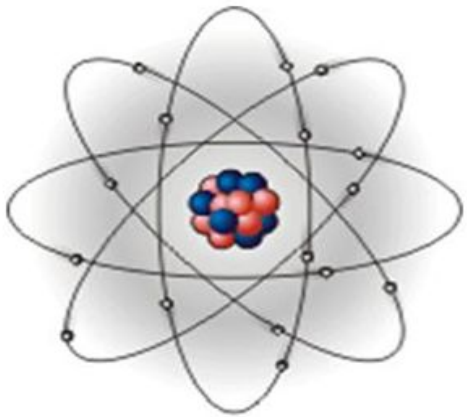
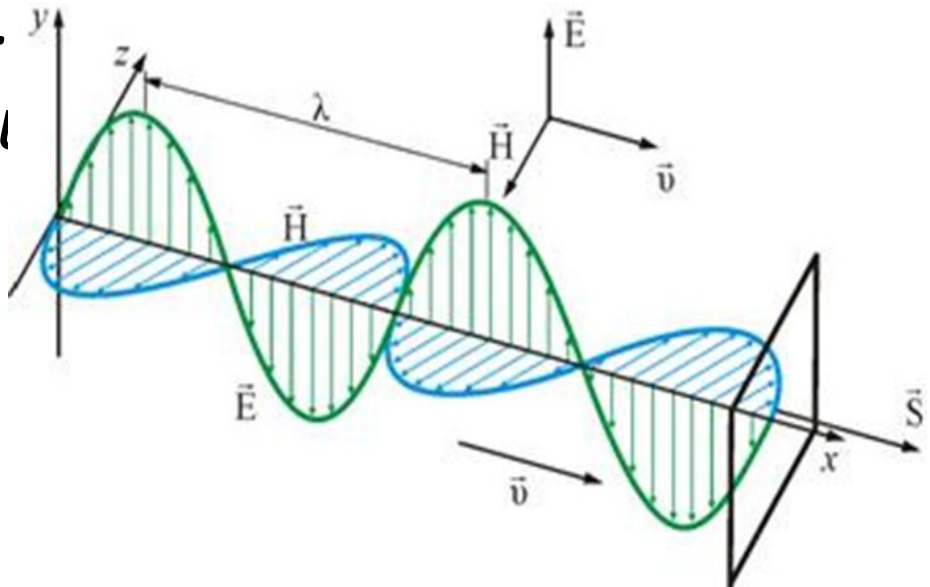
Лекция Электромагнитные излучения

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

излучен





магнитные

электрические

электромагнитные

Электромагнитные поля (излучения)

Естественные

Искусственные (антропогенные)

Магнитное(26-68мкТл), электрическое поле (-130В/см) Земли

Атмосферное электричество(грозы)

Радиоизлучения Солнца и Галактики

постоянные

переменные

Электрическое поле заряженного тела или ***постоянного*** тока

Магнитное поле магнита (электромагнита)

Электромагнитное поле создаваемое ***переменным*** током

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, СЫРЬЁ)
- ЯДОВИТЫЕ АГРЕССИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА
- НЕВЕСОМОСТЬ, ПЕРЕГРУЗКА

По источникам воздействия (ВРЕДНЫЕ)

- ВОЗДУШНАЯ СРЕДА
- СВЕТ
- ШУМ, ВИБРАЦИЯ
- ИЗЛУЧЕНИЯ

Измеряемые (ПОКАЗАТЕЛИ)

