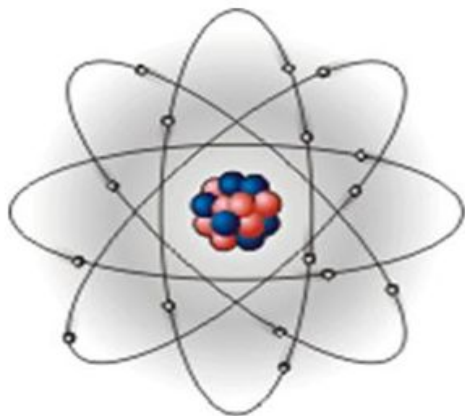
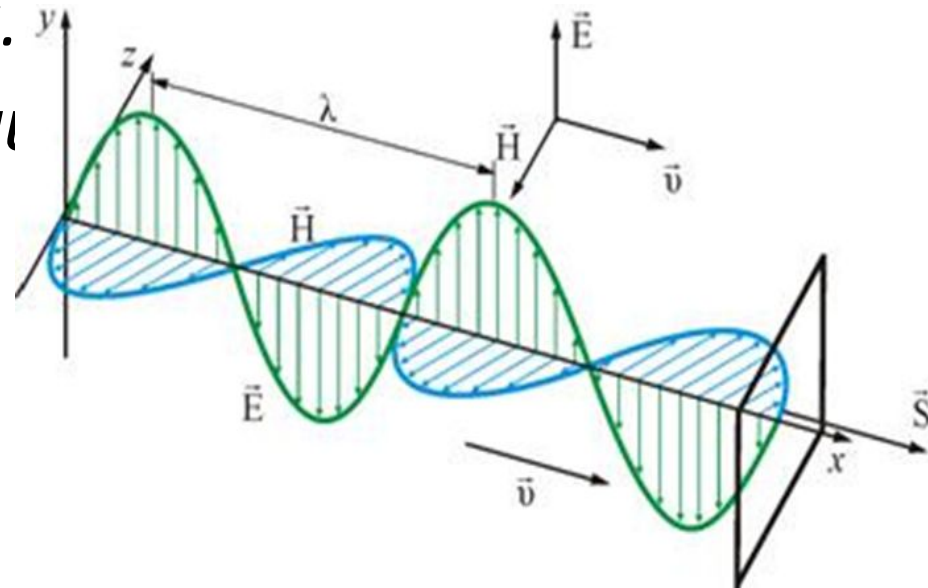


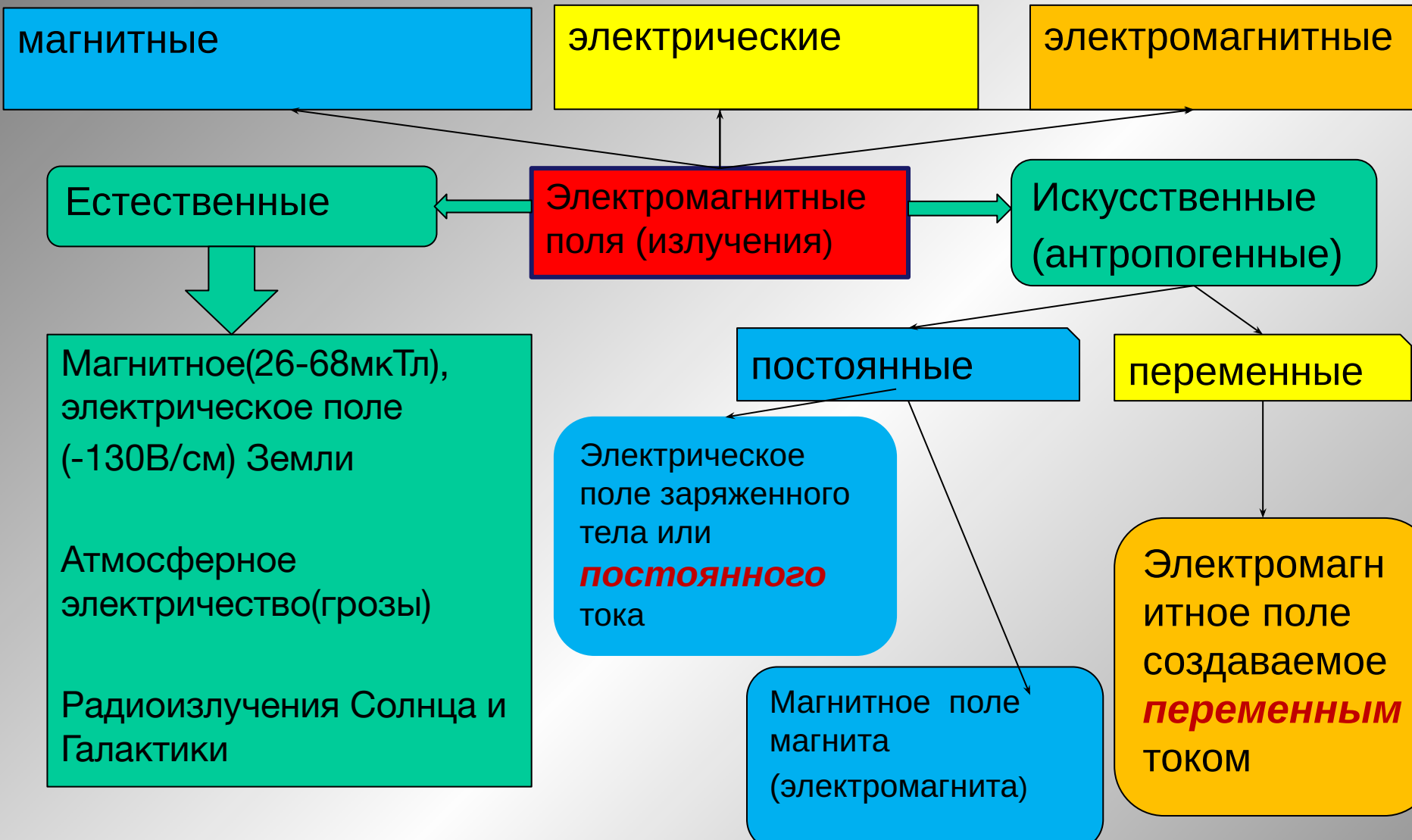
# Лекция Электромагнитные излучения

- 1. Природа электромагнитного поля (излучения).
- 2. Энергия электромагнитной волны (поля)
- 3. Действие излучений вызывает 4. Измерение излучений.



излучен





## Виды излучений

ЭМП неподвижных или равномерно движущихся заряженных частиц неразрывно связано с этими частицами .  
*При ускоренном движении заряженных частиц ЭМП «отрывается» от них и существует независимо в форме электромагнитных волн, не исчезая с устранением источника*

# Естественный фон электромагнитного излучения



# ФИЗИЧЕСКИЕ

*По источникам воздействия (ОПАСНЫЕ)*

ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЕ НЕ ПОДВИЖНЫЕ (ПОДНЯТЫЕ НАПРЯЖЕННЫЕ, НЕ УСТОЙЧИВЫЕ) И

ДВИЖУЩИЕСЯ ПРЕДМЕТЫ МЕХАНИЗМЫ МАШИНЫ

ОСТРЫЕ КРОМКИ, ЗАУСЕНЦЫ, ШЕРОХОВАТОСТИ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

ВЫСОТА (ПАДЕНИЯ) (СКОЛЬЗКИЕ ПОВЕРХНОСТИ)

ГОРЯЧЕЕ ХОЛОДНОЕ (ОБОРУДОВАНИЕ, СЫРЬЕ)

ЯДОВИТЫЕ АГРЕССИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА

НЕВЕСОМОСТЬ, ПЕРЕГРУЗКА

*По источникам воздействия (ВРЕДНЫЕ)*

ВОЗДУШНАЯ СРЕДА

СВЕТ

ШУМ, ВИБРАЦИЯ

ИЗЛУЧЕНИЯ

*Измеряемые (показатели)*

- ЗАПЫЛЕННОСТЬ
- ЗАГАЗОВАННОСТЬ
- ТЕМПЕРАТУРА
- ВЛАЖНОСТЬ
- СКОРОСТЬ

- ОСВЕЩЕННОСТЬ  
*(естественная, искусственная)*
- ПУЛЬСАЦИЯ
- БЛЕСТКОСТЬ
- ЯРКОСТЬ
- КОНТРАСТНОСТЬ

- УРОВНИ:
- ШУМА
  - ИНФРАЗВУКА
  - УЛЬТРАЗВУКА
  - ВИБРАЦИИ

- ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ
- ИОНИЗИРУЮЩЕЕ
- ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ
- МАГНИТНОЕ ПОЛЕ
- СТАТИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

