

# Защита от излучений Радиационная безопасность

## Тема № 5 «Защита от излучений. Радиационная безопасность»

### Учебные вопросы:

1. Источники электромагнитных полей и классификация электромагнитных излучений.
2. Биологическое действие электромагнитных излучений.
3. Электромагнитные поля токов промышленной частоты Электромагнитные поля радиочастот.
4. Излучения оптического диапазона.
5. Ультрафиолетовое излучение.
6. Основные методы и способы защиты от излучений.

### Литература:

1. Бурый А.З. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие СПбГК, 1997. ч. I.
2. Русак О.Н. и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. Лань. 2000, Р. II, § 7.6.
3. Белов А.В. и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для Вузов. Высшая школа. 1999, Р I, § 3.2.3.
4. Хван Т.А., Хван П.А. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. Ростов на Дону. 2000, § 1.3.5. – 1.3.7.

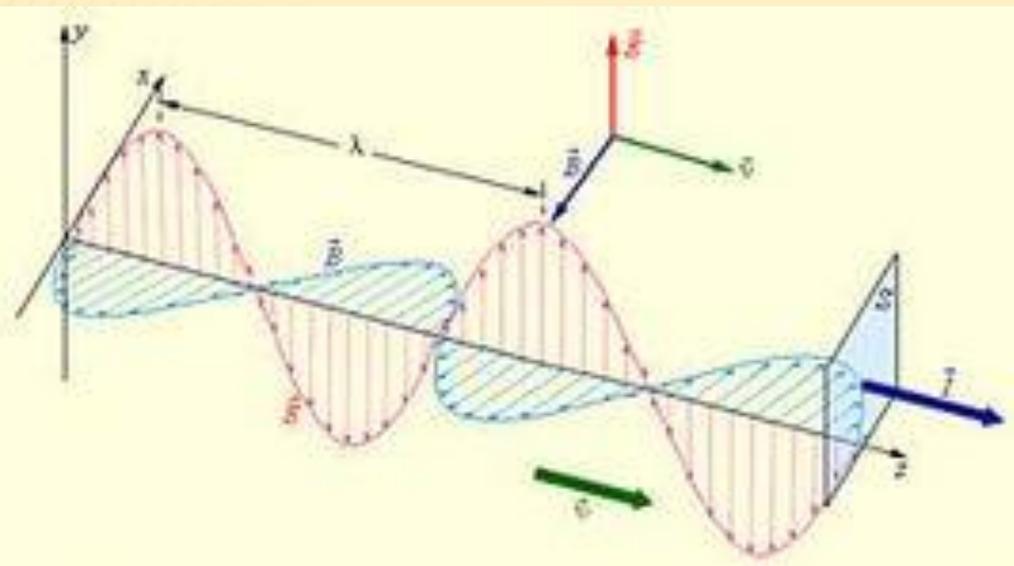
## ТЕМА 3

# ЗАЩИТА ОТ ИЗЛУЧЕНИЙ. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

### 1. Основные характеристики электромагнитных излучений (полей)

#### Источники электромагнитных излучений

**Электромагнитные волны (ЭМВ) (Электромагнитное излучение ЭМИ)** – это взаимосвязанное распространение в пространстве изменяющихся электрического и магнитных полей. (Переменное магнитное поле создает вихревое электрическое поле и наоборот – переменное во времени электрическое поле создает в диэлектрике вихревое магнитное поле).



## Характеристики эл.магнитного поля :

1. Длина волны, ( $\lambda$ ), [м];
2. Частота колебаний, ( $f$ ), [Гц];
3.  $\lambda = V_c / f$ , где:  $V_c = 3 \cdot 10^8$  м/с (вакуум)

Пространство вокруг источника эл. поля условно подразделяется на зоны:

- ближнюю (зону индукции);
- дальнюю (зону излучения).

Граница между зонами является величина:  $R = \lambda / 2\pi$ .