ВОЗДУШНАЯ СРЕДА:
- ЗАПЫЛЕННОСТЬ
- ЗАГАЗОВАННОСТЬ
- ТЕМПЕРАТУРА
- ВЛАЖНОСТЬ
- СКОРОСТЬ

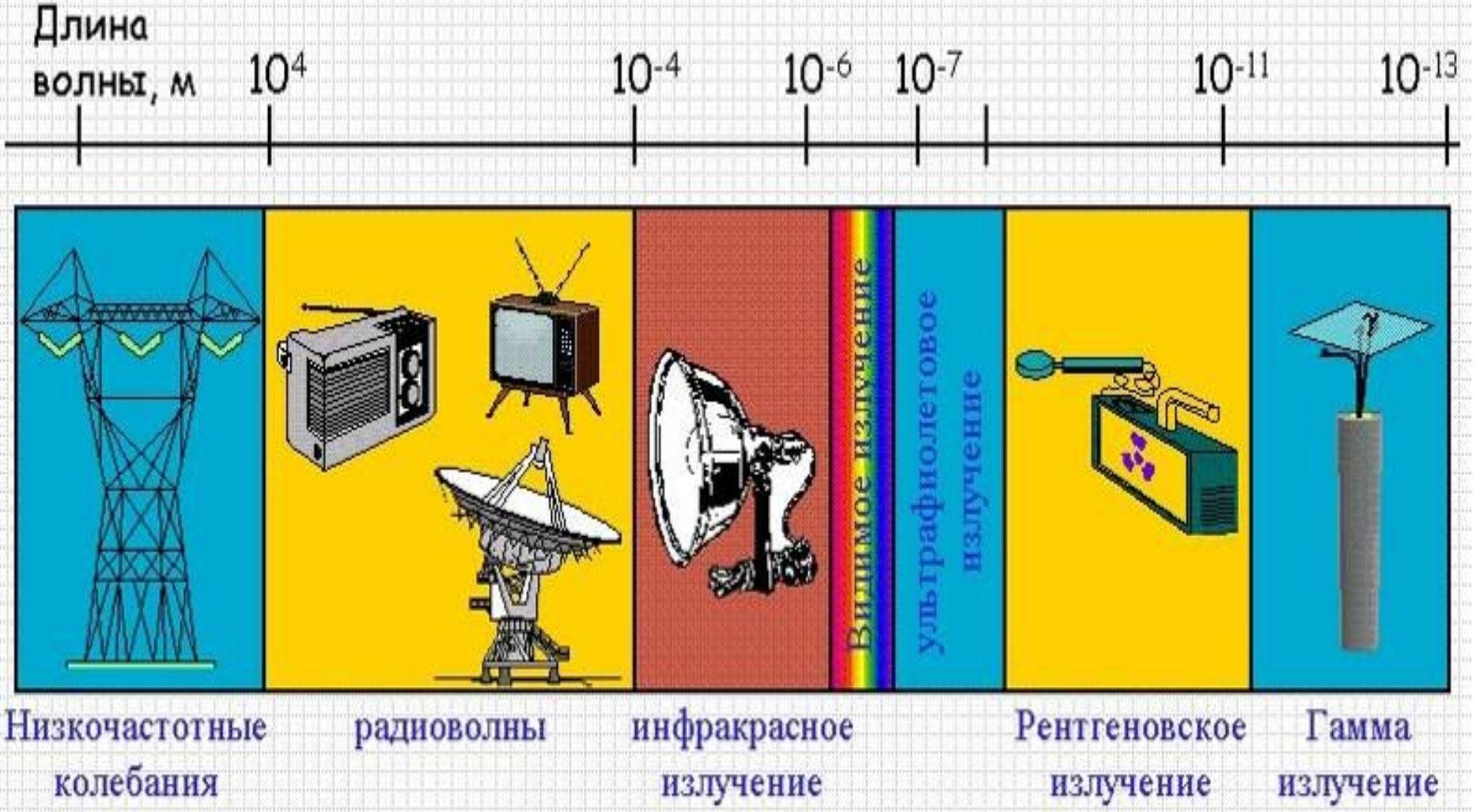
СВЕТ:
- ОСВЕЩЕННОСТЬ *(естественная, искуственная)*
- ПУЛЬСАЦИЯ
- БЛЕСТКОСТЬ
- ЯРКОСТЬ
- КОНТРАСТНОСТЬ

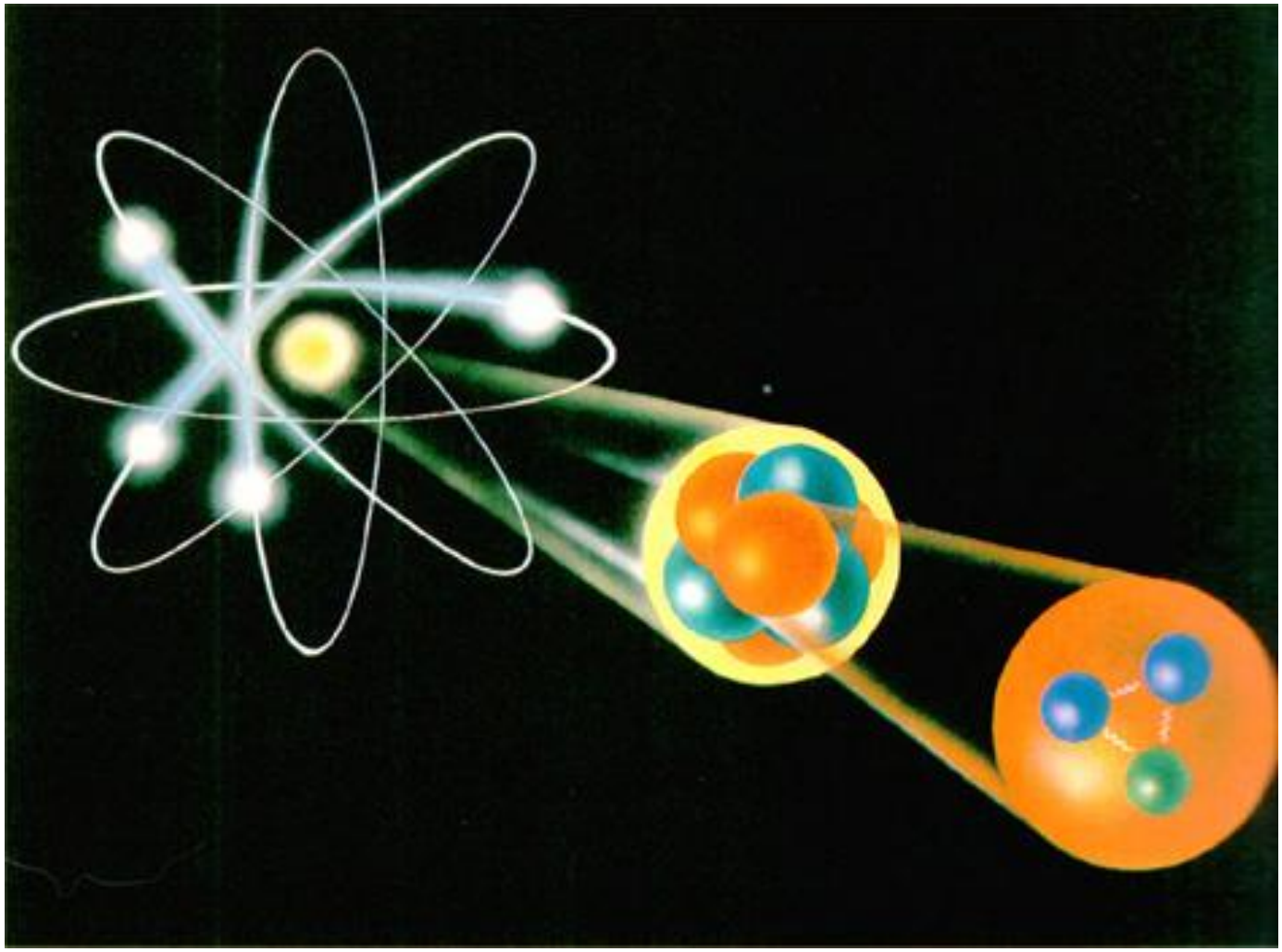
ШУМ, ВИБРАЦИЯ:
УРОВНИ:
- ШУМА
- ИНФРАЗВУКА
- УЛЬТРАЗВУКА
- ВИБРАЦИИ

