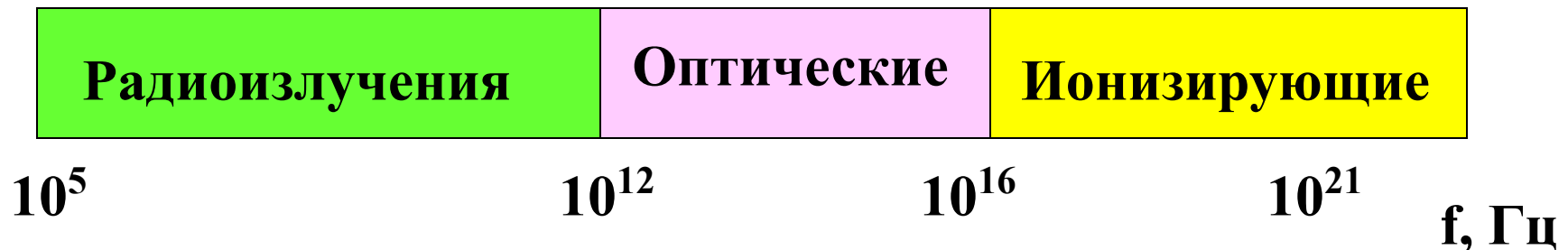
Длина волны  $\lambda$  (м) связана со скоростью распространения колебаний  $c$  (м/с) и частотой  $f$  (Гц) соотношением:

$$\lambda = \frac{c}{f}, \quad \text{где } c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с - скорость распространения электромагнитных волн в воздухе.}$$

Направление движения потока энергии определяется вектором Умова-Пойтинга -  $\Pi$ :

$$\vec{\Pi} = \vec{E} \cdot \vec{H}$$

Спектр электромагнитных колебаний делят на три участка:



# Характеристики радиоизлучений

Диапазон электромагнитных колебаний - радиоизлучений делят на радиочастоты (**РЧ**) и сверхвысокие частоты (**СВЧ**).

**Радиочастоты подразделяют на поддиапазоны:**

Длинные волны (ДВ).

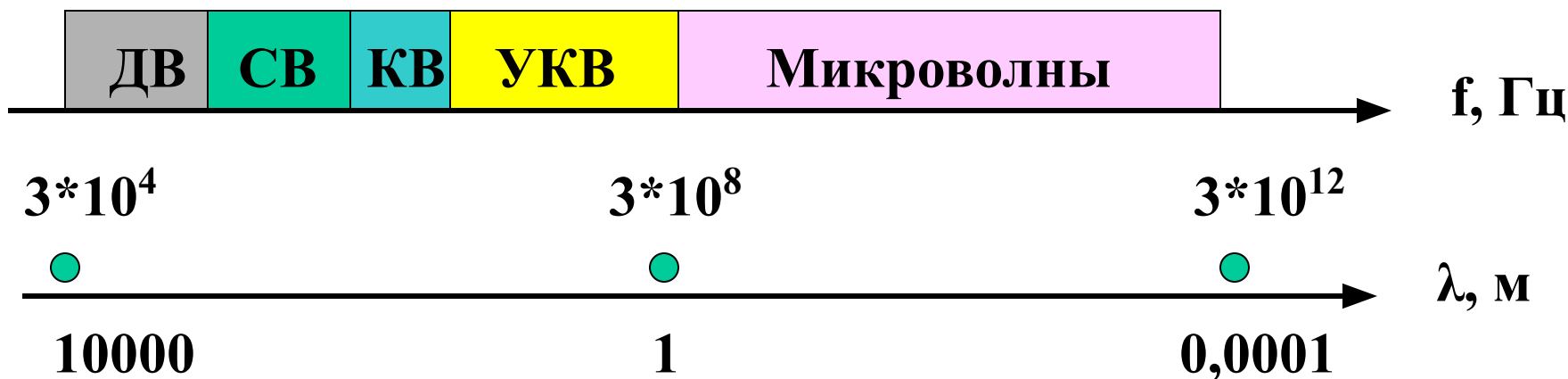
Средние волны (СВ).

Короткие волны (КВ).

Ультракороткие волны (УКВ).

**РЧ**

**СВЧ**



# Характеристики радиоизлучений (продолжение)

В районе источника ЭМП выделяют ближнюю зону (**индукции**) и дальнюю зону (**волновую**).

Зона индукции находится на расстоянии  $R < \lambda/6$ , а волновая зона - на расстоянии  $R > \lambda/6$  (м).

В ближней зоне бегущая волна ещё не сформировалась, а ЭМП характеризуется векторами **E** и **H**.

В волновой зоне ЭМП характеризуется интенсивностью **I** (вт/м<sup>2</sup>), которая численно равна величине **P**.

Например, в диапазоне РЧ при длине волны 6м граница зон лежит на расстоянии 1м от источника ЭМП, а в диапазоне СВЧ при длине волны 0,6м - на расстоянии 0,1м от источника.

Интенсивность ЭМП убывает обратно пропорционально **R<sup>2</sup>**.

