

A diagram illustrating magnetic field lines. It features two circular poles: a green one on the left and a red one on the right. Blue lines with arrows represent the magnetic field, curving from the green pole to the red pole. The lines are denser between the poles and become more sparse as they move away from the poles.

ФГБОУ ВО УГАТУ

Кафедра безопасности производства и
промышленной экологии

ЛЕКЦИЯ 7

**Электромагнитные
неионизирующие излучения
(промышленных и радиочастот)**

План лекции



1. Источники и характеристики электромагнитных полей (ЭМП)
2. Воздействие ЭМП на организм человека
3. Нормирование ЭМП
4. Защита от ЭМП
5. Лазерное излучение

Электромагнитное поле – особая форма существования материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами.

Данная форма материи включает:

- *электростатическое, постоянное магнитное, низкочастотное* (в том числе электрическое поле частотой 50 Гц) **поля**, а также **электромагнитное поле радиочастот**;
- *инфракрасное, ультрафиолетовое и лазерное излучение.*

Атмосферное
электричество

Естественн
ые
источники
ЭМП

Электрически
е и магнитные
поля Земли

Радиоизлучени
е Солнца и
галактик



Электромагнитный смог и его классификация

Электромагнитный смог – загрязнение среды обитания человека неионизирующими излучениями от устройств использующих, передающих и генерирующих электромагнитную энергию и возникающее из-за несовершенства техники и(или) нерационального ее применения.

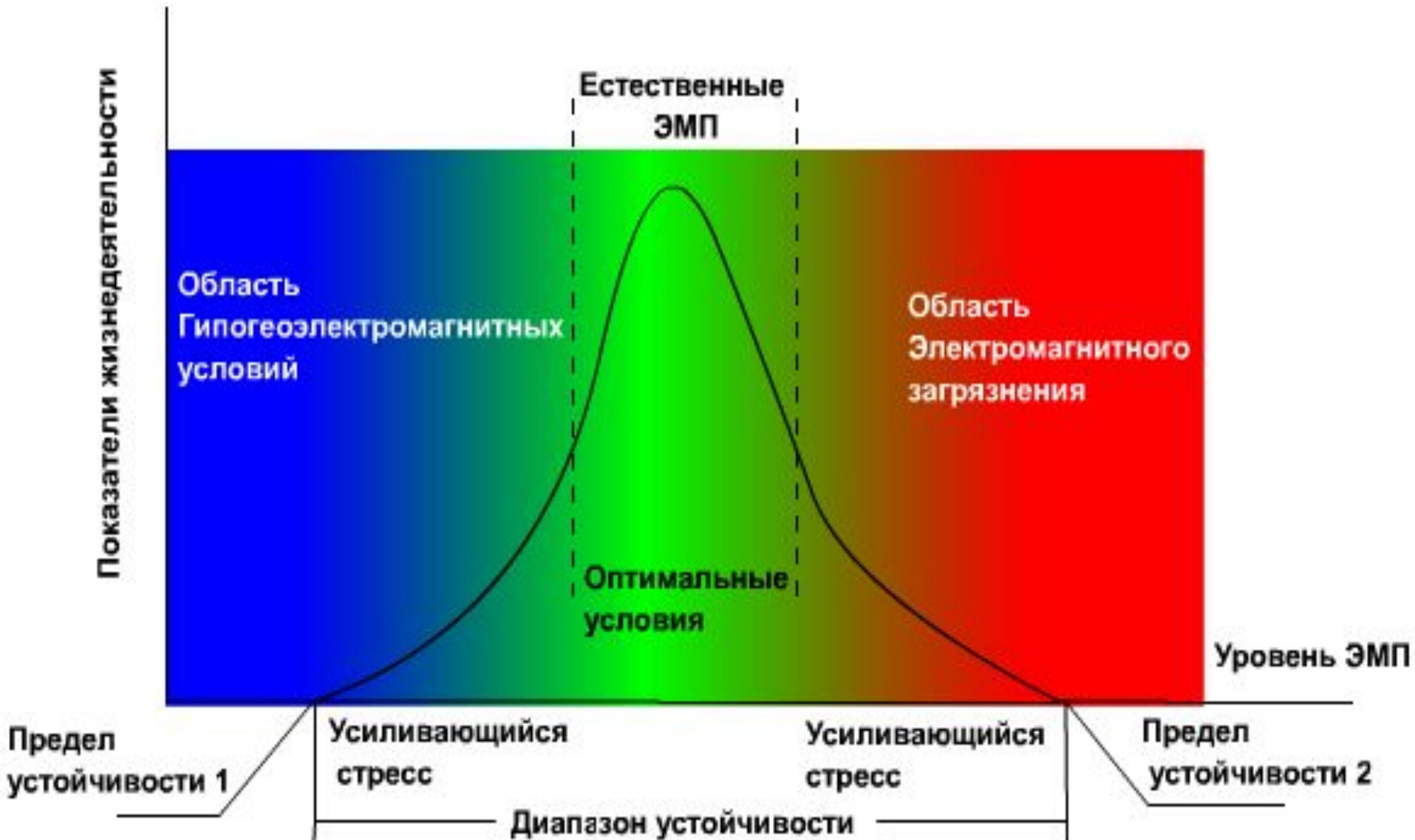
Виды электромагнитного смога:

смог открытой местности;

смог в помещениях;

смог от устройств мобильной связи.

