



---

# **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА. ФИЗИОТЕРАПИЯ**

Холод Е.С.

**Екатеринбург  
2006**





За последнее время возник и быстро сформировался новый фактор окружающей среды - **электромагнитное поле (ЭМП)** антропогенного (искусственного) происхождения.

К его источникам относятся все типы радиотехнических объектов, аппараты сотовой связи, телевизоры, радиоприёмники, компьютеры, микроволновые печи, а также промышленное, медицинское, торговое оборудование и др.

Характеризуя электромагнитную обстановку используют термины "**электрическое поле**", "**магнитное поле**", "**электромагнитное поле**".

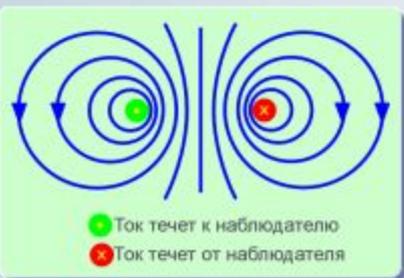




## КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭМП

**Электромагнитное поле** - это особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрическими заряженными частицами.

Физические причины существования ЭМП связаны с тем, что изменяющееся во времени электрическое поле  $E$  порождает магнитное поле  $H$ , а изменяющееся  $H$  - вихревое электрическое поле  $E$ : обе компоненты  $E$  и  $H$ , непрерывно изменяясь, возбуждают друг друга.



При ускоренном движении заряженных частиц, ЭМП "отрывается" от них и существует независимо в форме электромагнитных волн, не исчезая с устранением источника





---

## План доклада

- 1. Введение**
- 2. Краткая характеристика ЭМП**
- 3. Влияние ЭМП на организм человека**
  - 3.1 Сотовая связь. Вредное влияние на биосистемы
  - 3.2 Физиотерапия. Полезное влияние

**Время доклада - 10 мин.**





## ОСОБЕННОСТЬ ЭМП - деление на "ближнюю" и "дальнюю" зоны

"Ближняя" зона - зона индукции на расстоянии от источника  $r < \lambda$ , где электромагнитная волна еще не сформирована. ЭМП считается квазистатическим.

"Дальняя" зона - это зона сформировавшейся электромагнитной волны, начинается с расстояния  $r > 3 \lambda$ .

В "дальней" зоне устанавливается связь между  $E$  и  $H$ :  $E = 377H$ , где  $377$  - волновое сопротивление вакуума, Ом.

На частотах выше  $300$  МГц обычно измеряется плотность потока электромагнитной энергии (ППЭ), или вектор Пойтинга -  $S$ , единица измерения Вт/кв. м. ППЭ характеризует количество энергии, переносимой ЭМ волной в единицу времени через единицу поверхности, перпендикулярной направлению распространения волны.





## ВЛИЯНИЕ ЭМП НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

---

На сегодняшний день в мире насчитывается около 300 миллионов пользователей сотовой связью.

Как следствие, широкое распространение получили новые источники ЭМП - базовые станции (БС) и мобильные радиотелефоны (РТ), способные генерировать ЭМП биологически значимого уровня.





## Стандарты системы

### 1. Аналоговый NMT-450

- рабочий частотный диапазон БС: 463-467,5 МГц;
- рабочий частотный диапазон РТ: 453-457,5 МГц.

2. Цифровой D-AMPS (IS-136), практически вытеснивший аналоговый стандарт AMPS

- рабочий частотный диапазон БС: 869-894 МГц;
- рабочий частотный диапазон РТ: 824-849 МГц.

### 3. Цифровой CDMA

- рабочий частотный диапазон БС: 869-894 МГц;
- рабочий частотный диапазон РТ: 824-849 МГц.

### 4. Цифровой GSM-900

- рабочий частотный диапазон БС: 925-965 МГц;
- рабочий частотный диапазон РТ: 890-915 МГц.

