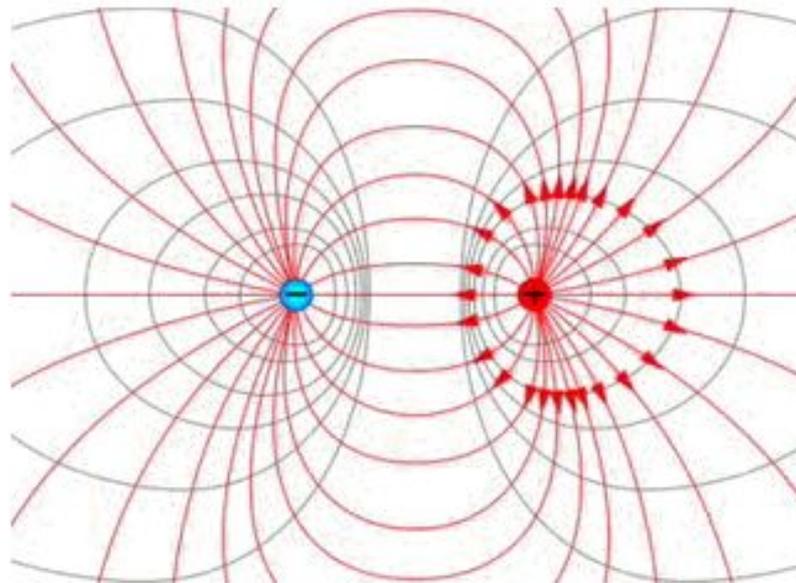


Лекция 3

Электромагнитное излучение, его влияние на человека и способы защиты от электромагнитного излучения

Электрическое поле

Каждое заряженное тело создает в окружающем пространстве *электрическое поле*. Это поле оказывает силовое действие на другие заряженные тела. Главное свойство электрического поля – действие на электрические заряды с некоторой силой. Таким образом, взаимодействие заряженных тел осуществляется не непосредственным их воздействием друг на друга, а через электрические поля, окружающие заряженные тела.



Для количественного определения электрического поля вводится силовая характеристика *напряженность электрического поля*.

Напряженностью электрического поля называют физическую величину, равную отношению силы, с которой поле действует на положительный пробный заряд, помещенный в данную точку пространства, к величине этого заряда (измеряется в Вольт/метр):

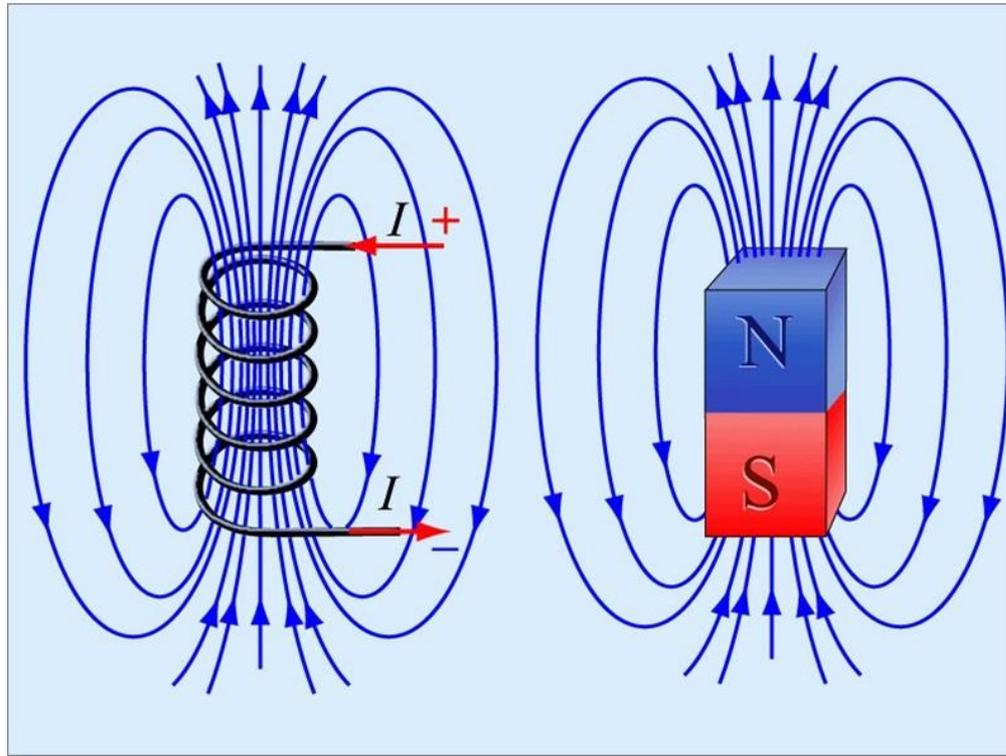
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Магнитное поле

Магнитное поле — силовое поле, действующее на движущиеся электрические заряды и на тела, обладающие магнитным моментом, независимо от состояния их движения; магнитная составляющая электромагнитного поля.

Магнитное поле может создаваться током заряженных частиц и/или магнитными моментами электронов в атомах (и магнитными моментами других частиц, что обычно проявляется в существенно меньшей степени) (постоянные магниты).

Кроме этого, оно возникает в результате изменения во времени электрического поля.



Единицы измерения магнитного поля

Магнитное поле в макроскопическом описании представлено двумя различными векторными полями, обозначаемым как **H** и **B**.

H называется напряжённостью магнитного поля и измеряется в Амперах на метр (Эрстед); **B** называется магнитной индукцией и измеряется в Теслах

Во внешнем космосе магнитная индукция составляет от 0,1 до 10 нанотесла (от 10^{-10} Тл до 10^{-8} Тл).

Магнитное поле Земли значительно варьируется во времени и пространстве. На широте 50° магнитная индукция в среднем составляет $5 \cdot 10^{-5}$ Тл, а на экваторе (широта 0°) — $3,1 \cdot 10^{-5}$ Тл.

Сувенирный магнит на холодильнике создает поле около 5 миллитесла.

В солнечных пятнах — 10 Тл.

Рекордное значение постоянного магнитного поля, достигнутое людьми без разрушения установки — 100,75 Тл

Рекордное значение импульсного магнитного поля, когда-либо наблюдавшегося в лаборатории — $2,8 \cdot 10^3$ Тл



Магнитного поля в 16 Тл достаточно, чтобы заставить левитировать лягушку

Электрические поля

Электрические поля возникают при наличии напряжения.