# Шкала электромагнитных волн



# Шкала электромагнитных волн.

Длина

волны, м

$10^4$

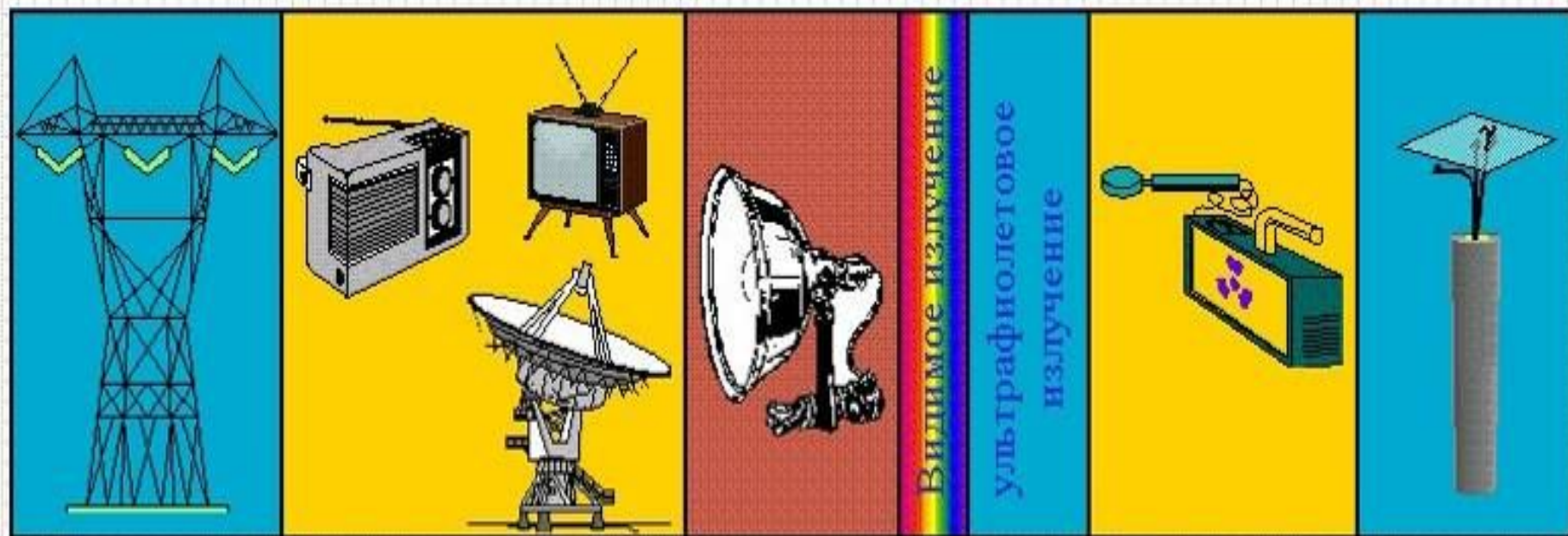
$10^{-4}$

$10^{-6}$

$10^{-7}$

$10^{-11}$

$10^{-13}$



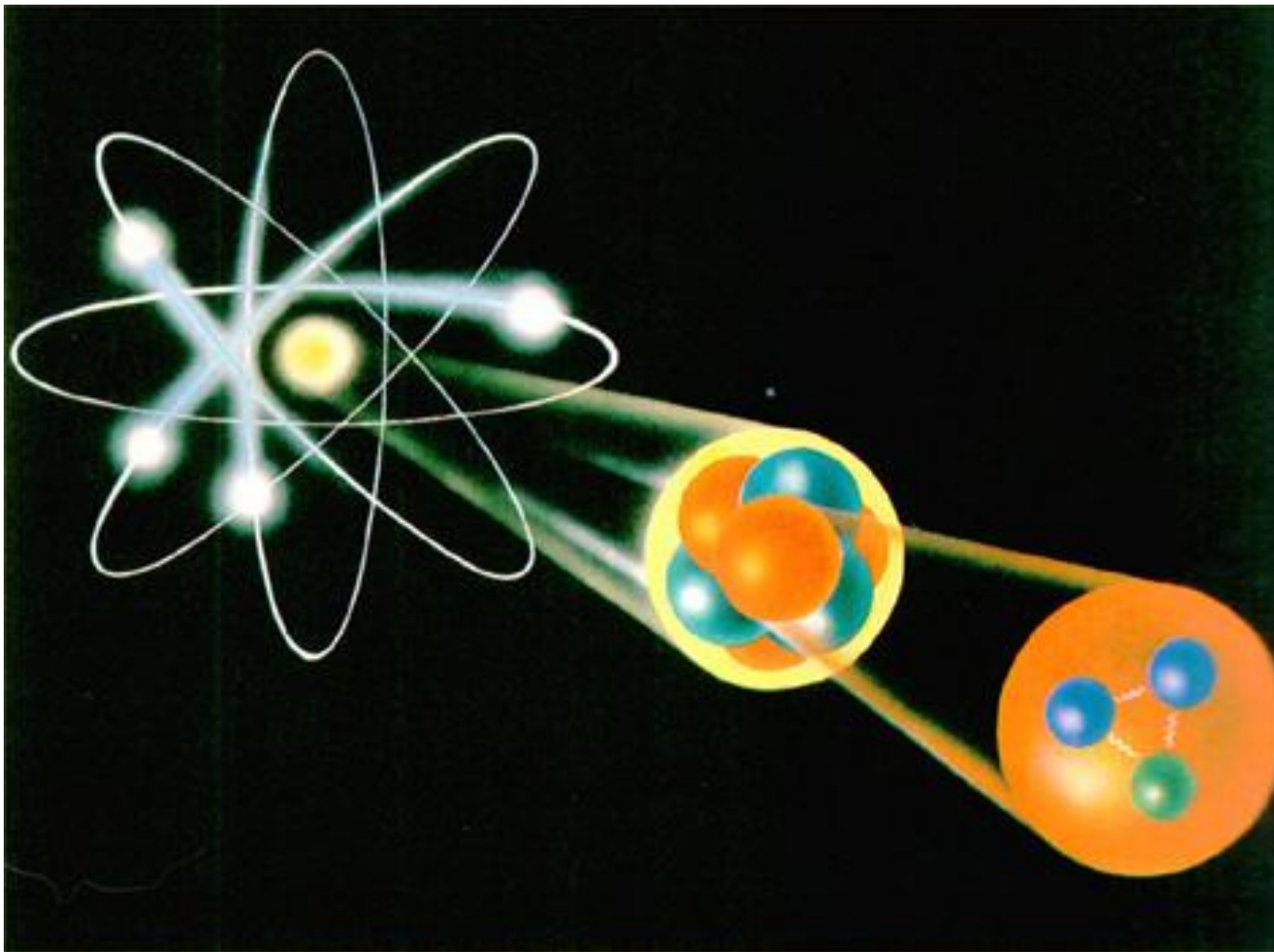
Низкочастотные  
колебания

радиоволны

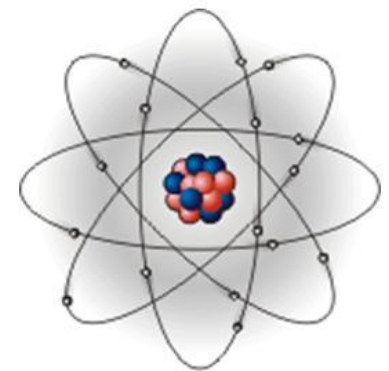
инфракрасное  
излучение

Рентгеновское  
излучение

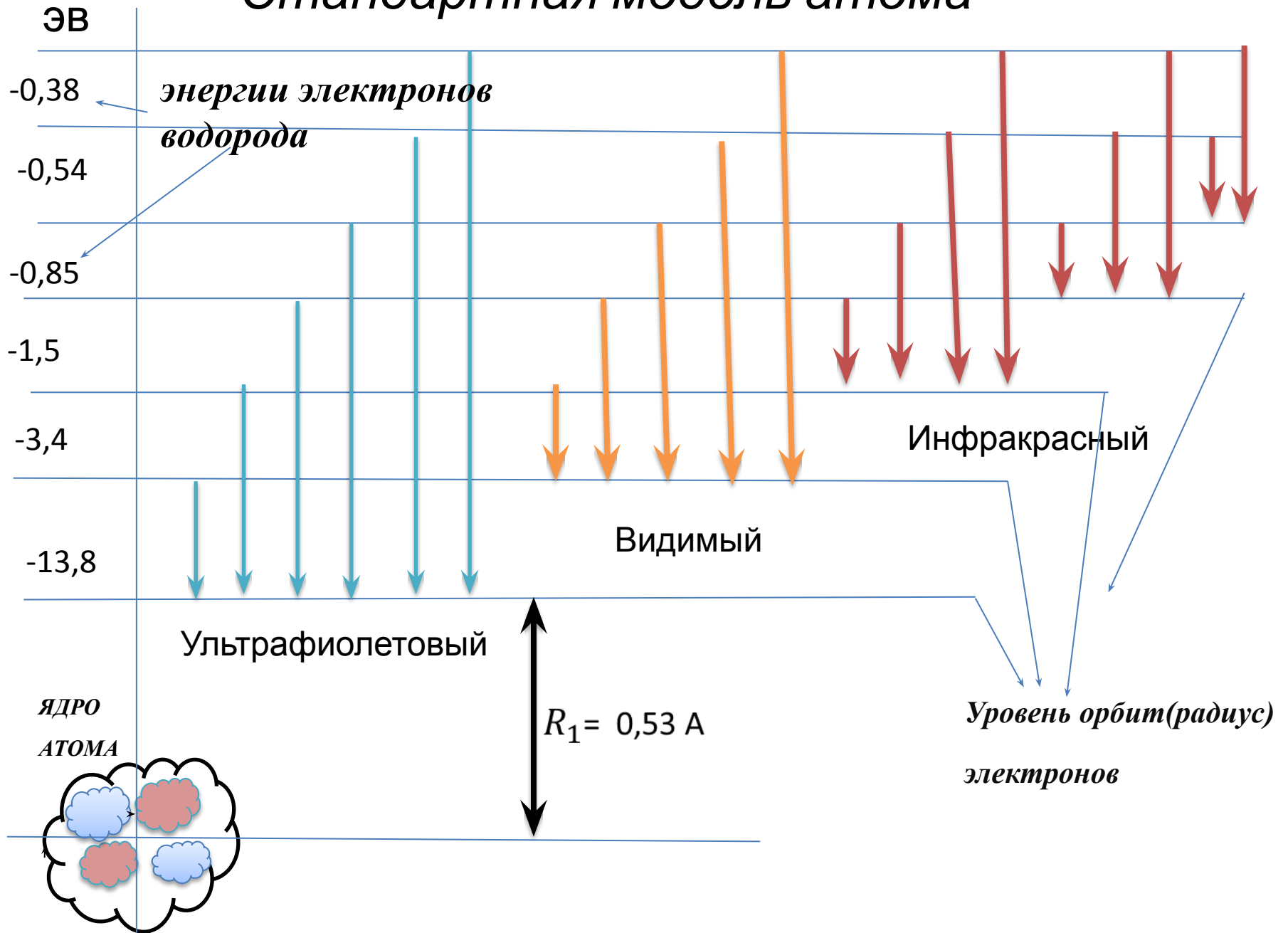
Гамма  
излучение



**Планетарная модель атома**

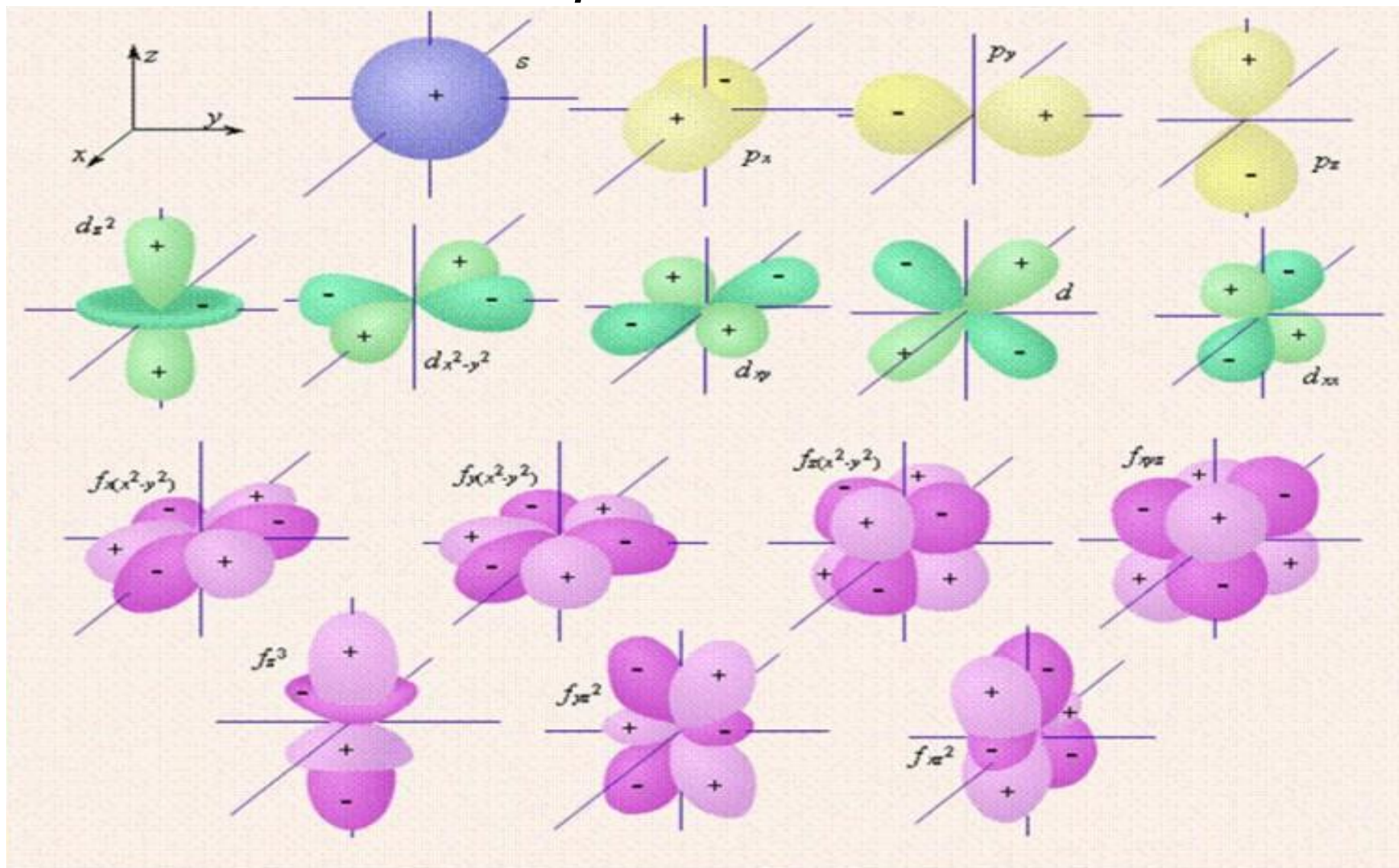


# Стандартная модель атома





# Изображение граничных поверхностей орбиталей



# Энергия электромагнитного излучения (Квантовая электродинамика)

Радиус орбитали электрона

$$R_{nz} = R_1 n^2 / z$$

$n=1,2,3\dots$  — главное квантовое число,

$R_1 = 53\text{пм}$  — радиус первой орбитали,

$Z$  — число протонов в ядре.

Энергия электрона на любой орбитали

$$E_n (E_1 \text{ или } E_2 \text{ и т. д.}) = -R_p \left(\frac{z}{n}\right)^2$$

