

## Содержание:

image not found or type unknown



## Введение

### 1. Электромагнитные поля

На практике при характеристике электромагнитной обстановки используют термины «электрическое поле», «магнитное поле», «электромагнитное поле». Коротко поясним, что это означает и какая связь существует между ними. Электрическое поле создается зарядами. Например, во всем известных школьных опытах по электризации эбонита, присутствует как раз электрическое поле.

Магнитное поле создается при движении электрических зарядов по проводнику. Для характеристики величины электрического поля используется понятие напряженность электрического поля, обозначение  $E$ , единица измерения В/м (Вольт-на-метр). Величина магнитного поля характеризуется напряженностью магнитного поля  $H$ , единица А/м (Ампер на-метр). При измерении сверхнизких и крайне низких частот часто также используется понятие магнитная индукция  $B$ , единица Тл(Тесла), одна миллионная часть Тл соответствует 1,25 А/м.

По определению, электромагнитное поле - это особая форма материи, посредством которой осуществляется воздействие между электрическими заряженными частицами. Физические причины существования электромагнитного поля связаны с тем, что изменяющееся во времени электрическое поле  $E$  порождает магнитное поле  $H$ , а изменяющееся  $H$  - вихревое электрическое поле: обе компоненты  $E$  и  $H$ , непрерывно изменяясь, возбуждают друг друга. 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

### 3

(например, радиоволны не исчезают и при отсутствии тока в излучившей их антенне).

Электромагнитные волны характеризуются длиной волны, обозначение  $\lambda$  (лямбда). Источник, генерирующий излучение, а по сути создающий электромагнитные колебания, характеризуются частотой, обозначение -  $f$ . Важная особенность ЭМП - это деление его на так называемую "ближнюю" и дальнюю зоны. В "ближней" зоне, или зоне индукции, на расстоянии от источника  $r < \lambda$  ЭМП можно считать квазистатическим. Здесь оно быстро убывает с расстоянием, обратно пропорционально квадрату  $r^{-2}$  или кубу  $r^{-3}$  расстояния. В "ближней" зоне излучения электромагнитная волна еще не сформирована. Для характеристики ЭМП измерения переменного электрического поля  $E$  и переменного магнитного поля  $H$  производятся раздельно. Поле в зоне индукции служит для формирования бегущих составляющей полей (электромагнитной волны), ответственных за излучение. "Дальняя" зона - это зона сформировавшейся электромагнитной волны, начинается с расстояния  $r > 3\lambda$ . В "дальней" зоне интенсивность поля убывает обратно пропорционально расстоянию до источника  $r^{-1}$ .

В "дальней" зоне излучения есть связь между  $E$  и  $H$ :  $E = 377H$ , где 377 волновое сопротивление вакуума, Ом. Поэтому измеряется, как правило, только  $E$ . В России на частотах выше 300 МГц обычно измеряется плотность потока электромагнитной энергии (ППЭ), или вектор Пойтинга. Обозначается как  $S$ , единица измерения Вт/м<sup>2</sup>. ППЭ характеризует количество энергии, переносимой электромагнитной волной в единицу времени через единицу поверхности, перпендикулярной направлению распространения волны.

4

## 2. Воздействие на организм человека

В СССР широкие исследования электромагнитных полей были начаты в 60-е годы. Был накоплен большой клинический материал о неблагоприятном действии магнитных и электромагнитных полей, было предложено ввести новое нозологическое заболевание "Радиоволновая болезнь" или "Хроническое поражение микроволнами". В дальнейшем, работами ученых в России было установлено, что, во-первых, нервная система человека, особенно высшая нервная деятельность, чувствительна к ЭМП, и, во-вторых, что ЭМП обладает т.н. информационным действием при воздействии на человека в интенсивностях ниже пороговой величины теплового эффекта. Результаты этих работ были использованы при разработке нормативных документов в России. В результате

нормативы в России были установлены очень жесткими и отличались от американских и европейских в несколько тысяч раз (например, в России ПДУ для профессионалов 0,01 мВт/см<sup>2</sup>; в США - 10 мВт/см<sup>2</sup>).

## **2.1 Биологическое действие электромагнитных полей**

Экспериментальные данные как отечественных, так и зарубежных исследователей свидетельствуют о высокой биологической активности ЭМП во всех частотных диапазонах. При относительно высоких уровнях облучающего ЭМП современная теория признает тепловой механизм воздействия. При относительно низком уровне ЭМП (к примеру, для радиочастот выше 300 МГц это менее 1 мВт/см<sup>2</sup>) принято говорить о нетепловом или информационном характере воздействия на организм. Механизмы действия ЭМП в этом случае еще мало изучены. Многочисленные исследования в области биологического действия ЭМП позволят определить наиболее

### **5**

чувствительные системы организма человека: нервная, иммунная, эндокринная и половая. Эти системы организма являются критическими. Реакции этих систем должны обязательно учитываться при оценке риска воздействия ЭМП на население. Биологический эффект ЭМП в условиях длительного многолетнего воздействия накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональные заболевания. Особо опасны ЭМП могут быть для детей, беременных (эмбрион), людей с заболеваниями центральной нервной, гормональной, сердечнососудистой системы, аллергиков, людей с ослабленным иммунитетом.