Их сила измеряется в вольтах на метр (В/м)

Электрическое поле существует даже при выключенном приборе.

Сила поля уменьшается по мере удаления от источника.

Большинство строительных материалов в

какой-то мере защищают от электрических полей.

Магнитные поля

1. Магнитные поля возникают при наличии тока.

2. Их сила измеряется в амперах на метр (А/м). Исследователи электромагнитных полей обычно используют «родственный» показатель – единицу измерения индукции магнитного поля (микротесла – мкТл или миллитесла -

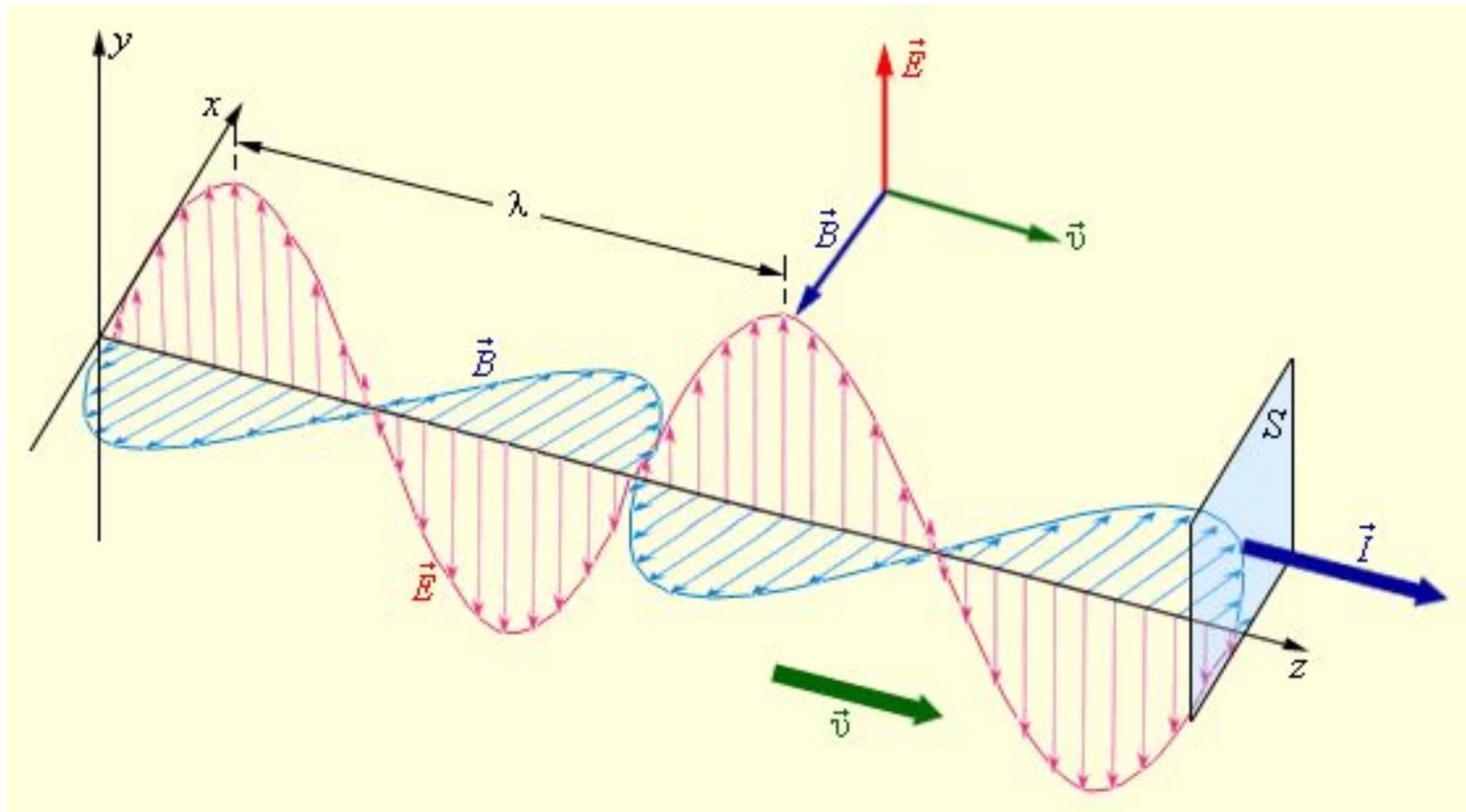
3. Магнитное поле возникает при включении прибора и наличии тока.

4. Сила поля уменьшается по мере удаления от источника поля.

5. Большинство материалов не могут ослабить магнитное поле.

