

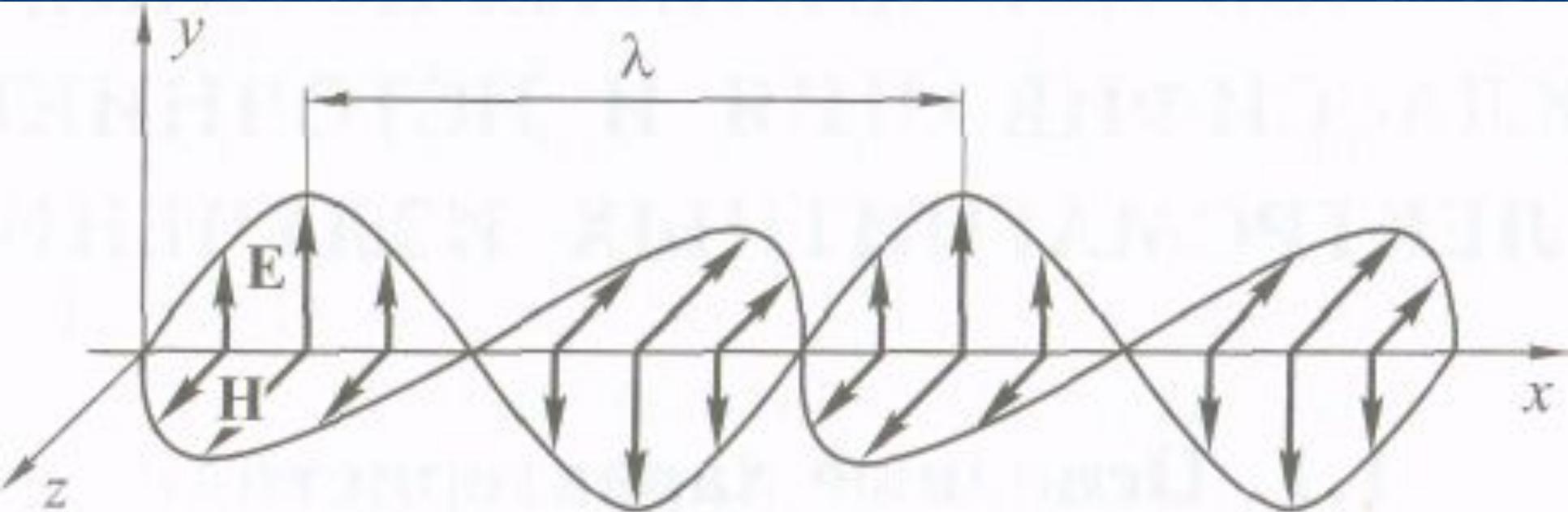
# *Неионизирующие излучения электромагнитного диапазона*

# Общая классификация ЭМИ

Вид излучения	Диапазон длин волн	Диапазон частот	Энергия кванта
Ультрафиолетовое излучение	1 00-400 нм	3000-750 ТГц	12,4-3,11 эВ
Оптическое излучение	400-780 нм	750-385 ТГц	3,11-1,58эВ
Инфракрасное излучение	780нм-0,1 мм	385-3 ТГц	1,58эВ-1,24мэВ
Гипервысокочастотное излучение	0,1-1 мм	3000-300 ГГц	1,24мэВ-1240мкэВ
Сверхвысокочастотное или микроволновое излучение	1 мм-1 м	300-0,3 ГГц	1240мкэВ-1240нэВ
Радиочастотное излучение	1 м-1 км	300-0,3 МГц	1240нэВ-1240пэВ
Низкочастотное излучение	1-10 км	300кГц-3 Гц	1240пэВ-12,4фэВ

<b>НеИИ</b>	<b>ИИ</b>
Механизм биол.действия не изучен	Механизм биол.ого действия изучен
Постоянное облучение	Непостоянное облучение
Облучение распространено по местности, практически для всего населения	Облучение ограничено по территории и определенного контингента
Рост ЭМ фона	Стабильность уровня
Эвивалентное понятие отсутствует	ОБЭ
БЭ зависит от расстояния и ориентации облучаемого объекта	БЭ зависит от расстояния
БЭ зависит от объема облучаемой ткани и времени облучения и м.б. модифицирован	БЭ зависит от объема облучаемой ткани и времени облучения и м.б. модифицирован
Эвивалентное понятие отсутствует	<b>Абс. ЛД 5-7 Гр</b>
Критические органы и системы: цнс, эндокр. иммун., гонады,	Критические органы и системы: КМ+ЖКТ гонады, хрусталик, цнс
<b>ЕЭМФ (РЧ и МКВ)=<math>10^{-24}</math> - <math>10^{-12}</math> Вт/м<sup>2</sup></b>	<b>ЕРФ= 2,4 мЗв/год</b>

