



Электромагнитные излучения

Источники ЭМИ

1. Естественные: грозовые разряды на Земле;
космическое реликтовое излучение.
2. Искусственные источники.

Применение ЭМИ

1. Радиосвязь
2. Радиовещание, телевидение
3. Радиоастрономия
4. Индукционный нагрев
5. Термообработка металлов и древесины
6. Сварка пластмасс
7. Создание низкотемпературной плазмы
8. Физиотерапевтические приборы
9. Радиолокация
10. Дефектоскопия

Классификация электромагнитных излучений

Электромагнитные излучения (ЭМИ)	Длина волны излучения
Радиоволновое ЭМИ	1 000 км – 25 000 нм
Инфракрасное ЭМИ	25 000 нм – 760 нм
Видимое ЭМИ	760 нм – 400 нм
Ультрафиолетовое ЭМИ	400 нм – 13,6 нм
Рентгеновское и γ -ЭМИ	<13,6 нм



Классификация радиоволн, принятая в гигиенической практике

Название диапазона	Длина волны	Диапазон частот	Частота	Название диапазона частот по международному регламенту
Длинные (километровые) волны (ДВ)	10 – 1 км	Высокие частоты (ВЧ)	От 3 до 300 кГц	Низкие (НЧ)
Средние (гектометровые) волны (СВ)	1 км – 100 м	То же	От 0,3 до 3 МГц	Средние (СЧ)
Короткие (декаметровые) волны (КВ)	100 – 10 м	То же	От 3 до 30 МГц	Высокие (ВЧ)
Ультракороткие (метровые) волны (УКВ)	10 – 1 м	Ультравысокие частоты	От 30 до 300 МГц	Очень высокие (ОВЧ)
Микроволны: дециметровые (дм)	1 м – 10 см	Сверхвысокие частоты (СВЧ)	От 0,3 ГГц до 3 ГГц	Ультравысокие (УВЧ)
сантиметровые (см)	10 см – 1 см	То же	От 3 ГГц до 30 ГГц	Сверхвысокие (СВЧ)
миллиметровые (мм)	1 см – 1 мм	То же	От 30 до 300 ГГц	Крайне высокие (КВЧ)

Физические свойства ЭМИ

1. Частота
2. Длина волны
3. Энергия кванта
4. Характер распространения
5. Характер поглощения
6. Характер отражения

Коэффициент отражения

- это отношение величины отражённой энергии ЭМИ поверхностью тела к величине падающей на это тело энергии.

По коэффициенту отражения
электромагнитной энергии, падающей
из свободного пространства на
поверхность тела, можно определить
энергию, поглощённую тканями при
дистанционном облучении, когда
известна лишь мощность, излучаемая
генератором.

В проводящих средах
электромагнитная энергия сильно
поглощается.

Это имеет место в растворах
электролитов, содержащих белковые
молекулы, характеризующиеся диполь-
ным моментом и слабовыраженными
диамагнитными и парамагнитными
свойствами.

Действие электромагнитных полей в проводящих средах вызывает токи ионной проводимости и ориентационную поляризацию молекул в соответствии с частотой изменения электромагнитных полей, а вязкость и силы сцепления между молекулами препятствуют колебаниям полярных молекул в переменном электромагнитном поле. Это связано с потерями энергии электромагнитных полей и поглощением их средой.

Одной из самых важных характеристик электромагнитных полей, которая даёт представление о способности проводящей среды поглощать их энергию, является глубина проникновения электромагнитных волн.

Глубина проникновения электромагнитных волн

- расстояние, на котором амплитуды электрического и магнитного полей электромагнитной волны убывают в $e=2,718$ раза, где « e » – основание натуральных логарифмов.