Электромагнитные условия жизни



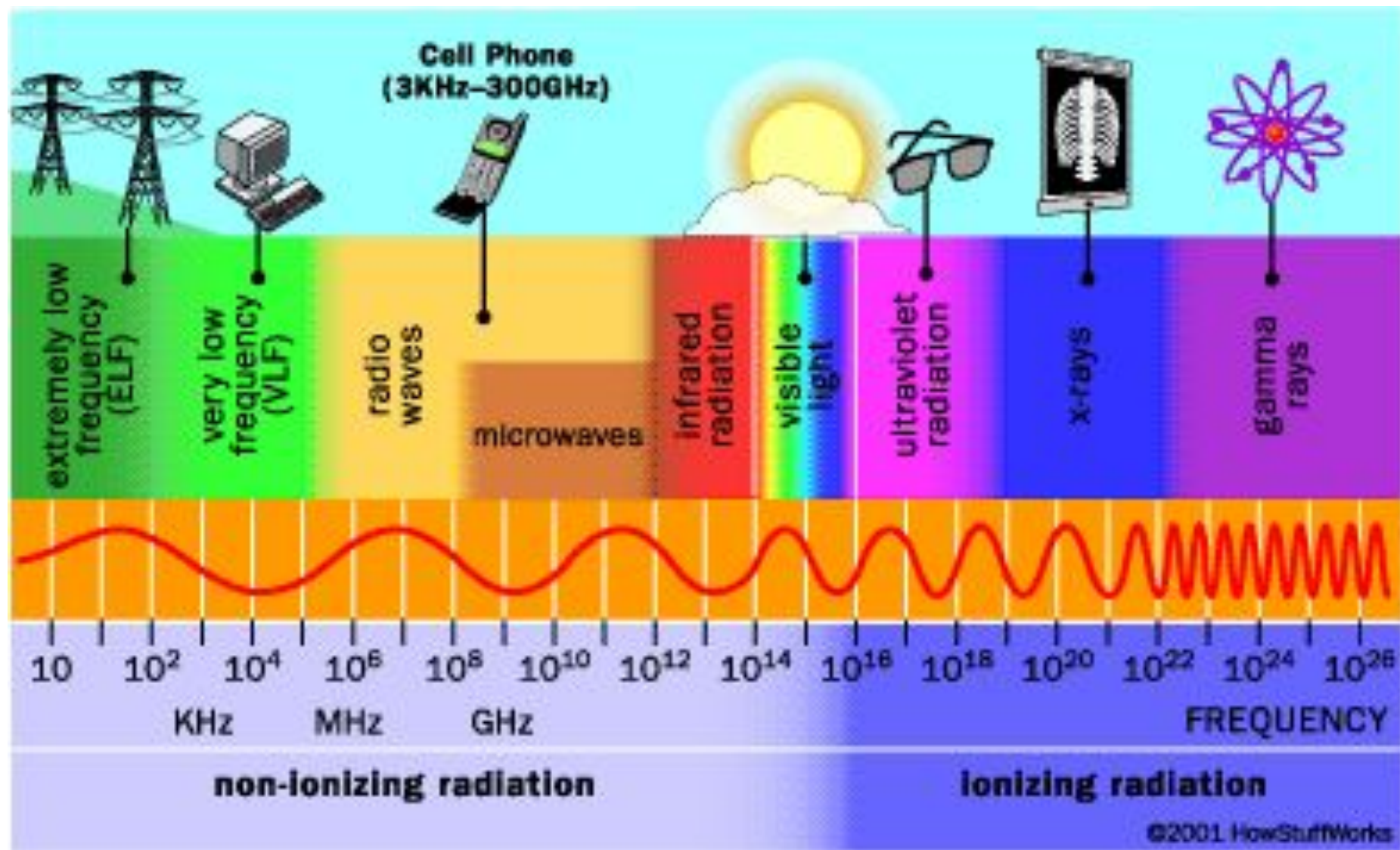
частота излучения f
(Гц)