$$???? E_n = -R_p \left[\frac{Z^2}{n^2}\right]$$

$R_p = 13,6 \text{ эВ}$  — постоянная Ридберга (знак минус т.к. ядро притягивает электрон)

• • Основным источником электромагнитных волн и материальным носителем энергии является электрон атома — стабильная, элементарная, фундаментальная частица имеющая:

- массу ( $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ );
- заряд ( $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ );
- срок жизни  $4,6 \cdot 10^{26} \text{ лет}$ .

• Электрон-вольт — энергия, получаемая электроном при его разгоне электрическим полем в один вольт ( $1\text{эВ} = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}$ ).

# Энергия фотона

- **Энергия фотона (квант энергии)**

$$E_2 - E_1 = fh = ch/\lambda - [\text{Дж}]$$

$f$  — частота, Гц

$h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж · с — постоянная Планка

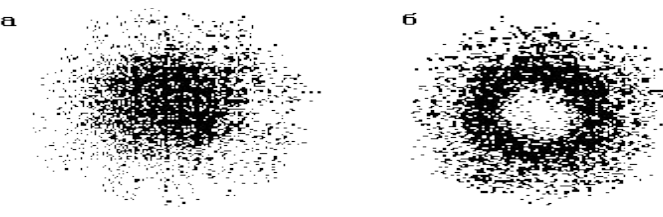
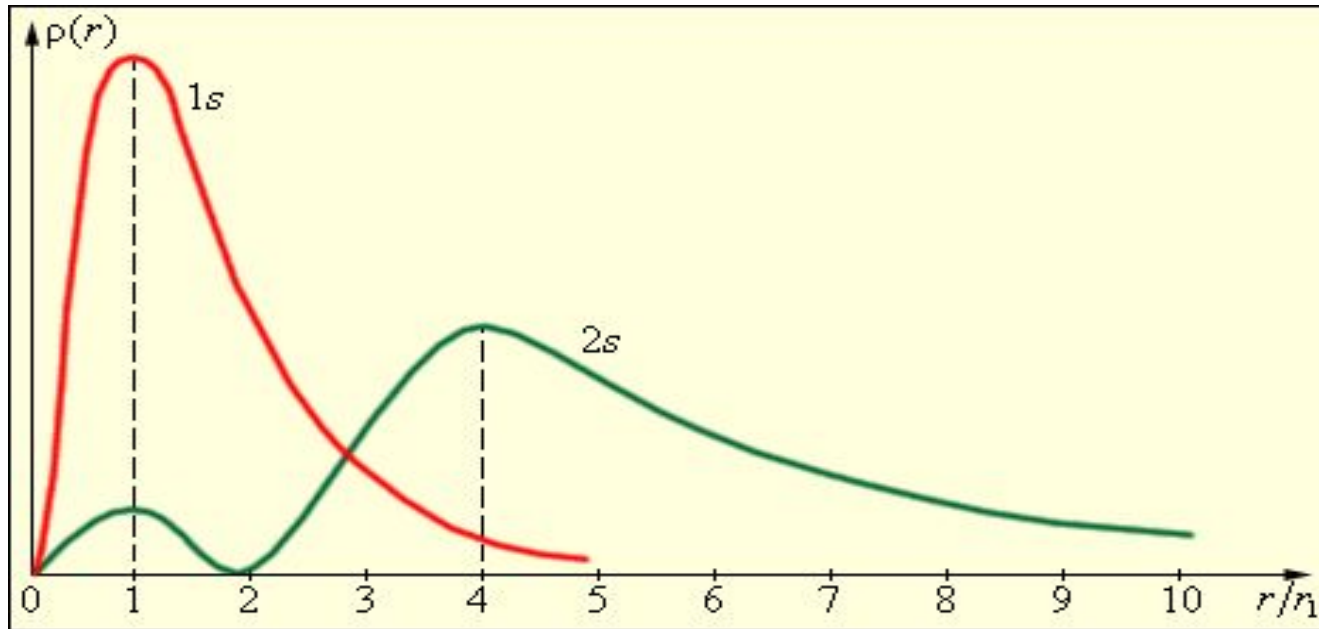
$\lambda$  — длина волны, м