Структура электромагнитного поля вокруг источника излучения

№№	Название зон
1	Ближняя – зона индукции
2	Промежуточная – зона интерференции
3	Дальняя – волновая зона

Зоны электромагнитного поля на рабочем месте в зависимости от частоты ЭМИ

Частоты	Зона на рабочем месте
Низкие частоты – НЧ	Зона индукции
Средние частоты – СЧ	Зона индукции
Высокие частоты – ВЧ	Зона индукции
Очень высокие частоты – ОВЧ	Зона индукции
Ультравысокие частоты – УВЧ	Волновая зона
Сверхвысокие частоты – СВЧ	Волновая зона
Крайне высокие частоты – КВЧ	Волновая зона

Единицы измерения интенсивности ЭМИ

Зоны электромагнитного поля	Единицы измерения
Зона индукции	Напряжённость <u>электрической</u> составляющей поля – В/м; напряжённость <u>магнитной</u> составляющей поля – А/м
Зона интерференции	В/м, А/м
Волновая зона	Плотность потока энергии – Ватт/м ² ; мкВт/см ² ; мВт/см ²

Механизм биологического действия ЭМИ

Поглощение энергии ЭМИ тканями организма

В тканях, богатых жидкостью (кровь, печень, почки, сердце, кожа, хрусталик), глубина проникновения микроволн значительно уменьшается, а поглощение энергии увеличивается.

В тканях с малым количеством воды (жировая ткань, кости, жёлтый костный мозг) глубина проникновения увеличивается, а поглощение энергии уменьшается.

Энергия высокочастотных электромагнитных излучений при действии на органы и ткани живого организма затрачивается на колебания содержащихся в них дипольных молекул ионов.

Поглощение электромагнитной энергии за счёт колебаний дипольных молекул воды находится в прямой зависимости от её релаксационной частоты.

При частотах, превышающих релаксационную, молекулы, обладающие инертностью, не успевают реагировать на изменения электромагнитной волны, вследствие чего поглощение энергии волн значительно уменьшается.

Частота релаксации для молекул воды – около 20 000 мГц,
 $\lambda = 1,5$ см.

О значении роли молекул в общем поглощении электромагнитной энергии свидетельствует тот факт, что в дециметровом диапазоне волн вследствие колебаний молекул воды поглощается около 50%, а в 3-сантиметровом – около 98% общей энергии.

Преобразование поглощённой тканями электромагнитной энергии в тепловую связано с возникновением колебаний ионов и дипольных молекул воды, содержащихся в органах и тканях.

В живом организме вода составляет около 70% от общей массы тела, поэтому закономерности, обнаруженные при облучении водных растворов различных соединений, можно распространить на радиобиологические явления.

При облучении микроволнами тканей живого организма степень нагреваемости их зависит от многих физических факторов:

- частоты,
- диэлектрических свойств тканей,
- скорости кровотока,
- размеров облучаемого объекта,
- интенсивности облучения,
- длительности облучения и др.

Термический эффект электромагнитных полей своеобразен и отличается от теплового действия уже изученных физических факторов тем, что имеет свою специфическую топографию, не сравнимую с другими тепловыми воздействиями.

Распределение температуры в тканях



Пороговые интенсивности
теплового действия

электромагнитных волн
сверхвысокой частоты
находятся в пределах
 $10-15 \text{ мВт/см}^2$.

Кроме теплового действия существует
нетепловое «специфическое»
действие микроволн.

Оно связано с молекулярным
механизмом поглощения
сверхвысокочастотной энергии по типу
резонансного поглощения.

«Специфическое действие»

сверхвысокочастотных электромагнитных полей (*по мнению многих исследователей*) не сопровождается морфологическими изменениями в органах и тканях живого организма.

Но эти стороны «специфического» действия СВЧ ЭМИ полностью не раскрыты, и по этому вопросу в литературе имеются противоречивые данные.

«Специфическое» действие вызывает локальное нагревание отдельных структур, а тепловое – общее нагревание организма.

Поэтому качественной разницы между тепловым и «специфическим» действием сверхвысокочастотных электромагнитных полей нет, потому что в их основе лежит один вид энергии, который при нетепловом воздействии микроволн вызывает селективный микронагрев.

Клинические проявления действия ЭМИ

Наиболее чувствительны к воздействию ЭМИ центральная нервная и нейроэндокринная системы.

С нарушениями нейроэндокринной регуляции связывают эффекты со стороны сердечно-сосудистой системы, системы крови, иммунитета, обменных процессов и др.

