

# Электромагнитные излучения

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ  
ИЗЛУЧЕНИЕ (ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ  
ВОЛНЫ) – РАСПРОСТРАНЯЮЩЕЕСЯ В  
ПРОСТРАНСТВЕ ВОЗМУЩЕНИЕ (ИЗМЕНЕНИЕ  
СОСТОЯНИЯ) ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО  
ПОЛЯ (ТО ЕСТЬ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ  
ДРУГ С  
ДРУГОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И МАГНИТНОГО  
ПОЛЕЙ).

# Электромагнитное излучение подразделяется на

это электромагнитное излучение с длинами волн  $5 \cdot 10^{-5} - 10^{10}$  метров и частотами, соответственно, от  $6 \cdot 10^{12}$  Гц и до нескольких Гц <sup>[1]</sup>. Радиоволны используются при передаче данных в радиосетях.



# Источники радиоволн:

Радиоволны метрового и километрового диапазона применяются для радиовещания и радиосвязи на больших расстояниях с использованием амплитудной модуляции (АМ), которая, хотя и в ущерб качеству сигнала, обеспечивает его передачу на сколь угодно большие расстояния в пределах Земли благодаря отражению волн от ионосферы планеты. Впрочем, сегодня этот вид связи отходит в прошлое благодаря развитию спутниковой связи. Волны дециметрового диапазона не могут огибать земной горизонт подобно метровым волнам, что ограничивает зону приема областью прямого распространения, которая, в зависимости от высоты антенны и мощности передатчика, составляет от нескольких до нескольких десятков километров. И тут на помощь приходят спутниковые ретрансляторы, берущие на себя ту роль отражателей радиоволн, которую в отношении метровых волн играет ионосфера.

# Требования к источникам ЭМИ РЧ в соответствии с СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96

Предельно допустимые значения энергетической экспозиции:

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, (В/м) <sup>2</sup> × ч	По магнитной составляющей, (А/м) <sup>2</sup> × ч	По плотности потока энергии (мкВт/см <sup>2</sup> ) × ч
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	-
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны	-
30 - 50 МГц	800,0	0,72	-
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	-
300 МГц - 300 ГГц	-	-	200,0

## ЭКРАНИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ЭМИ РЧ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 30 МГц - 40 ГГц

Наименование материала	ГОСТ, ТУ	Толщина, мм	Диапазон частот, Гц	Ослабление, дБ
Листовая СтЗ	ГОСТ 19903-74	1,4	30 МГц -40 ГГц	100
Фольга алюминиевая	ГОСТ 618-73	0,08	☐☐--☐☐	80
Фольга медная	ГОСТ 5638-75	0,08	☐☐--☐☐	80
Сетка стальная тканая	ГОСТ 5336-73	0,3 - 1,3	☐☐--☐☐	30
Радиозащитное стекло с одно- или двухсторонним полупроводниковым покрытием	ТУ 21-54-41-73	6	30 МГц -30 ГГц	20 - 40
Ткань хлопчато-бумажная с микропроводом	ГОСТ 17-28-70	-	☐☐--☐☐	20 - 40

на основе экранирующих материалов изготовлены средства индивидуальной защиты: очки защитные с металлизированными стеклами ОРЗ-5, ТУ 64-1-2717-81; щитки защитные лицевые ГОСТ 12.4.023-84.

Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ, создаваемых телевизионными станциями:

№№ пп	Частота, МГц	ПДУ, В/м
1	48,4	5,0
2	88,4	4,0
3	192,0	3,0
4	300,0	2,5

**Инфракрасное излучение** – электромагнитное излучение, занимающее спектральную область между красным концом видимого света (с длиной волны <sup>[1]</sup>  $\lambda = 0,74 \text{ мкм}$ ) и микроволновым излучением ( $\lambda \sim 1\text{--}2 \text{ мм}$ ).