### 5. Цифровой GSM-1800 (DCS)

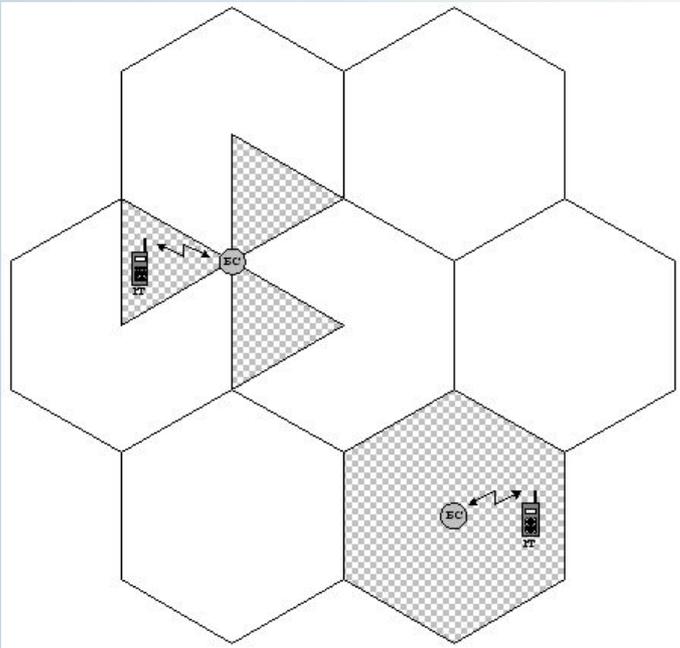
- рабочий частотный диапазон БС: 1805-1880 МГц;
- рабочий частотный диапазон РТ: 1710-1785 МГц.





## Работа системы

основана на принципе деления территории на зоны (т. н. соты) радиусом обычно 0,5 - 2 километра, в центре или в узлах которых расположены БС, обслуживающие РТ, находящиеся в зоне их действия.





---

## Базовые станции системы сотовой связи

БС - приемно-передающий радиотехнический объект, излучающий электромагнитную энергию в УВЧ диапазоне (300 - 3000 МГц).

Дополнительно каждая БС оснащена комплектом приемно-передающего оборудования радиорелейной связи, работающим в диапазоне 3 - 40 ГГц и отвечающим за интеграцию данной БС в сеть в целом.

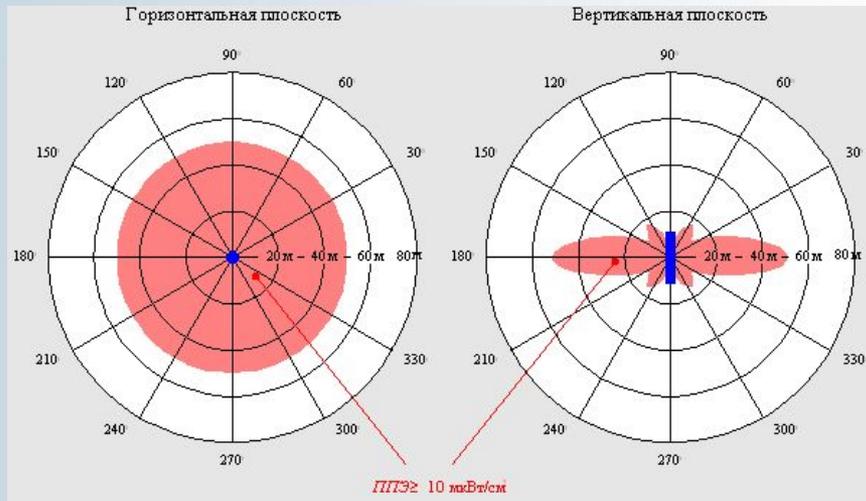
Мощность передатчиков БС 5 - 10 Вт на частоту излучения (несущую).



