

Защита от электромагнитных полей (ЭМП)

Шкала электромагнитных волн

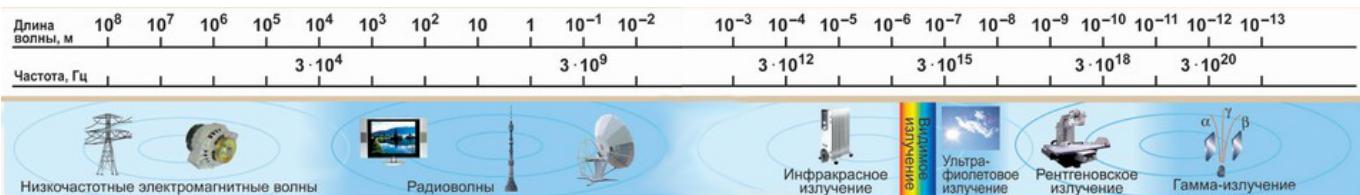
Электромагнитное поле - особый вид материи, наряду с веществом, посредством которого происходит взаимодействие.

- 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 , 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 0.3×10^N Гц до 3×10^N , 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: $r \ll \lambda/2\pi$.

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 $\vec{E} \gg \vec{H}$.

Промежуточная зона

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

Дальняя зона

Критерий: $r \gg \lambda/2\pi$. 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 $\pi/2$.



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} , В/м
Постоянное магнитное	0 Гц	\vec{H} , А/м; \vec{B} , Тл
ЭМП	0,1 Гц - 300 Гц	\vec{E} , В/м; \vec{H} , А/м или \vec{B} , Тл
	0,3 кГц - 300 МГц	\vec{E} , В/м; \vec{H} , А/м или \vec{B} , Тл
	300 МГц - 300 ГГц	\vec{I} , 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} : $\mathcal{E}\mathcal{E}_E = E^2 T$;
- энергетической экспозицией по \vec{H} : $\mathcal{E}\mathcal{E}_H = H^2 T$;
- энергетической экспозицией по \vec{I} : $\mathcal{E}\mathcal{E}_I = IT$,

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](#) установлены следующие нормы:

- $E \leq 5 \text{ кВ/м}; T_{\text{доп}} = \infty \text{ ч};$
- $E \in (5; 20] \text{ кВ/м}; T_{\text{доп}} = \frac{50}{E} - 2 \text{ ч};$
- $E \in (20; 25] \text{ кВ/м}; T_{\text{доп}} = 10 \text{ мин};$
- $E > 25 \text{ кВ/м}$ 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:

$T_{\text{привед}} = 8 \left(\frac{t_{E1}}{T_{\text{доп}, E1}} + \frac{t_{E2}}{T_{\text{доп}, E2}} + \dots + \frac{t_{En}}{T_{\text{доп}, En}} \right)$, где $T_{\text{привед}}$ - приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребыванию в ЭП $E = 5 \text{ кВ/м}$; 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

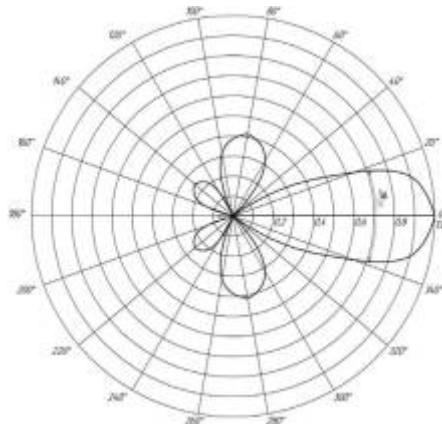
$I_{\text{доп}} = \mathcal{E}\mathcal{E}_I/t$, где t - время выполнения работ, ч; $\mathcal{E}\mathcal{E}_I$ - энергетическая экспозиция по интенсивности СВЧ излучения, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \cdot \text{ч}$; $I_{\text{доп}}$ - допустимая плотность потока энергии, $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Население

$I_{\text{доп}} = 0,1 \text{ Вт}/\text{м}^2$ - значение, характерное для большинства источников СВЧ излучения (теле- и радиовышки, 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://www.jurik-phys.net/> - **Jurik-Phys.Net**



Permanent link:
<https://www.jurik-phys.net/lifesafety:factory:emp>

Last update: **2020/05/23 21:59**