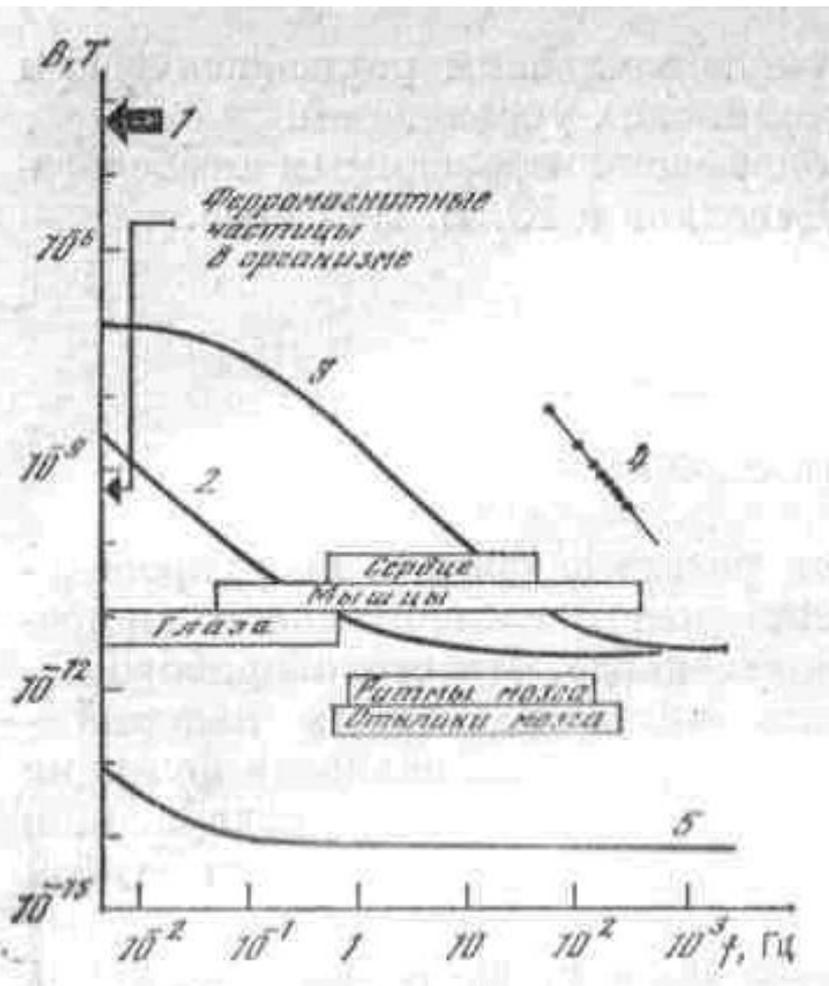
Электромагнитное поле

Электромагнитное поле — фундаментальное физическое поле, взаимодействующее с электрически заряженными телами, а также с телами, имеющими собственные дипольные и мультипольные электрические и магнитные моменты. Представляет собой совокупность электрического и магнитного полей, которые могут, при определённых условиях, порождать друг друга, а по сути, являются одной сущностью.



Электрическое и магнитное поля человека

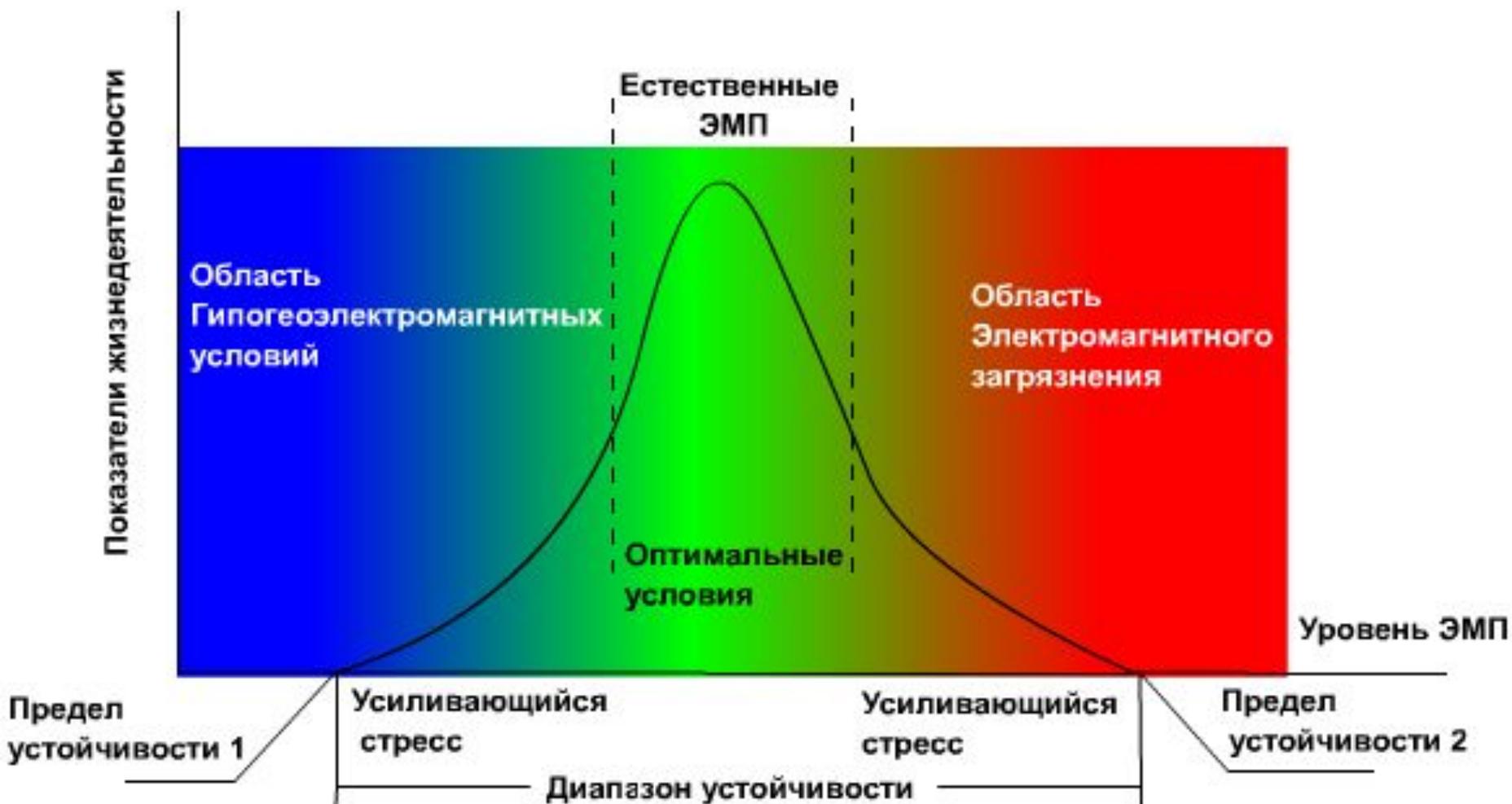
Напряженность электрического поля претерпевает медленные колебания, и у большинства обследованных (около 100 человек) ее значения на расстоянии 5—10 см от тела находятся в пределах 100—1000 В/м. У людей в состоянии клинической смерти напряженность поля снижается до 10—20 В/м спустя 2—3 ч после остановки кровообращения.