## Источники инфракрасного излучения:

Инфракрасное излучение составляет большую часть излучения ламп накаливания, газоразрядных ламп, около 50 % излучения Солнца; инфракрасное излучение испускают некоторые лазеры. Для его регистрации пользуются тепловыми и фотоэлектрическими приемниками, а также специальными фотоматериалами

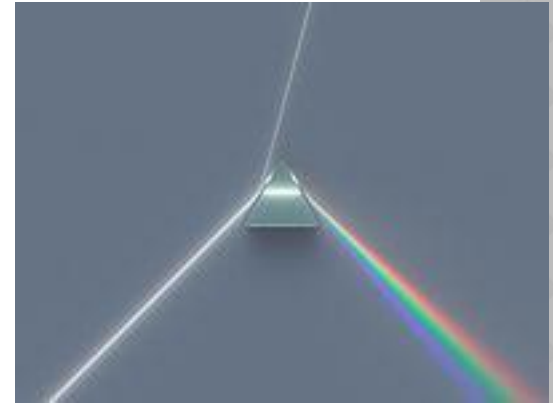
## Опасность для здоровья:

Сильное инфракрасное излучение в местах высокого нагрева может вызывать опасность для глаз. Наиболее опасно, когда излучение не сопровождается видимым светом. В таких местах необходимо надевать специальные защитные очки для глаз.

## **В соответствии с МСанПиН 001-96**

4.8.1. Допустимый уровень интенсивности интегрального потока инфракрасного излучения ТНП не должен превышать 100 Вт/кв.м.

4.8.2. Интенсивность излучения от экранов телевизоров, видеомониторов, осциллографов измерительных и других приборов, средств отображения информации с визуальным контролем не должна превышать 0,1 Вт/кв.м в видимом (400-760 нм) диапазоне, 0,05 Вт/кв.м в ближнем ИК диапазоне (760-1050 нм), 4 Вт/кв.м в дальнем (свыше 1050 нм) ИК диапазоне.



электромагнитные волны, воспринимаемые человеческим глазом, которые занимают участок спектра с длинами волн приблизительно от 380 (фиолетовый) до 780 нм (красный)<sup>[1][2]</sup>. Такие волны занимают частотный диапазон от 400 до 790 терагерц. Электромагнитное излучение с такими длинами волн также называется *видимым светом*, или просто *светом* (в узком смысле этого слова). Наибольшую чувствительность к свету человеческий глаз имеет в области 555 нм (540 ТГц), в зелёной части спектра. В спектре содержатся не все цвета, которые различает человеческий мозг. Таких оттенков, как розовый или маджента, нет в спектре видимого излучения, они образуются от смешения других цветов.

Цвет	Диапазон длин волн, нм	Диапазон частот, ТГц	Диапазон энергии фотонов, эВ
Фиолетовый	380—440	790—680	2,82—3,26
Синий	440—485	680—620	2,56—2,82
Голубой	485—500	620—600	2,48—2,56
Зелёный	500—565	600—530	2,19—2,48
Жёлтый	565—590	530—510	2,10—2,19
Оранжевый	590—625	510—480	1,98—2,10
Красный	625—740	480—400	1,68—1,98

Это электромагнитное излучение, занимающее диапазон между фиолетовой границей видимого излучения и рентгеновским излучением ( $380 - 10 \text{ нм}$ ,  $7,9 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{16} \text{ Герц}$ ).



# Воздействие на здоровье человека:

## **Действие на кожу**

- Воздействие ультрафиолетового излучения на кожу, превышающее естественную защитную способность кожи к загару, приводит к ожогам.
- Длительное воздействие ультрафиолетового излучения может способствовать развитию меланомы и преждевременному старению.
- **Действие на сетчатку глаза**
- Ультрафиолетовое излучение неощутимо для глаз человека, но при интенсивном облучении вызывает типично радиационное поражение (ожог сетчатки).

## Защита глаз

- Для защиты глаз от вредного воздействия ультрафиолетового излучения используются специальные защитные очки, задерживающие до 100 % ультрафиолетового излучения и прозрачные в видимом спектре. Как правило, линзы таких очков изготавливаются из специальных пластмасс или поликарбоната.
- Многие виды контактных линз также обеспечивают 100 % защиту от УФ-лучей (обратите внимание на маркировку упаковки).
- Фильтры для ультрафиолетовых лучей бывают твердыми, жидкими и газообразными. Например, обычное стекло непрозрачно при  $\lambda < 320$  нм<sup>[2]</sup>; в более коротковолновой области прозрачны лишь специальные сорта стекол (до 300–230 нм), кварц прозрачен до 214 нм, флюорит – до 120 нм. Для еще более коротких волн нет подходящего по прозрачности материала для линз объектива и приходится применять отражательную оптику – вогнутые зеркала. Однако для столь короткого ультрафиолета непрозрачен уже и воздух, который заметно поглощает ультрафиолет, начиная с 180 нм.