В зависимости от расположения зоны, характеристиками эл.магн. поля является:

- **в ближней зоне** → составляющая вектора **напряженности эл. поля** [В/м];  
составляющая вектора **напряженности магнитного поля** [А/м];
- **в дальней зоне** → используется энергетическая характеристика: **интенсивность, плотность потока энергии** [Вт/м<sup>2</sup>],[мкВт/см<sup>2</sup>].  
**Интенсивность ЭМВ** - энергия, переносимая за единицу времени через единицу площади поверхности, перпендикулярной к направлению распространения ЭМВ, [Вт/м<sup>2</sup>].

## Номенклатура диапазонов частот (длин волн) ЭМИ:

Обобщенное название	Характер ЭМИ	Диапазон частот, Гц	Длина волны, м
Низкочастотные	Крайне и сверхнизкие ЭМИ	$3(10^0-10^2)$	$10^8 \dots 10^6$
	Инфра-, очень низкие ЭМИ	$3(10^2-10^4)$	$10^6 \dots 10^4$
Радио частотные	Длинные волны (ДВ)	$3(10^4-10^5)$	$10^4 \dots 10^3$
	Средние волны (СВ)	$3(10^5-10^6)$	$10^3 \dots 10^2$
	Короткие волны (КВ)	$3(10^6-10^7)$	$10^2 \dots 10^1$
	Ультракороткие волны (УКВ)	$3(10^7-10^8)$	$10^1 \dots 10^0$
	Микроволны (СВЧ)	$3(10^8-10^{11})$	$10^0 \dots 10^{-3}$
Оптические	Инфракрасное излучение	$3(10^{12}-10^{14})$	$10^{-4} \dots 10^{-6}$
	Видимое излучение	$3 \cdot 10^{14}$	$(0,390,76) \cdot 10^{-6}$
	Ультрафиолетовое	$3(10^{14} \dots 10^{16})$	$10^{-6} \dots 10^{-8}$
	Рентгеновское излучение	$3(10^{17} \dots 10^{19})$	$10^{-9} \dots 10^{-11}$
Ионизирующие	Гамма излучение	$3(10^{20} \dots 10^{22})$	$10^{-12} \dots 10^{-14}$
	Космическое излучение	$\geq 3 \cdot 10^{23}$	$\leq 10^{-15}$

В процессе жизнедеятельности на человека воздействуют как **естественные** так и **искусственные ЭМП**.

***Естественные источники электромагнитных полей и излучений:***

- атмосферное электричество;
- радиоизлучение Солнца и галактик;
- электрическое и магнитное поля Земли.

***Искусственные источники электромагнитных полей и излучений:***

- все промышленные и бытовые электро-, и радиоустановки различной интенсивности.

Электромагнитные излучения могут быть **ионизирующими и неионизирующими**.

В зависимости от места и условий воздействия ЭМИ различают четыре вида облучения:

- профессиональное;
- непрофессиональное;
- облучение в быту;
- облучение в лечебных целях;
- местное или общее.

## 2. Вредное воздействие электромагнитных полей

Электромагнитные поля человек не видит и не чувствует и именно поэтому не всегда предостерегается от опасного воздействия этих полей. Электромагнитные излучения оказывают вредное воздействие на организм человека.

В крови, являющейся электролитом, под влиянием электромагнитных излучений возникают ионные токи, вызывающие нагрев тканей. При определённой интенсивности излучения, называемой **тепловым порогом** (*Тепловой порог:  $J = 10 \text{ мВт/см}^2$* ) организм может не справиться с образующимся теплом.

Норма

Катаракта



ADAM

Нагрев особенно опасен для органов со слаборазвитой сосудистой системой с неинтенсивным кровообращением (*глаза, мозг, желудок, печень почки и др.* – много жидкости, но слабо развита кровеносная система). При облучении глаз в течение нескольких дней возможно помутнение хрусталика, что может вызвать **катаракту**.

Эл. магн. поле **большой** интенсивности приводит к перегреву тканей, воздействует на органы зрения и органы половой сферы. **Умеренной** интенсивности: нарушение д-ти центральной нервной системы; сердечно-сосудистой; нарушаются биологические процессы в тканях и клетках. **Малой** интенсивности: повышение утомляемости, головные боли; выпадение волос.