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

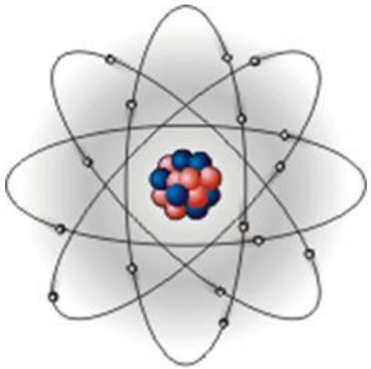
Шкала электромагнитных волн

Шкала электромагнитных волн.

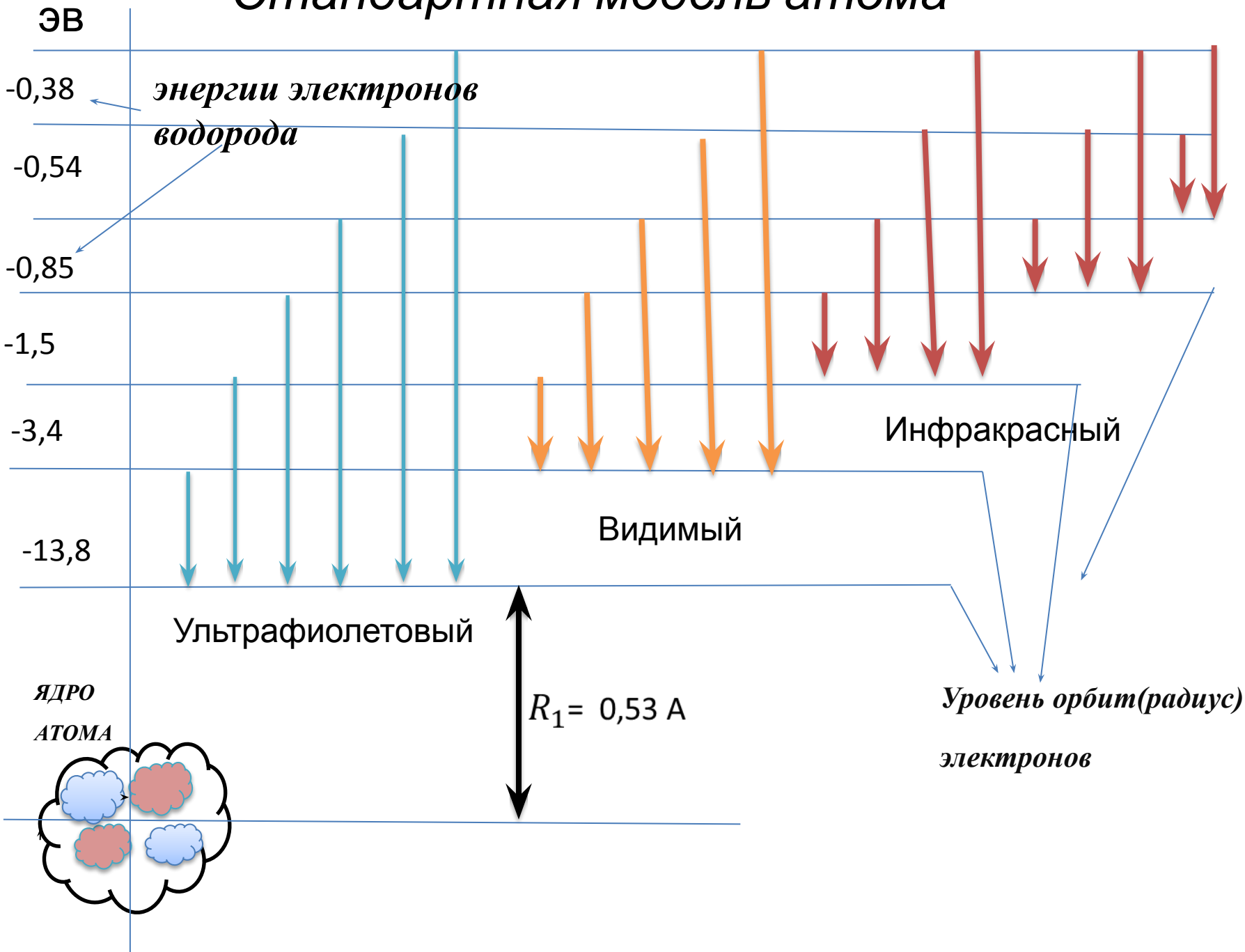




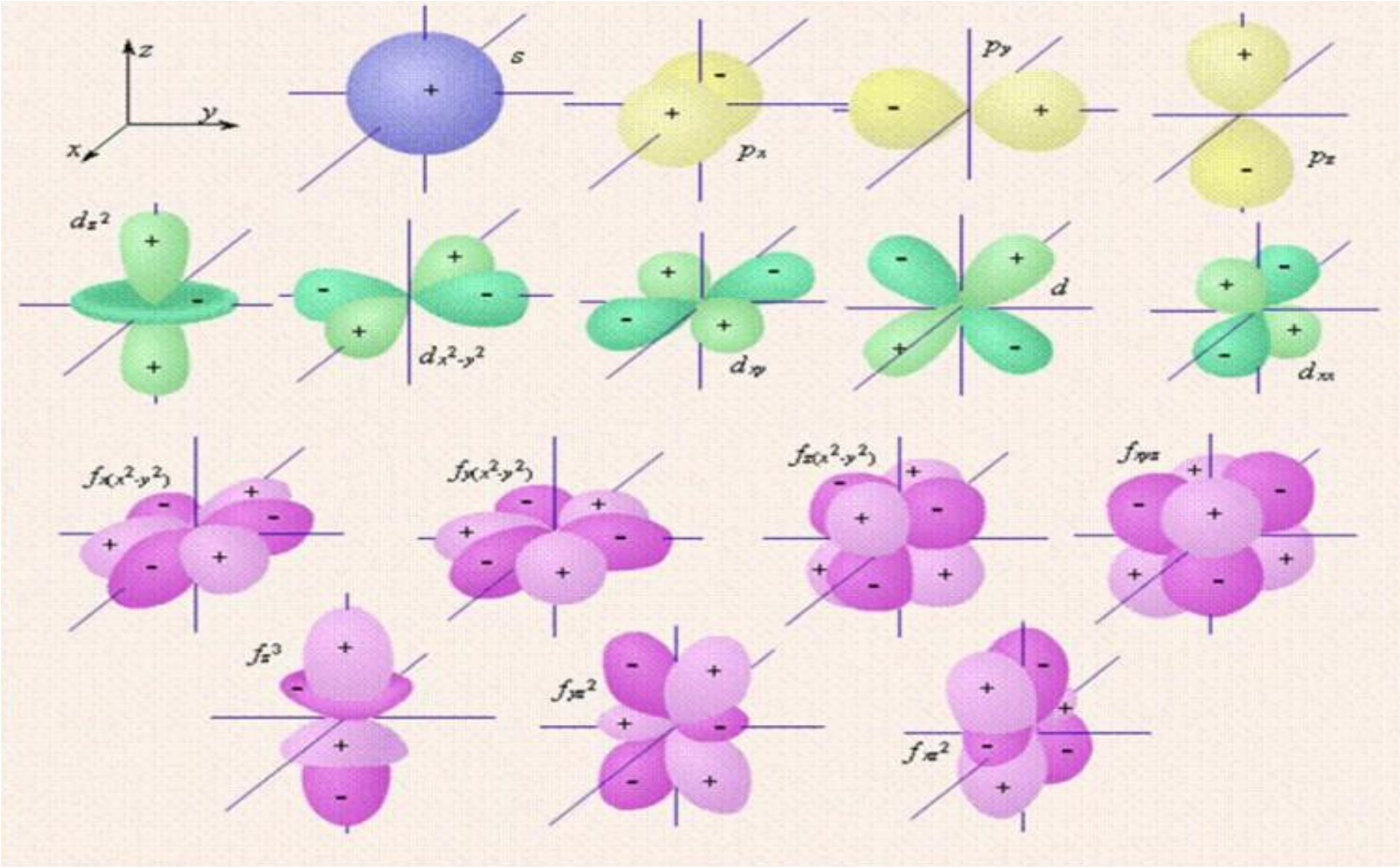
Планетарная модель атома



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…—главное квантовое число,

$R_1 = 53$пм-радиус первой орбитали,

Z—число протонов в ядре.

Энергия электрона на любой орбитали

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

$$???? \; E_n = -R_\text{p}\left[\frac{Z^2}{n^2}\right]$$

$R_\text{p} = 13{,}6$ 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 ($9{,}1\cdot 10^{-31}$кг);**
  - **заряд ($1{,}6\cdot 10^{-19}$Кл);**
  - **срок жизни $4{,}6\cdot 10^{26}$лет.**
  - **Электрон-вольт – энергия, получаемая электроном при его разгоне электрическим полем в один вольт (1эв=$1{,}6\cdot 10^{-16}$Дж).**

