

# Лекция 7

---

Электромагнитные поля, статическое электричество

## Электромагнитные поля

Электромагнитное поле (ЭМП) представляет собой форму материи. ~~Всякая электрически заряженная частица окружена~~ электромагнитным полем. ЭМП может существовать и в свободном состоянии и в виде движущихся со скоростью света = 300 тыс. км/с фотонов или в виде электромагнитных волн.

Движущееся ЭМП ( электромагнитное излучение – ЭМИ) характеризуется векторами напряженности электрического  $E$  (В/м) и магнитного  $H$  (А/м) полей, определяющими свойства ЭМП.

Длина волны  $\lambda$ , частота колебаний  $f$  и скорость распространения электромагнитных волн в воздухе связаны соотношением  $c = \lambda \cdot f$ .

В ЭМП существуют 3 зоны, различающиеся по расстоянию (радиусу) от источника: зона индукции ( $1/6 \lambda$ ), зона интерференции ( $1/6 \lambda - 6 \lambda$ ), зона излучения ( $> 6 \lambda$ ).

## Электромагнитные поля

В зоне индукции (ближней) электромагнитная волна еще не сформирована, и поэтому на человека действуют независимо друг от друга напряженность электрического и магнитного полей.

В зоне интерференции (промежуточной) одновременно действуют на человека напряженность электрического и магнитного полей, а также энергетическая составляющая.

В зоне излучения (дальняя) на человека действует только энергетическая составляющая (ППЭ), а векторы  $E$  и  $H$  всегда взаимно перпендикулярны. В вакууме  $E = 377 H$ .

Для токов промышленной частоты размер зон 1 и 2 составляет несколько десятков км. Начиная с СВЧ ( $3 \cdot 10^8$  Гц), зона индукции уменьшается и оценивается плотностью потока энергии (ППЭ).

# Источники ЭМП и излучений

**Естественные:** атмосферное электричество, радиоизлучения Солнца и галактик, электрическое и магнитное поля Земли.

---

Источниками ЭП промышленной частоты (50 Гц) являются: линии электропередач, а также все высоковольтные установки промышленной частоты. Магнитные поля промышленной частоты возникают вокруг любых электроустановок и токопроводов промышленной частоты.

Источниками электромагнитных излучений радиочастот являются мощные радиостанции, антенны, установки индукционного нагрева, исследовательские установки, высокочастотные приборы и устройства, используемые в промышленности, медицине и в быту.

Источниками электростатического поля и ЭМИ являются ПЭВМ и ВДТ на электронно – лучевых трубках. Главная опасность - излучение монитора в диапазоне 5 Гц ... 400 кГц и статический электрический заряд на экране.

# Спектр электромагнитных излучений

Наименование ЭМИ		Диапазон частот, Гц	Длина волны, м
Статические	Постоянные ЭМП	0	-
Низкочастотные	Крайне- и сверхнизкие	3 ( $10^0 \dots 10^2$ )	$10^8 \dots 10^6$
	Инфра- и очень низкие	3 ( $10^2 \dots 10^4$ )	$10^6 \dots 10^4$
Радиочастотные	Длинные волны (ДВ)	3 ( $10^4 \dots 10^5$ )	$10^4 \dots 10^3$
	Средние волны (СВ)	3 ( $10^5 \dots 10^6$ )	$10^3 \dots 10^2$
	Короткие волны (КВ)	3 ( $10^6 \dots 10^7$ )	$10^2 \dots 10^1$
	Ультракороткие (УКВ)	3 ( $10^7 \dots 10^8$ )	$10^1 \dots 10^0$
	Микроволны (СВЧ)	3 ( $10^8 \dots 10^{11}$ )	$10^0 \dots 10^{-3}$
Оптические	Инфракрасные	3 ( $10^{11} \dots 10^{14}$ )	$10^{-3} \dots 10^{-6}$
	Видимые	3 ( $10^{14}$ )	$(0,38-0,76) 10^{-6}$
	Ультрафиолетовые	3 ( $10^{14} \dots 10^{15}$ )	$10^{-6} 10^{-7}$
Ионизирующие	Рентгеновские	3 ( $10^{15} \dots 10^{19}$ )	$10^{-7} \dots 10^{-11}$
	Гамма-излучение	3 ( $10^{19} \dots 10^{21}$ )	$10^{-11} \dots 10^{-14}$

# Действие ЭМП на человека

Степень воздействия излучений на организм человека зависит от:

- 1) диапазона частот
- 2) продолжительности облучения
- 3) интенсивности воздействия соответствующего фактора

---

- 4) характера излучения (непрерывное, модулированное)
- 5) режима облучения
- 6) размеров облучаемой поверхности тела
- 7) индивидуальных особенностей организма.

В ЭП атомы и молекулы, из которых состоит тело человека, поляризуются, возникают ионные токи, избыточная теплота отводится до известного предела, начиная с величины энергии  $I = 10 \text{ мВт/см}^2$  (тепловой порог) организм не справляется с отводом тепла, что сопровождается повышением температуры тела, локальным нагревом тканей, возможны изменения в крови (количество лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина).

Воздействие НЧ нарушает ЦНС, ССС. СВЧ : головная боль, боли в сердце, утомляемость, нарушение сна. Тяжелые поражения редки.

## Нормирование ЭМП

В электрическом поле промышленной частоты нормируется напряженность электрического  $E$  поля (кВ/м):

---

$E$  менее 5— пребывание в течение всего рабочего дня без ограничений, от 5 до 10  $\leq 180$  мин, от 10 до 15  $\leq 90$  мин, от 15 до 20  $\leq 10$  мин, от 20 до 25  $\leq 5$  мин.