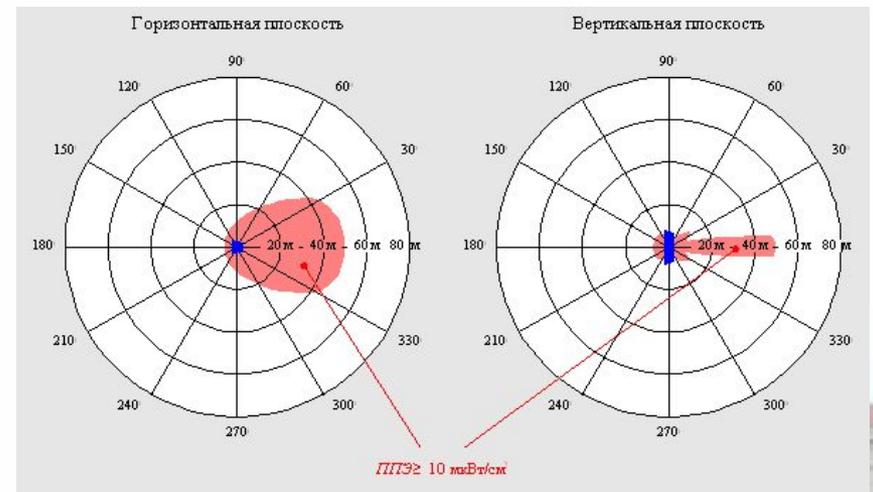


## Типы приемо-передающих антенн БС

слабонаправленные с круговой диаграммой направленности (ДН) в горизонтальной плоскости



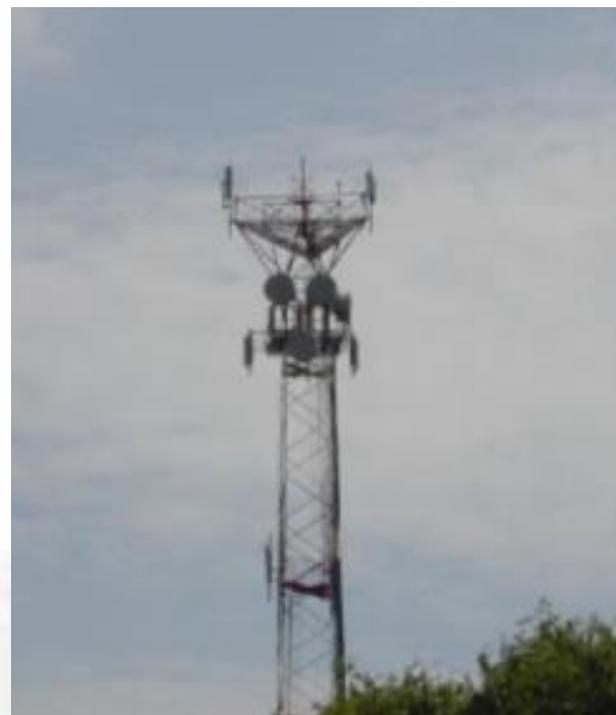
направленные (секторные), с шириной основного лепестка ДН в горизонтальной плоскости 60 или 120 градусов



Значение коэффициента усиления антенн БС 8 - 18 дБ (децибелл).