Энергия фотона

- **Энергия фотона (квант энергии)**

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

f –частота, Гц

h =6,6 · 10^{-34}Дж · с –постоянная Планка

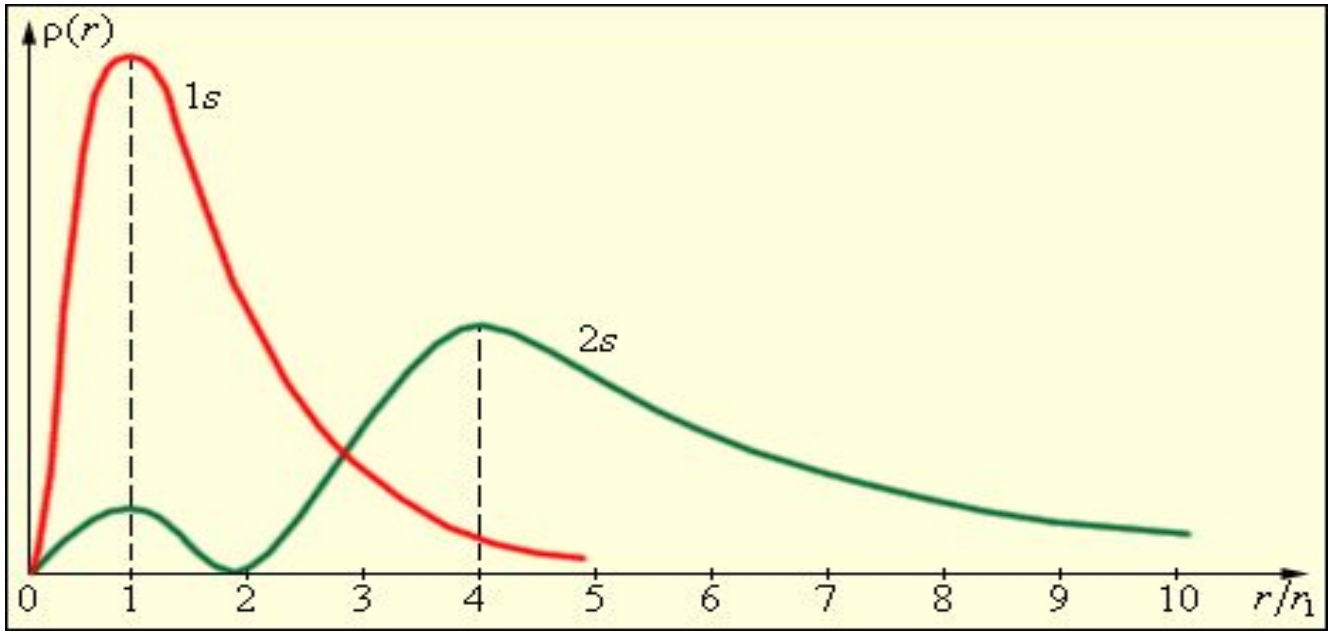
λ –длина волны, м

с =300 000км/с–скорость света

За менее чем $\mathbf{10^{-8}}$***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.***

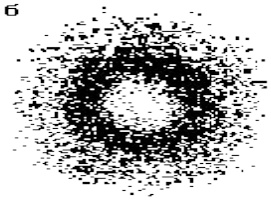
- Фотон- частица не имеющая массы в покое и заряда, обладает энергией и импульсом- самая распространённая частица во Вселенной (на каждый протон каждого атома приходиться 20 млрд. фотонов). Только в 1см^3 находится около 500 фотонов. Энергии фотона в 5…25эв достаточно для удаления электрона из атома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

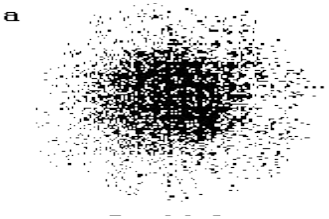
Вероятность обнаружения электрона на1s или 2s орбиталях



- Электрон делает «оборот» вокруг ядра в течении $150 \cdot 10^{-18}$ секунд.

Если множественная «фотосъемка» одного и того же электрон по орбитам следующие кадрами





Причины (природа) излучений

Причиной излучения фотонов, переносимых электромагнитными волнами длинной 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 5пм(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 :** $E = \frac{F}{q} - \left[\frac{н}{кЛ}\right] - \left[\frac{В}{м}\right]$; **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

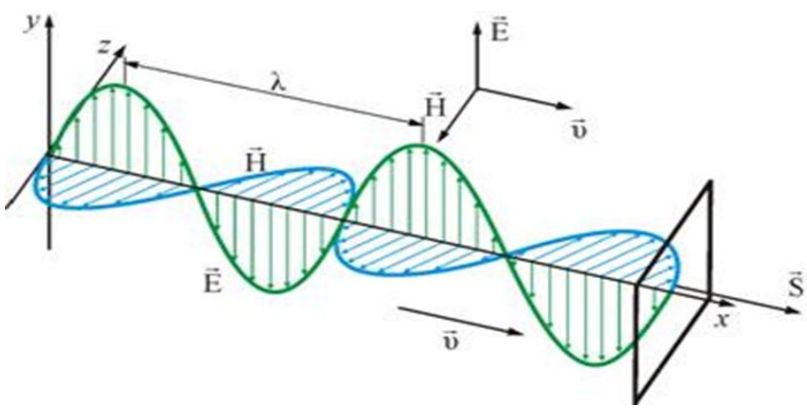
B-индукция магнитного поля[тл]; $E = \mathcal{F}\left\{\frac{\mathcal{A}}{R^3}\right\}$; $H = \mathcal{F}\left\{\frac{\mathcal{B}}{R^2}\right\}$

Объёмная плотность электрического и магнитного

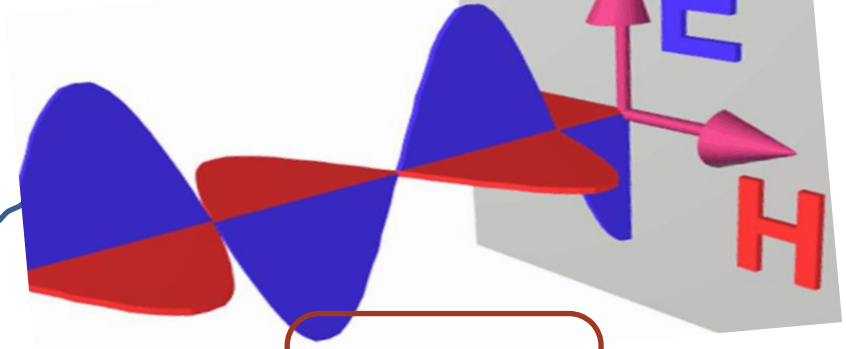
полей : $\omega = \omega_э + \omega_м = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu\mu_0 H^2}{2}$ известно что: $\omega = \mathcal{F}\{f^4\}$