### 3. Нормирование ПДУ электромагнитных излучений Электрические поля токов промышленной частоты

$$f = (3 \dots 300) \text{ Гц} \quad (f = 50 \text{ Гц} \quad \lambda = 6000 \text{ км.})$$



**Источники:** линии электропередач, открытые распределительные устройства, трансформаторы, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, электропроводка и др.

**Воздействие ЭМП промышленной частоты на организм человека.**

Эффект взаимодействия тканей тела человека с электромагнитным полем зависит от поглощенной тканями за определенное время энергии поля, т.е. дозы облучения. В основе взаимодействия лежит эффект преобразования энергии поля внутри организма в тепло.

В условиях постоянного воздействия на рабочем месте ЭМП промышленных частот, превышающих предельно допустимые уровни, у работников могут наблюдаться: нарушения функций иммунной, сердечнососудистой и дыхательной систем, пищеварительного тракта, изменения в крови.

При местном воздействии ЭМП (прежде всего на руки) проявляются ощущение зуда, бледность, синюшность, отечность, уплотнение, а иногда ороговение кожных покровов. ).

### Защита от электромагнитных полей токов промышленной частоты

Неблагоприятные воздействия токов промышленной частоты проявляются только при напряжённости магнитного поля порядка **160-200 А/м**. Зачастую магнитная напряжённость поля не превышает **20-25 А/м**, поэтому оценку опасности воздействия электромагнитного поля достаточно производить по величине электрической напряжённости поля.

**Нормирование.** ПДУ напряженности электрических полей регламентируются СанПиН № 5802—91 "Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц)" и ГОСТ 12.1.002—84 "Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах".

Гигиеническая регламентация ЭМП ПЧ осуществляется отдельно для ЭП и МП. Нормируемым параметром ЭП является напряженность, которая оценивается в киловольтах на метр (кВ/м); параметром МП — магнитная индукция или напряженность магнитного поля, измеряемые соответственно в милли- или микротеслах (мТл, мкТл) и амперах или килоамперах на метр (А/м, кА/м).

ПДУ напряженности ЭП  $E=25$  кВ/м

Допустимое время пребывания  $t_{д}$  при фактическом значении напряженности поля

$E_{ф} < 5$  кВ/м в течении рабочего дня

$E_{ф} = 5-20$  кВ/м  $t_{д} = (50/E_{ф} - 2)$

$E_{ф} = 20-25$  кВ/м  $t_{д} = 10$  минут

Допустимое время может быть реализовано одноразово или дробно в течение дня

**Защита работников осуществляется путем:**

- ограничения места и времени нахождения персонала в зоне воздействия ЭМИ (защита расстоянием и временем);
- использования средств индивидуальной защиты;
- использования технических средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места (экранов, отражателей, ограждений);
- применения источников ЭМИ с минимально необходимой мощностью;
- выбора рациональных режимов работы оборудования;
- применения средств обозначений зон с повышенным уровнем ЭМИ.

**Экранирование – способ коллективной защиты.** Экранирование может быть общим и отдельным. При общем экранировании высокочастотную установку закрывают металлическим кожухом - колпаком. Управление установкой осуществляется через окна в стенках кожуха. В целях безопасности кожух контактирует с заземлением установки. Второй вид общего экранирования - изоляция высокочастотной установки в отдельное помещение с дистанционным управлением.

Конструктивно экранирующие устройства могут быть выполнены в виде козырьков, навесов или перегородок из металлических канатов, прутьев, сеток. Переносные экраны могут быть оформлены в виде съёмных козырьков, палаток, щитов и др. Экраны изготавливают из листового металла толщиной не менее 0,5 мм.

В состав **индивидуальных экранирующих комплектов** входят: спецодежда, спецобувь, средства защиты головы, а также рук и лица. Составные элементы комплектов снабжены контактными выводами, соединение которых позволяет обеспечить единую электрическую сеть и осуществить качественное заземление (чаще через обувь).



Рис. Индивидуальное средство защиты в условиях воздействия ЭМИ полей промышленной частоты

### 3. Электромагнитные поля радиочастот

**Источниками** возникновения электромагнитных полей радиочастот являются: радиовещание, телевидение, радиолокация, радиоуправление радиосвязь и др.