Характерные значения и частотные спектры биоманнитных сигналов и шумов в окружающем пространстве:

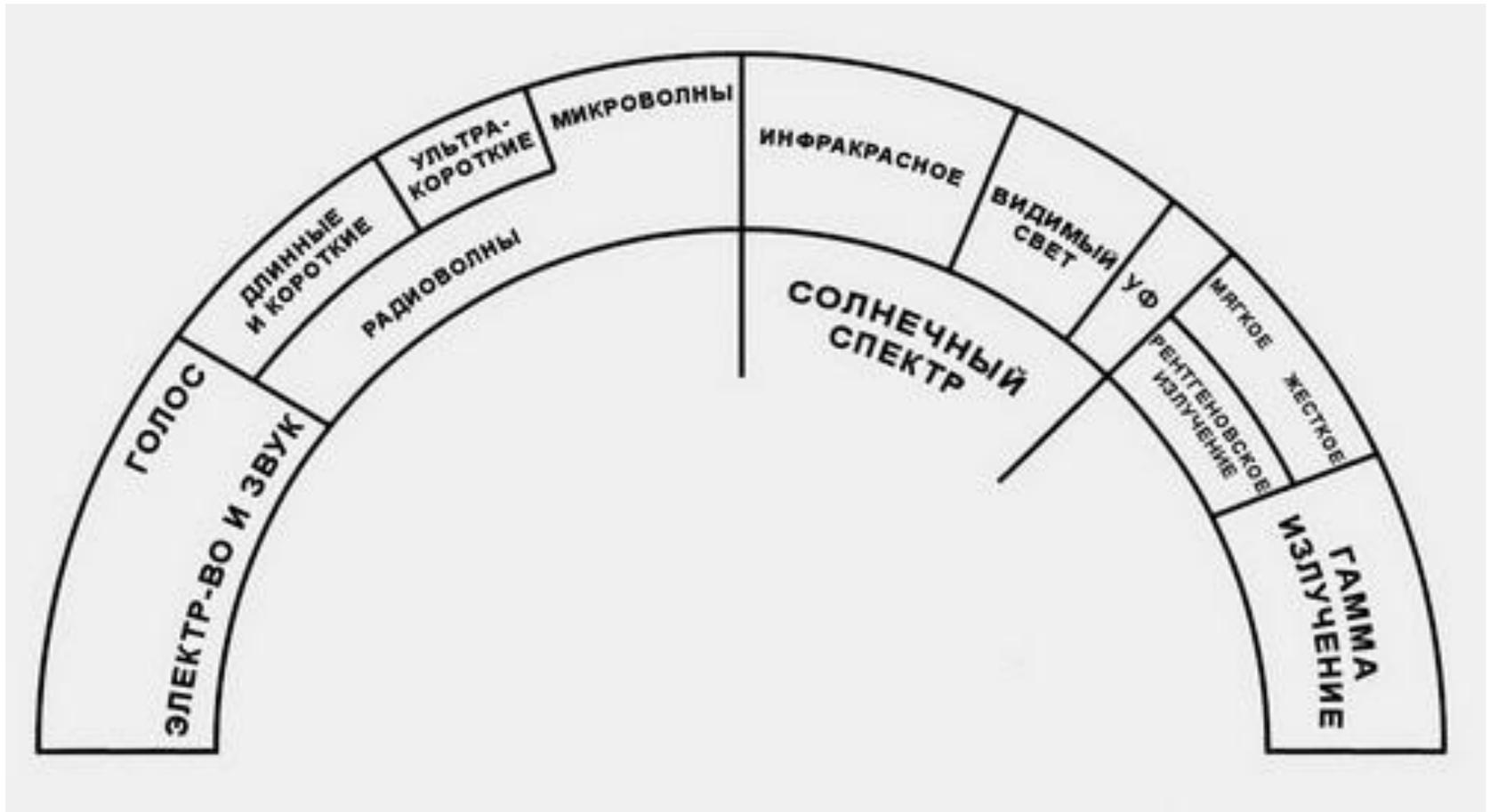
- 1 - поле Земли;
- 2,3 - геомагнитный и городской шум соответственно;
- 4 - сетевая помеха;
- 5 - чувствительность измерительного прибора

Влияние ЭМП на человека



Влияние ЭМП на человека

Низкочастотные магнитные поля индуцируют циркулирующие токи в организме человека. Сила этих токов зависит от интенсивности внешнего магнитного поля. Если токи достаточно сильные, они могут оказывать возбуждающее действие на нервы и мускулатуру, а также влиять на другие биологические процессы.



Допустимые уровни электрических и магнитных полей СанПиН 2.2.4.1191—03

Время пребывания (час)	Допустимые уровни МП, Н [А/м] / В [мкТл] при воздействии	
	общем	локальном
< 1	1600/2000	6 400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

3.4.2.1. Предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м.

3.4.2.2. При напряженностях в интервале больше 5 до 20 кВ/м включительно допустимое время пребывания в ЭП Т (час) рассчитывается по формуле:

$$T = (50/E) - 2, \text{ где}$$

Е - напряженность ЭП в контролируемой зоне, кВ/м;