# Воздействие ЭМП на человека.

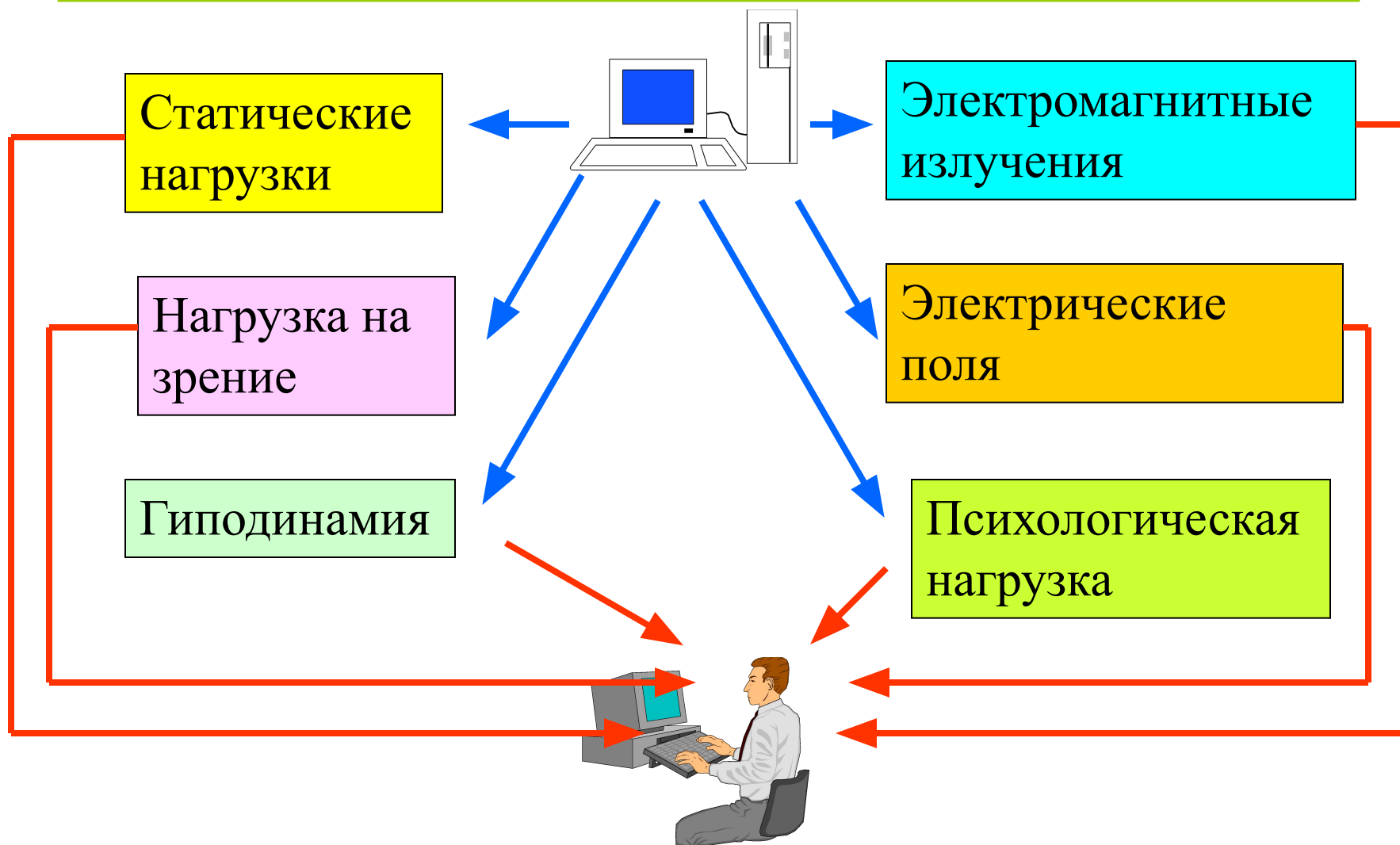
## Нормирование

1. ЭМП вызывает повышенный нагрев тканей человека, и если механизм терморегуляции не справляется с этим явлением, то возможно повышение температуры тела. Тепловой порог составляет  $100 \text{ Вт/м}^2$ . Тепловое воздействие наиболее опасно для мозга, глаз, почек, кишечника. Облучение может вызвать помутнение хрусталика глаза (катаракту).

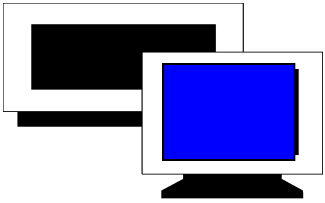
2. Под действием ЭМП изменяются микропроцессы в тканях, ослабляется активность белкового обмена, происходит торможение рефлексов, снижение кровяного давления, а в результате - головные боли, одышка, нарушение сна.

Нормы устанавливают допустимые значения напряжённости  $E$  (в/м) в диапазоне РЧ в зависимости от времени облучения отдельно для профессиональной и непрофессиональной деятельности, а в диапазоне СВЧ нормируют интенсивность  $I$  ( $\text{Вт/м}^2$ ).

# Факторы отрицательного воздействия компьютера на человека



# Последствия регулярной длительной работы на ПК без ограничения по времени и перерывов



Минимальное  
расстояние от  
глаз до экрана  
- не менее 50см

1. Заболевания органов зрения - 60 %
2. Болезни сердечно-сосудистой системы - 60%
3. Заболевания желудка - 40%
4. Кожные заболевания - 10%
5. Компьютерная болезнь (синдром стресса оператора) - 30%.

**Санитарные нормы СанПин 2.2.2. 542-96 устанавливают предельные значения напряжённости электрического и магнитного поля при работе на ПК.**

**Длительность работы на ПК без перерыва - не более 2 часов.**

**Длительность работы на ПК преподавателей - не более 4 часов в день.**

**Длительность работы на ПК студентов - не более 3 часов в день.**

**В перерывах - упражнения для глаз и физкультпауза.**