**Биологическое действие** электромагнитных полей радиочастот

По субъективным ощущениям и объективным реакциям организма человека не наблюдается особых различий при воздействии всего диапазона радиоволн ВЧ, УВЧ и СВЧ, но более характерны проявления и неблагоприятны последствия воздействий СВЧ электромагнитных волн.

Наиболее характерными при воздействии радиоволн всех диапазонов являются отклонения от нормального состояния центральной нервной системы и сердечно-сосудистой системы человека. Общим в характере биологического действия электромагнитных полей радиочастот большой интенсивности является тепловой эффект, который выражается в нагреве отдельных тканей или органов. Особенно чувствительны к тепловому эффекту хрусталик глаза, желчный пузырь, мочевого пузыря и некоторые другие органы.

Субъективными ощущениями облучаемого персонала являются жалобы на частую головную боль, сонливость или бессонницу, утомляемость, вялость, слабость, повышенную потливость, потемнение в глазах, рассеянность, головокружение, снижение памяти, беспричинное чувство тревоги, страха и др.

К числу перечисленных неблагоприятных воздействий на человека следует добавить мутагенное действие, а также временную стерилизацию при облучении интенсивностями выше теплового порога.

## Защита.

Для оценки потенциальных неблагоприятных воздействий электромагнитных волн радиочастот приняты допустимые энергетические характеристики электромагнитного поля для различного диапазона частот - электрическая и магнитная напряжённости, плотность потока энергии. [Нормирование ЭМИ радиочастотного диапазона](#) проводится по ГОСТ 12.1.006-84 и санитарным правилам и нормам СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96.

### Защита от электромагнитных полей радиочастот

Для обеспечения безопасности работ с источниками электромагнитных волн проводится систематический контроль фактических значений нормируемых параметров на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала. Если условия работы не удовлетворяют требованиям норм, то применяются следующие способы защиты:

Экранирование рабочего места или источника излучения.

Увеличение расстояния от рабочего места до источника излучения.

Рациональное размещение оборудования в рабочем помещении.

Использование средств предупредительной защиты.

Применение специальных поглотителей мощности энергии для уменьшения излучения в источнике.

Использование возможностей дистанционного управления и автоматического контроля и др.

Рабочие места обычно располагают в зоне минимальной интенсивности электромагнитного поля. Конечным звеном в цепи инженерных средств защиты являются средства индивидуальной защиты. В качестве индивидуальных средств защиты глаз от действия СВЧ-излучений рекомендуются специальные защитные очки, стёкла которых покрыты тонким слоем металла (золота, диоксида олова). Защитная одежда изготавливается из металлизированной ткани и применяется в виде комбинезонов, халатов, курток с капюшонами, с вмонтированными в них защитными очками. Применение специальных тканей в защитной одежде позволяет снизить облучение в 100-1000 раз, то есть на 20-30 децибел (дБ). Защитные очки снижают интенсивность излучения на 20-25 дБ.

## Инфракрасное излучение



электромагнитное излучение, занимающее спектральную область с длиной волны ( 0,76 — 420) мкм.

Излучается любым нагретым телом, температура которого определяет интенсивность и спектр излучаемой электромагнитной энергии.

**Естественный источник** – Солнце. На Земле: действующие вулканы, термальные воды, все нагретые тела, лесные пожары.

**Техногенные источники:** - лампы накаливания, электрическая дуга, электроспираль, электронагревательные приборы, печи с использованием различного топлива, электропечи, двигатели внутреннего сгорания, ракетные и авиационные двигатели, реакторы атомных станций и т.д.

Инфракрасное излучение также называют «**тепловым**» излучением, так как инфракрасное излучение от нагретых предметов воспринимается кожей человека как ощущение тепла. При этом длины волн, излучаемые телом, зависят от температуры нагревания: чем выше температура, тем короче длина волны и выше интенсивность излучения.

**Особенности биологического действия.**

Диапазон инфракрасного излучения делят на три составляющих:

коротковолновая область:  $\lambda = 0,74—2,5$  мкм;

длинноволновая область:  $\lambda = 50—2000$  мкм.

Длинноволновая часть задерживается в основном поверхностными слоями кожи, вызывая жжение.