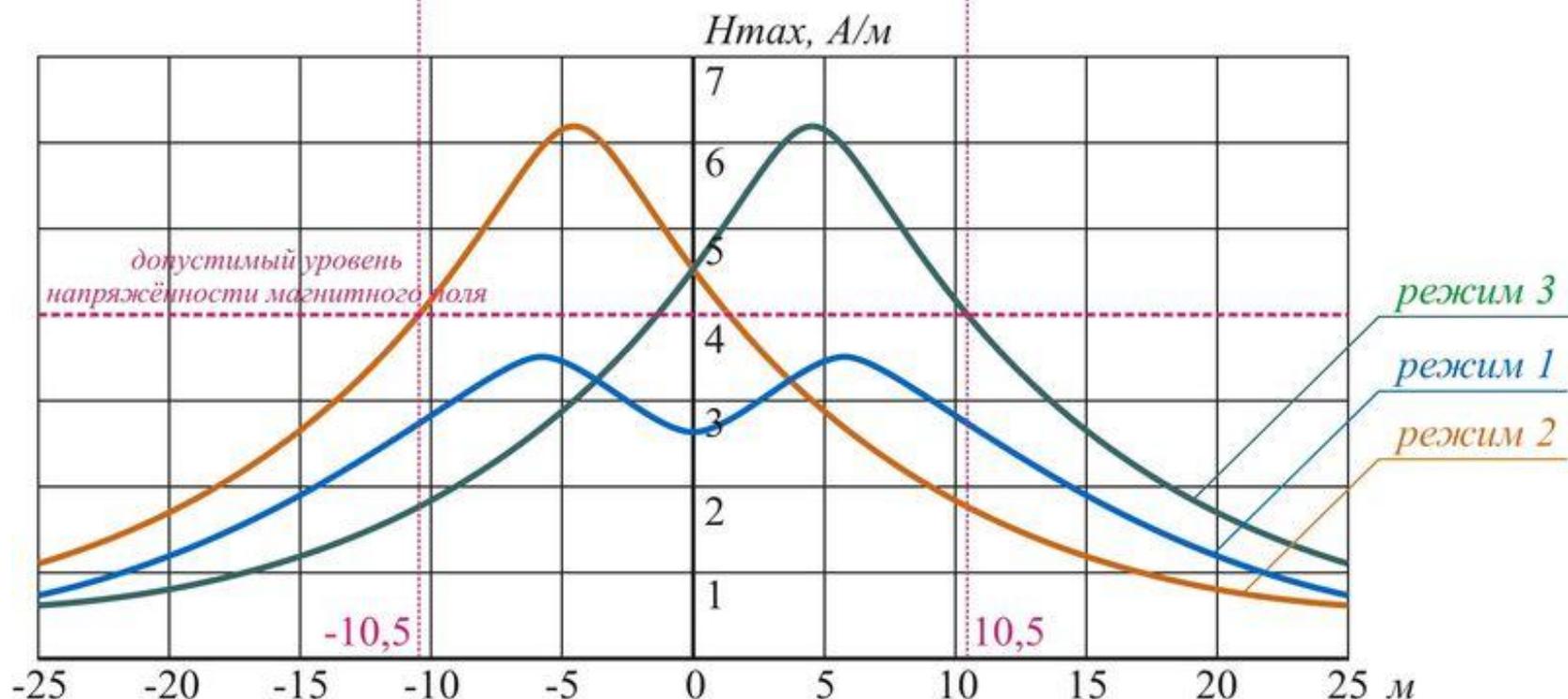
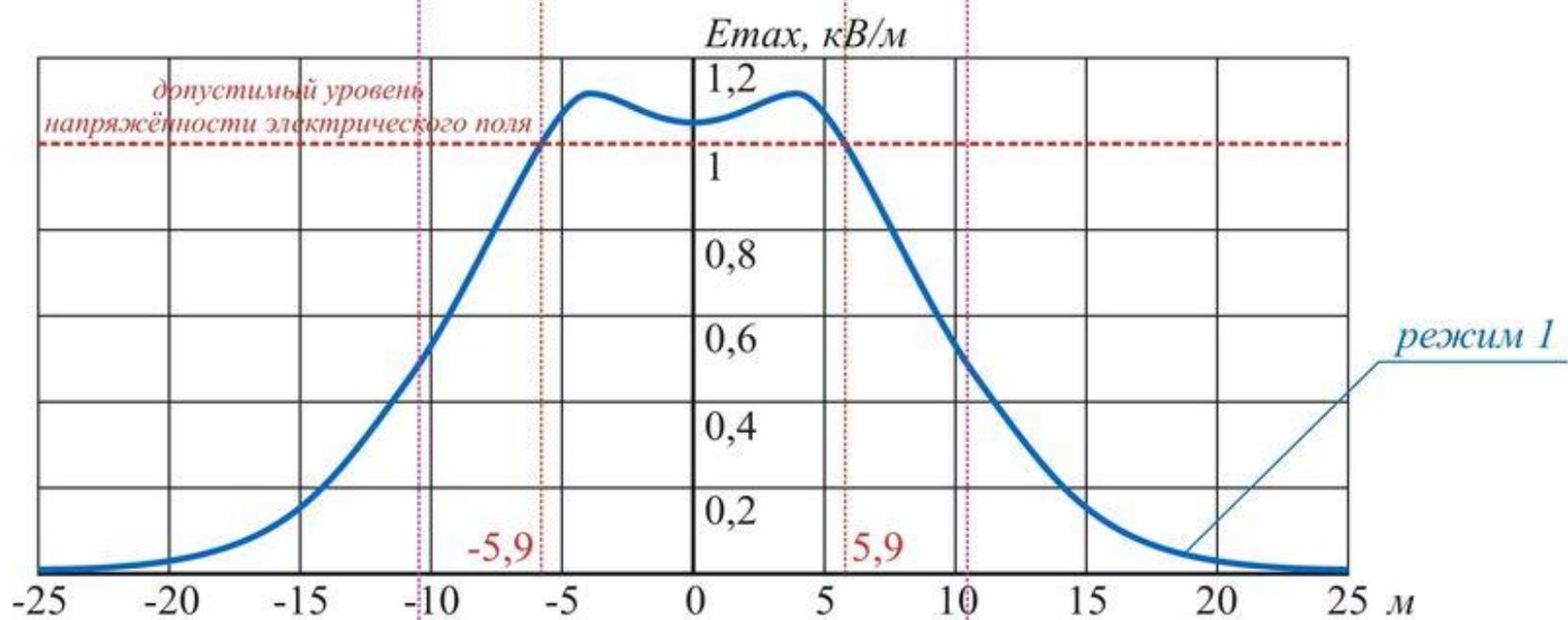
Т - допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч.

3.4.2.3. При напряженности свыше 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 мин.

3.4.2.4. Пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.

Влияние на человека низкочастотных электромагнитных полей

Выполненные для действительных условий расчеты показали, что в любой точке электромагнитного поля низкой частоты, возникающего в электроустановках, на промышленных объектах, и. т. д., поглощенная телом живого организма энергия магнитного поля примерно в 50 раз меньше поглощенной им энергии электрического поля. Вместе с теми измерениями в реальных условиях было установлено, что напряженность магнитного поля в рабочих зонах открытых распределительных устройств и воздушных линий с напряжением до 750 кВ, не превышает 25 А/м, в то время как вредное действие магнитного поля на биологический объект проявляется при напряженности, во много раз большей.