При действии на глаза высоких тепловых уровней ЭМИ возможно образование катаракты.

Острые поражения электромагнитными излучениями

Острые поражения возникают при воздействии значительных тепловых интенсивностей излучений: при авариях, грубых нарушениях требований техники безопасности.

Симптомы острых поражений ЭМИ

Острые поражения отличаются полисимптомностью нарушений, затрагивающих различные органы и системы.

При этом характерны выраженная астенизация, диэнцефальные расстройства, угнетение функции половых желёз и др.

Жалобы пострадавших от ЭМИ

1. Ухудшение самочувствия во время работы или сразу после её прекращения.
2. Головокружение.
3. Резкая головная боль.
4. Тошнота.
5. Повторные носовые кровотечения.
6. Нарушения сна.

Жалобы пострадавших от ЭМИ сопровожаются:

-  слабостью;
-  адинамией;
-  потерей работоспособности;
-  обморочными состояниями;
-  неустойчивостью артериального давления;
-  неустойчивостью показателей белой крови;
-  приступами тахикардии;
-  профузной потливостью;
-  дрожанием тела (*и другие жалобы*).

Нарушения сохраняются до 1,5-2 месяцев.

Синдромы хронических поражений электромагнитными излучениями

Симптомы и течение хронических форм радиоволновых поражений не имеют строго специфических проявлений.

В клинической картине выделяют 3 ведущих синдрома:

- Астенический синдром.
- Астено-вегетативный синдром.
- Гипоталамический синдром.

Астенический синдром

Наблюдается в начальных стадиях заболевания и проявляется жалобами на:

- головную боль,
- повышенную утомляемость,
- раздражительность,
- нарушение сна,
- периодически возникающие боли в области сердца.

Вегетативные симптомы характеризуются обычно ваготонической направленностью реакций:

- гипотония,
- брадикадия и др.

Астено-вегетативный синдром или синдром нейроциркуляторной дистонии

Диагностируется в умеренно выраженных и выраженных стадиях заболевания.

В клинической картине на фоне усугубления астенических проявлений основное значение приобретают вегетативные нарушения, связанные с преобладанием тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы и проявляющиеся :

- сосудистой неустойчивостью с
- гипертензивными и
- ангиоспастическими реакциями.

Гипоталамический синдром

Развивается в отдельных выраженных случаях заболевания.

Характеризуется пароксизмальными состояниями в виде симпато-адреналовых кризов.

В период кризов возможны приступы:

- пароксизмальной мерцательной аритмии,
- желудочковой экстрасистолии.
- Больные повышено возбудимы,
- эмоционально лабильны.

В отдельных случаях обнаруживаются признаки раннего

- атеросклероза,
- ишемической болезни сердца,
- гипертонической болезни.

Регламентирующие документы

Категории населения	Название регламентирующих документов
Персонал (для профессиональных воздействий)	ГОСТ 12.1.006084 «ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».
Население	«Временные санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электромагнитных полей, создаваемых радиотехническими объектами» №2963-84.
Персонал и население	«Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96». Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ). М., 1996.

Первичная профилактика неблагоприятного воздействия ЭМИ

Мероприятия	Способы реализации мероприятий
Организационные мероприятия	Выбор рациональных режимов работы установок. Ограничение места и времени нахождения персонала в зоне облучения.
Инженерно-технические мероприятия	Рациональное размещение оборудования, ограничение поступления излучения на рабочие места персонала с помощью поглотителей мощности, экранирования установок или рабочих мест.
Градостроительные мероприятия	Соответствующая ориентация зданий, использование экранирующих строительных конструкций, зелёных насаждений.
Средства индивидуальной защиты	Очки, щитки, одежда.

Вторичная профилактика неблагоприятного воздействия ЭМИ

Лечебно-профилактические мероприятия: -
предварительные и периодические медосмотры,
перевод работы, не связанные с воздействием ЭМИ,
- лиц с прогрессирующим течением и выраженными формами профессиональной патологии,
- лиц с общими заболеваниями, усугубляющимися в результате воздействия ЭМИ,
- а также женщин в период беременности и кормления.

Конец лекции