Средневолновая и коротковолновые части проникают на глубину до 3 см и при высоких энергиях могут вызвать перегревание тканей, ожоги, усиление пигментации кожи. При хронических облучениях изменение пигментации может становиться стойким («эритемоподобный» цвет лица у стеклодувов, сталеваров и др., постоянно подвергающихся интенсивному воздействию Ик-излучения).

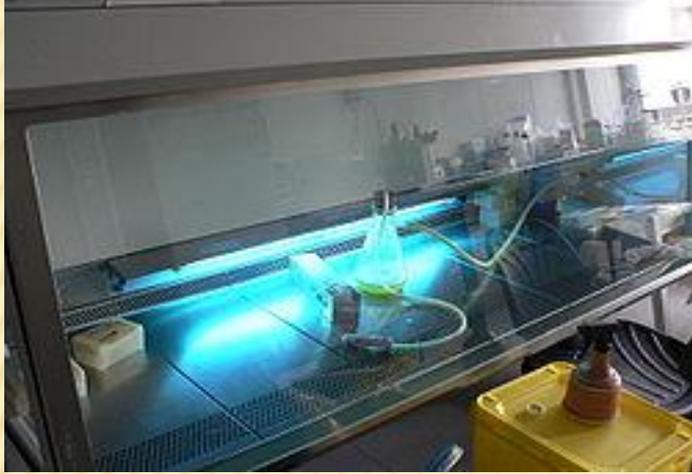
Инфракрасные лучи широко **применяются в медицинских целях**. Они положительно влияют на организм человека. Инфракрасные лучи обладают возможностью повышать местный кровоток в организме, усиливать обмен веществ, расширять кровеносные сосуды.

Нормирование: ГОСТ 12.1.005-98 и СанПин 2.2.4.548-96

# СРЕДСТВА КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ТЕПЛОВЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ



# Ультрафиолетовое излучение



Основной источник ультрафиолетового излучения на Земле — Солнце.

Техногенные источники

Эритемные лампы (ЛЭЗО, ЛЭР40) были разработаны в 60-х годах прошлого века для компенсации «УФ недостаточности» естественного излучения и, в частности, интенсификации процесса фотохимического синтеза витамина D<sub>3</sub> в коже человека («антирахитное действие»).

УФ ОУ типа «Искусственный солярий»,

По биологической активности УФИ выделяют три области:

- **УФА** слабого биологического воздействия имеют длину волны от 0.4 до 0.315 мкм (400-280 нм.);

- **УФВ** обладает выраженным загарным и антирахитическим действием, длина волны от 0.315 до 0.28 мкм (315-280 нм.);

**УФС** активно действует на тканевые белки и липиды, обладая выраженным бактерицидным действием имеет длину волны от 0.28 до 0.02 мкм.(280-200 нм.)

Под воздействием УФИ наблюдается более интенсивное выведение из организма тяжелых металлов (марганца, ртути, свинца), оптимальные дозы УФИ активизируют деятельность сердца, обмен веществ, улучшают кроветворение.

УФИ искусственных источников (электросварочных дуг) может стать причиной острых и хронических профессиональных поражений. Наиболее уязвимы глаза, причем страдает преимущественно роговица и слизистая оболочка. Острое поражение глаз – электроофтальмия. Заболевание проявляется в ощущении постороннего тела или песка в глазах, светобоязнью, слезотечением. К хроническим заболеваниям относят хронический конъюнктивит, катаракту.

Могут возникать общетоксические явления с повышением температуры, ознобом, головными болями.

### Действие на кожу



Действие ультрафиолетового облучения на кожу, превышающее естественную защитную способность кожи (загар) приводит к ожогам.

Длительное действие ультрафиолета способствует развитию меланомы, различных видов рака кожи, ускоряет старение, появление морщин.

При контролируемом воздействии на кожу ультрафиолетовых лучей, одним из основных положительных факторов считается образование на коже витаD

## Защита от воздействия УФИ

Нормирование СН 4557-88

Основными мерами защиты являются:

- экранирование источников УФ- излучения и рабочих мест;
- применение СИЗ(спецодежды, защитных очков и щитков, снабженных светофильтрами, а также применение покровных кремов, которые служат светофильтрами).