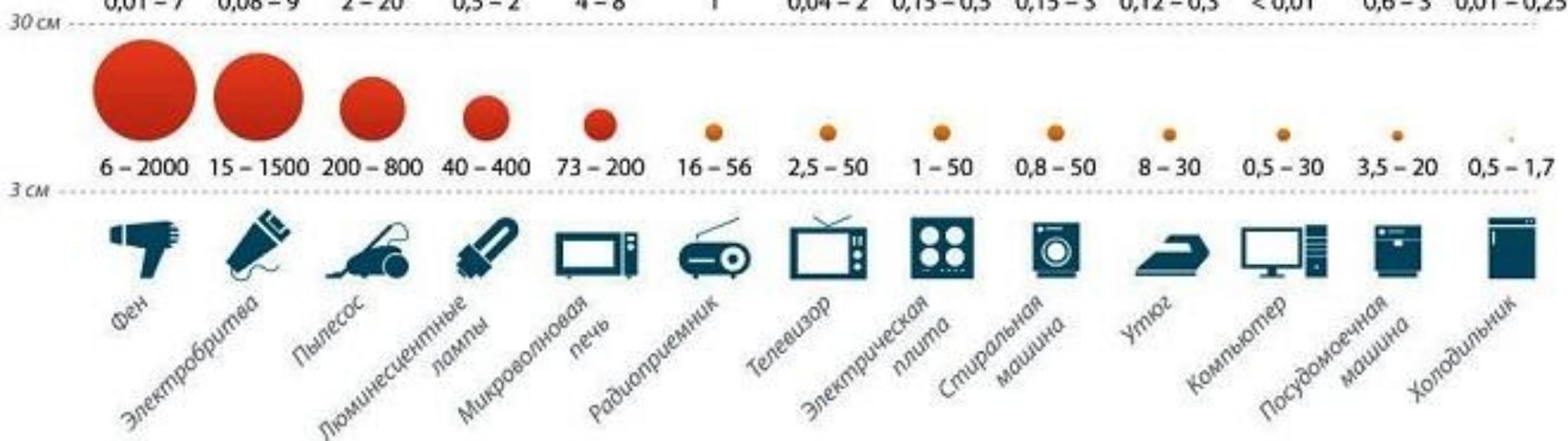
Электромагнитное излучение бытовых приборов

Диапазон характеристик электромагнитного поля

индукция (мкТл) на разных расстояниях от прибора

Тесла (Тл) — единица измерения индукции магнитного поля

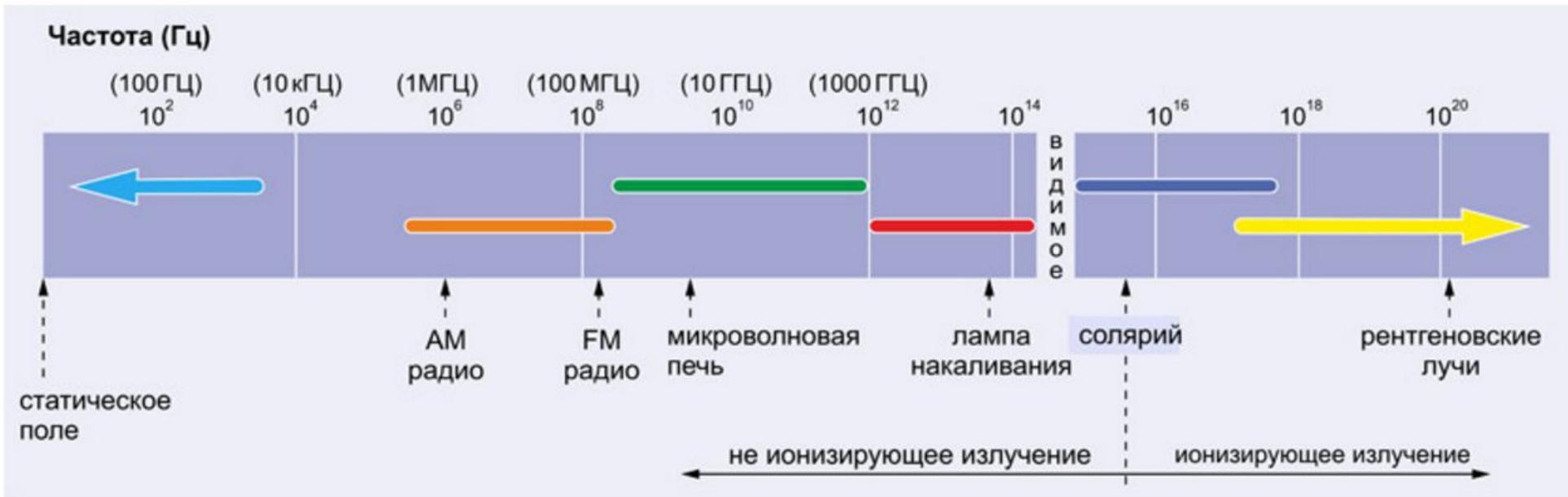
! Согласно нормам, предельно допустимый уровень магнитного поля составляет **100 мкТл** (при ежедневном 8-часовом воздействии)



До сих пор нет однозначных доказательств того, что слабое электромагнитное излучение (от бытовой техники) отрицательно влияет на организм человека

Источники: СанПиН 2.2.4.1191—03; ВОЗ (со ссылкой на Федеральную службу радиационной безопасности, Германия)