Плотность (модуль) потока*(энергетическая оценка)* электромагнитной волны через единичную площадку *(в дальней зоне – волновой)* равна:

$$W = E \cdot H \ (Вт/м^2)$$



Зоны излучения



Зона волновая

УВЧ, СВЧ, КВЧ

$R > 2\pi\ \lambda$

Зона интерференции

НЧ, СЧ, ВЧ

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

Зона индукции

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

E, H совпадают

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

Частоты излучения действующие на работающих находящихся в данных зонах

E, H смещены на 90^0

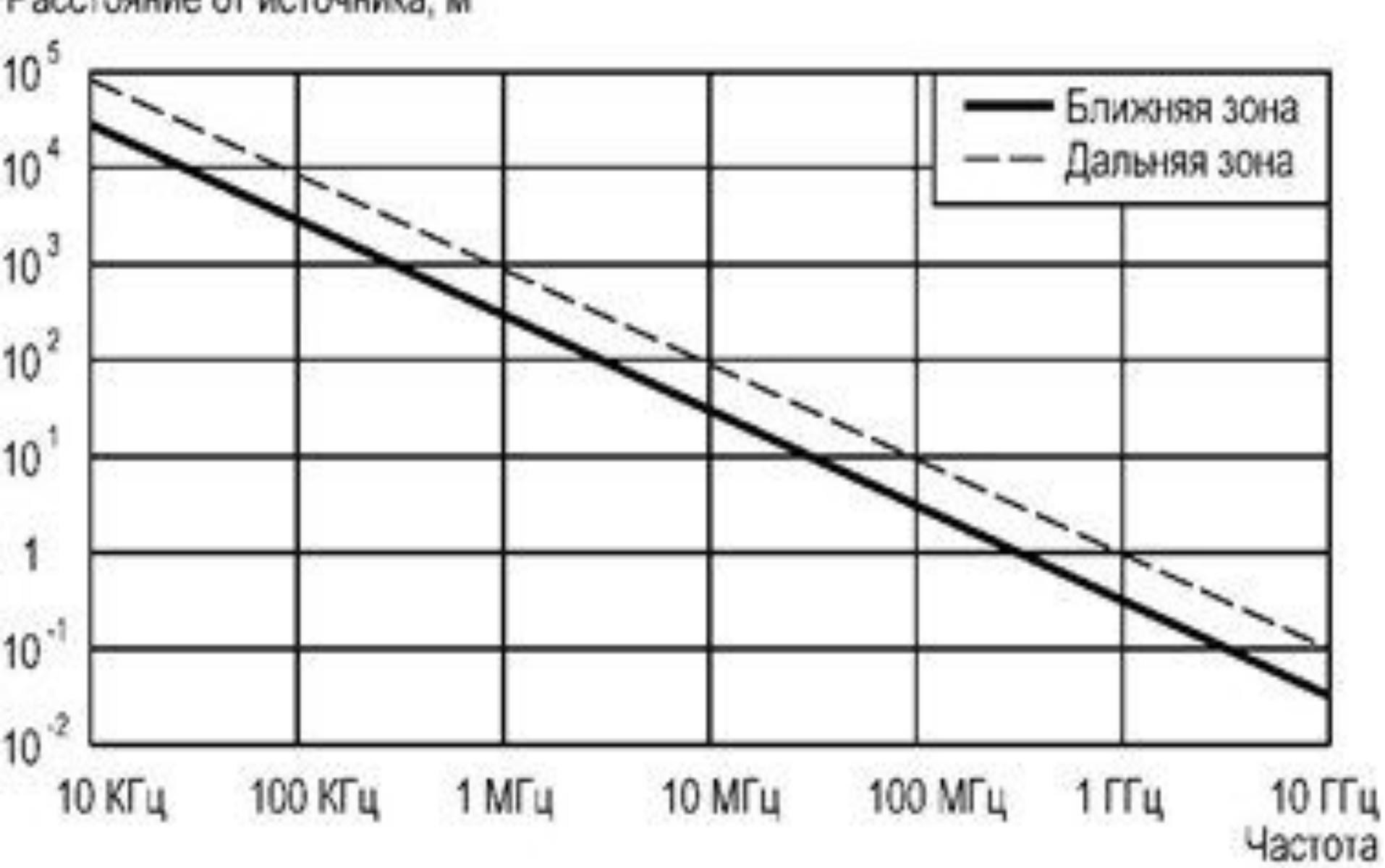


Рис. 1.3. – Ближняя и дальняя зоны электромагнитногополя для различных диапазонов частот