$c = 300\,000$  км/с — скорость света

**За менее чем  $10^{-8}$  секунд** внешние фотоны т.е. свет, тепло, электричество возбуждают электроны и они переходят на высокий уровень ( $E_2$ ), но электромагнитное взаимодействие (путем обмена фотонами) положительного ядра и отрицательного электрона возвращает его на низкую орбиту ( $E_1$ ) и он испускает при этом фотон (как воздушный шар порцию воздуха). Рождение новых фотонов компенсируется их поглощением так что их общее число неизменно. **Для сравнения: сгорание угля — т.е. соединение одного атома углерода с двумя атомами кислорода выделяет 5эв энергии.**

- Фотон- частица не имеющая массы в покое и заряда, обладает энергией и импульсом- самая распространённая частица во Вселенной (на каждый протон каждого атома приходится 20 млрд. фотонов). Только в  $1\text{см}^3$  находится около 500 фотонов. Энергии фотона в 5...25эв достаточно для удаления электрона из атома и превращения его в ион. **Энергию электромагнитного излучения можно вычислить зная энергию фотона и вероятность попадания фотонов на площадь.**

# Вероятность обнаружения электрона на 1s или 2s орбиталях



- Если мы рассмотрим раз «интерференция» один и тот же электрон то получим следствия квантовой механики
- минимальная вероятность «нахождения» электрона в области  $10^{-18}$  секundy

# *Причины (природа) излучений*

*Причиной излучения фотонов, переносимых электромагнитными волнами длиной от 10.000км до 0,1мм, является разгон-торможение «свободных» электронов генераторами (промышленные, радиочастотные и др.)*

*Переходом не «свободных» электронов с больших орбиталей на малые (внутри атома) объясняется возникновение электромагнитных волн длиной от 1см до 5нм(как следствие нагревания, света, электрического тока)*

*Природа остальных излучений – переход (распад) ядра из одного дискретного состояния в другое*

## 2. Энергия электромагнитной волны (поля) (Классическая электродинамика)

- Электромагнитные излучения обладают квантовыми и волновыми свойствами.

Напряженность (силовая характеристика определяется в ближней зоне- зоне

индукции) полей электрического :  $E = \frac{F}{q} = \left[ \frac{H}{кЛ} \right] = \left[ \frac{В}{М} \right]$ ; магнитного:  $H = \frac{B}{\mu_0} = \left[ \frac{А}{М} \right]$

$F$ - сила действующая на заряд  $q$ .

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \left[ \frac{ГН}{М} \right]$  - магнитная постоянная

$B$ -индукция магнитного поля [тл];  $E = \mathcal{F} \left\{ \frac{\mathcal{A}}{R^3} \right\}$ ;  $H = \mathcal{F} \left\{ \frac{B}{R^2} \right\}$

Объёмная плотность электрического и магнитного

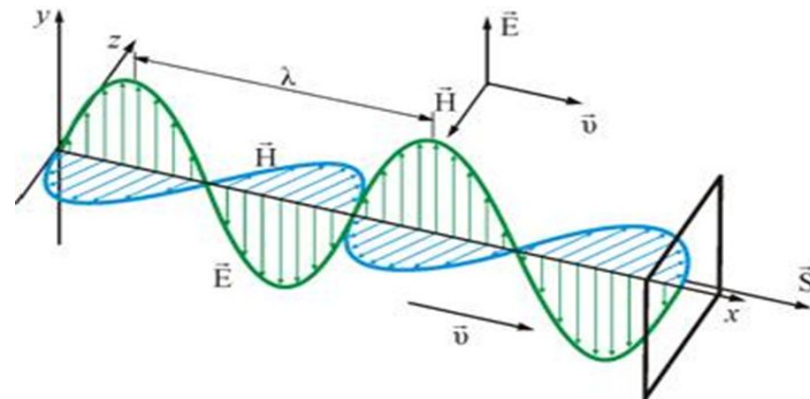
полей :  $\omega = \omega_{\mathcal{E}} + \omega_{\mathcal{M}} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu\mu_0 H^2}{2}$  ИЗВЕСТНО ЧТО:  $\omega = \mathcal{F}\{f^4\}$

Плотность (модуль) потока (энергетическая оценка) электромагнитной

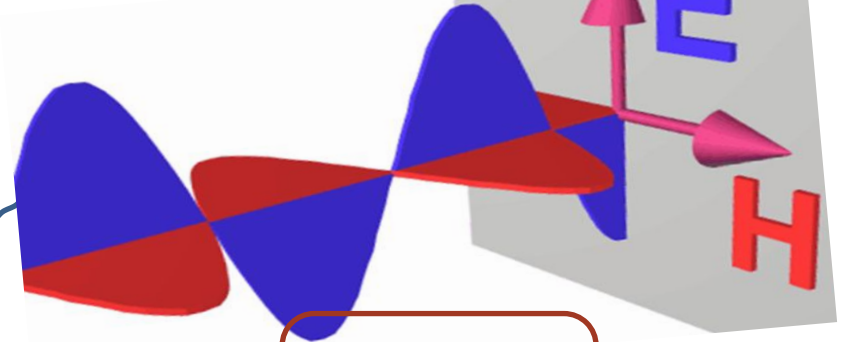
волны через единичную площадку

(в дальней зоне – волновой) равна:

$$W = E \cdot H \text{ (Вт/м}^2\text{)}$$



# Зоны излучения



Зона интерференции НЧ, СЧ, ВЧ

Зона волновая

УВЧ, СВЧ, КВЧ

Зона индукции

$$R > 2\pi \lambda$$

$$R = \frac{\lambda}{2\pi} \dots 2\pi \lambda$$

$$R \leq \frac{\lambda}{2\pi}$$

$E, H$  совпадают

Частоты излучения действующие на работающих находящихся в данных зонах

$E, H$  смещены на  $90^\circ$

$S = 4\pi R^2$ -площадь сферы радиусом  $R$

расстояние от источника, м

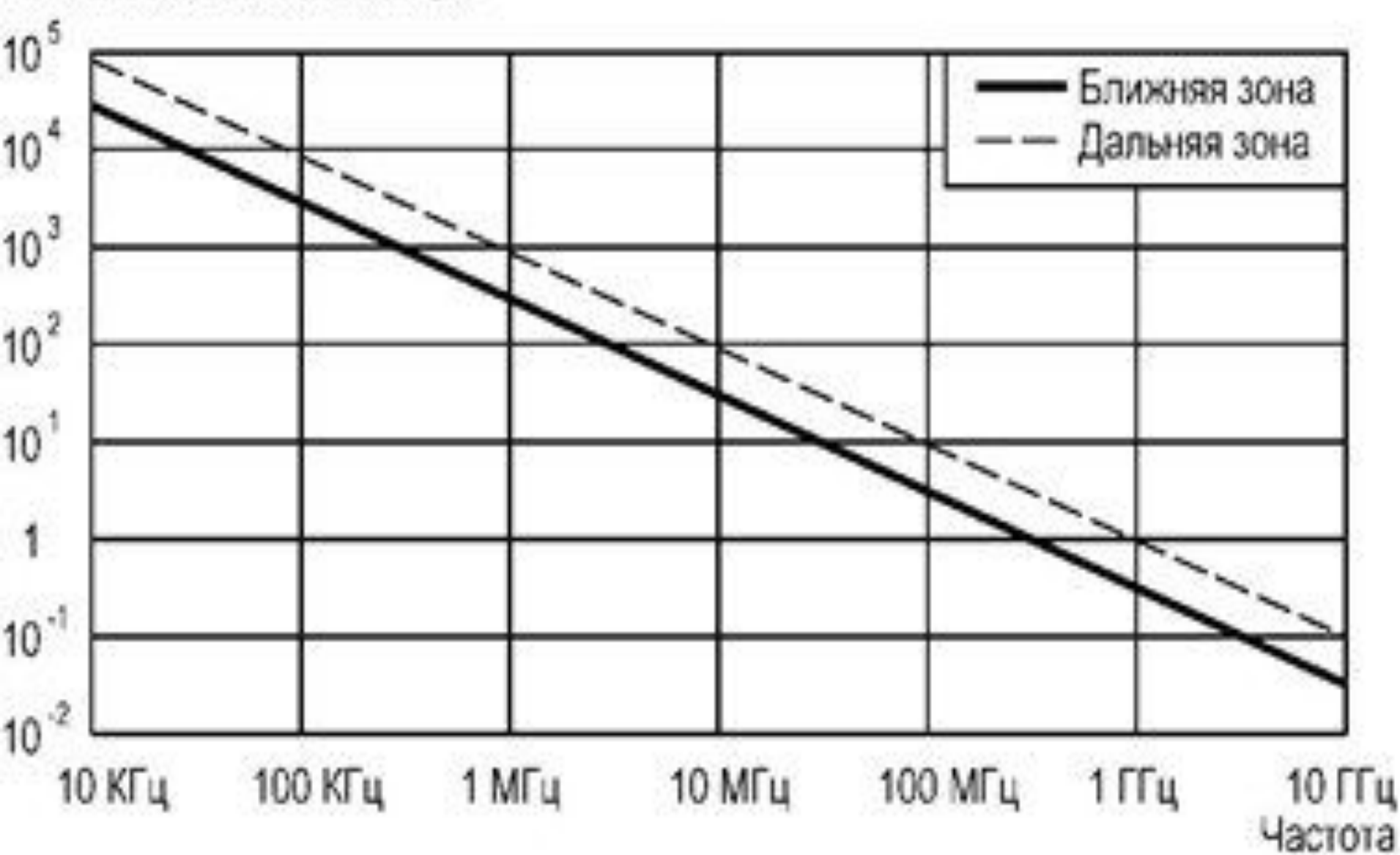


Рис. 1.3. – Ближняя и дальняя зоны электромагнитного поля для различных диапазонов частот



В ближней зоне измеряется  $-E, H$ , в дальнейшей  $-W$

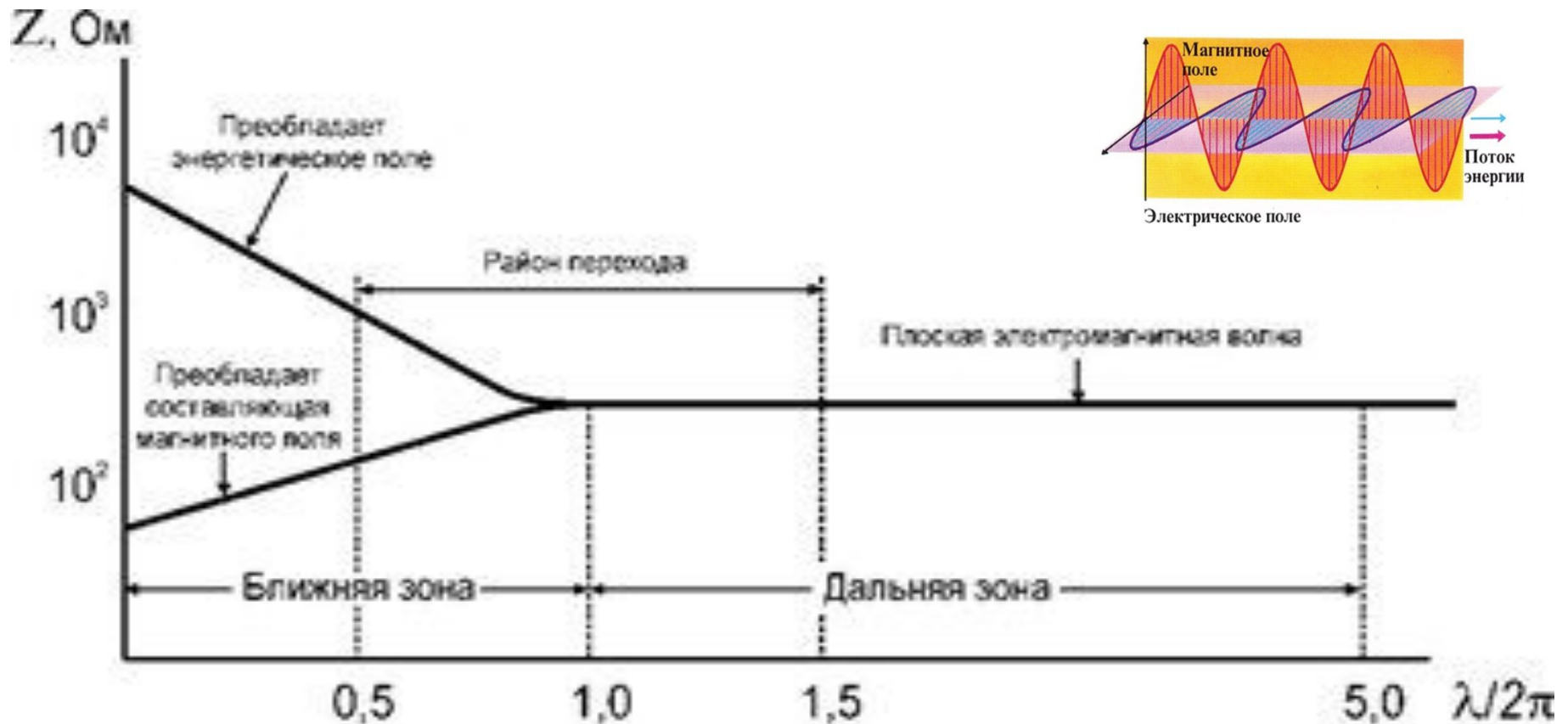


Рис. 1.4. – Волновое сопротивление в функции расстояния от источника излучения

### 3. Действие излучений вызывает (Природа

происхождения излучений и их поглощения однотипна - это быстро (миллионные доли секунды) протекающее нарушение электромагнитного взаимодействия)

**Колебания, движение свободных зарядов (токи), вращение дипольных молекул.** Высокие частоты вызывают только колебания и вращения.

Волнами определённой **частоты нарушение синхронности электромагнитного взаимодействия клеток, молекул и атомов.**

**Нагрев.** При этом распределение тепла может иметь неравномерный характер и приводить к появлению «горячих» точек. Длинные волны проникают глубоко. Волны с частотой более 10ГГц поглощаются верхними тканями.

# Особенности воздействия полей

Электрические поля слабо проникают в тело, а для магнитного поля тело «прозрачно»

Очевидно, что как излучение, так и поглощение энергии происходит порциями. При этом соблюдается принцип Ле-Шателье: внешнее воздействие, выводящее систему из равновесия, вызывает в ней процессы, направленные на ослабление результатов воздействия.

С увеличением частоты воздействия (частоты колебаний) возрастает не только энергия фотона напрямую увеличивающая амплитуду колебаний, но и вероятность нарушения связей

Энергия фотонов видимого спектра излучений после поглощения сетчаткой глаза преобразуется в энергию нервного импульса

Воздействие волн больших частот может вызвать мутации – образование нерепарируемых повреждений, спровоцировать деление клеток организма и вызвать рост опухолей.

| Фактор |             |            |                      |     |     |     |         |
|--------|-------------|------------|----------------------|-----|-----|-----|---------|
|        | оптимальный | допустимый | Превышение ПДУ (раз) |     |     |     | опасный |
|        |             |            | вредный              |     |     |     |         |
|        | 1           | 2          | 3.1                  | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 4       |

## Излучения

|   |                  |       |       |      |      |   |      |
|---|------------------|-------|-------|------|------|---|------|
| Геомагнитное поле /ОСЛАБЛЕНИЕ/          | Естественный фон | ≤ ВДУ | ≤ 5   | > 5  | -    | - | -    |
| Электростатическое поле                 | Естественный фон | ≤ ПДУ | ≤ 5   | > 5  | -    | - | -    |
| Постоянное магнитное поле               | Естественный фон | ≤ ПДУ | ≤ 5   | > 5  | -    | - | -    |
| Электрическое поле промышленной частоты | Естественный фон | < ПДУ | ≤ 5   | ≤ 10 | > 10 | - | > 40 |
| Магнитное поле промышленной частоты     | Естественный фон | ≤ ПДУ | ≤ 5   | ≤ 10 | > 10 | - | -    |
| Электромагнитные поля на рабочем месте  | -                | ≤ ВДУ | > ВДУ | -    | -    | - | -    |

# Биологическое действие

- Нарушения механизмов регуляции вегетативной нервной системы проявляются в развитии функциональных изменений со стороны сердечно-сосудистой системы в виде лабильности пульса и артериального давления, нейроциркуляторной дистонии гипертензивного типа, нарушения процесса реполяризации миокарда.