Спектр электромагнитного излучения



крайне-низкочастотное излучение

микроволны

ультрафиолетовое излучение

радиоволны

инфракрасное излучение

рентгеновские лучи

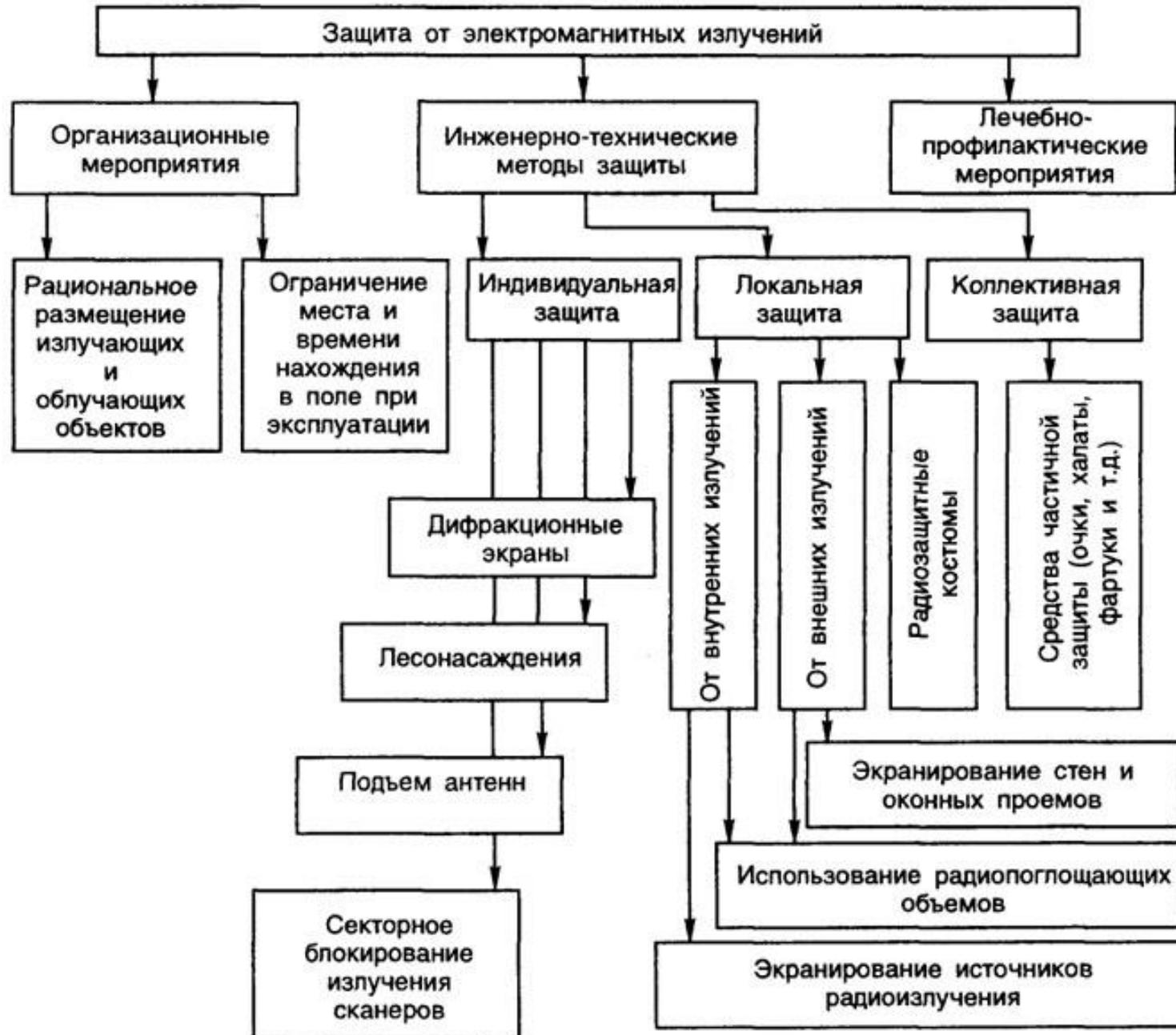
Влияние на человека высокочастотных электромагнитных полей

Интенсивность микроволн,
мВт/см²

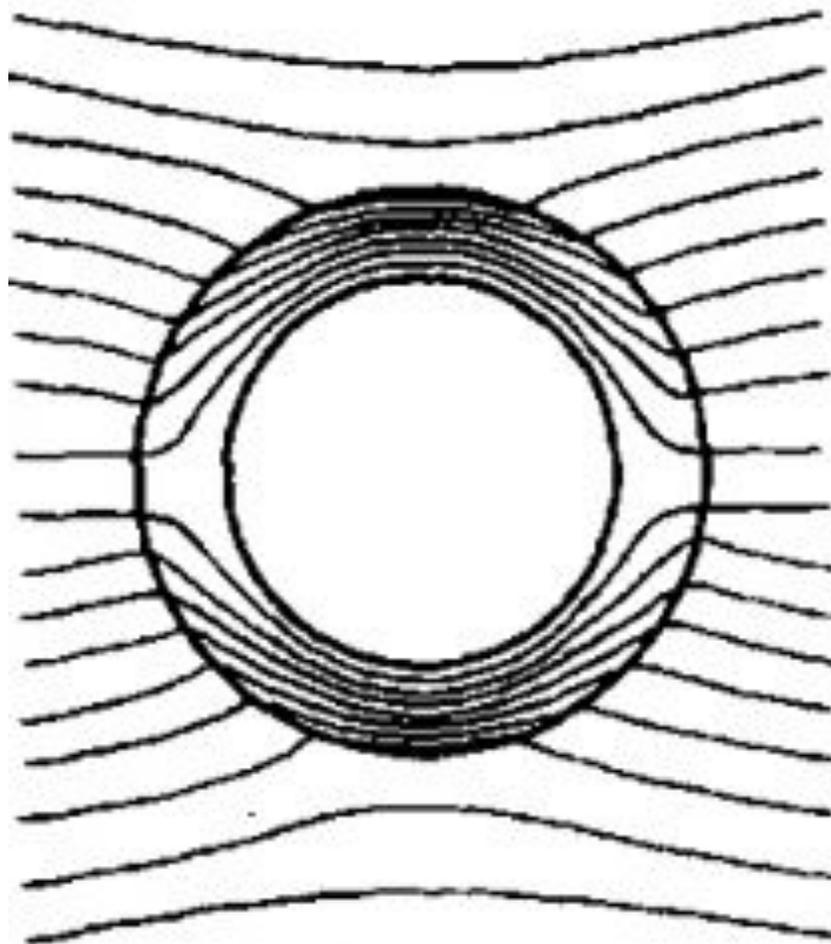
Наблюдаемые изменения

600	Болевые ощущения в период облучения*
200	Угнетение окислительно-восстановительных процессов тканей*
100	Повышение артериального давления с последующим его снижением, в случае хронического воздействия — устойчивая гипотония. Двухсторонняя катаракта.
40	Ощущение тепла. Расширение сосудов. При облучении повышение давления на 20-30 мм рт.ст.*
20	Стимуляция окислительно-восстановительных процессов тканей
10	Астенизация после 15 мин. облучения, изменение биоэлектрической активности мозга
8	Неопределенные сдвиги со стороны крови с общим временем облучения 150 ч, изменение свертываемости крови
6	Электрокардиографические изменения, изменения в рецепторном аппарате
4-5	Изменение артериального давления при многократных облучениях, непродолжительная лейкопения, эритропения
3-4	Ваготоническая реакция с симптомами брадикардия, замедление электропроводимости сердца
2-3	Выраженный характер снижения артериального давления, учащение пульса, колебания объема крови сердца
1	Снижение артериального давления, тенденция к учащению пульса, незначительные колебания объема крови сердца. Снижение офтальмотонуса при ежедневном воздействии в течение 3,5 мес.
0,4	Слуховой эффект при воздействии импульсных ЭМН