напряженность
электрического поля
 E , В/м

Основные
параметры
ЭМП

напряженность
магнитного поля H ,
А/м

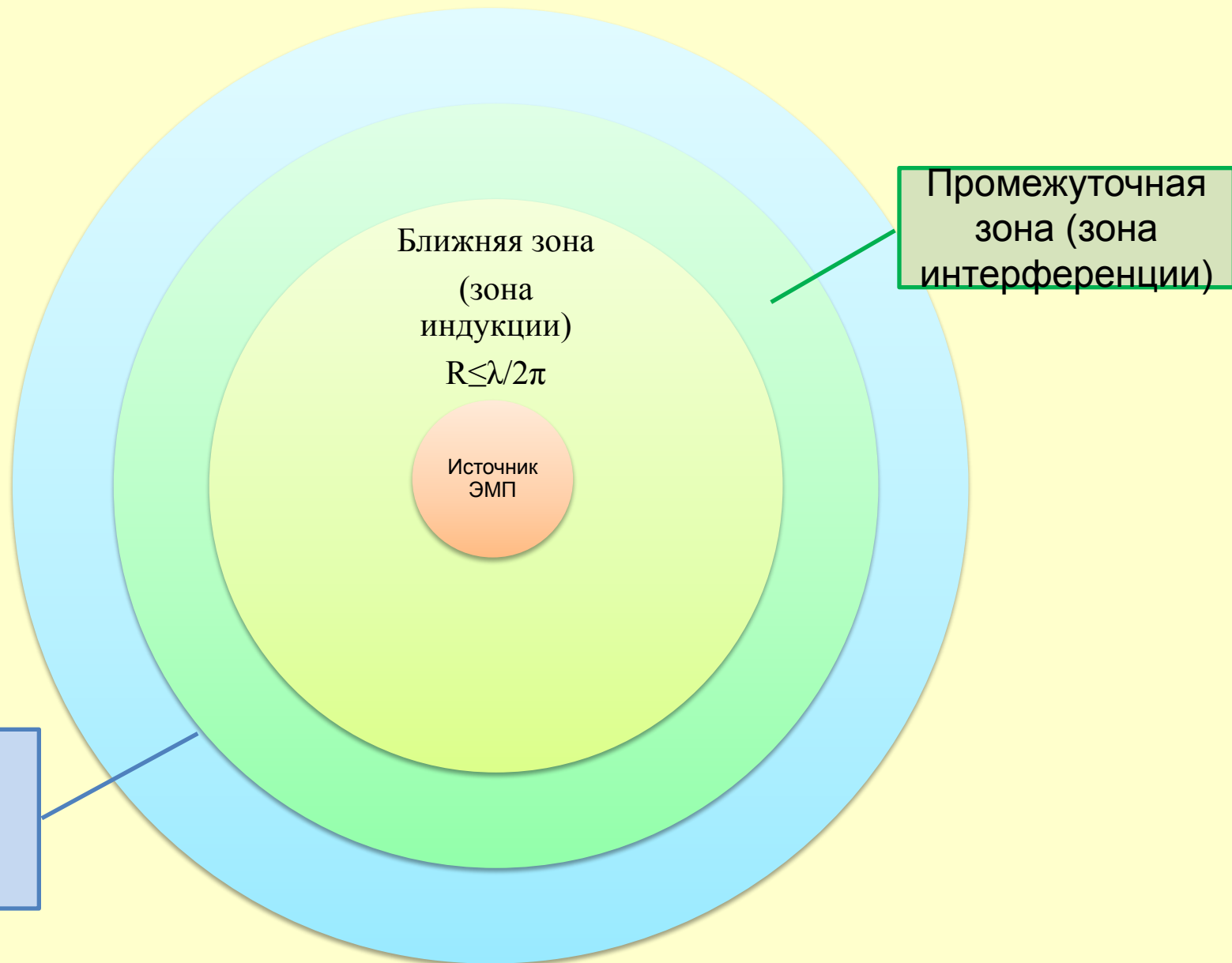
плотность потока
энергии J , Вт/м²



Диапазоны электромагнитных излучений в области радиочастот

Диапазон частот	Диапазон длин волн	Соответствующее метрическое подразделение
30-300 кГц	10^4 - 10^3 м	Километровые волны (низкие частоты-НЧ)
300-3000 кГц	10^3 - 10^2 м	Гектометровые волны (средние частоты – СЧ)
3-30 МГц	10^2 -10 м	Декаметровые волны (высокие частоты – ВЧ)
30-300 МГц	10-1 м	Метровые волны (очень высокие частоты – ОВЧ)
300-3000 МГц	1-0,1 м	Дециметровые волны (ультравысокие частоты – УВЧ)
3-30 ГГц	10-1 см	Сантиметровые волны (сверхвысокие частоты – СВЧ)
30-300 ГГц	1-0,1 см	Миллиметровые волны (крайне высокие частоты – КВЧ)

Зоны электромагнитного излучения



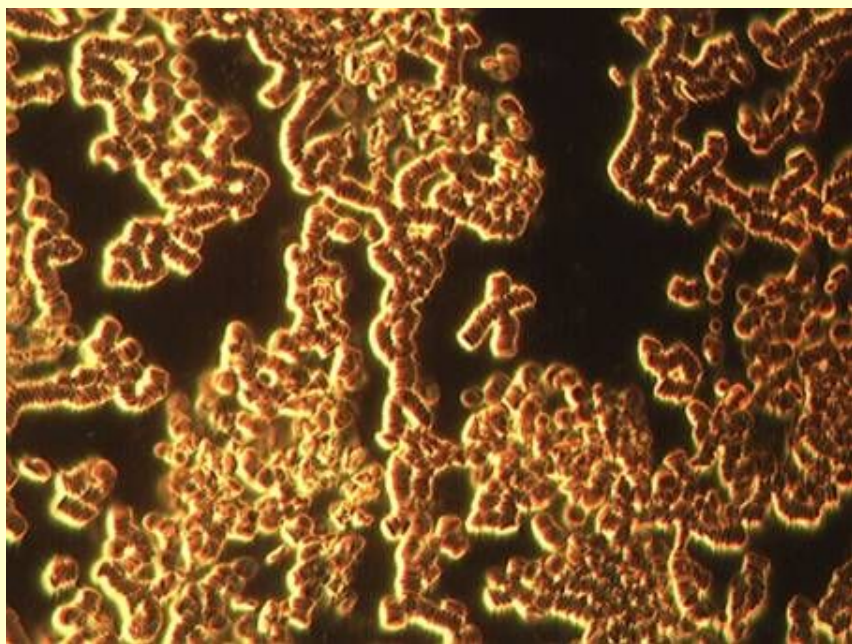
Виды воздействия неионизирующих излучений

- *Электромагнитные поля промышленной частоты* – жалобы на головную боль, расстройство сна, функциональные нарушения в цнс, изменение состава крови;
- *Электростатические поля* – механическое травмирование, вследствие рефлекторных реакций на протекающий слабый электрический ток;
- *Магнитные поля* – нарушения цнс, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, пищеварительного тракта. При локальном воздействии синюшность кожных покровов, уплотнения и ороговение кожи;

Виды воздействия неионизирующих излучений

- *ЭМИ радиочастотного диапазона* – тепловой эффект, расстройство ЦНС, изменение обменных процессов и состава крови, выпадение волос, ломкость ногтей;
- *УФИ* – ожоги глаз, острое воспаление и пигментация кожи, хронический конъюнктивит, помутнение хрусталика.