*В ближней зоне измеряется -**E, H**, в дальней-**W***

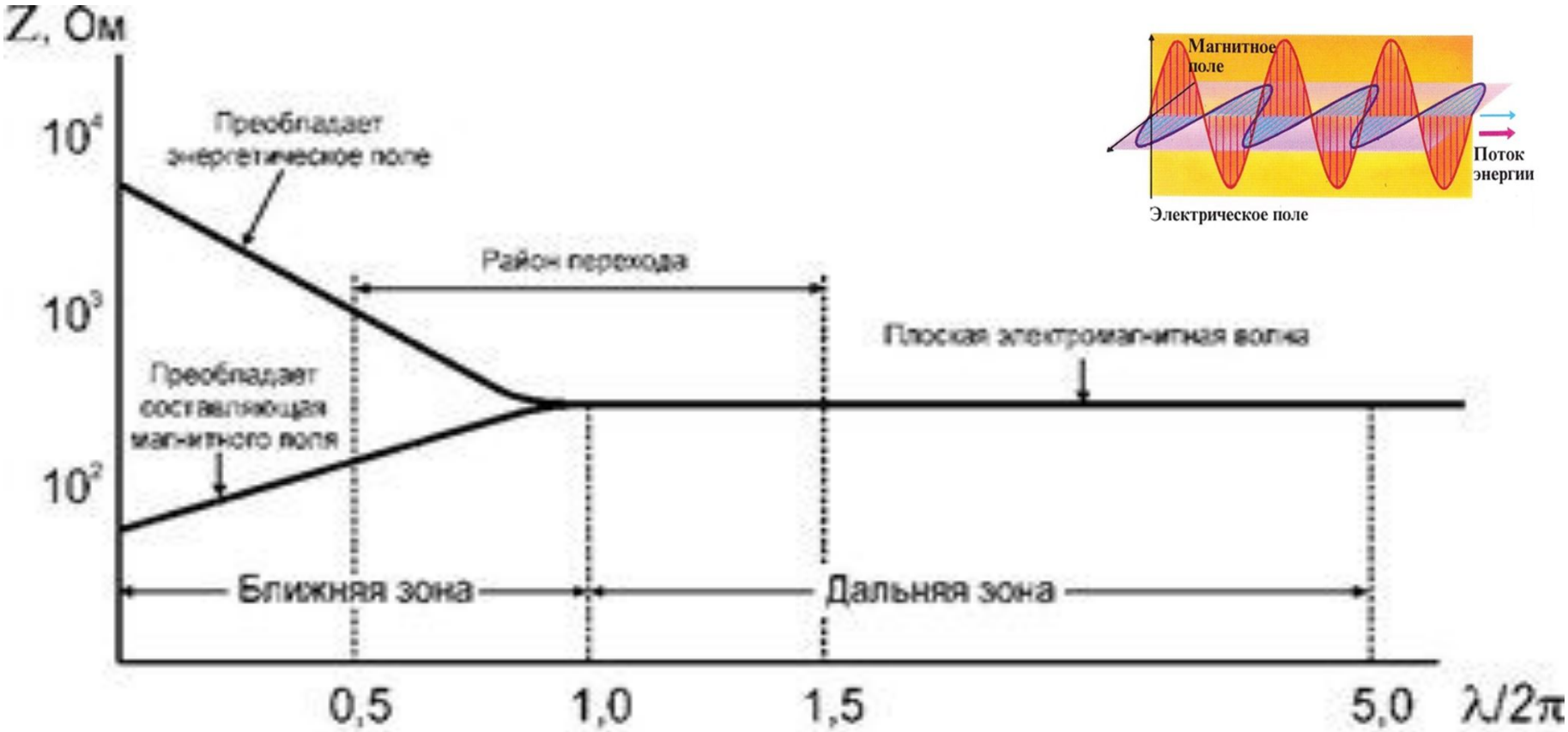


Рис. 1.4. – Волновое сопротивление в функции расстояния от источника излучения

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 частости 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)				
			вредный				опасный
	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 ПЭВМ	-	≤ 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 в т.ч. промышленные	30Гц…300Гц (50Гц)		500в/м 10мкТл		5000в/м 80А/м
3	Гектокилометровые (2Гц…2кГц для ПЭВМ)	300Гц…3000Гц	1000км..100 км	(25в/м. 250нТл)		
4	Сверхдлинные (2кГц…400кГц для ПЭВМ)	3кГц..30 кГц	100.. 10 км	(2,5в/м 25нТл)		500в/м 50А/м
5	Длинные	30кГц…300кГЦ	10км..1км			500в/м 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 Метровые 2	30…50МГц 50…300 МГЦ	10…1м	3в/м		80в/м 3А/м 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	Силов
13	Инфракрасные	300ГГц …430ТГц	1мм..0,07 мм, в т.ч. А-700…1400нм В-1400нм..0,03мм С-0,03..1мм			
14	Видимые	395..750ТГц	Кр-625..780 нм Зл-500..565 нм Сн-400..485 нм			

Биологические действия

Интенсивность микроволн, мВт/см^2	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 мозг

Биологические действия

Интенсивность микроволн, мВт/см^2	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 ипередачи 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 «ВЕ-50»

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

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

- **П3-41**

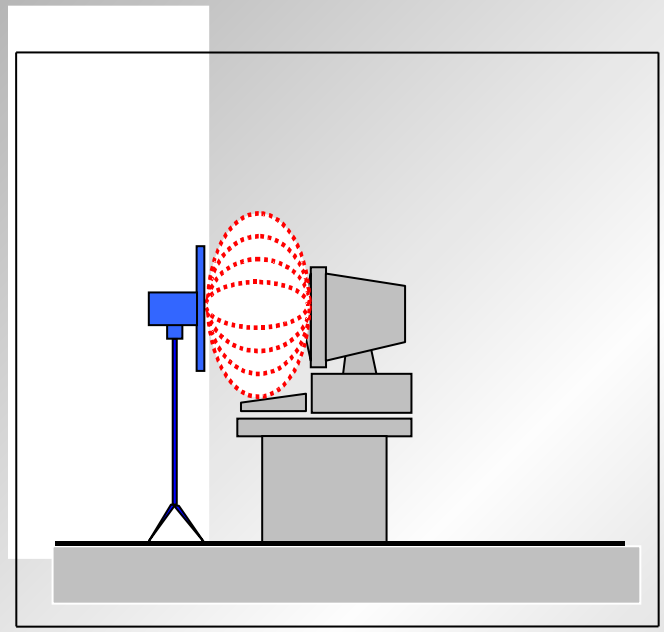
✔ Эл.магнитные излучения дипазона 0,03- 3 МГц;
✔ Эл.магнитные излучения диапазона 3 - 30 МГц;
✔ Эл.магнитные излучения диапазона 30 - 300 МГц;
✔ Эл.магнитные излучения диапазона 300 МГц – 300 ГГц (60 ГГц)