# Сводная таблица электромагнитных волн

| №, п/п | Наименование волн, излучений               | Частота, Гц            | Длина волны, м | ПДУ для жилья, офисов | ПДУ для производственных условий |                  |
|--------|--|------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|
|        |  |                        |                |                       | Энергетическая                   | Силовая          |
| 2      | Мегаметровые<br>в т.ч.<br>промышленные     | 30Гц...300Гц<br>(50Гц) |                | 500в/м<br>10мкТл      |                                  | 5000в/м<br>80А/м |
| 3      | Гектокилометровые<br>(2Гц...2кГц для ПЭВМ) | 300Гц...3000Гц         | 1000км..100км  | (25в/м.<br>250нТл)    |                                  |                  |
| 4      | Сверхдлинные<br>(2кГц...400кГц для ПЭВМ)   | 3кГц..30кГц            | 100.. 10 км    | (2,5в/м<br>25нТл)     |                                  | 500в/м<br>50А/м  |
| 5      | Длинные                                    | 30кГц...300кГц         | 10км..1км      |                       |                                  | 500в/м<br>30А/м  |

| №, п/п | Наименование волн, излучений                      | Частота, Гц               | Длина волны, м | ПДУ для жилья, офисов | ПДУ для производственных условий |                        |
|--------|---|---------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------|
|        |   |                           |                |                       | Энергетическая                   | Силовая                |
| 7      | Короткие  | 3МГц...30МГц              | 100м..10м      | 10В/м                 |                                  | 300 В/м                |
| 8      | Метровые 1<br>Метровые 2                          | 30...50МГц<br>50...300МГц | 10...1м        | 3В/м                  |                                  | 80В/м<br>3А/м<br>80А/м |
| 9      | Дециметровые в т.ч. сотовая связь (450...2000МГц) | 300...3000ГГц             | 1м.. 10см      |                       |                                  |                        |
| 10     | Сантиметровые в т.ч. телеканалы 21...39           | 3...30ГГц                 | 10см..1см      |                       |                                  |                        |
| 11     | Микроволны  | 30..300ГГц                | 10мм..1мм      |                       |                                  |                        |
| 12     | Терагерцевые                                      | 0,3                       | 1мм..0,1       |                       |                                  |                        |

| №, п/п | Наименование волн, излучений | Частота, Гц         | Длина волны, м   | ПДУ для жилья, офисов | ПДУ для производственных условий |         |
|--------|------------------------------|---------------------|--|-----------------------|----------------------------------|---------|
|        |                              |                     |  |                       | Энергетическая                   | Силовая |
| 13     | Инфракрасные                 | 300ГГц<br>...430ТГц | 1мм..0,07<br>мм, в т.ч.<br>А-700...140<br>0нм<br>В-1400нм..<br>0,03мм<br>С-0,03..1мм |                       |                                  |         |
| 14     | Видимые                      | 395..<br>750ТГц     | Кр-625..780<br>нм<br>Зл-500..565<br>нм<br>Сн-400..485<br>нм                          |                       |                                  |         |



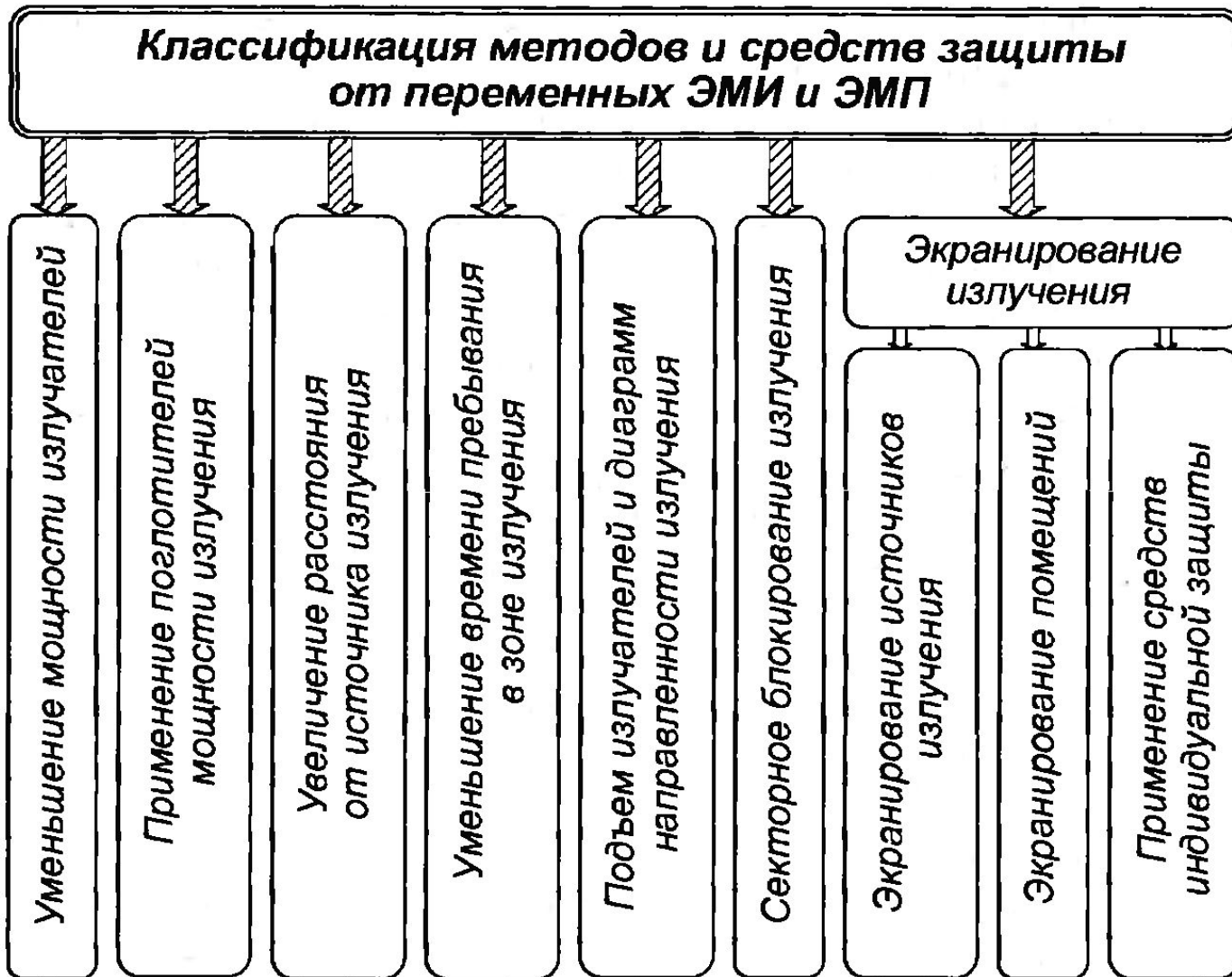
# Биологические действия

| Интенсивность микроволн, мВт/см <sup>2</sup> | Наблюдаемые изменения   |
|--|---|
| 600  | Болевые ощущения в период облучения*  |
| 200  | Угнетение окислительно-восстановительных процессов тканей*  |
| 100  | Повышение артериального давления с последующим его снижением, возможна 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                                      |

# Биологические действия

| Интенсивность микроволн, мВт/см <sup>2</sup> | Наблюдаемые изменения   |
|--|---|
| 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                      |
| 1  | Снижение артериального давления, тенденция к учащению пульса, незначительные колебания объема крови сердца. |

# Защита от переменных ЭМП и ЭМИ



## Защита **ОТ ПОСТОЯННЫХ** электрических и магнитных полей

- Защита временем
- Защита расстоянием
- Электростатическое экранирование – замыкание электрического поля на поверхности металлической массы экрана и передачи зарядов на заземлённый корпус (землю)
- Магнитостатическое экранирование – замыкание магнитного поля в толще экрана, обладающего повышенной магнитопроводимостью.

# Требования СанПиН 2.2.2/2.2.4.1340-03 по электромагнитным полям на рабочих местах с ПЭВМ

- Поскольку на рабочих местах с ПЭВМ, как правило, имеет место электромагнитное излучение промышленной частоты, превышающее в несколько раз излучение ПЭВМ, то достоверно оценить действие именно ПЭВМ не возможно

Приложение 2  
к СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03  
(обязательное)  
Таблица 1

Временные допустимые уровни ЭМП,  
создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

| Наименование параметров                |                                    | ВДУ     |
|--|------------------------------------|---------|
| Напряженность электрического поля      | В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц    | 25 В/м  |
|  | В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц | 2,5 В/м |
| Плотность магнитного потока            | В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц    | 250 нТл |
|  | В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц | 25 нТл  |
| Напряженность электростатического поля |                                    | 15 кВ/м |

# Приборы для идентификации ЭМП



Измеритель плотности потока энергии  
ПЗ-33



Измеритель параметров ЭМП  
промышленной частоты 50 Гц  
«BE-50»



Магнитометр  
трехкомпонентный  
малогабаритный - измеритель  
магнитного поля «МТМ-01»