Специфическое воздействие ЭМП



**Слипание эритроцитов
крови**

• трофические
заболевания

• изменения в нервной и
сердечно-сосудистой
системах

• нарушение
репродуктивной
способности

• тератогенное
воздействие

Нормирование электромагнитных излучений

СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»

- ПДУ электростатического поля

- ПДУ постоянного магнитного поля

- ПДУ электрического и магнитного полей промышленной частоты 50 Гц (ЭП и МП ПЧ)

- ПДУ электромагнитных полей в диапазоне частот ≥ 10 кГц - 30 кГц

- ПДУ электромагнитных полей в диапазоне частот ≥ 30 кГц - 300 ГГц

(ППЭ)

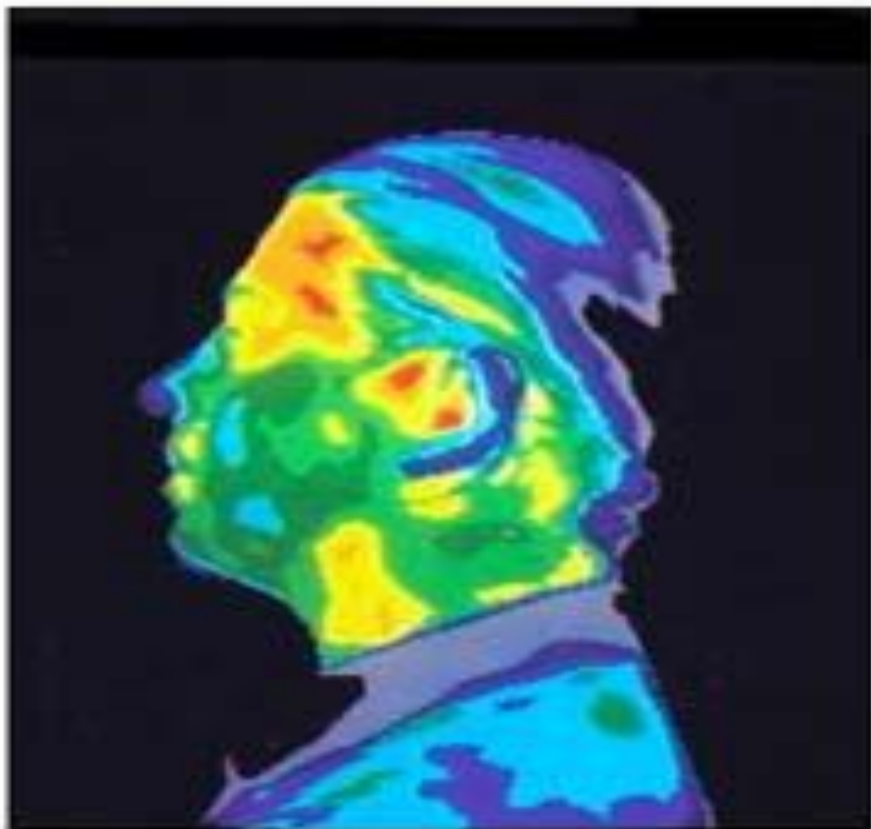
(радиочастотный диапазон)

СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона»

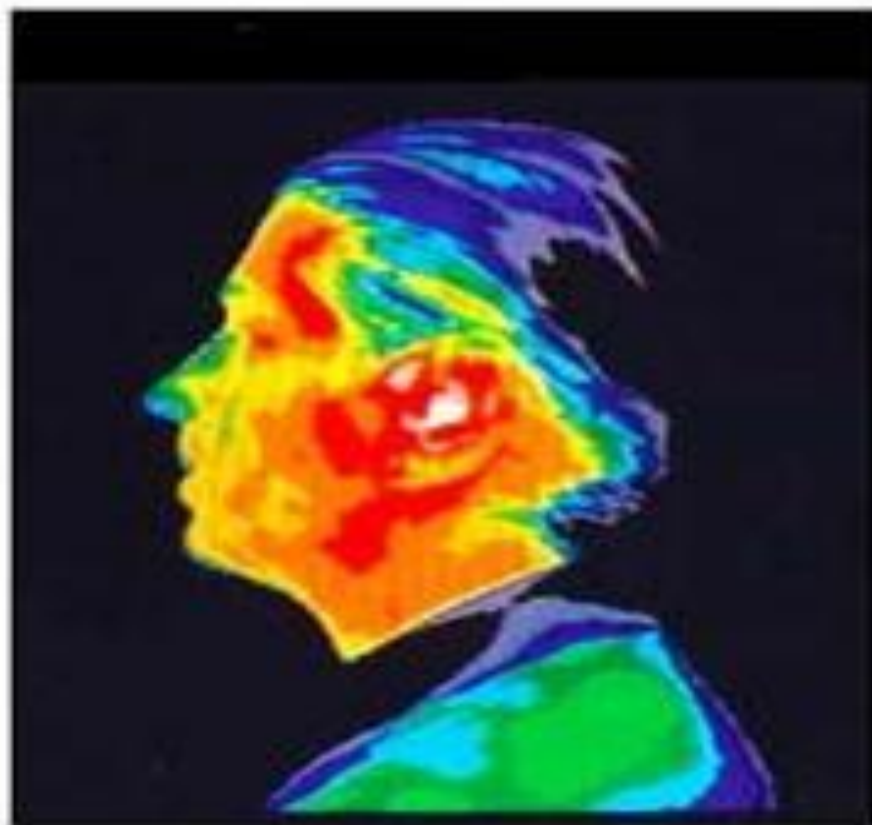
ГН 2.1.8/2.2.4.019-94 «Временные допустимые уровни воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи»

