

# Защита от электромагнитных полей

## Теория

В зависимости от размера излучающей системы  $L$ , м и длины волны  $\lambda$ , м 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 компоненты поля (напряжённости электрического и магнитного полей) существенно различно зависят от расстояния. Каждая зона ЭМП характеризуется своим соотношением напряженностей  $\vec{E}$ , В/м и  $\vec{H}$ , А/м полей.

### Ближняя зона

- **Критерий.**  $r \ll \lambda/2\pi$ .
- **Характеристика.** Нет переноса энергии, электромагнитная волна не сформирована, на человека действует независимо друг от друга напряженности электрического  $\vec{E}$ , В/м и магнитного  $\vec{H}$ , А/м полей, при этом  $\vec{E} \gg \vec{H}$ .
- **Нормируемая величина (основная).** Напряженность электрического поля  $\vec{E}$ , В/м.

### Промежуточная зона

- **Критерий:**  $r \approx \lambda/2\pi$ .
- **Характеристика.** Поле имеет сложный характер. Присутствуют все компоненты поля, в результате взаимодействия электрического и магнитного полей возникают зоны максимумов и минимумов интенсивности электромагнитного поля. По некоторым данным интенсивность ЭМП может возрастать в 13 – 42 раза, что составляет особую опасность для человека.
- **Нормируемая величина.** Предельно допустимые значения напряженности электрического  $\vec{E}$ , В/м и магнитного  $\vec{H}$ , А/м полей устанавливают, исходя из допустимых значений
  - энергетической экспозиции (нагрузки) ЭЭ<sub>E</sub>, (В/м)<sup>2</sup> · ч по напряжённости электрического поля:  $\text{ЭЭ}_E = E^2 T$ ;
  - энергетической экспозиции (нагрузки) ЭЭ<sub>H</sub>, (А/м)<sup>2</sup> · ч по напряжённости магнитного поля:  $\text{ЭЭ}_H = H^2 T$ ,
 где  $T$  - время пребывания в зоне облучения за рабочую смену, ч.

### Дальняя зона

- **Критерий:**  $r \gg \lambda/2\pi$ .
- **Характеристика.** Поле представлено сформировавшейся электромагнитной волной. На человека одновременно действуют электрическое  $\vec{E}$  и магнитное  $\vec{H}$  поля.
- **Нормируемая величина.** Интенсивность ЭМП на рабочем месте характеризуется плотностью потока энергии  $I$ , Вт/м<sup>2</sup>.

Предельно допустимое значение  $I$  устанавливается, исходя из допустимых значений

энергетической экспозиции по плотности потока энергии  $\mathcal{E}_I = IT$ ,  $(\text{Вт}/\text{м}^2) \cdot \text{ч}$ ,  
где  $T$  - время пребывания в зоне облучения за рабочую смену, ч.

## ЭМП промышленной частоты

### Производственная зона

Нормирование ЭМП пром. частоты производится в соответствии с СанПин 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы» с [изменениями](#).

[Документ](#) устанавливает предельное время пребывания человека без СИЗ в ЭМП пром. частоты следующим образом:

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

Здесь - напряженность ЭП в контролируемой зоне,  $\text{кВ}/\text{м}$ ; - допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, .

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  $E = 5 \text{ кВ}/\text{м}$ ;  $t_{En}$  - время пребывания в контролируемой зоне с напряженностью  $En$ ;  $T_{\text{доп}, En}$  - допустимое время пребывания для соответствующих контролируемых зон.

### Селитебная зона

Согласно СанПин 2971-84 «Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты» устанавливаются следующие предельно допустимые значения напряжённости электрического поля  $E$ ,  $\text{В}/\text{м}$ .

- Внутри жилых зданий  $E = 0,5 \text{ кВ}/\text{м}$ ;
- На территории зоны жилой застройки  $E = 1 \text{ кВ}/\text{м}$ ;

## СВЧ излучение

- **Производственное облучение.** Согласно СанПин 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы» максимальное значение энергетической экспозиции по интенсивности излучения  $\mathcal{E}_I = 2$ ,  $(\text{Вт}/\text{м}^2) \cdot \text{ч}$ . При этом максимальное значение  $I$  не должно превышать  $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$ , а при локальном облучении кистей рук  $50 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .
- **Селитебная зона.** Для населения устанавливаются максимальные значения плотности потока

при излучении от различных объектов. Характерное значение интенсивности в жилых помещениях  $I_{\text{доп}} = 0,1 \text{ Вт}/\text{м}^2$  для излучения от антенн [сотовой связи](#), телевещания, от микроволновых печей на расстоянии 0,5 м.  $I_{\text{доп}} = 1 \text{ Вт}/\text{м}^2$  при использовании «подвижных станций сухопутной радиосвязи» (сотовые и спутниковые телефоны).