# Приборы для измерения электромагнитных полей и излучений при аттестации рабочих мест (частотные диапазоны)

## • ПЗ-41

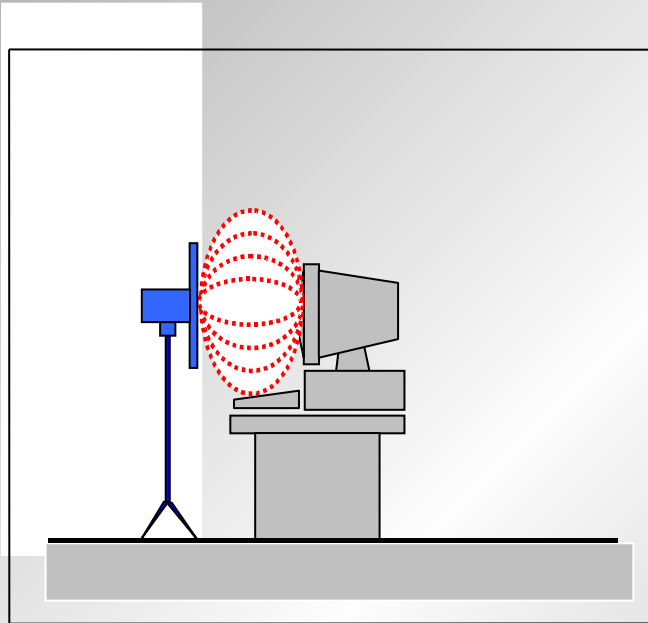
- ✓ Эл.магнитные излучения диапазона 0,03- 3 МГц;
- ✓ Эл.магнитные излучения диапазона 3 - 30 МГц;
- ✓ Эл.магнитные излучения диапазона 30 - 300 МГц;
- ✓ Эл.магнитные излучения диапазона 300 МГц – 300 ГГц (60 ГГц)

## • ПЗ-70/1

- ✓ Геомагнитное поле (ослабление);
- ✓ Постоянное магнитное поле;
- ✓ Электростатическое поле;
- ✓ Электрические поля промышленной частоты 50 Гц;
- ✓ Магнитные поля промышленной частоты 50 Гц;
- ✓ Электромагнитные поля ПЭВМ (5 Гц – 400 кГц);
- ✓ Эл.магнитные излучения 0,01 – 0,03 МГц (10-30 кГц)

# основополагающий момент "Шведского стандарта"

- Нормы на электрическое поле в диапазоне 5 Гц – 400 кГц (**25 В/м** и **2,5 В/м**) установлены в этом стандарте для измерений с антенной в виде диска диаметром 300 мм



- Такая антенна (диск 300 мм) фиксирует именно то электрическое поле, **которое существует перед экраном дисплея в присутствии оператора и которое реально воздействует на него**



**Пример прибора**  
**с однокомпонентными**  
**преобразователями антенны, при**  
**использовании которого в процессе**  
**измерения **требуется** определенная**  
**ориентация его антенны на источник ЭМП**



**ПЗ-50**

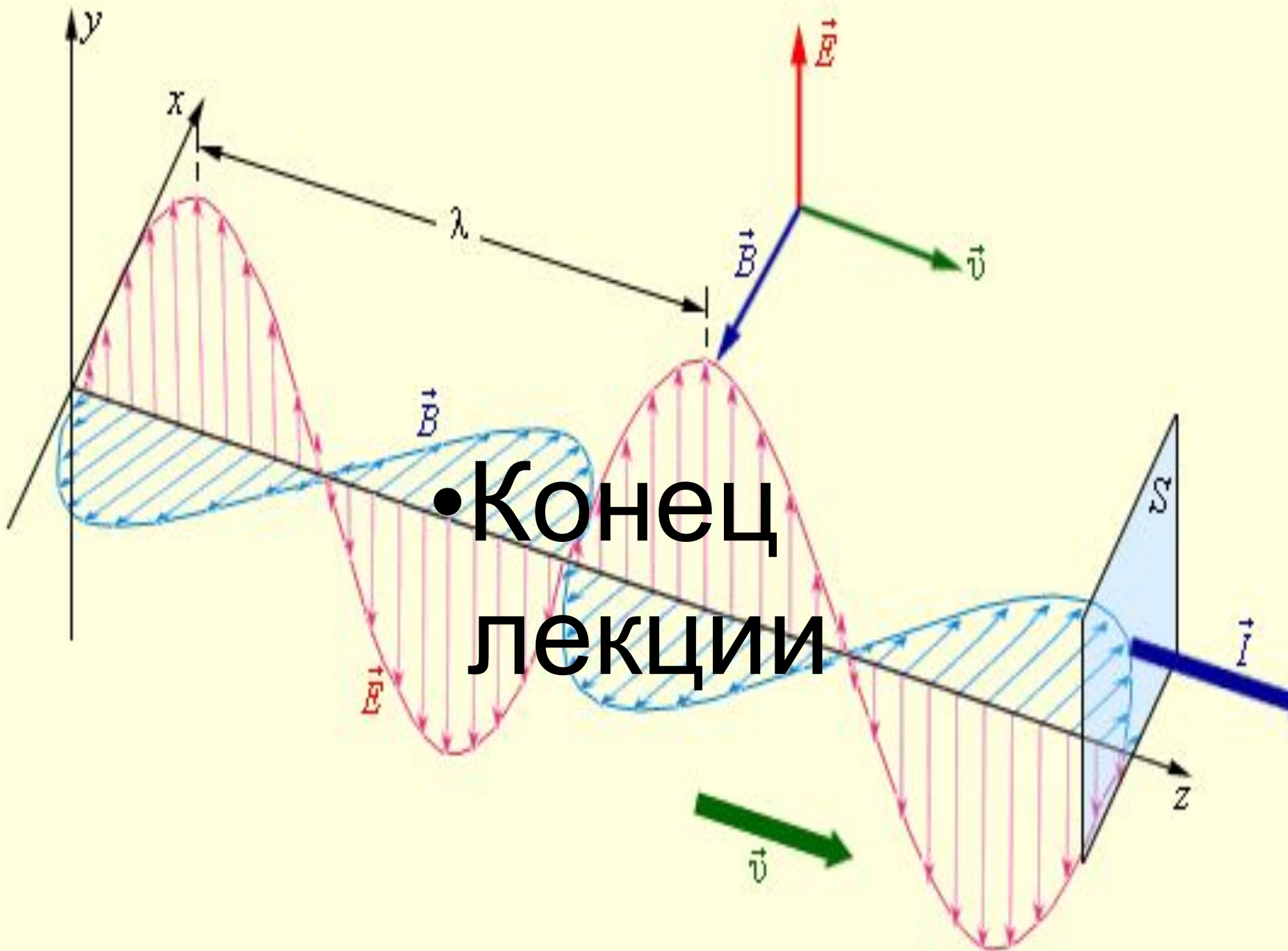
**Пример прибора**  
**с многокомпонентными**  
**преобразователями (изотропная антенна),**  
**при использовании которого в процессе**  
**измерения не требуется определенная**  
**ориентация его антенны на источник ЭМП**



**ПЗ-70/1**

# Характеристики универсального средства измерений (ПЗ-70/1 + ЭкоТерма + Эколайт-01 )

- Измерение факторов производственной среды:
  - ✓ Геомагнитное поле;
  - ✓ Постоянное магнитное поле;
  - ✓ Электростатическое поле;
  - ✓ Электрические поля промышленной частоты 50 Гц;
  - ✓ Магнитные поля промышленной частоты 50 Гц;
  - ✓ Электромагнитные поля ПЭВМ (5 Гц – 400 кГц);
  - ✓ Эл.магнитные излучения 0,01 – 0,03 МГц (10-30 кГц);
  - ✓ Температура;
  - ✓ Относительная влажность;
  - ✓ Барометрическое давление;
  - ✓ Скорость движения воздуха;
  - ✓ ТНС-индекс;
  - ✓ Освещенность;
  - ✓ Яркость;
  - ✓ Коэффициент пульсаций;
  - ✓ КЕО



• Конец лекции

- Мишенью для СВЧ-излучения является молекула, обладающая ЭМ-свойствами. Это, прежде всего, молекулы воды. Живой организм человека в основном (на 95 % в младенчестве и на 60% в старости) состоит из воды. Все вещества при растворении в воде образуют гидратные оболочки. Слабые ЭМП низкой частоты изменяют метастабильные структуры в воде, что резко снижает концентрацию ионов калия и ведет к образованию активных свободных радикалов.
- ЭМ-энергия СВЧ-излучений, воздействия на воду, переходит в тепловую энергию и последующие биоэффекты в клетках и тканях связаны с повышением их температуры локально, а затем и с разогреванием всего организма. Чем больше величина СВЧ-волны, тем глубже в тканях тепловой ожог. Повышение температуры вызывает возбуждение терморецепторов. Раздражаются и механорецепторы в очаге поражения из-за «объемного эффекта» разогретой тканевой жидкости.
- Одновременно с тепловым проявляется и резонансный эффект в разрушении молекул ДНК, АТФ, уменьшении степени связывания  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  и других ионов. Меняется проницаемость мембран для  $K^+$  и  $Na^+$ . Доказано: основной механизм влияния ЭМИ НЧ на биологические объекты определяется тем, что при  $E = 30$  кВ/м каждую секунду в клетку вводится  $10^4$  ионов  $Na^+$  и выводится такое же количество ионов  $K^+$ , что требует повышения расхода энергии.
- Доля поглощения СВЧ-энергии водой составляет: на частотах 1 ГГц — 50 %, 10 ГГц — 90 %, а при 30 ГГц — 98 %. Эффект поглощения СВЧ-энергии клетками и тканями — тепловое и нетепловое действие. Нарушаются структура и функции нервной клетки, эритроцита, других клеток. Наиболее интенсивно перегреваются органы, которые не содержат кровеносных сосудов (хрусталик, семенники, яичники и др.). В том смысле «органом-мишенью» для СВЧ является глаз, гонады и сперматозоиды.