- ПДУ ППЭ сотового телефона - 100 мкВт/см^2
ПДУ ППЭ базовых станций - 10 мкВт/см^2
- SAR (удельная поглощенная мощность):
США - $1,6 \text{ Вт/кг}$ на 1 грамм ткани; Европа - 2 Вт/кг на 10 граммов ткани; Россия - Вт/см^2

Тепловое воздействие ЭМП



Thermographic Image of the head with no exposure to harmful cell phone radiation.



Thermographic Image of the head after a 15-minute phone call. Yellow and red areas indicate thermal (heating) effects that can cause negative health effects.

Электромагнитное излучение бытовых приборов

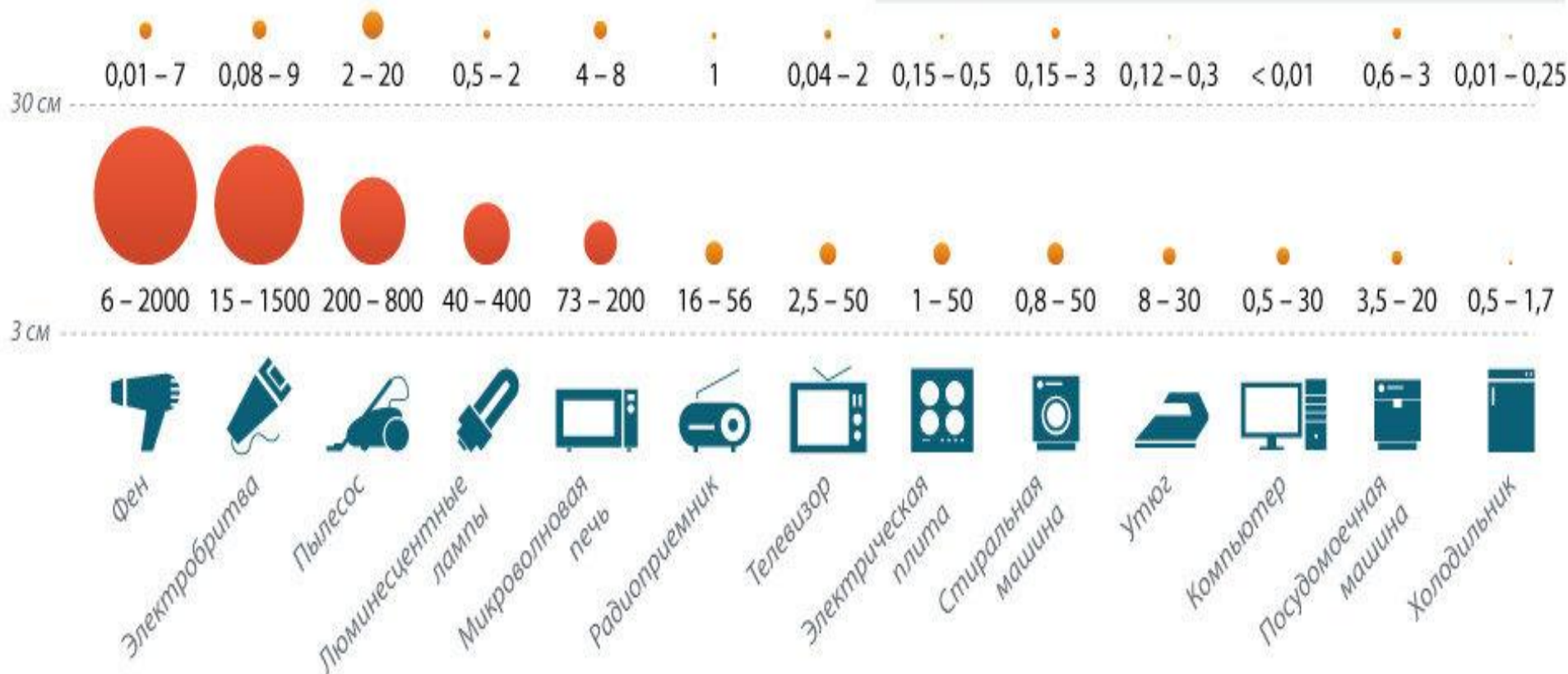
Диапазон характеристик электромагнитного поля

(индукция, мкТл)

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

ПДУ постоянного магнитного поля

Время воздей- ствия за ра- бочий день, минуты	Условия воздействия			
	Общее		Локальное	
	ПДУ напря- женности, кА/м	ПДУ магнит- ной индук- ции, мТл	ПДУ напря- женности, кА/м	ПДУ магнит- ной индук- ции, мТл
0 - 10	24	30	40	50
11 - 60	16	20	24	30
61 - 480	8	10	12	15

