Защита от электромагнитных полей (ЭМП).

Шкала электромагнитных волн

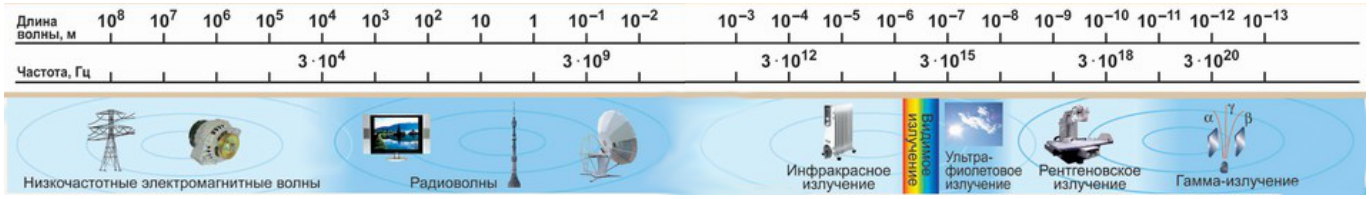
Электромагнитное поле - особый вид материи, наряду с веществом, посредством которого происходит взаимодействие.

- не обладает массой покоя;
- непрерывно, в одной точке могут находиться поля характеризующиеся различными свойствами;

Электромагнитное излучение (электромагнитные волны) — распространяющееся в пространстве возмущение (изменение состояния) электромагнитного поля.

Виды электромагнитных волн

- радиоволны, f до 300 ГГц, λ до 1 мм;
- терагерцовое излучение, $f \in [10^{11}; 10^{13}]$ Гц, λ, соответственно, от 3 до $0,03$ мм;
- инфракрасное излучение, λ от $0,75$ мкм до 1000 мкм;
- видимый свет:
  - длинноволновая граница λ $760 - 780$ нм, f $385 - 395$ ТГц;
  - коротковолновая граница λ $380 - 400$ нм, f $750 - 790$ ТГц;
- ультрафиолетовое излучение, λ от 400 до 10 нм; f от $7,5 \cdot 10^{14}$ до $3 \cdot 10^{16}$ Гц;
- рентгеновское и гамма-излучение λ от 10 нм и менее.



Параметры электромагнитного поля

Электрическое поле - создаётся *неподвижными электрическими зарядами*. Оказывает силовое воздействие на неподвижные заряженные частицы.

- Напряжённость электрического поля $\vec{E}$ [В/м]; $\vec{F} = \vec{E} \cdot q$;

Магнитное поле - создаётся *движущимися эл. зарядами* и *намагниченными телами*. Оказывает силовое воздействие на движущийся электрический заряд, намагниченные тела.

- Напряжённость магнитного поля $\vec{H}$ [А/м]; $\vec{F} = \vec{H} \cdot Il$.

Электромагнитное поле (в форме электромагнитных волн) создаётся ускоренно движущимися электрическими зарядами, распространяется со скоростью света $3 \cdot 10^8$ м/с, в процессе распространения магнитное поле порождает электрическое и обратно. Частота колебаний электромагнитных волн определяется и совпадает с частотой колебания

электрического заряда.

Для ЭМП характерен перенос массы и энергии, поле оказывает давление на поглощающую поверхность.

Перенос энергии характеризуется интенсивностью излучения $I, \text{Вт/м}^2$, которая может быть выражена через параметры электрического и магнитного полей (вектор Умова-Пойнтинга) $I = [\vec{E} \times \vec{H}]$.

Радиочастотный диапазон

По классификации, предложенной в 1975 году международным консультативным комитетом по радио (МККР), спектр частот от 3 Гц до 3 ТГц разделен на 12 диапазонов 0.3*10N Гц до 3*10N, где N - номер диапазона.

Частоты, лежащие в интервале от 3 кГц до 3 ТГц, принято называть радиочастотами.

Некоторые характерные частоты

- 50 Гц - промышленная частота;
- 62 - 108 МГц - радиовещание с частотной модуляцией;
- 900, 1800, 2100 МГц - сотовая связь;
- 2.4, 5.0 ГГц - wi-fi, bluetooth, микроволновые печи.

Виды зон воздействия ЭМП

В зависимости от размера излучающей системы L и длины волны λ пространство вокруг антенны разбивают на три зоны:

- ближнюю зону (зона индукции);
- промежуточную зону (зона интерференции);
- дальнюю зону (волновая зона, или зона Фраунгофера).