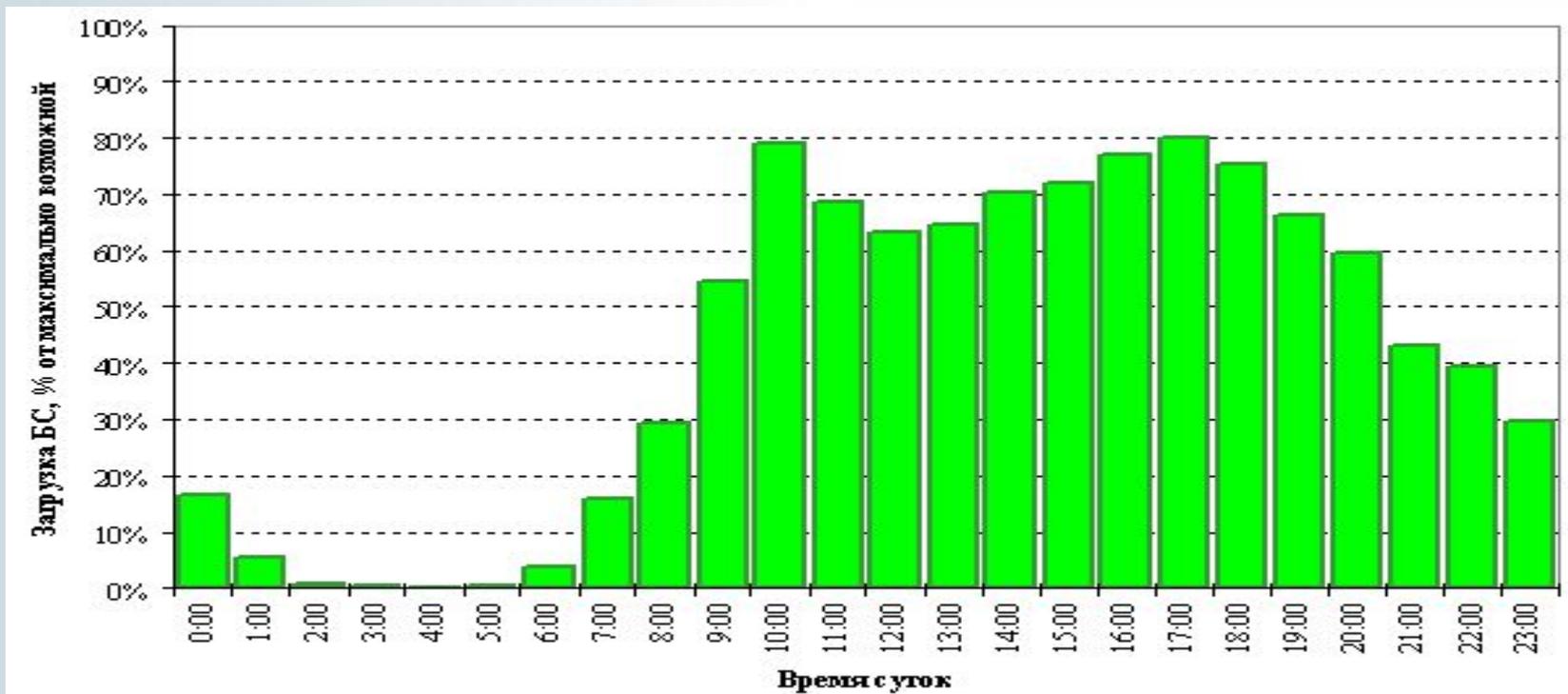
Антенны БС устанавливаются на высоте 15 - 100 метров от поверхности земли на уже существующих постройках или на специально сооруженных мачтах





## Работа (излучение) БС непостоянна и зависит от:

- местоположения БС
- количества абонентов сети
- времени суток и дня недели





## Мобильные радиотелефоны

РТ - миниатюрный приемопередатчик, работающий в УВЧ диапазоне, выходная мощность которого зависит от качества связи с обслуживающей его БС.

### Максимальная мощность РТ различных стандартов сотовой связи

Стандарт РТ	Максимальная выходная мощность, мВт
NMT-450	1,0
D-AMPS	0,2
CDMA	0,6
GSM-900	0,25
GSM-1800 (DCS)	0,125



---

Рост количества и разнообразия источников электромагнитного излучения привел к идее исследования его влияния на различные биосистемы в широком частотном диапазоне от 0 до 300 ГГц.





## ВРЕДНОЕ ВЛИЯНИЕ НА БИОСИСТЕМЫ

---

В Институте Биофизики проведен эксперимент по исследованию воздействия ЭМП сотового телефона на развитие цыпленка от стадии эмбриона до стадии вылупления.



*Исследовательский инкубатор*

Использовались два инкубатора, выполненные без применения металлических частей. В каждый инку-батор поместили по 66 яиц.

В одном разместили сотовый телефон стандарта GSM, который периодически включался, создавая ЭМП.

В другом телефон отсутствовал, яйца развивались в нормальных условиях и служили контрольной группой.





---

## РЕЗУЛЬТАТ ЭКСПЕРИМЕНТА:

- повышенная гибель эмбрионов до 20% (в контрольной группе до 2%);
- случаи досрочного вылупления цыплят, с явно выраженными пороками органов и их гибель после вылупливания.





Всемирная организация здравоохранения исследовала физиологические, биохимические, клинические, психологические параметры, характеризующие функциональное состояние пользователей до, во время и после использования телефонов разных стандартов.

## ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЭМП воздействует на:

1) центральные структуры мозга (височную, височнотемennую и затылочную области - головная боль и повышенная утомляемость в зависимости от длительности переговоров);

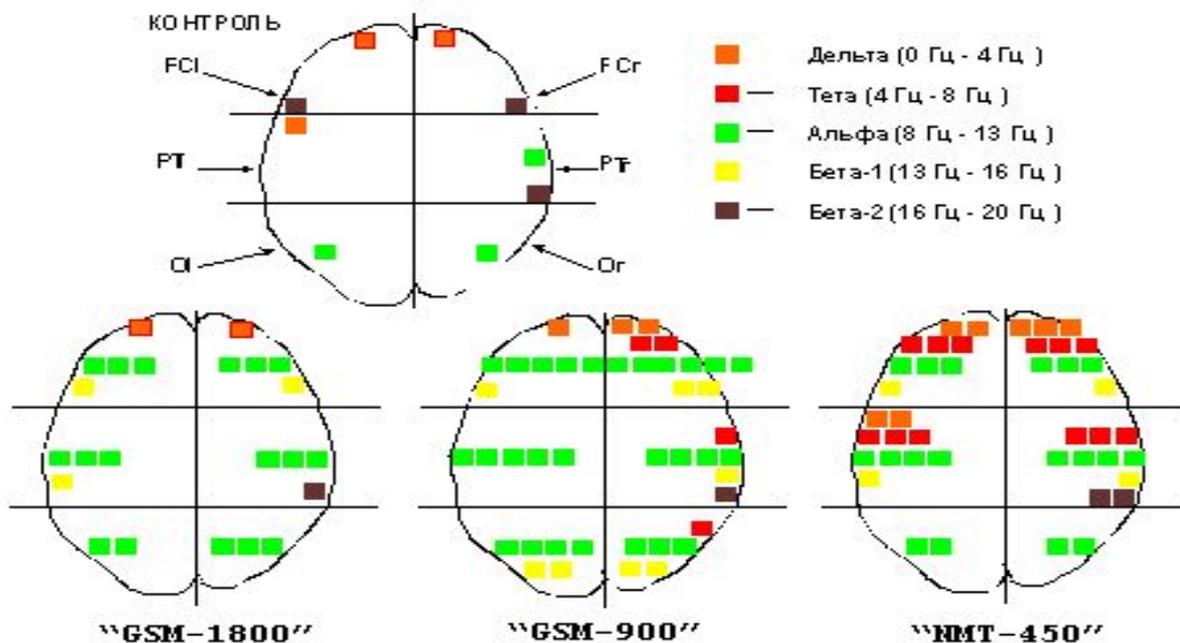
Таблица 1: Коэффициенты проявлений

Симптомы	2-15 мин/день	15-60 мин/день	> 60 мин/день
Утомление	1,45 (1,01-1,89)	2,09 (1,41-2,77)	1,82 (0,93-3,02)
Головные боли	1,75 (1,12-2,39)	3,05 (1,90-4,20)	3,44 (1,53-5,36)



# Изменения спектра электроэнцефалограммы

ДОСТОВЕРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СПЕКТРАХ ЭЭГ В РАЗЛИЧНЫХ СЕРИЯХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Пример результатов исследований – изменения в биоэлектрической активности мозга добровольца при воздействии ЭМП телефонов различных стандартов сотовой связи (чем больше цветных маркеров, тем сильнее изменения).

2) периферические рецепторы вестибулярного, слухового и зрительного анализаторов;

3) биологические активные точки уха (повышение температуры в области уха к 30-ой минуте облучения до 37 – 41 градуса).





Для оценки влияния ЭМП на организм человека введено понятие величина удельной поглощенной мощности (SAR)

Стандарт	Мощность	SAR (усредненная на 10 кг биологической ткани)
NMT450	до 1 Вт	до 6 Вт/кг
AMPS	до 0,6 Вт	до 4 Вт/кг
GSM900	до 0,25 Вт	до 3 Вт/кг
GSM 1800 (DCS)	до 0,125 Вт	до 2 Вт/кг

При использовании сотового телефона, окружающие люди также подвергаются ЭМ облучению:

- вне дома на расстоянии до 70 м уровень ППЭ достигает 0,5 мкВт/кв. см;
- в другой комнате на расстоянии 3 м уровень ППЭ достигает 400 мкВт/кв. см.