Методы защиты от электромагнитного излучения

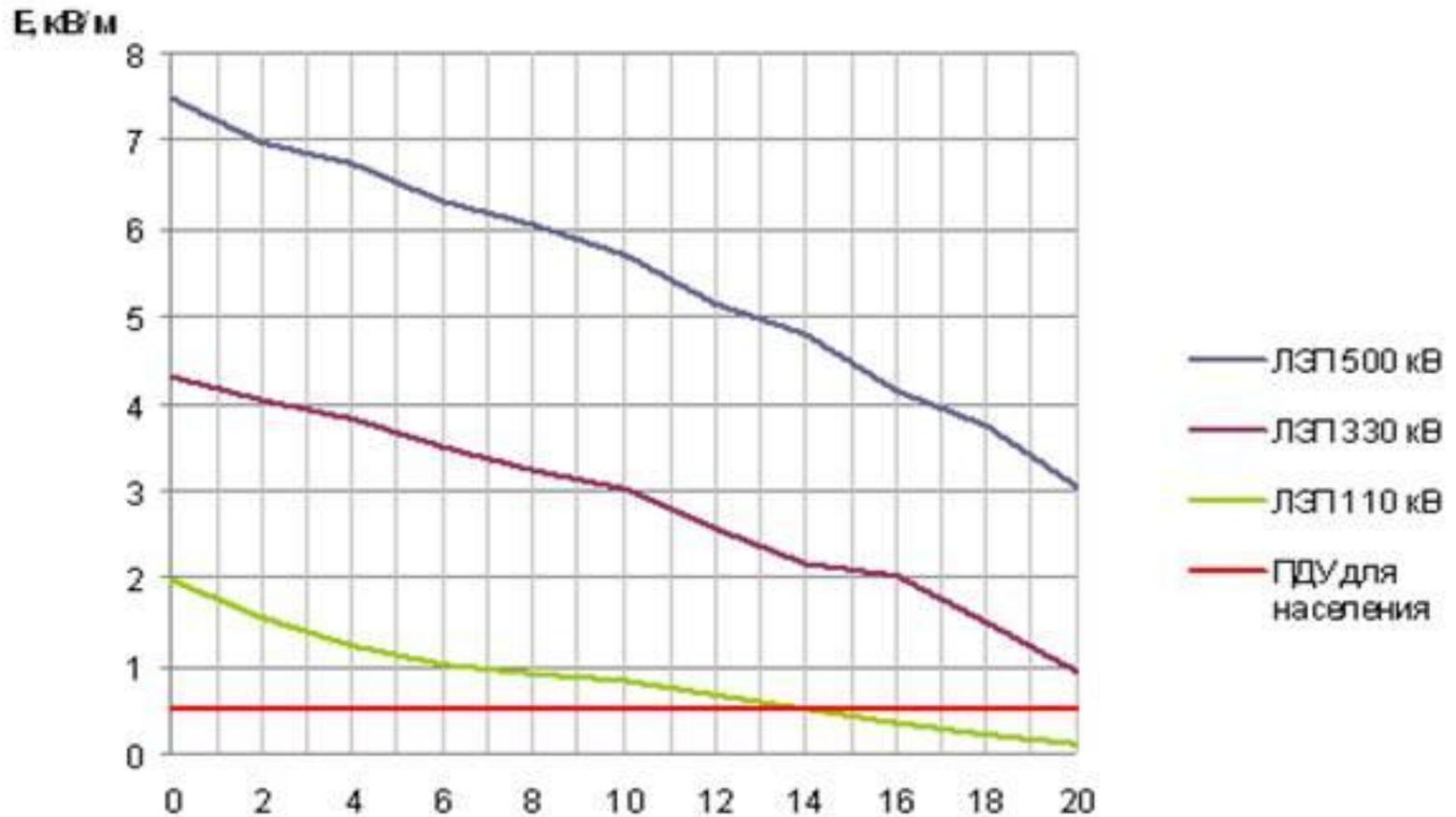


В поглощающих экранах используются специальные материалы, обеспечивающие поглощение излучения соответствующей длины волны. В зависимости от излучаемой мощности и взаимного расположения источника и рабочих мест конструктивное решение экрана может быть различным (замкнутая камера, щит, чехол, штора и т.д.).



Защита временем предусматривает ограничение времени пребывания человека в электромагнитном поле и применяется, когда нет возможности снизить интенсивность излучения до допустимых значений.

Защита расстоянием применяется в том случае, если невозможно ослабить интенсивность облучения другими мерами, в том числе и сокращением времени пребывания человека в опасной зоне. В этом случае прибегают к увеличению расстояния между излучателем и обслуживающим персоналом.



Приборы	Расстояния от приборов, см		
	3	30	100
Фены	6...2000	0,01...7	Менее 0,01...0,3
Электробритвы	15... 1500	0,08...9	Менее 0,01...0,3
Дрели	400...800	2...3,5	0,08...0,2
Пылесосы	200...800	2...20	Менее 0,13
Миксеры	60...700	0,6... 10	-
Электропроводка	0,1-100	0,01...4	0,02...0,25
Переносные обогреватели	10... 180	0,15...5	Менее 0,01
Телевизоры	2,5...50	0,04... 1,2	Менее 0,01...0,15
Стиральные машины	0,8...50	0,15...2	Менее 0,01...0,15
Электроутюги	8..30	0,12...0,3	0,01...0,025
Вентиляторы	2...30	0,03...0,4	0,01...0,35
Холодильники	0,5...1,7	0,01...0,25	Менее 0,01

Магнитное поле Земли – 35...65 мкТл.

ПДУ магнитного поля – 100 мкТл (при 8-часовом воздействии)