Предельно допустимые уровни электромагнитного поля частотой 50 Гц

- $E_{\text{пду}} = 5 \text{ кВ/м}$ на рабочем месте в течение всей смены.
- При $5 < E_{\text{пду}} \leq 20 \text{ кВ/м}$ допустимое время пребывания T (час) рассчитывается по формуле:

$$T = (50 / E) - 2$$

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

- При $20 < E_{\text{пду}} \leq 25 \text{ кВ/м}$ допустимое время пребывания составляет 10 мин.
- Пребывание в ЭП с напряженностью **более 25 кВ/м** без применения средств защиты не

Предельно допустимые уровни электромагнитного поля частотой 50 Гц

- Время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП ($T_{пр}$) вычисляют по формуле:

$$T_{пр} = 8 * (tE_1 / TE_1 + tE_2 / TE_2 + \dots + tEn / TEn),$$

где $T_{пр}$ - приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребыванию в ЭП нижней границы нормируемой напряженности;

$tE_1, tE_2, \dots tEn$ - время пребывания в контролируемых зонах с напряженностью $E_1, E_2, \dots En, \text{ ч}$;

$TE_1, TE_2, \dots TEn$ - допустимое время пребывания для соответствующих контролируемых зон.

Приведенное время не должно превышать 8 ч.

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей диапазона частот $\geq 10 - 30$ кГц

При воздействии в течение всей смены

$$E_{\text{пду}} = 500 \text{ В/м}$$

$$H_{\text{пду}} = 50 \text{ А/м}$$

При продолжительности воздействия до 2-х
часов за смену

$$E_{\text{пду}} = 1000 \text{ В/м}$$

$$H_{\text{пду}} = 100 \text{ А/м}$$

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей диапазона частот

≥ 30 кГц - 300 ГГц

Энергетическая экспозиция в диапазоне частот ≥ 30 кГц - 300 МГц рассчитывается по формулам:

$$\text{ЭЭ}_E = E^2 * T, \left(\frac{B}{M}\right)^2 * \text{ч}$$

Для магнитного поля аналогично.

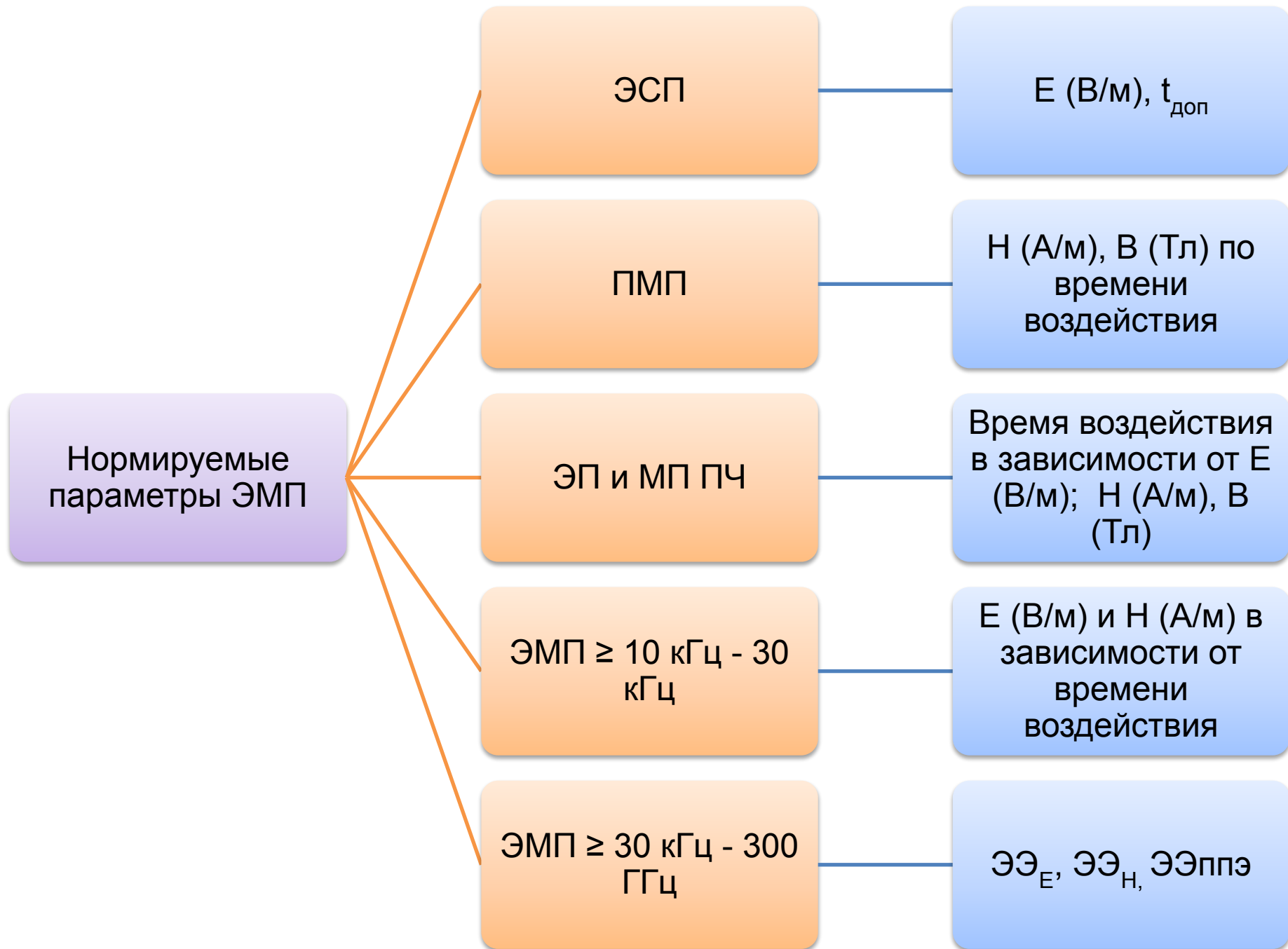
Энергетическая экспозиция в диапазоне частот ≥ 300 МГц - 300 ГГц рассчитывается по формуле:

