

Оценка влияния ЭМП

Электромагнитные поля – особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между **электрически заряженными** частицами.

Электромагнитное поле в воздушной среде (в вакууме) **характеризуется** вектором **напряженности электрического поля (E)** и **магнитной индукцией (B)**. Для переменных электромагнитных полей **электрические и магнитные составляющие поля связаны друг с другом.**

Основные величины, описывающие ЭМП:

- напряженность электрического поля, В/м;
- напряженность магнитного поля, А/м;
- магнитная индукция, Вб/м² (мкТл) 1 мкТл = 0,8 А/ м .

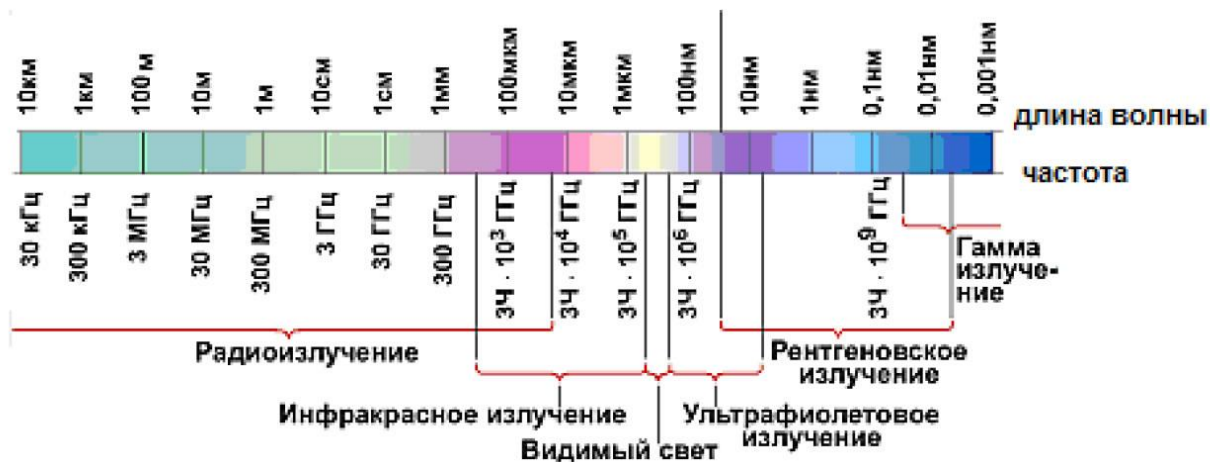
Важной характеристикой ЭМП является длина волны λ , которая связана с частотой электромагнитных колебаний f соотношением:

$$\lambda = V/f ;$$

для воздуха $V \approx C$ – скорость распространения электромагнитных волн в данной среде.

Полный спектр электромагнитных волн

	f , Гц	λ , м
Длинные	$1-10^4$	$3 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^4$
Радиоволны	$10^4 - 3 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^4 - 10^{-2}$
- ВЧ	$10^4 - 3 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^4 - 10$
- УВЧ	$3 \cdot 10^7 - 3 \cdot 10^8$	$10 - 1$
- СВЧ	$3 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^{10}$	$1 - 10^{-2}$
Инфракрасные	$3 \cdot 10^{10} - 4 \cdot 10^{14}$	$10^{-2} - 7,5 \cdot 10^{-7}$
Световые	$4 \cdot 10^{14} - 7,5 \cdot 10^{14}$	$7,5 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-7}$
Ультрафиолетовые	$7,5 \cdot 10^{14} - 7,5 \cdot 10^{16}$	$4 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-9}$
Рентгеновские	$7,5 \cdot 10^{16} - 2 \cdot 10^{19}$	$4 \cdot 10^{-9} - 1,5 \cdot 10^{-11}$
Гамма	$2 \cdot 10^{19} - 10^{21}$	$1,5 \cdot 10^{-11} - 3 \cdot 10^{-13}$
Космические	10^{21} и выше	$3 \cdot 10^{-13}$ и меньше



Источники и механизмы возникновения

Электростатические поля:

- Экраны видеодисплейных терминалов на электронно-лучевых трубках
- Ионизаторы с открытыми электродами (типа люстры Чижевского)
- Технологическое оборудование с движущимися (перемещающимися) диэлектрическими материалами и сырьем (сыпучие материалы, ткани, бумага)
- Технологическое оборудование с использованием электростатического поля в тех.процессе (покраска)
- Ковровые, диэлектрические покрытия (в особенности в зимний отопительный период с низкой влажностью)
- Пластмассовые корпуса офисной техники (редко !!!)