Для магнитного поля промышленной частоты нормируется  $H$  в зависимости от характера воздействия (излучение непрерывное или периодическое) и общего времени воздействия в течении смены. Для постоянных магнитных полей  $H = 8$  кА/м в течении 8 час.

Для электростатического поля  $E = 60/\sqrt{t}$ ,  $t = 1 \dots 9$  час. Для 8 час = 20 кВ/м.

# Нормирование ЭМП

В радиодиапазоне частот 30 кГц...300 МГц нормируется

---

$E$ , В/м и  $H$ , А/м.

В диапазоне частот 300 МГц...300ГГц нормируется плотность потока энергии (ППЭ)  $\leq 10 \text{ Вт/м}^2$ , а при наличии рентгеновского излучения или высокой температуры ( $> 28^{\circ} \text{ C}$ ) –  $1 \text{ Вт/м}^2$ .

Для ПЭВМ в диапазоне 0,5 Гц...2 кГц:  $E = 25 \text{ Вт/м}$ ,  $H = 0,2 \text{ А/м}$ , а в диапазоне 2...400 кГц:  $E = 2,5 \text{ В/м}$  и  $H = 0,02 \text{ А/м}$ ;  
электростатический потенциал = 500 В.



## Защита от ЭМП (КЗ)

- 1) уменьшение напряженности и плотности потока энергии
- 2) экранирование рабочего места (отражением , поглощением)
- 3) удаление рабочего места от источника (расстоянием)
- 4) уменьшение продолжительности контакта (временем)
- 5) рациональное размещение оборудования
- 6) рациональные режимы работы оборудования и персонала
- 7) применение предупреждающей сигнализации (свет, звук)
- 8) заземление изолированных от земли машин, механизмов.

# Защита от ЭМП

## Средства индивидуальной защиты:

---

1) спецодежда из металлизированной ткани в виде: комбинезонов, халатов, курток с капюшоном, фартуков, жилетов, рукавиц, перчаток. Все части защитной одежды должны иметь между собой электрический контакт;

2) спецобувь;

3) средства защиты лица.

Очки обязательны при интенсивности  $>10 \text{ Вт/см}^2$ , например, очки ОРЗ-5 со стеклами, покрытыми защитным слоем полупроводникового оксида олова, ослабляют мощность излучения в диапазоне длин волн 0,8...150 см не менее, чем в 1000 раз.

# Лазерное излучение

в диапазоне от  $30 \cdot 10^{11}$  до  $1,5 \cdot 10^{15}$  Гц генерируют оптические ~~квантовые генераторы – лазеры. Лазерное излучение (ЛИ) имеет узкий не~~ фокусированный или фокусированный световой поток в видимой области длин волн, в ИК или в УФ спектре.

Специфическими свойствами ЛИ являются острая направленность, одноцветность большая мощность луча. Не фокусированный луч имеет ширину 1-2 см, фокусированный 1...0,01 мм и мене.

## Классификация лазеров

**1 класс** (безопасный) выходное излучение не опасно для глаз

**2 класс** (мало опасный) опасно для глаз прямое или зеркально отраженное

**3 класс** (средне опасный) опасно для глаз прямое, зеркальное, а также диффузно отраженное на расстоянии 10 см от отражающей поверхности (или) для кожи прямое или зеркально отраженное

**4 класс** (высоко опасный) опасно для кожи диффузно отраженное на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

# Лазерное излучение

## Действие на организм.

Тепловая энергия лазера вызывает ожоги, особенно глаз. Лазеры большой мощности могут повредить внутренние органы и мозг. ЛИ может вызвать нарушения ССС. Опасно не только прямое, но и отраженное ЛИ.

## Защита от лазерного излучения:

**КЗ:** - экранирование, - использование ДУ,  
- применение TV систем управления процессом,  
- сведение к минимуму отражающих поверхностей оборудования и стенок.

Работа выполняется при общем ярком освещении в специальном помещении, дверь которого должна иметь блокировку и знак лазерной безопасности. При эксплуатации лазеров обязателен ежегодный дозиметрический контроль.

**СИЗ:** специальные противолазерные очки, фильтры, защищающие глаза, щитки, маски, технологические халаты и перчатки.

## **Статическое электричество (СЭ)**

**СЭ**— совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности и в объеме диэлектрических и полупроводниковых веществ, материалов, изделий или на изолированных проводниках.

### **Статическая электризация может наблюдаться**

**во время следующих техпроцессов:**

- при переливе жидкости (Ж) в незаземленные резервуары;
- при движении Ж, пылевоздушных смесей в незаземленных трубах;
- в процессе перемешивания веществ в смесителях;
- при механической обработке пластмасс (на станках и вручную);
- при дроблении, кристаллизации материалов;
- при трении диэлектриков между собой и др.

## **СЭ : дейсвие , средства защиты**

Разряды СЭ для человека не опасны, но могут вызвать болевые, нервные ощущения, быть причиной непроизвольного резкого движения, что может привести к травматизму.

Наиболее опасны искровые разряды, энергия которых превышает минимальную энергию зажигания горючих сред. СЭ может нарушать техпроцессы, создавая помехи в работе электронных приборов автоматики и телемеханики.

### **Средства коллективной защиты:**

- изменение техпроцессов ( ↓ параметров, подбор пар);
- заземление оборудования и емкостей хранения ЛВЖ и ГЖ);
- увеличение влажности воздуха или применение антистатических примесей, применение антистатических покрытий (смазок) для уменьшения удельного электрического сопротивления;
- ионизация воздуха для безискрового снятия заряда.

**СИЗ:** кожаная обувь, антистатические перчатки, халаты, электропроводимые подушки стула (работа сидя), браслеты. Пол должен быть электропроводящим.