$$\text{ЭЭппэ} = \text{ППЭ} \times T, (\text{Вт}/\text{м}^2) * \text{ч}, (\text{мкВт}/\text{см}^2) * \text{ч},$$

где ППЭ - плотность потока энергии ($\text{Вт}/\text{м}^2$, $\text{мкВт}/\text{см}^2$).

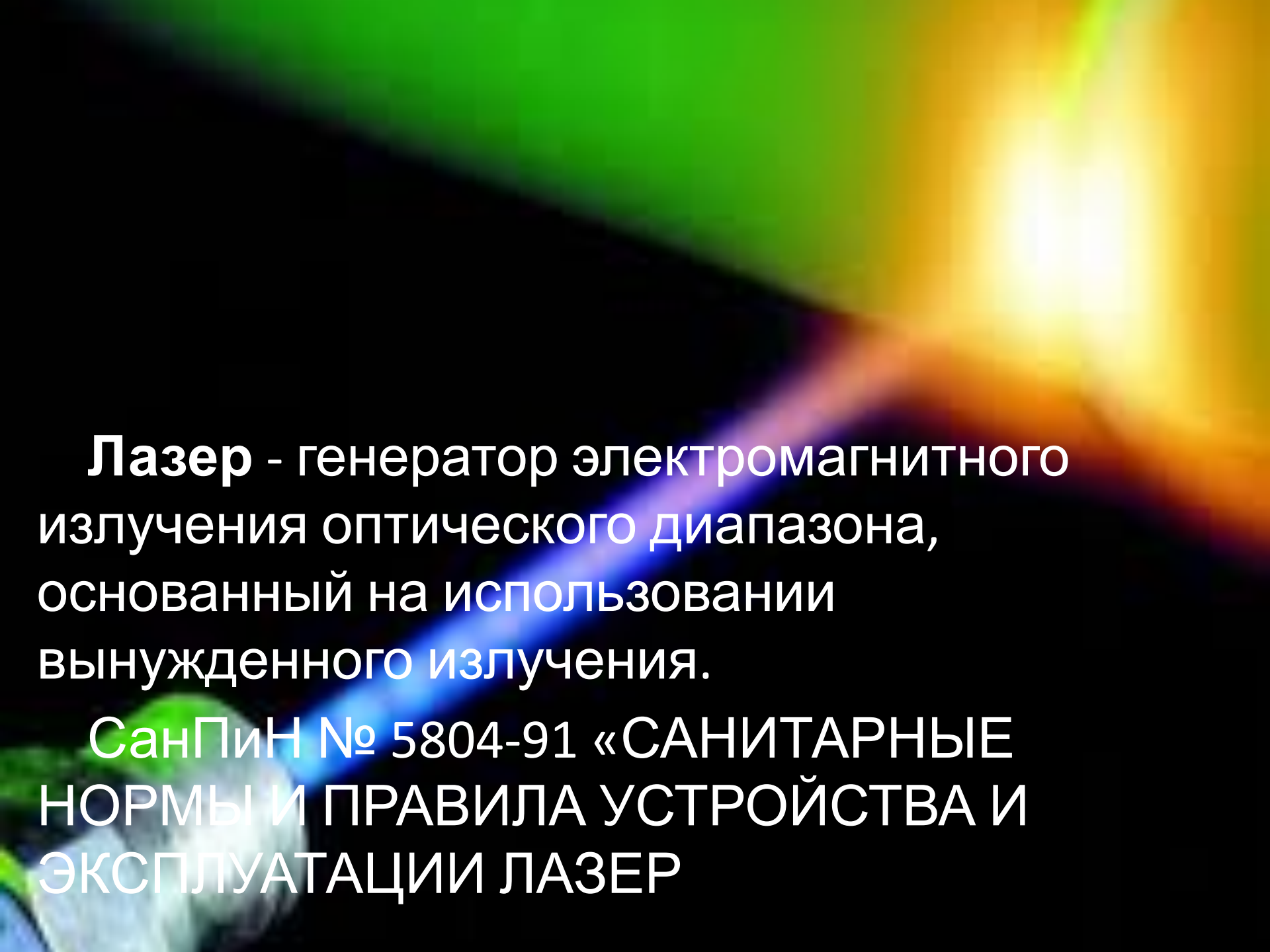
Предельно допустимые уровни ЭМП диапазона частот 30 кГц - 300 ГГц для населения

Диапазон частот	30-300 кГц	0,3-3 МГц	3-30 МГц	30-300 МГц	0,3-300 ГГц
Нормируемый параметр	Напряженность эл.поля, В/м				ППЭ, мкВт/см ²
ПДУ	25	15	10	3	10