## Природные источники:

Основной источник ультрафиолетового излучения на Земле — Солнце. Соотношение интенсивности излучения УФ-А и УФ-Б, общее количество ультрафиолетовых лучей, достигающих поверхности Земли, зависит от следующих факторов:

- от концентрации атмосферного озона над земной поверхностью
- от высоты Солнца над горизонтом
- от высоты над уровнем моря
- от атмосферного рассеивания
- от состояния облачного покрова
- от степени отражения УФ-лучей от поверхности (воды, почвы)



## Искусственные источники:

- **Ртутно-кварцевая лампа** - это электрический источник света, в котором для генерации оптического излучения используется газовый разряд в парах ртути.
- **Люминесцентные лампы «дневного света»** (имеют небольшую УФ-составляющую из ртутного спектра) - газоразрядный источник света, в котором видимый свет излучается в основном люминофором, который, в свою очередь, светится под воздействием ультрафиолетового излучения разряда; сам разряд тоже излучает видимый свет, но в значительно меньшей степени.
- **Эксилампа** - источники ультрафиолетового (УФ) и вакуумного ультрафиолетового (ВУФ) излучения – относительно недавно появившийся класс источников спонтанного излучения, в которых используется неравновесное излучение эксимерных или эксиплексных молекул.
- **Светодиод** - полупроводниковый прибор с электронно-дырочным переходом, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока.
- **Лазерные источники**

## В соответствии с 4557-88 Санитарными нормами ультрафиолетового излучения в производственных помещениях:

2.1.1. Допустимая интенсивность облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более  $0,2 \text{ м}^2$  и периода облучения до 5 мин, длительности пауз между ними не менее 30 мин и общей продолжительности воздействия за смену до 60 мин - не должна превышать

$50,0 \text{ Вт/м}^2$  - для области УФ-А

$0,05 \text{ Вт/м}^2$  - для области УФ-В

$0,001 \text{ Вт/м}^2$  - для области УФ-С.

2.1.2. Допустимая интенсивность ультрафиолетового облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более  $0,2 \text{ м}^2$  (лицо, шея, кисти рук и др.), общей продолжительности воздействия излучения 50% рабочей смены и длительность однократного облучения свыше 5 мин и более не должна превышать

$10,0 \text{ Вт/м}^2$  - для области УФ-А;

$0,01 \text{ Вт/м}^2$  - для области УФ-В.

это электромагнитные волны,  
энергия фотонов которых лежит на шкале  
электромагнитных  
волн между ультрафиолетовым излучением  
и гамма-излучением, что соответствует длинам  
волн от  $10^{-2}$  до  $10^3$  Å (от  $10^{-12}$  до  $10^{-7}$  м)



## Воздействие на человека:

Рентгеновское излучение является ионизирующим. Оно воздействует на ткани живых организмов и может быть причиной лучевой болезни, лучевых ожогов и злокачественных опухолей. По причине этого при работе с рентгеновским излучением необходимо соблюдать меры защиты. Считается, что поражение прямо пропорционально поглощённой дозой излучения. Рентгеновское излучение является мутагенным фактором.

## ИСТОЧНИКИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ:

Источниками рентгеновского излучения является рентгеновская трубка, некоторые радиоактивные изотопы (одни из них непосредственно испускают рентгеновские лучи, ядерные излучения других (электроны или  $\alpha$ -частицы) бомбардируют металлическую мишень, которая испускает рентгеновские лучи), Интенсивность рентгеновского излучения изотопных источников на несколько порядков меньше интенсивности излучения рентгеновской трубки, но габариты, вес и стоимость изотопных источников несравненно меньше, чем установки с рентгеновской трубкой. Источниками мягких рентгеновских лучей с *1* порядка единиц и десятков нм могут служить синхротроны и накопители электронов с энергиями в несколько Гэв, а также лазеры. По интенсивности рентгеновское излучение синхротронов превосходит в указанной области спектра излучение рентгеновской трубки на 2—3 порядка.