## Исследования влияния ЭМП на биосистемы привели к выводу:

- ЭМП биологически активно во всех частотных диапазонах

### Международная классификация электромагнитных волн по частотам

Наименование частотного диапазона	Границы диапазона	Наименование волнового диапазона	Границы диапазона
Крайние низкие, КНЧ	3 - 30 Гц	Декамегаметровые	100 - 10 Мм
Сверхнизкие, СНЧ	30 - 300 Гц	Мегаметровые	10 - 1 Мм
Инфранизкие, ИНЧ	0,3 - 3 кГц	Гектокилометровые	1000 - 100 км
Очень низкие, ОНЧ	3 - 30 кГц	Мириаметровые	100 - 10 км
Низкие частоты, НЧ	30 - 300 кГц	Километровые	10 - 1 км
Средние, СЧ	0,3 - 3 МГц	Гектометровые	1 - 0,1 км
Высокие частоты, ВЧ	3 - 30 МГц	Декаметровые	100 - 10 м
Очень высокие, ОВЧ	30 - 300 МГц	Метровые	10 - 1 м
Ультравысокие, УВЧ	0,3 - 3 ГГц	Дециметровые	1 - 0,1 м
Сверхвысокие, СВЧ	3 - 30 ГГц	Сантиметровые	10 - 1 см
Крайне высокие, КВЧ	30 - 300 ГГц	Миллиметровые	10 - 1 мм
Гипервысокие, ГВЧ	300 - 3000 ГГц	Децимиллиметровые	1 - 0,1 мм



---

## Механизмы воздействия ЭМП:

- тепловой, характерен для относительно высокого уровня ЭМП;

- нетепловой или информационный, характерен для относительно низкого уровня ЭМП (частоты выше 300 МГц мощность менее 1 мВт/кв. см);





## Параметры ЭМП, влияющие на биосистемы

- интенсивность (величина) излучения;
- частота излучения;
- продолжительность облучения;
- модуляция сигнала;
- сочетание частот;
- периодичность действия.

При влиянии этих параметров большое внимание уделяется резонансным эффектам, наличию т.н. частотных и амплитудных окон, обладающих высокой биологической активностью на клеточном уровне.





---

## ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА:

- нервная;
- иммунная;
- эндокринная;
- половая.

При многократном воздействии ЭМП эти системы организма являются критическими.





---

## ВЛИЯНИЕ ЭМП НА НЕРВНУЮ СИСТЕМУ

**Нервная система** - одна из наиболее чувствительных систем к воздействию ЭМП на уровне молекул ДНК.

### Характерные отклонения:

- изменение высшей нервной деятельности;
- ослабление памяти;
- развитие стрессовых реакций;
- развитие неврастенического и астенического синдрома (слабость, раздражительность, быстрая утомляемость, нарушение сна, внутренняя напряжённость, суетливость);
- зрительное утомление.





---

## ВЛИЯНИЕ ЭМП НА ИММУННУЮ СИСТЕМУ

### Характерные отклонения:

- возникновение иммунодефицита по тимус - зависимой клеточной популяции лимфоцитов;
- нарушение процессов иммуногенеза;
- отягощение инфекционного процесса;
- изменение антигенной структуры тканей;
- усиление образования антител по отношению к тканям плода.





---

## ВЛИЯНИЕ ЭМП НА ЭНДОКРИННУЮ СИСТЕМУ

### Характерные отклонения:

- изменение в гипофиз - надпочечниковой системе, сопровождающееся:
- увеличением содержания адреналина в крови;
- активацией процессов свертывания крови.





---

## ВЛИЯНИЕ ЭМП НА ПОЛОВУЮ ФУНКЦИЮ

### Характерные отклонения:

- нарушение половой функции, связанной с изменением ее регуляции со стороны нервной и нейроэндокринной систем, сопровождающееся:
  - понижением активности гипофиза;
  - внутриутробном повреждении плода, в различные стадии беременности;
  - преждевременными родами.