- **Источники электромагнитных полей**

В целом общий электромагнитный фон состоит из источников естественного (электрические и магнитные поля Земли, радиоизлучения Солнца и галактик) и искусственного (антропогенного) происхождения (телевизионные и радиостанции, линии электропередачи, электробытовая техника). Источниками электромагнитных излучений также служат радиотехнические и электронные устройства, индукторы, конденсаторы термических установок, трансформаторы, антенны, фланцевые соединения волноводных трактов, генераторы сверхвысоких частот и др.

Современные геодезические, астрономические, гравиметрические, аэрофотосъёмочные, морские геодезические, инженерно-геодезические, геофизические работы выполняются с использованием приборов, работающих в диапазоне электромагнитных волн, ультравысокой и сверхвысокой частот, подвергая работающих опасности с интенсивностью облучения до  $10 \text{ мкВт/см}^2$

- *Первая группа природных электромагнитных полей.* Измерения с помощью специальных электрических зондов показали наличие электрического поля у Земли с отрицательным зарядом и переменной во времени напряженностью. В среднем напряженность поля у самой поверхности Земли составляет 130 В/см, убывая с высотой по экспоненциальному закону. Годовые изменения сходны по характеру на всем земном шаре: максимум в январе – феврале (до 150 – 250 В/м) и минимум в июне – июле (100 – 120 В/м). Между точками, находящимися на расстоянии, равном среднему значению роста человека, разность потенциалов оказывается равной примерно 200 В. Человек не чувствует этого электрического напряжения и его не поражает ток потому, что он сам является хорошим проводником электричества. Как и всякий проводник, тело человека сильно искажает электрическое поле. Эквипотенциальные поверхности поля огибают поверхность тела человека так же, как они огибают металлический предмет, и все точки тела человека находятся под одним и тем же потенциалом

- Спектр радиоизлучения Солнца и галактик занимает область от 10 МГц до 10 ГГц (видимое, ультрафиолетовое, инфракрасное излучения). Интенсивность солнечного излучения составляет  $10^{-10}$  –  $10^{-8}$  Вт/м. Во время вспышек излучение усиливается в несколько десятков раз. Спектр и интенсивность радиоизлучения галактик близки к спектру и интенсивности Солнца.



- Как показывают измерения, полный заряд Земли составляет около  $6 \cdot 10^5$  Кл. Полная разность потенциала между поверхностью Земли и верхними положительно заряженными слоями атмосферы составляет почти 400 000 В. Из-за наличия проводимости атмосферы между Землей и атмосферой непрерывно происходит разряд с полным суммарным током 1800 А, причем этот ток испытывает суточные вариации. Максимум этого тока, примерно на 15 % больше среднего, приходится на 19 часов по лондонскому времени, причем этот максимум достигается одновременно для всех точек Земли. Возобновление электрического заряда Земли, согласно современным представлениям, происходит за счет разрядов молний.

# Магнитометр трехкомпонентный малогабаритный - измеритель магнитного поля «МТМ-01»



- **Рис. 7.3.** Магнитометр трехкомпонентный малогабаритный - измеритель
- магнитного поля «МТМ-01»
- *Предназначен для обеспечения контроля за биологически опасными уровнями геомагнитного и гипогеомагнитного поля по ГОСТР 51724-2001.*
- *Магнитометр «МТМ-01» (производитель - приборостроительная компания «НТМ-Защита») обеспечивает селективную регистрацию постоянного магнитного поля в диапазоне от 0,1 до 200 А/м. Измерительный преобразователь устойчив к воздействию переменных магнитных полей промышленной частоты 50 Гц напряженностью не менее 5 А/м и частоты 400 Гц напряженностью) не менее 0,6 А/м.*

| Тип  | Основная характеристика                              | Рабочий диапазон частот                    | Пределы измерения                | Погреш         |
|--|--|--|----------------------------------|----------------|
| ПЗ-21<br>заменяет ПЗ-16                      | Измеритель напряженности поля с изотопными датчиками | Е: 10 кГц – 300 МГц<br>Н: 100 кГц – 30 МГц | Е: 1–1000 В/м;<br>Н: 0,5–16 А/м  | не более<br>дБ |
| ПЗ-22<br>заменяет<br>ПЗ-15<br>ПЗ-16<br>ПЗ-17 | Измеритель напряженности поля                        | Е и Н: 10 кГц – 300 МГц                    | Е: 1–3000 В/м;<br>Н: 0,3–500 А/м | то             |
| ПЗ-23  | Измеритель плотности потока энергии                  | 37,5–118 ГГц                               | 0,5–2000 мкВт/см <sup>2</sup>    | то             |
| ПЗ-22/1                                      | Измеритель напряженности поля                        | Е: 0,01–300 МГц;<br>Н: 0,01–50 МГц         | Е: 1–1000 В/м;<br>Н: 0,3–60 А/м  | то             |
| ПЗ-22/2                                      | Измеритель напряженности поля                        | Е: 0,01–300 МГц;<br>Н: 0,01–30 МГц         | Е: 30–3000 В/м;<br>Н: 2–500 Ф/м  | то             |
| ПЗ-22/3                                      | Измеритель напряженности поля                        | Е: 0,01–1000 МГц;<br>Н: 0,01–300 МГц       | Е: 1–100 В/м;<br>Н: 0,1–40 А/м   | то             |
| ПЗ-22/4                                      | Измеритель напряженности поля                        | Е: 0,01–300 МГц;<br>Н: 0,01–300 МГц        | Е: 1–3000 В/м;<br>Н: 0,1–500 А/м | то             |
| ПЗ-18,<br>ПЗ-19,<br>ПЗ-20                    | Измерители плотности потока энергии                  | 0,3–39,65 ГГц                              | 0,32–100 Вт/см <sup>2</sup>      | то             |
| ПЗ-33  | Измеритель плотности потока энергии                  | 0,3–4 ГГц                                  | 0,1–250 мкВт/см <sup>2</sup>     | +/-            |
| NFM-1  | Измеритель напряженности поля                        | Е: 0,06–350 МГц;<br>Н: 0,1–10 МГц          | 2–1500 В/м;<br>1–10 А/м          | ±20            |

- **Рис. 7.2.** Измеритель параметров ЭМП промышленной частоты 50 Гц «BE-50»
- *Предназначен для измерения среднеквадратичного значения напряженности электрического и магнитного полей промышленной частоты 50 Гц. Применяется для контроля норм по электромагнитной безопасности промышленных электроустановок и для проведения комплексного санитарно-гигиенического обследования жилых и производственных помещений и рабочих мест.*
- *Технические характеристики: диапазон частот: от 48 до 52 Гц; диапазон измеряемых эффективных значений индукции магнитного поля: от 0,001 до 10 мТл; диапазон измеряемых значений напряженности электрического поля: от 0,01 до 10 кВ/м; использован трехкомпонентный датчик-преобразователь поля; изотропные измерения; автоматическое определение параметров индукции эллиптически поляризованного магнитного поля при любой ориентации антенны; измерение максимального модуля и эффективного значения индукции магнитного поля; развитые функции фильтрации сигнала. (Производитель: приборостроительная компания «НТМ-Защита»*

- **Рис. 7.1.** Измеритель плотности потока энергии электромагнитного поля ПЗ-33
- *Предназначен для измерения плотности потока энергии (ППЭ) в режиме непрерывной генерации при проведении контроля уровней электромагнитного поля.*
- *В качестве датчика ППЭ используется всенаправленная широкополосная антенна с телескопической рукояткой.*
- *Программное обеспечение работы предоставляет широкие потребительские возможности для пользователей:*
  - *определение полной экспозиционной дозы облучения за время измерения,*
  - *проведение длительных серий измерений с запоминанием результатов измерений в серии и возможностью последующего считывания их из памяти;*
  - *возможность передачи данных по стандартному RS 232 - интерфейсу в персональный компьютер с последующим редактированием их (добавление комментариев, заключения и пр.) и распечаткой в форме протокола измерений.*
- *Технические характеристики: диапазон частот: от 0,3 до 4 ГГц; диапазон измеряемых ППЭ: от 0,1 до 250 мкВт/см<sup>2</sup>; погрешность измерения ППЭ: ±3 дБ; по рабочим условиям применения относится к группе 3 по ГОСТ 22261-94: температура окружающего воздуха: от +5 до +40 °С; относительная влажность воздуха: 90% (при температуре +25 °С); атмосферное давление: 70...106,7 (537...800) кПа (мм рт.ст.); вес: не более 0,55 кг (производитель: Приборостроительная компания «НТМ-Защита»).*