Естественные источники рентгеновских лучей - солнечная корона и другие космические объекты.

Приемниками рентгеновского излучения могут быть фотопленка, люминесцентные экраны, детекторы ядерных излучений.

3.2.9. В целях защиты кожи в соответствии с СанПиН 2.6.1.2891-11 при рентгенологических процедурах устанавливаются следующие минимальные допустимые расстояния от фокуса рентгеновской трубки до поверхности тела пациента (далее - КФР):

Вид исследования:	КФР, см
Маммография (с увеличением)	20
Рентгенография на палатном, передвижном, хирургическом аппаратах	20
Рентгеноскопия на хирургическом аппарате (с УРИ)	20
Рентгеноскопия на стационарном аппарате	30
Рентгенография на стационарных снимочных рабочих местах	45
Дентальная рентгенография при номинальном анодном напряжении не более 60 кВ	10
Дентальная рентгенография при номинальном анодном напряжении более 60 кВ	20
Дентальная панорамная томография	15

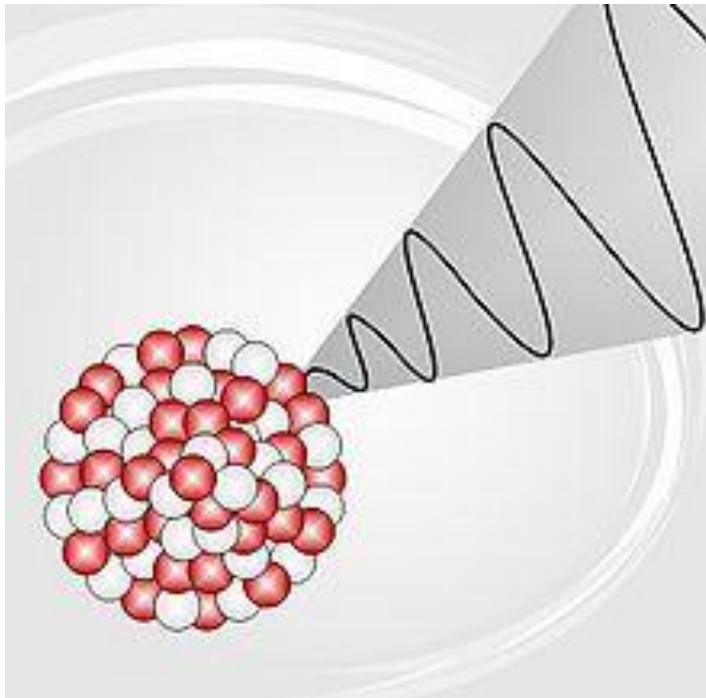
3.3.1.1. Безопасность аппаратов для лучевой терапии обеспечивается конструктивными решениями и применением средств, предупреждающих об опасности. Конструкция терапевтических аппаратов должна обеспечивать радиационную, электрическую и механическую безопасность персонала, пациентов и лиц, находящихся поблизости.

3.3.1.2. Конструкция аппаратов для лучевой терапии должна обеспечивать радиационную защиту персонала и пациента при штатном режиме использования, а также при возникновении возможных нарушений автоматического режима проведения процедуры.

3.3.1.3. Конструкция аппарата для лучевой терапии должна обеспечивать предварительное задание параметров излучения: номинальную энергию, мощность дозы, поглощенную дозу, геометрию излучения по отношению к пациенту, обеспечивая оптимальные условия радиационной безопасности для пациента, оператора и других лиц.



вид электромагнитного излучения с чрезвычайно малой длиной волны —  $< 5 \cdot 10^{-3}$  нм и, вследствие этого, ярко выраженными корпускулярными и слабо выраженными волновыми свойствами.