Методы защиты от переменных ЭМИ и ЭМП

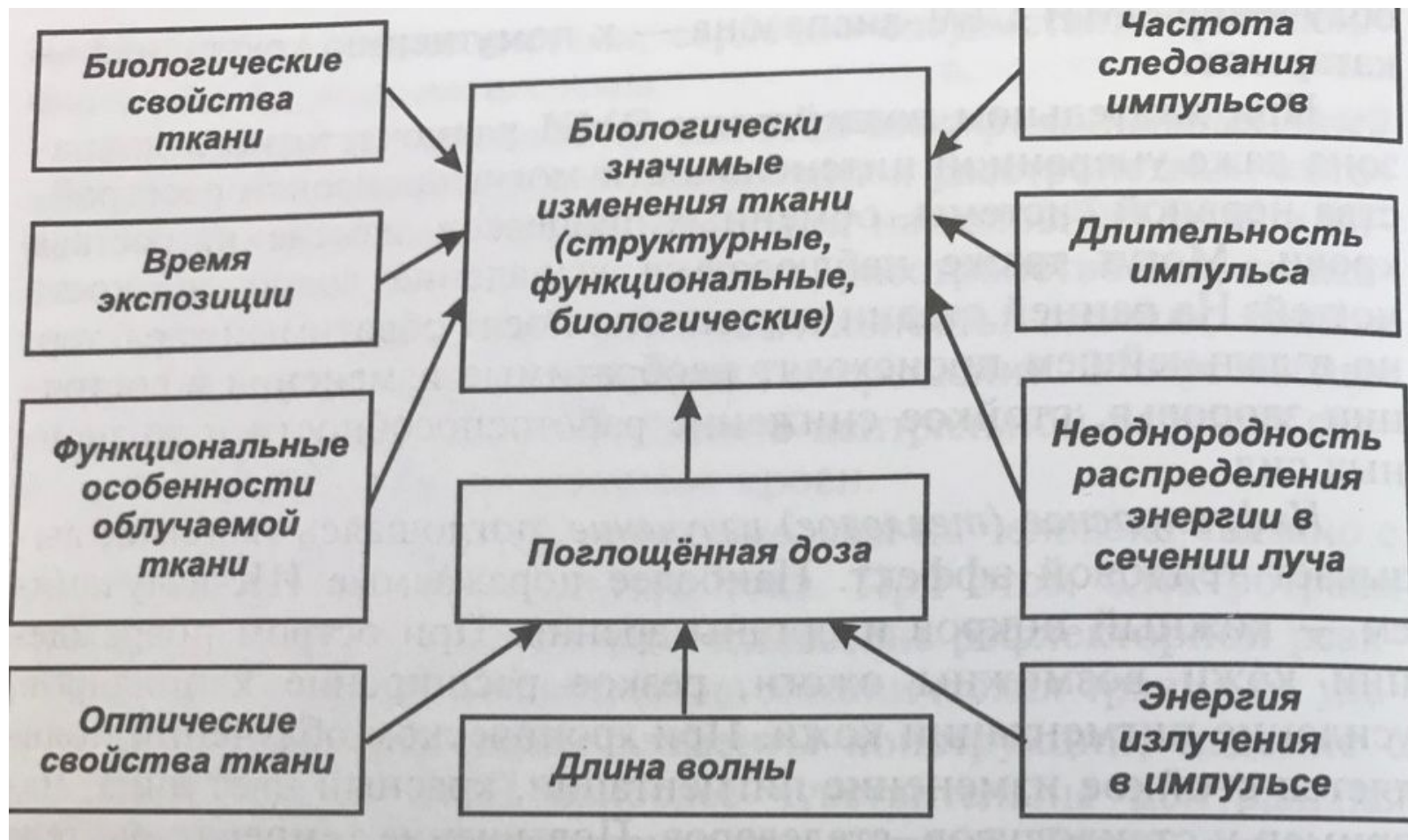
1. Уменьшение мощности излучателя
2. Применение поглотителей мощности излучения
3. Увеличение расстояния
4. Уменьшение времени пребывания в зоне
5. Подъем излучателей
6. Секторное блокирование излучения
7. Экранирование
8. Использование СИЗ



Лазер - генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного излучения.

СанПиН № 5804-91 «САНИТАРНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛАЗЕР

Факторы, определяющие биологическое действие лазерного излучения



Классы опасности лазеров

<i>Класс опасности</i>	<i>Область проявления опасности</i>
1 класс - безопасные	Выходное излучение не опасно для глаз и кожи
2 класс - малоопасные	Выходное излучение опасно для глаз прямым и зеркально отраженным излучением
3 класс - опасные	Опасно для глаз прямое, зеркальное и диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности, для кожи прямое и зеркально отраженное облучение

Классы опасности лазеров

<i>Класс опасности</i>	<i>Область проявления опасности</i>
4 класс - высокоопасные	Опасно для кожи диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Нормирование лазерного излучения

СанПиН 5804-91 Правила устройства и эксплуатации лазеров

- Устанавливают *ПДУ лазерного излучения для однократного и хронического воздействия экспозиции H и облученности E* для диапазонов:
 - 180 – 300 нм;
 - 300 – 1400 нм;
 - 1400 – 10 000 нм.
- Нормируется *энергия излучения W , мощность излучения P* .