Как известно, электромагнитные колебания, существуют не только вне организма, но и внутри его. Каждая клетка обладает своим специфическим спектром колебаний, который характеризуется формой, видом, частотой. Поддержание этих колебаний зависит от "добротности" резонатора клетки, органа, ткани или организма в целом. В клетках и между ними происходит постоянный мгновенный информационный обмен, осуществляемый с помощью электромагнитных волн.

При изменении процесса обмена, из-за вмешательства не свойственных организму (патологических) колебаний вредных веществ, в организме возникают функциональные нарушения. Если регуляторная система организма не способна адекватно их компенсировать, то это в дальнейшем приводит к физическим проявлениям болезни.





Веками для поддержания здоровья люди использовали солнечный свет, грелки, ванны, компрессы, растирания, физические упражнения и т.д. Более 3000 лет китайские врачи работают по методу, который известен как «акупунктура». В классической акупунктуре укол производится золотой или серебряной иглой в точно определенную точку на коже, оказывая возбуждающее или успокаивающее влияние на органы связанные с этой точкой, для восстановления или поддержания гармоничного состояния организма.

Название “физиотерапия” с греческого языка переводится как “лечение силами природы”.





**Современная физиотерапия** - это один из методов комплексной терапии применяемый в лечении, в профилактике ряда заболеваний, а так же в процессе реабилитации больных с нарушением трофических процессов в тканях, в котором используются не химические факторы (лекарства), а физические: **токи, магнитные поля, лазер, ультразвук и др.**

**"Чтобы лечить верно, безопасно, быстро и надежно, подбирай в каждом конкретном случае только такое лекарство, которое может вызвать состояние, подобное тому страданию, которое предстоит исцелять."**

С. Ганеманн, 1796 г.

Этот постулат положен в основу современной физиотерапии





---

## ФИЗИОТЕРАПИЯ

- электроимпульстерапия;
- лазеротерапия;
- вакуумтерапия;
- термотерапия;
- магнитотерапия.





## ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ ФИЗИОТЕРАПИИ

- неврологические заболевания воспалительного, травматического и дистрофического характера (остеохондроз, невралгия, артрит и др.);
- заболевания сосудистой системы (варикозное расширение вен, болезнь Рейно, хронический лимфостаз ног, и др.);
- заболевания женских и мужских половых органов (аднексит, хронический простатит и т.д.);
- ожирение 1 – 3 стадии;
- заболевания внутренних органов (бронхит, пневмония, гастрит);
- повышенное содержание холестерина в крови;
- кислородное голодание тканей организма и др.





## 1. УВЧ-, СВЧ-, КВЧ- приборы

Воздействие на организм человека переменным ЭМП с ППЭ 0,1 В/кв. м. Заданные частоты вызывают гармонизацию работы органов и систем человека за счет резонансных явлений. Поскольку заболевания могут вызываться разными причинами, то для лечения необходимо задействовать разные системы организма, то есть использовать различные частоты или комбинацию последовательно меняющихся частот, обладающих различным эффектом:

- в УВЧ (ультравысоком диапазоне частот) - 0,3 - 3 ГГц;
- в СВЧ (сверхвысоком диапазоне частот) - 3 - 30 ГГц;
- в КВЧ (крайне высоком диапазоне частот) - 30 - 300 ГГц.

## 2. Приборы лазеротерапии

Воздействие на биологические ткани организма светом. При поглощении свет возбуждает атомы и молекулы, вызывая фотохимические реакции тканевых ферментов, биосинтез белков, ДНК, РНК. В результате меняется обмен веществ и интенсивность образования клеток в тканях, что приводит к лечению систем организма.



# УВЧ - ТЕРАПИЯ

Ультравысокий диапазон частот 0,3 до 3 ГГц  
(дециметровый диапазон волн 0,1 – 1 м)

Метод лечения основан на поглощении электрической энергии объектом, помещенным между конденсаторными или индукторными электродами.