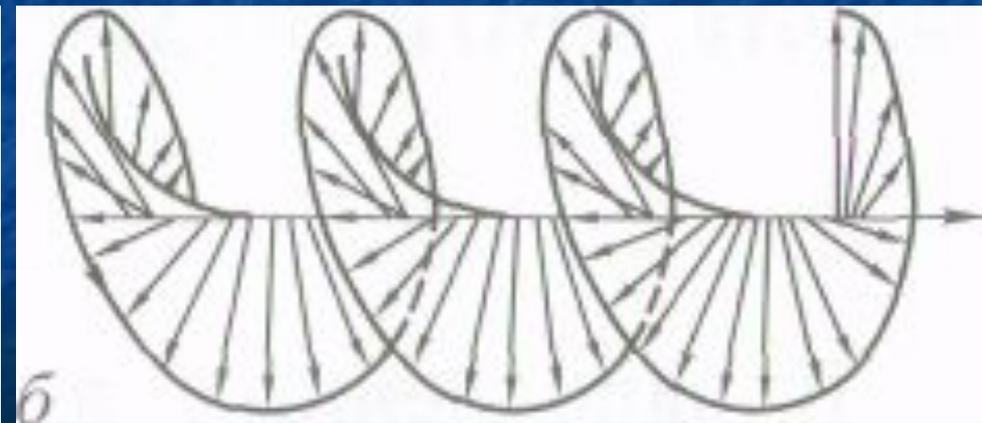
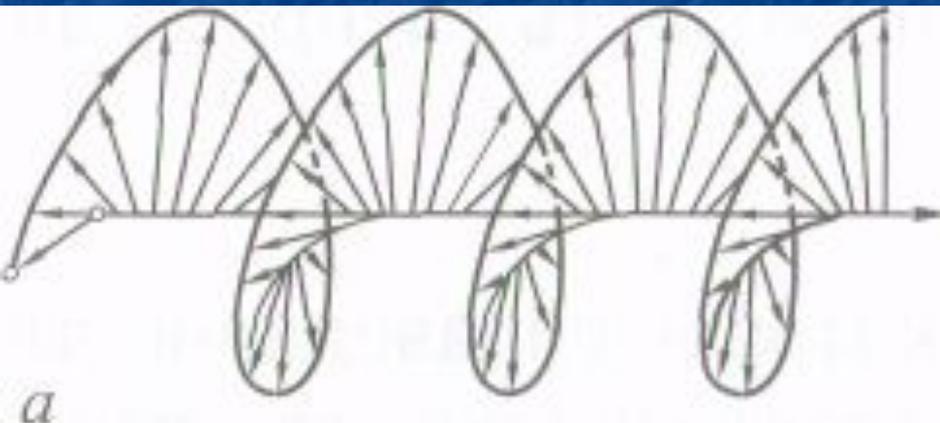
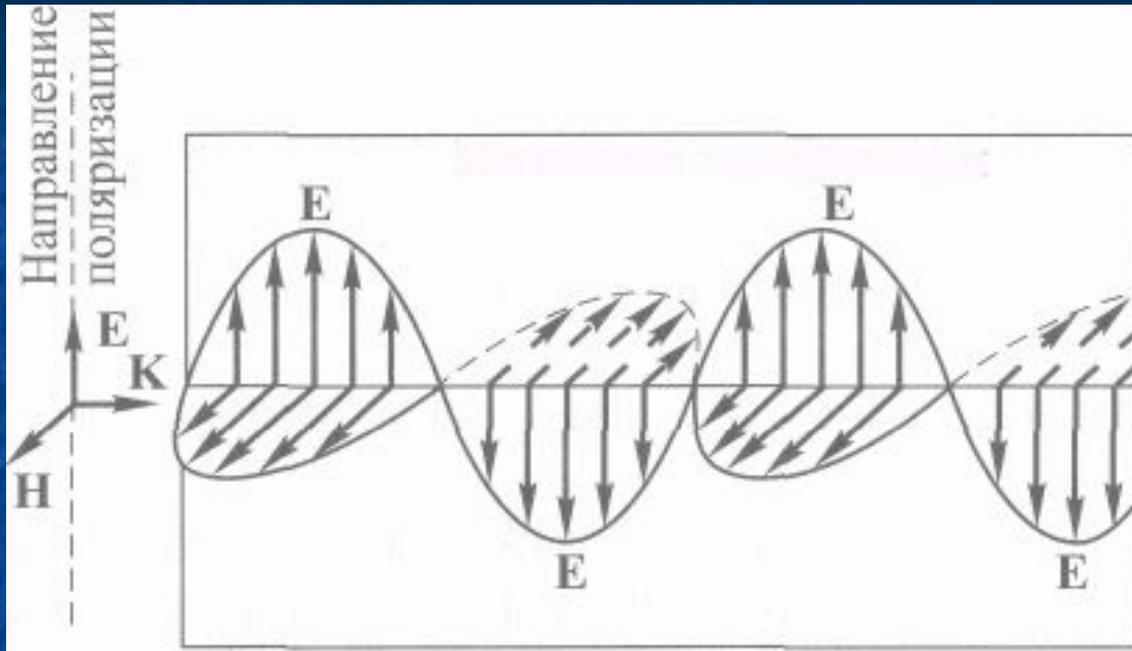
# Электромагнитная волна