Такое деление связано с тем, что отдельные компоненты поля имеют различную зависимость от расстояния. Следовательно, в каждой из зон ЭМП характеризуется своим соотношением напряженностей $\vec{E}$ и $\vec{H}$ полей. Переход между зонами плавный.

Ближняя зона

Критерий: $r << \lambda/2\pi$.

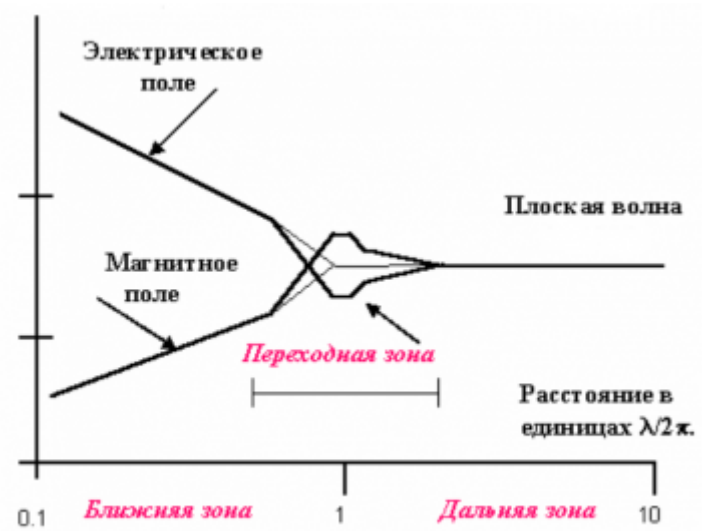
В ближней зоне поле не имеет волнового характера, средний поток энергии равен нулю, переноса энергии не происходит, излучение отсутствует. Это означает, что в ближней зоне поля, запасающие энергию, преобладают над излучающими полями. При этом $\vec{E} >> \vec{H}$.

Промежуточная зона

Критерий: $r \approx \lambda/2\pi$. В промежуточной зоне поле имеет сложный характер. Присутствуют все компоненты поля.

Дальняя зона

Критерий: $r >> \lambda/2\pi$. В дальней зоне поле представлено сформировавшейся электромагнитной волной. Напряженности $\vec{E}$ и $\vec{H}$ изменяются во времени синфазно, а в пространстве сдвинуты друг относительно друга на $\pi/2$.



Ближняя, промежуточная и дальняя зоны

Примеры зон воздействия ЭМП

- Промышленная частота $f = 50$ Гц, $\lambda = 6000$ км, следовательно, на любом удалении от источника работник будет находиться в ближней зоне.
- $f \in [0,03,\ 300$ МГц$]$, возможно нахождение работника в промежуточной зоне.
- При $f > 300$ МГц имеет место быть преимущественно волновая зона.

Нормируемые параметры ЭМП различных частот

Поле	Частота	Нормируемый параметр
Электростатическое	0 Гц	$\vec{E},\ \text{В/м}$
Постоянное магниитн.	0 Гц	$\vec{H},\ \text{А/м}$; $\vec{B},\ \text{Тл}$
ЭМП	0,1 Гц - 300 Гц	$\vec{E},\ \text{В/м}$
	0,3 кГц - 300 МГц	$\vec{E},\ \text{В/м}$; $\vec{H},\ \text{А/м}$ или $\vec{B},\ \text{Тл}$
	300 МГц - 300 ГГц	$\vec{I},\ \text{Вт/м}^2$

Длительность пребывания человека в зонах влияния источников с f от $0,3$ кГц до 300 МГц

оценивается:

- энергетической экспозицией (энергетической нагрузкой) по $\vec{E}$: $ЭЭ_E = E^2T$;
- энергетической экспозицией по $\vec{H}$: $ЭЭ_H = H^2T$;
- энергетической экспозицией по $\vec{I}$: $ЭЭ_I = IT$,

где T - время пребывания в зоне облучения за рабочую смену, ч.

Установленные нормы

Промышленная частота

Согласно **СанПиН 2.2.4.1191-03** «Электромагнитные поля в производственных условиях. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы» с изменениями устанавлены следующие нормы:

- $E \leq 5$ кВ/м; $T_{\text{доп}} = \infty$ ч;
- $E \in (5; 20]$ кВ/м; $T_{\text{доп}} = \frac{50}{E} - 2$ ч;
- $E \in (20; 25]$ кВ/м; $T_{\text{доп}} = 10$ мин;
- $E > 25$ кВ/м работа без средств защиты не допускается.