## Задачи

### Задача №1

Оцените размеры ближней и дальней зон для ЭМП излучаемых:

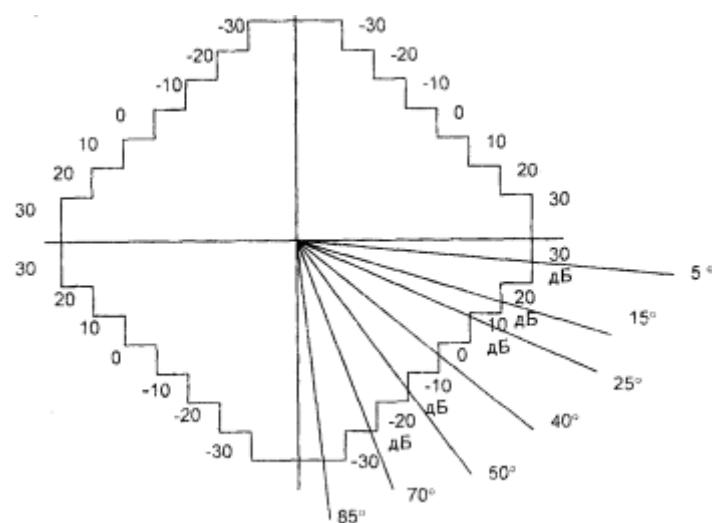
- Высоковольтной линией электропередач промышленной частоты;
- Передатчиком FM-радиостанции работающим на частоте  $f = 106 \text{ МГц}$ ;
- Микроволновой печью,  $f = 2450 \text{ МГц}$ .

### Задача №2

Оценить условия проживания на 5-м этаже (высота этажа 3 м) в доме, расположенному на расстоянии 100 м от антennы телекоммуникаций высотой 60 м. Если мощность передатчика 100 Вт; фактор направленности антennы задан в аналитическом виде  $\Phi_{\alpha} = 100 \cos^2 \alpha$ , где  $\alpha$  - угол между горизонтом и направлением на объект; допустимое значение плотности потока энергии в жилых домах  $I_{\text{доп}} = 0,1 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

### Задача №3

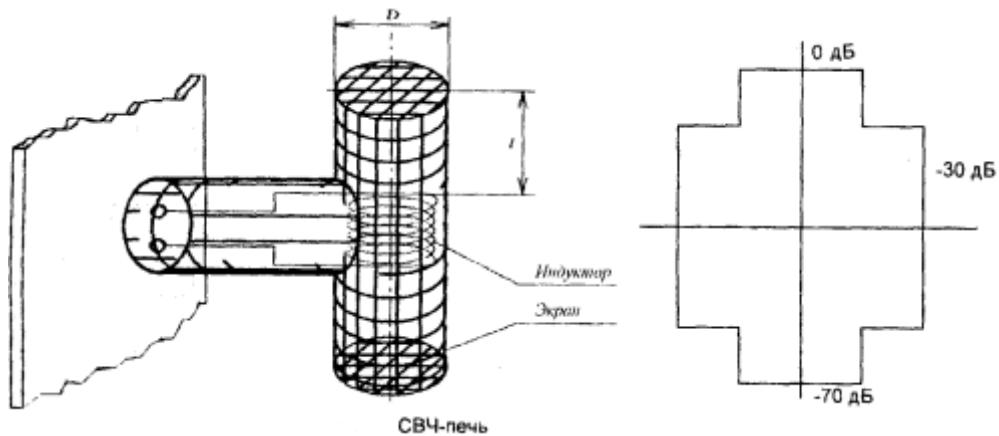
Мощность СВЧ передатчика телекоммуникаций 65 Вт. Антена размерами 3 м расположена на высоте 72 м. Необходимо определить минимальное расстояние от телекоммуникаций, на котором можно строить 9-ти этажные дома, высоту этажа принять равной 3 м. Диаграмма направленности  $L_{\alpha}$ , дБ, антennы представлена на рисунке.



$$L_{\alpha} = 10 \log I_{\alpha} / I_{\text{cp}}$$

### Задача №4

СВЧ печь (см. рисунок) имеет размеры индуктора: длина  $2$  м, диаметр  $0,7$  м, мощность  $10$  кВт, частота поля  $900$  МГц. Диаграмма направленности представлена на рисунке. Время работы аппарата  $8$  ч ежедневно. Расстояние до рабочего места  $2$  м. Оцените условия работы оператора, если его рабочее место находится справа от печи.



### Задача №5

При работе электромонтёры находятся  $t_1 = 1$  ч в зоне ЭП напряжённостью  $E_1 = 4$  кВ/м;  $t_2 = 2$  ч в ЭП напряжённостью  $E_2 = 10$  кВ/м и  $t_3 = 20$  мин в ЭП напряжённостью  $E_3 = 21$  кВ/м. Оценить условия труда.

### Задача №6

При работе электромонтёры находятся  $t_1 = 2$  ч в зоне ЭП напряжённостью  $E_1 = 10$  кВ/м;  $t_2 = 5$  ч в ЭП напряжённостью  $E_2 = 3$  кВ/м и  $t_3 = 20$  мин в ЭП напряжённостью  $E_3 = 21$  кВ/м. Оценить условия труда. Определить коэффициент экранирования в зоне №3, обеспечивающий допустимые условия труда.

From:  
<https://www.jurik-phys.net/> - Jurik-Phys.Net

Permanent link:  
[https://www.jurik-phys.net/lifesafety:seminars:em\\_fields](https://www.jurik-phys.net/lifesafety:seminars:em_fields)

Last update: 2015/12/14 00:04