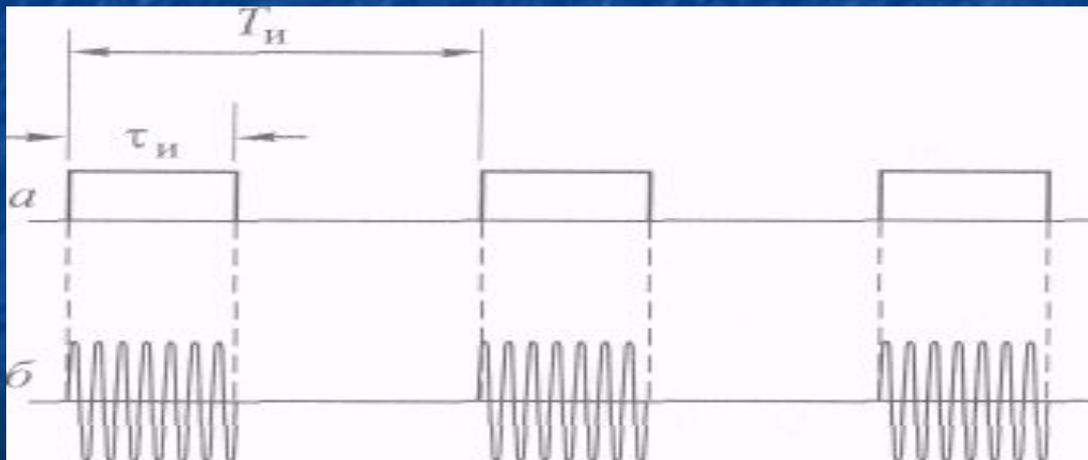
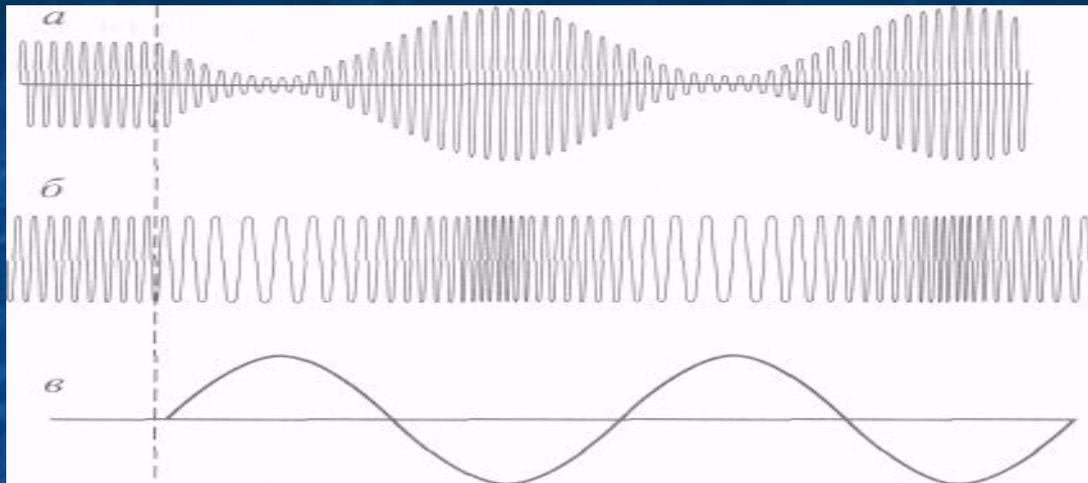
$$v = c/\lambda \quad \lambda = 300/v$$