## **2.2 Влияние на нервную систему**

Большое число исследований, выполненных в России, и сделанные монографические обобщения, дают основание отнести нервную систему к одной из наиболее чувствительных систем в организме человека к воздействию ЭМП. На уровне нервной клетки, структурных образований по передачи нервных импульсов (синапсе), на уровне изолированных нервных структур возникают существенные

отклонения при воздействии ЭМП малой интенсивности. Изменяется высшая нервная деятельность, память у людей, имеющих контакт с ЭМП. Эти лица могут иметь склонность к развитию стрессовых реакций. Определенные структуры головного мозга имеют повышенную чувствительность к ЭМП. Изменения проницаемости гематоэнцефалического барьера может привести к неожиданным неблагоприятным эффектам. Особую высокую чувствительность к ЭМП проявляет нервная система эмбриона.

6

## **2.3 Влияние на иммунную систему**

В настоящее время накоплено достаточно данных, указывающих на отрицательное влияние ЭМП на иммунологическую реактивность организма. Результаты исследований ученых России дают основание считать, что при воздействии ЭМП нарушаются процессы иммуногенеза, чаще в сторону их угнетения. Установлено также, что у животных, облученных ЭМП, изменяется характер инфекционного процесса - течение инфекционного процесса отягощается. Возникновение аутоиммунитета связывают не столько с изменением антигенной структуры тканей, сколько с патологией иммунной системы, в результате чего она реагирует против нормальных тканевых антигенов. В соответствии с этой концепцией, основу всех аутоиммунных состояний составляет в первую очередь иммунодефицит по тимусзависимой клеточной популяции лимфоцитов. Влияние ЭМП высоких интенсивностей на иммунную систему организма проявляется в угнетающем эффекте на Т-систему клеточного иммунитета. ЭМП могут способствовать неспецифическому угнетению иммуногенеза, усилению образования антител к тканям плода и стимуляции аутоиммунной реакции в организме беременной самки.

## **2.4 Влияние на эндокринную систему и нейрогуморальную реакцию**

В работах ученых России еще в 60-е годы в трактовке механизма функциональных нарушений при воздействии ЭМП ведущее место отводилось изменениям в гипофизнадпочечниковой системе. Исследования показали, что при действии ЭМП, как правило, происходила стимуляция гипофизарно-адреналиновой системы, что сопровождалось увеличением содержания адреналина в крови,

активацией процессов свертывания крови. Было признано, что одной из систем, рано и закономерно вовлекающей в ответную реакцию организма на воздействие различных факторов внешней среды, является система гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников. Результаты исследований подтвердили это положение.

## 2.5 Влияние на половую функцию

Нарушения половой функции обычно связаны с изменением ее регуляции со стороны нервной и нейроэндокринной систем. С этим связаны результаты работы по изучению состояния гонадотропной активности гипофиза при воздействии ЭМП. Многократное облучение ЭМП вызывает понижение активности гипофиза

Любой фактор окружающей среды, воздействующий на женский организм во время беременности и оказывающий влияние на эмбриональное развитие, считается тератогенным. Многие ученые относят ЭМП к этой группе факторов.

Первостепенное значение в исследованиях тератогенеза имеет стадия беременности, во время которой воздействует ЭМП. Принято считать, что ЭМП могут, например, вызывать уродства, воздействуя в различные стадии беременности. Хотя периоды максимальной чувствительности к ЭМП имеются. Наиболее уязвимыми периодами являются обычно ранние стадии развития зародыша, соответствующие периодам имплантации и раннего органогенеза.

Было высказано мнение о возможности специфического действия ЭМП на половую функцию женщин, на эмбрион. Отмечена более высокая чувствительность к воздействию ЭМП яичников нежели семенников. Установлено, что чувствительность эмбриона к ЭМП

### 8

значительно выше, чем чувствительность материнского организма, а внутриутробное повреждение плода ЭМП может произойти на любом этапе его развития. Результаты проведенных эпидемиологических исследований позволят сделать вывод, что наличие контакта женщин с электромагнитным излучением может привести к преждевременным родам, повлиять на развитие плода и, наконец, увеличить риск развития врожденных уродств.