Физико-химические процессы характеризуются образованием тепла обусловленным превращением части электрической энергии в тепловую.

Электрическое поле вызывает в организме изменения структуры белковых молекул, кислотности среды, силы поверхностного натяжения.

## Особенности УВЧ – терапии

ткани тела нагреваются:

- равномерно за счет проникновения энергии ДМВ на глубину 10 - 12 см;
- не одинаково за счет разной удельной электропроводности и диэлектрической постоянной различных тканей тела и расположения его по отношению к силовым линиям электрического поля.



аппарат УВЧ -  
терапии

CURAPULS 970



## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Хирургия

Кардиология

Невропатология

Пульмонология

Урология

Гинекология

Ортопедия

Дерматология

Травматология





## СВЧ - ТЕРАПИЯ

сверхвысокий диапазон частот - 3 - 30 ГГц  
(сантиметровый диапазон длин волн 1 - 10 см)

Метод лечения основан на использовании энергии, по своим частотным характеристикам близким к частотам колебания ряда биологических веществ организма. В результате резонансного эффекта часть электрической энергии преобразуется в тепловую.

### Электрическое поле вызывает:

- образование биологически активных веществ;
- расширение кровеносных сосудов,
- нормализацию процессов нервной системы;
- изменение белкового, углеводного обмена.

### Особенности СВЧ – терапии

- поверхностное нагревание тканей тела за счет проникновения энергии на глубину 5 - 6 см





## Аппарат СВЧ – терапии CURAPULS 670



## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Хирургия

Кардиология

Невропатология

Пульмонология

Урология

Гинекология

Дерматология

Травматология





## КВЧ - ТЕРАПИЯ

Крайне высокий диапазон частот 30 - 300 ГГц  
(миллиметровый диапазон длин волн – 10 - 1 мм)

В КВЧ-терапии применяются следующие длины волн:

**4,9 мм (60,12 ГГц), 5,6 мм (53,33 ГГц) и 7,1 мм (42,19 ГГц).**

Метод лечения основан на действии миллиметровых волн на рефлексогенные зоны и биологически активные точки.

### Электрическое поле вызывает:

- изменение деятельности нервной и эндокринной систем;
- изменение дермальной структуры кожи;
- активацию нервных проводников кожи.

### Особенности КВЧ - терапии

- нормализующий характер КВЧ - излучения приводит в норму только отклонившиеся физиологические параметры. Параметры, находящиеся в норме, не реагируют на облучение.







**Магнитотерапия**- метод, при котором на организм человека воздействуют постоянным или переменным низкочастотным магнитным полем.

Известно, что ткани организма диамагнитны, т. е. под влиянием магнитного поля не намагничиваются, однако многим составным элементам тканей (например, воде, ферромагнитным элементам крови) в магнитном поле могут сообщаться магнитные свойства.

**Нож ультразвуковой** - аппарат для разрушения тканей при хирургической операции работающий на принципе коагуляции тканей в результате нагрева их токами высокой частоты.





## ПРИБОРЫ И АППАРАТЫ ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ФИЗИОТЕРАПИИ Аппарат «Минитаг®»

На стыке медицины, биофизики, радиоэлектроники родилось новое направление - информационная медицина, способная бесконтактно устранять первопричины заболеваний и восстанавливать баланс всех органов и систем.

Лечебный эффект аппарата Минитаг основан на возможности точного воспроизведения сигнала здоровой клетки, что позволяет восстанавливать нормальную работу органов и систем организма.





Аппарат ультразвуковой терапии  
BTL-4710 Sono Optimal



Двухканальный ультразвуковой  
терапевтический прибор BTL-5720  
Sono





Двухканальный ультразвуковой  
терапевтический прибор ВТЛ-07р



Маленькая мультимодальная  
ультразвуковая головка для  
ВТЛ-5720



Лазерные зонды для  
аппарата  
лазеротерапии





Аппарат лазеротерапии  
BTL-2000



Одноканальный прибор  
лазерной терапии  
BTL-5110 Laser



Аппараты  
лазеротерапии  
"Эконом" серии  
BTL-4000





---

***СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!***