Постоянное магнитное поле

- Технологические процессы с использованием постоянного тока (процесс электролиза)
- Поля рассеяния постоянных магнитов в специальных технологических установках и в научном оборудовании и при производстве магнитов
- Медицинская аппаратура (МРТ)

Источники и механизмы возникновения

Электрические и магнитные поля промышленной частоты 50 Гц

- Особенности в монтаже электропроводки и в заземлении аппаратуры, не запрещенные действующими Правилами, могут быть причиной резкого (в сотни раз) увеличения уровня магнитных полей в помещениях и на рабочих местах

Магнитные поля от системы электропитания в помещении

- «Избыточное» заземление, выполненное в виде замкнутых контуров, заземление корпусов аппаратуры на элементы арматуры здания может быть причиной повышения магнитных полей в помещениях.

Электрические поля от системы электропитания в помещении

Два основных механизма возникновения электрических полей промышленной частоты 50 Гц:

- отсутствие заземления технического средства;
- пространственное разнесение фазного и нулевого проводников систем электропитания

Источники и механизмы возникновения

Основные источники высокочастотных ЭМП диапазона частот до 10 ГГц

- Теле-радиостанции
- Сотовая связь
- Радиолокаторы
- Бытовые СВЧ электроприборы

Основные источники высокочастотных ЭМП диапазона частот до 60 ГГц

- Медицинская аппаратура
- Аппаратура ближней радиолокации

Биологическое действие ЭМП

Тепловой механизм воздействия - при относительно высоких уровнях облучающего электромагнитного поля

Информационный характер воздействия - при относительно низком уровне электромагнитного поля (к примеру, для радиочастот выше 300 МГц это менее 1 мВт/см²)

Наиболее чувствительны к ЭМП системы организма:

нервная

иммунная

эндокринная

половая

На биологическую реакцию влияют следующие параметры ЭМП:

- интенсивность ЭМП (величина);
- частота излучения;
- продолжительность облучения;
- модуляция сигнала;
- сочетание частот ЭМП;
- периодичность действия.

Оценка влияния ЭМП

Пространство, окружающее источник излучения

Ближняя зона (зона индукции)

$$r < \lambda/2\pi$$

Промежуточная зона (зона интерференции)

$$\lambda/2\pi < r < 2\pi \lambda$$

Дальняя зона (волновая зона)

$$r > 2\pi \lambda$$

Оценка влияния ЭМП

Ближняя зона – это зона вблизи от источника, в которой электромагнитная волна еще не сформировалась. В ближней зоне нет определенного соотношения между компонентами электрического и магнитного поля. Соотношение это напрямую зависит от физической природы источника электромагнитного поля, от типа излучателя, от его конструктивных особенностей. Чтобы получить полную информацию об энергетических характеристиках ЭМП в ближней зоне в обязательном порядке нужно измерять и электрическую составляющую (Е) и магнитную составляющую (В)

Источник ЭМП	Частота	Длина волны
РЛС	10 ГГц	3 см
Антенны сотовой связи	1 ГГц	30 см
ЛЭП	50 Гц	6000 км
ПЭВМ	5 Гц- 400 кГц	60000 км – 750 м

Оценка влияния ЭМП

Дальняя зона – это зона излучения, где существует сформированная электромагнитная волна с **вполне определенным соотношением** между компонентами электрического поля (E) и магнитного поля (B). В дальней зоне **нет смысла измерять все компоненты электромагнитного поля. Достаточно измерить одну из компонент** (например, E) или плотность потока энергии в электромагнитном излучении, **чтобы получить полную информацию** об энергетических характеристиках ЭМП.

$E = 377 \cdot H$, где $377 = 120\pi$ - волновое сопротивление пространства (Ом).

Плотность потока энергии ЭМП – это модуль (абсолютное значение) величины, которая в физике называется вектором Пойнтинга (вектором Умова-Пойнтинга) и равняется произведению (векторному произведению) напряженности электрического поля (E) на напряженность магнитного поля (H):

$$P = c/4\pi [EH]$$

Оценка влияния ЭМП

- **Низкочастотный диапазон.** Для ЭМП данного диапазона работник практически всегда находится в ближней зоне, в которой измеряются отдельно магнитные и электрические составляющие. Поэтому ЭМП данного диапазона обычно называют электрическими полями и магнитными полями. Для получения информации об энергетических характеристиках в обязательном порядке нужно измерять две компоненты: **напряженность электрического поля (E) и магнитную индукцию (B)**
- **Высокочастотный диапазон.** Для ЭМП данного диапазона работник практически всегда находится в дальней зоне сформированной электромагнитной волны и поэтому ЭМП данного диапазона обычно называют электромагнитными излучениями. Для получения информации об энергетических характеристиках достаточно измерить **плотность потока энергии электромагнитного излучения, либо одну из компонент (обычно - напряженность электрического поля E)**

Нормирование ЭМП

Допустимые уровни воздействующих полей устанавливаются отдельно для **персонала**, обслуживающего электроустановки, и **населения**.