$$v = c/\sqrt{\epsilon\mu}$$

# Виды поляризации



# Виды модуляции



# Международная классификация

№ диапа зона	Диапазон ы частот	Наименование и обозначение частот		Длины волн	Наименование и обозначение длин волн	
		Международное	Используемое в медико- биологической практике		Междунаро дное	Используемое в медико- биологической практике
I	3-30 Гц	крайне низкие частоты (КНЧ)	<b>низкие частоты (НЧ)</b>	$10^5$ - $10^4$ км	декаметров ые	не используются
II	30-300 Гц	сверхнизкие частоты (СНЧ)		$10^4$ - $10^3$ км	мегаметров ые	—
III	0,3-3 кГц	инфранизкие частоты (ИНЧ)		$10^3$ - $10^2$ км	гектокило- метровые	-
IV	3-30 кГц	очень низкие частоты (ОНЧ)		100-10км	мирааметро вые	—
V	30-300 кГц	низкие частоты (НЧ)		10-1 км	километров ые	<b>длинные волны (ДВ)</b>

# Международная классификация

VI	0,3-3 МГц	средние частоты (СЧ)	<b>радиочастоты (РЧ)</b>	1-0, 1км	гектометровые	<b>средние волны (СВ)</b>
VII	3-30 МГц	высокие частоты (ВЧ)		1 00-10 м	декаметровые	<b>короткие волны (КВ)</b>
VIII	30-300 МГц	очень высокие частоты (ОВЧ)		10-1 м	метровые	<b>ультракороткие (УКВ)</b>
IX	0,3-3 ГГц	ультравысокие частоты (УВЧ)	<b>сверхвысокие частоты (СВЧ)</b>	1-0,1 м	дециметровые	<b>микроволны (МКВ)</b>
X	3-30 ГГц	сверхвысокие частоты (СВЧ)		10- 1см	сантиметровые	
XI	30-300 ГГц	крайне высокие частоты (КВЧ)		10-1 мм	миллиметровые	
XII	300-3000 ГГц	гипервысокие частоты (ГВЧ)		1-0,1 мм	децимиллиметровые	

# Единицы измерения

<i>Неионизирующие излучения</i>	<i>Ионизирующие излучения</i>
<b>Плотность потока энергии; Вт/м<sup>2</sup></b>	<b>Мощность экспозиционной дозы; А/кг</b>
<b>Энергетическая экспозиция; В/м<sup>2</sup> • ч; А/м<sup>2</sup> • ч; Вт/м<sup>2</sup> • ч</b>	<b>Экспозиционная доза; Кл/кг</b>
<b>Удельное поглощение; Дж/кг</b>	<b>Поглощенная доза Гр; Зв; Дж/кг</b>
<b>Удельная поглощенная мощность; Вт/кг (SAR)</b>	<b>Мощность поглощенной дозы; Гр/с; Зв/с</b>
<b>Удельная поглощенная энергия, доза; Дж/(кг • с)</b>	<b>Эквивалентное понятие отсутствует</b>

# **Единицы измерения**

**Для ЭМИ с частотой менее 300 МГц часто используемым (измеряемым) параметром является :**

**напряженность  
электрического поля [В/м]**

**напряженность  
магнитного поля [А/м]**

# *Естественные источники НЭМИ*

*Солнце*

*Планеты Солнечной системы*

*Галактика*

*ЕЭМФ (РЧ и МКВ)  
 $10^{-24} - 10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>*

# Искусственные источники

Частота	Длина волны	Область применения
0,3-3 МГц	1-0,1 м	Радионавигация, морская радиосвязь, любительская радиосвязь, радиовещание, промышленность (диэлектрический и индукционный нагрев материалов), медицина, научные исследования
3-30 МГц	100-10 м	Международная радиосвязь, любительская радиосвязь, радиовещание, промышленность (диэлектрический и индукционный нагрев материалов), медицина (физиотерапия, ЯМР-диагностика, гипертермия), научные исследования
30-300 МГц	10-1 м	Радиосвязь, радиовещание, телевидение, радиолокация, медицина (физиотерапия, ЯМР-диагностика, гипертермия), научные исследования
0,3-3 ГГц	100-10 см	Радионавигация, радиолокация (гражданская и военная), телевидение, радиотелефонная, радиорелейная и сотовая связь, микроволновые печи, медицина (физиотерапия, гипертермия), научные исследования
3-30 ГГц	10-1 см	Радиолокация (гражданская и военная), радиорелейная и спутниковая связь, научные исследования
30-300 ГГц	10-1 мм	Радиолокация (гражданская и военная), спутниковая связь, медицина, научные исследования