- **П3-70/1**

✔ 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

П3-50

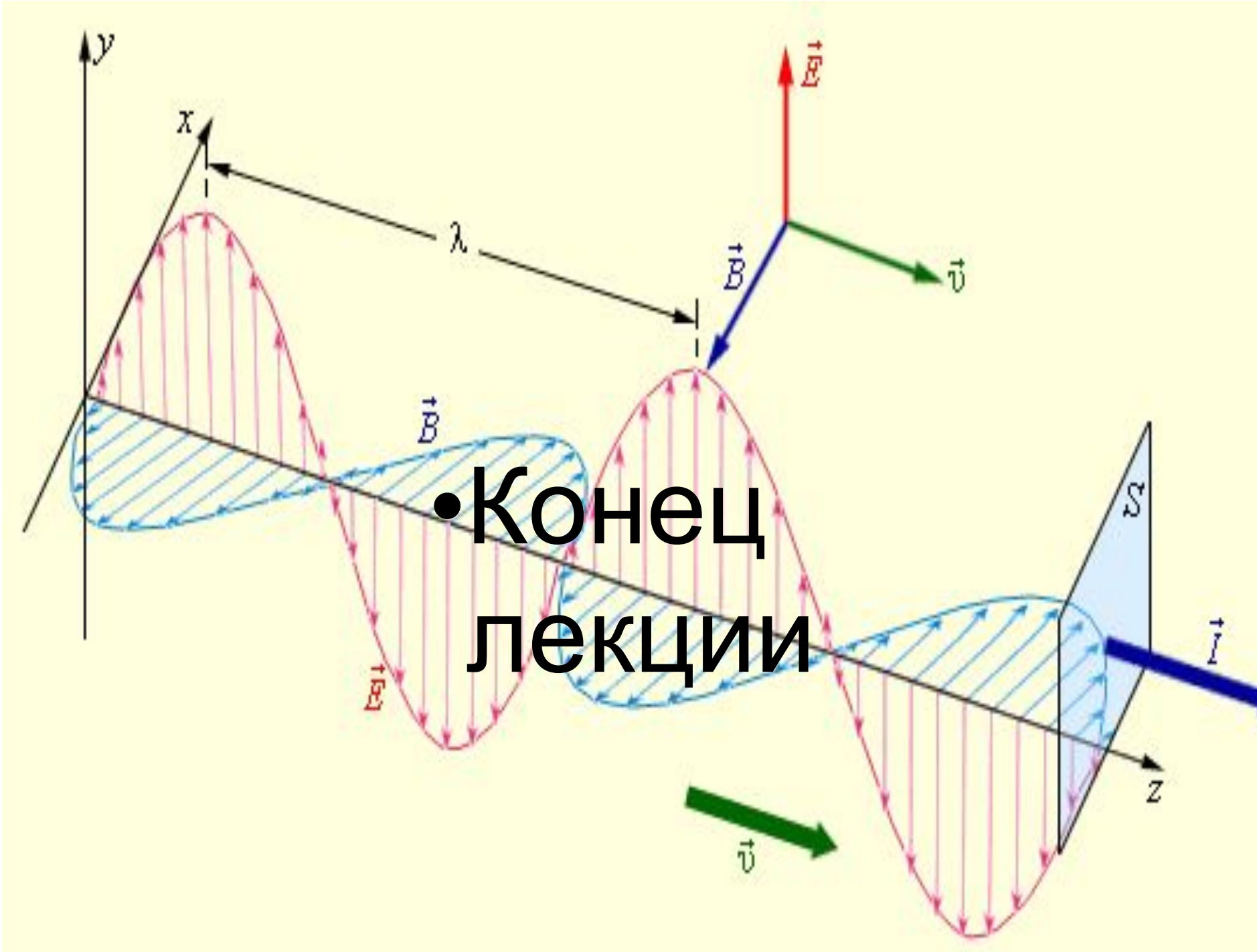
Пример прибора
с много компонентными преобразователями (изотропная антенна), **при использовании которого в процессе измерения не требуется определенная ориентация его антенны на источник ЭМП**

П3-70/1

Характеристики универсального средства измерений
(П3-70/1 + 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 10^4ионов 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 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 заменяет ПЗ-16	Измеритель напряженности поля с изотопными датчиками	Е: 10 кГц – 300 МГц Н: 100 к Гц – 30 МГц	Е: 1–1000 В/м; Н: 0,5–16 А/м	не боле дБ
ПЗ-22 заменяет ПЗ-15 ПЗ-16 ПЗ-17	Измеритель напряженности поля	Е и Н: 10 кГц – 300 МГц	Е: 1–3000 В/м; Н: 0,3–500 А/м	то
ПЗ-23	Измеритель плотности потока энергии	37,5–118 ГГц	0,5–2000 мкВт/см^2	то
ПЗ-22/1	Измеритель напряженности поля	Е: 0,01–300 МГц; Н: 0,01–50 МГц	Е: 1–1000 В/м; Н: 0,3–60 А/м	то
ПЗ-22/2	Измеритель напряженности поля	Е: 0,01–300 МГц; Н: 0,01–30 МГц	Е: 30–3000 В/м; Н: 2–500 Ф/м	то
ПЗ-22/3	Измеритель напряженности поля	Е: 0,01–1000 МГц; Н: 0,01–300 МГц	Е: 1–100 В/м; Н: 0,1–40 А/м	то
ПЗ-22/4	Измеритель напряженности поля	Е: 0,01–300 МГц; Н: 0,01–300 МГц	Е: 1–3000 В/м; Н: 0,1–500 А/м	то
ПЗ-18, ПЗ-19, ПЗ-20	Измерители плотности потока энергии	0,3–39,65 ГГц	0,32–100 Вт/см^2	то
ПЗ-33	Измеритель плотности потока энергии	0,3–4 ГГц	0,1–250 мкВт/см^2	+/–
NFM-1	Измеритель напряженности поля	Е: 0,06–350 МГц; Н: 0,1–10 МГц	2–1500 В/м; 1–10 А/м	±20

- **Рис. 7.2.** Измеритель параметров ЭМП промышленной частоты 50 Гц «ВЕ-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 до250мкВт/см^2; 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»).*