Здесь - напряженность ЭП в контролируемой зоне, кВ/м; - допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч.

Время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП $T_{\text{привед}}$ вычисляют по формуле:
$T_{\text{привед}} = 8\left(\frac{t_{E1}}{T_{\text{доп},E1}} + \frac{t_{E2}}{T_{\text{доп},E2}} + \cdots + \frac{t_{En}}{T_{\text{доп},En}}\right)$, где $T_{\text{привед}}$ - приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребыванию в ЭП $E = 5$ кВ/м; t_{En} - время пребывания в контролируемой зоне с напряженностью E_n; $T_{\text{доп},En}$ - допустимое время пребывания для соответствующих контролируемых зон.

СВЧ излучение

Рабочие места

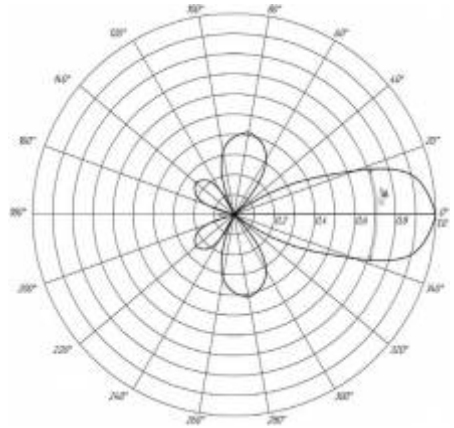
$I_{\text{доп}} = ЭЭ_I/t$, где t - время выполнения работ, ч; $ЭЭ_I$ - энергетическая экспозиция по интенсивности СВЧ излучения, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \cdot$ ч; $I_{\text{доп}}$ - допустимая плотность потока энергии, Вт/м^2.

Население

$I_{\text{доп}} = 0,1\ \text{Вт/м}^2$ - значение, характерное для большинства источников СВЧ излучения (теле- и радио вышки, микроволновые печи на расстоянии $0,5$ м и т.д.

Диаграмма направленности СВЧ излучения

Для источников СВЧ излучения (антенн) характерно наличие выделенных направлений излучения, в которых интенсивность излучения выше среднего значения. Иллюстрируется данный факт с помощью так называемой «диаграммы направленности».



Когда необходимо знать особенности излучения/поглощения не только на плоскости, но и в пространстве, строят как горизонтальную, так и вертикальную диаграмму направленности.

Область применения ЭМП

- *Десятки и сотни Гц*. Односторонняя связь с подводными лодками.
- *Десятки кГц - десятки МГц*. Радиосвязь на значительных расстояниях.
- *Сотни МГц*. Телевидение, высококачественная радиосвязь с частотной модуляцией.
- *Единицы ГГц*. Радиолокация, телевидение, сотовая связь, передача данных (интранет/интернет), микроволновые печи.
- *Десятки ГГц*. Высокоскоростная радиорелейная связь, метеорологические радиолокаторы, медицина.
- *Сотни ГГц*. Сканирование багажа и людей, томографы верхних мягких тканей и т.д.

Воздействие ЭМП на человека

Выделяют два механизма воздействия ЭМП на человека.

1. **Тепловой**, при относительно высоких уровнях облучающего электромагнитного поля.
    - Локальный нагрев тканей.
2. **Не тепловой** или **биологический**, проявляющийся при малых уровнях электромагнитного поля. Механизмы подобного взаимодействия изучены мало.
    - Изменение функционального состояния центральной нервной системы.
    - Нарушения в работе сердечно-сосудистой системы.
    - Снижение показателей крови (кол-во лейкоцитов, тромбоцитов, эритроцитов).
    - Влияние на половую функцию женщин, на развитие эмбриона

Защита от ЭМП

- Экранирование источника электромагнитного излучения или же объекта защиты.
- При наличии источника СВЧ излучения, расположение рабочих мест в направлении наименьшей интенсивности излучения.
- Удаление источников излучения из рабочей зоны.
- Конструктивное совершенствование оборудования с целью снижения используемых уровней ЭМП, общей потребляемой и излучаемой мощности оборудования.
- Ограничение времени пребывания операторов или населения в зоне действия ЭМП.

From:
https://jurik-phys.net/ - **Jurik-Phys.Net**

Permanent link:
https://jurik-phys.net/lifesafety:factory:emp?rev=1491586089

Last update: **2017/04/07 20:28**