*Рост общего электромагнитного фона  
Земли за период с конца XIX по начало  
XXI века составил  
от  $10^{-24}$ - $10^{-12}$  до  $10^{-1}$ -10 Вт/м<sup>2</sup>*

# Особенности биологического действия ЭМИ

- **интенсивность ЭМИ**
- **частота излучения**
- **продолжительность облучения**
- **модуляция сигнала**
- **сочетание частот ЭМП**
- **периодичность действия.**

*Совокупность симптомов, возникающих при воздействии ЭМП, классифицируют как специфический симптомокомплекс, который называют **«радиоволновой болезнью»***

*Данный симптомокомплекс развивается при остром и хроническом облучении незащищенных людей электромагнитными излучениями с частотой 0,3-300 ГГц, (УВЧ, СВЧ, ВЧ- диапазонов) выше допустимых пределов*

# *Критические системы организма*

*нервная*

*иммунная*

*эндокринная*

*репродуктивная*

# ***Влияние на нервную систему***

***вегетативные дисфункции***

***неврастенический синдром***

***астенический синдром***

*(слабость, раздражительность, снижение работоспособности, быструю утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна, потливость и т.п.)*

# *Влияние на нервную систему*

- *изменение биоэлектрической активности мозга,*
- *изменение проницаемости мембран нейронов*
- *дезинтеграция информации в мозге*
- *образование «горячих точек»*
- *изменения проницаемости ГЭБ*
- *сенсорные эффекты*

# **Влияние на иммунную систему**

- **отягощение течения инфекций**
- **угнетение Т-клеточного иммунитета**
- **угнетение иммуногенеза**
- **усиление образования антител к тканям плода**
- **стимуляция аутоиммунных реакции**

# **Влияние на эндокринную систему**

## **воздействие на гипоталамо- гипофизарно-адреналовую систему**

*(увеличение содержания адреналина в крови, активация процессов свертывания крови, торможение секреции гормонов роста, стимуляция выделения пролактина, кортикостероидных гормонов и и т. п.)*

# *Влияние на репродуктивную систему*

- *преждевременные роды*
- *влияние на развитие плода*
- *тератогенные эффекты*

# Медицинские частоты ЭМИ

Частоты (длины волн)	Области применения
13,56МГц (22,12 м) 27,12МГц (11,06 м) 40,68 МГц (7,38 м)	Ультравысокочастотная (УВЧ) терапия, гипертермия
433 МГц (6,93дм)* (Россия) 460 МГц (6,52дм)** (ЕЭС) 915МГц (3,28дм)	Дециметровая волновая (ДМВ) терапия, гипертермия
2450МГц (12,2 см)	Сантиметровая волновая (СМВ) терапия, гипертермия, микроволновая (МКВ) томография
42,19ГГц (7,1мм) 53,53 ГГц (5,6мм) 61,25 ГГц (4,9мм)	Миллиметровая волновая (ММВ) терапия

# *Механизмы биологического действия ЭМИ*

*тепловой  
нетепловой*

## **Классификация интенсивности ЭМИ по выраженности теплового эффекта**

<b><i>Интенсивн. ЭМИ</i></b>	<b><i>ППЭ, мВт/см<sup>2</sup></i></b>	<b><i>Выраженность теплового эффекта</i></b>
<b>Высокая</b>	<b>&gt; 10</b>	<b>Отчетливая выраженность</b>
<b>Средняя</b>	<b>1-10</b>	<b>Слабая, но различимая</b>
<b>Низкая</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>Отсутствие/не явная выраженность</b>

# **Классификация интенсивности ЭМИ по выраженности теплового эффекта (США, Евросоюз)**

<b><i>SAR, Вт/кг</i></b>	<b><i>Тепловые эффекты</i></b>
<b>&gt; 4</b>	<b>Отчетливо выражены</b>
<b>4 - 0,08</b>	<b>Маловероятны</b>
<b>&lt; 0,08</b>	<b>Отсутствие или не явная выраженность</b>

# *Тепловой механизм*

*Повышение температуры*

*Механические эффекты*

# *Нетепловой механизм*

*Сигнальное действие*

*Регулирующие действие*

*Дестабилизирующие действие*