Для персонала: СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"

Предельно допустимый уровень напряженности: **25 кВ/м** (время пребывания в поле напряженностью от 20 до 25 кВ/м персонала не должно превышать 10 минут). Пребывание в поле выше этого значения без средств защиты не допускается.

Пребывание в поле с напряженностью до **5 кВ/м** включительно допускается в течении рабочего дня.

Допустимое время пребывания в ЭП напряженностью от 5 до 20 кВ/м включительно вычисляют по формуле:

$$T=50/E-2,$$

где T — допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч; E — напряженность воздействующего ЭП в контролируемой зоне, кВ/м.

Нормирование ЭМП

Для персонала:

Допустимая напряженность (Н) или индукция (В) магнитного поля :

t, час ≤	Н (А/м)/В (мкТл)	
	общее воздействие	локальное воздействие
1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

Нормирование ЭМП

Для населения: СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях».

Предельно допустимый уровень ослабления геомагнитного поля в помещениях жилых зданий устанавливается равным 1,5.

Предельно допустимый уровень напряженности электростатического поля в жилых помещениях составляет 15 кВ/м.

Внутри жилых зданий напряженность электрического поля должна быть не более 0,5 кВ/м. На территории жилой застройки 1 кВ/м.

Индукция магнитного поля в жилых помещениях-не более 5 мкТл (4А/м), в нежилых-10 мкТл (8 А/м).

Допустимые уровни ЭМП диапазона частот 30 кГц - 300 ГГц для населения (на селитебной территории, в местах массового отдыха, внутри жилых помещений)

Диапазон частот	30 - 300 кГц	0,3 - 3 МГц	3 - 30 МГц	30-300 МГц	300 МГц - 300 ГГц
Нормируемый параметр	Напряженность электрического поля, Е (В/м)				Плотность потока энергии, ППЭ ()
Предельно допустимые уровни	25,0	15,0	10,0	3,0	10; 25*

Нормирование ЭМП

**Энергетическая экспозиция напряженностей в диапазоне частот
 ≥ 30 кГц - 300 МГц:**

$$\text{ЭЭЕ} = E^2 \cdot T, (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$$

$$\text{ЭЭН} = H^2 \cdot T, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч},$$

где E - напряженность электрического поля, В/м;

H - напряженность магнитного поля, А/м;

T - время воздействия за смену, ч.

**Энергетическая экспозиция плотности потока энергии в
диапазоне частот ≥ 300 МГц - 300 ГГц:**

$$\text{ЭППЭ} = \text{ППЭ} \cdot T, (\text{мкВт/см}^2) \cdot \text{ч},$$

где ППЭ - плотность потока энергии (мкВт/см²).

Электромагнитные поля на рабочих местах пользователей персональными компьютерами (ПК) и другими средствами информационно-коммуникационных технологий (ИКТ)

Нормируемые параметры		ПДУ
Напряженность электрического поля	5 Гц - < 2 кГц	25 В/м
	2 кГц - < 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного поля	5 Гц - < 2 кГц	250 нТл
	2 кГц - < 400 кГц	25 нТл
Плотность потока энергии	300 МГц - 300 ГГц	10 мкВт/см ²
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Защита от воздействия ЭМП

Защита от воздействия ЭМП может осуществляться как путем ограничения значения воздействующего поля, так и времени его воздействия.

Ограничение напряженности воздействующего поля может быть достигнуто следующими способами:

- **удаление от источника поля** (при удалении напряженность поля уменьшается);
- **экранирование** – самый распространенный способ.

Для экранирования применяются

- стационарные экранирующие устройства,
- переносные экранирующие устройства,
- индивидуальная экранирующая одежда.

Стационарные устройства могут быть в виде козырьков, навесов, перегородок.

Переносные экранирующие устройства могут выполняться в виде навесов, палаток, перегородок, щитов и др.

Индивидуальный защитный комплекс состоит из защитного костюма (из ткани с металлической сеткой), головного убора (капюшон) и специальной обуви с электропроводящей подошвой.

Трехслойная конструкция защитного комплекта Эп-4(0)