Использование

Области применения гамма-излучения:

- Гамма-дефектоскопия, контроль изделий просвечиванием  $\gamma$ -лучами.
- Консервирование пищевых продуктов.
- Стерилизация медицинских материалов и оборудования.
- Лучевая терапия.
- Уровнемеры.
- Гамма-каротаж в геологии.
- Гамма-высотомер, измерение расстояния до поверхности при приземлении спускаемых космических аппаратов.
- Гамма-стерилизация специй, зерна, рыбы, мяса и других продуктов для увеличения срока хранения



# Воздействие на здоровье человека:

Облучение гамма-квантами в зависимости от дозы и продолжительности может вызвать хроническую и острую лучевые болезни. Стохастические эффекты облучения включают различные виды онкологических заболеваний. В то же время гамма-облучение подавляет рост раковых и других быстро делящихся клеток. Гамма-излучение является мутагенным и тератогенным фактором.

# Основные способы защиты в случае радиационного заражения:

1. Изоляция людей от воздействия излучения.

Защитные свойства зданий, сооружений, убежищ, противорадиационных укрытий:

коэффициент ослабления (во сколько раз меньше):  $K > 1000$  - капитальное бомбоубежище;  $K = 50-400$  - подвал;  $K = 2$  - дом деревянный, автомобиль.

2. Защита органов дыхания.

3. Герметизация жилых помещений.

4. Защита продуктов питания и воды.

5. Применение радиозащитных препаратов, отказ от употребления свежего молока.

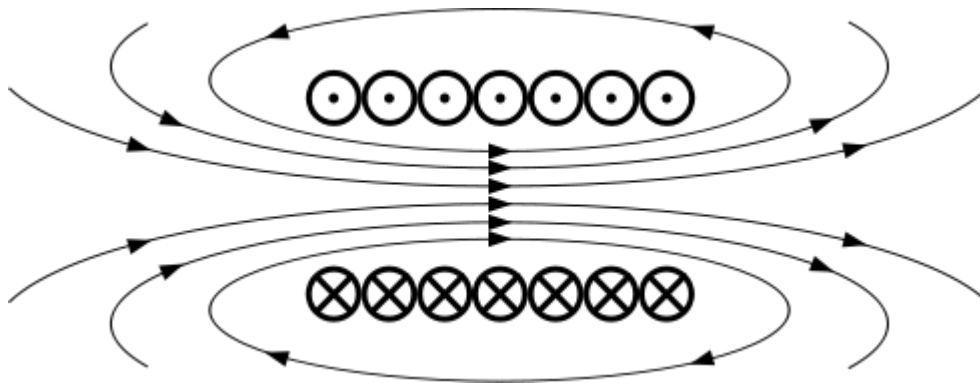
6. Строгое соблюдение режимов радиационной защиты.

7. Обеззараживание и санитарная обработка.

8. Эвакуация населения в безопасные районы.

# ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ:

Это совокупность электрических и магнитных полей, которые могут переходить друг в друга.



# Источники электромагнитных полей:

Источниками электромагнитных полей (ЭМП) являются: атмосферное электричество, радиоизлучения, электрические и магнитные поля Земли, искусственные источники (установки ТВЧ, радиовещание и телевидение, радиолокация, радионавигация и др.). Источниками излучения электромагнитной энергии являются мощные телевизионные и радиовещательные станции, промышленные установки высокочастотного нагрева, а также многие измерительные, лабораторные приборы. Источниками излучения могут быть любые элементы, включенные в высокочастотную цепь.

# МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Основные меры защиты от воздействия электромагнитных излучений: уменьшение излучения непосредственно у источника (достигается увеличением расстояния между источником направленного действия и рабочим местом, уменьшением мощности излучения генератора); рациональное размещение СВЧ и УВЧ установок (действующие установки мощностью более 10 Вт следует размещать в помещениях с капитальными стенами и перекрытиями, покрытыми радиопоглощающими материалами-кирпичом, шлакобетоном, а также материалами, обладающими отражающей способностью-масляными красками и др.); дистанционный контроль и управление передатчиками в экранированном помещении (для визуального наблюдения за передатчиками оборудуются смотровые окна, защищенные металлической сеткой); экранирование источников излучения и рабочих мест (применение отражающих заземленных экранов в виде листа или сетки из металла, обладающего высокой электропроводностью-алюминия, меди, латуни, стали);

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**