## 2.6 Другие медико-биологические эффекты

С начала 60-х годов в СССР были проведены широкие исследования по изучению здоровья людей, имеющих контакт с ЭМП на производстве. Результаты клинических исследований показали, что длительный контакт с ЭМП в СВЧ диапазоне может привести к развитию заболеваний, клиническую картину которого определяют, прежде всего, изменения функционального состояния нервной и сердечнососудистой систем. Было предложено выделить самостоятельное заболевание - радиоволновая болезнь. Это заболевание, по мнению авторов, может иметь три синдрома по мере усиления тяжести заболевания:

- астенический синдром;
- астено-вегетативный синдром;
- гипоталамический синдром.

Наиболее ранними клиническими проявлениями последствий воздействия ЭМ-излучения на человека являются функциональные нарушения со стороны нервной системы, проявляющиеся прежде всего в виде вегетативных дисфункций неврастенического и астенического синдрома. Лица, длительное время находившиеся в зоне ЭМ-излучения, предъявляют жалобы на слабость, раздражительность,

### 9

быструю утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна. Нередко к этим симптомам присоединяются расстройства вегетативных функций. Нарушения со стороны сердечнососудистой системы проявляются, как правило, нейроциркуляторной дистонией: лабильность пульса и артериального давления, склонность к гипотонии, боли в области сердца и др. Отмечаются также фазовые изменения состава периферической крови (лабильность показателей) с последующим развитием умеренной лейкопении, нейropении, эритроцитопении. Изменения костного мозга носят характер реактивного компенсаторного напряжения регенерации. Обычно эти изменения возникают у лиц по роду своей работы постоянно находившихся под действием ЭМ-излучения с достаточно большой интенсивностью. Работающие с МП и ЭМП, а также население, живущее в зоне действия ЭМП жалуются на раздражительность, нетерпеливость. Через 1-3 года у некоторых появляется чувство внутренней напряженности, суетливость. Нарушаются внимание и память. Возникают жалобы на малую эффективность сна и на утомляемость. Учитывая важную роль коры больших полушарий и гипоталамуса

в осуществлении психических функций человека, можно ожидать, что длительное повторное воздействие предельно допустимых ЭМ-излучения (особенно в дециметровом диапазоне волн) может повести к психическим расстройствам.

### **3. Способы и средства защиты**

Организационные мероприятия по защите от ЭМП К организационным мероприятиям по защите от действия ЭМП относятся: выбор режимов работы излучающего оборудования, обеспечивающего уровень излучения, не превышающий предельно

**10**

допустимый, ограничение места и времени нахождения в зоне действия ЭМП (защита расстоянием и временем), обозначение и ограждение зон с повышенным уровнем ЭМП.

Защита временем применяется, когда нет возможности снизить интенсивность излучения в данной точке до предельно допустимого уровня. В действующих ПДУ предусмотрена зависимость между интенсивностью плотности потока энергии и временем облучения.

Защита расстоянием основывается на падении интенсивности излучения, которое обратно пропорционально квадрату расстояния и применяется, если невозможно ослабить ЭМП другими мерами, в том числе и защитой временем. Защита расстоянием положена в основу зон нормирования излучений для определения необходимого разрыва между источниками ЭМП и жилыми домами, служебными помещениями и т.п. Для каждой установки, излучающей электромагнитную энергию, должны определяться санитарно-защитные зоны в которых интенсивность ЭМП превышает ПДУ. Границы зон определяются расчетно для каждого конкретного случая размещения излучающей установки при работе их на максимальную мощность излучения и контролируются с помощью приборов. В соответствии с ГОСТ 12.1.026-80 зоны излучения ограждаются либо устанавливаются предупреждающие знаки с надписями: «Не входить, опасно!».

### **Инженерно-технические мероприятия по защите населения от ЭМП**

Инженерно-технические защитные мероприятия строятся на использовании явления экранирования электромагнитных полей непосредственно в местах пребывания человека либо на мероприятиях

## **11**

по ограничению эмиссионных параметров источника поля. Последнее, как правило, применяется на стадии разработки изделия, служащего источником ЭМП.

Радиоизлучения могут проникать в помещения, где находятся люди через оконные и дверные проемы. Для экранирования смотровых окон, окон помещений, застекления потолочных фонарей, перегородок применяется металлизированное стекло, обладающее экранирующими свойствами. Такое свойство стеклу придает тонкая прозрачная пленка либо окислов металлов, чаще всего олова, либо металлов - медь, никель, серебро и их сочетания. Пленка обладает достаточной оптической прозрачностью и химической стойкостью. Будучи нанесенной на одну сторону поверхности стекла она ослабляет интенсивность излучения в диапазоне 0,8 - 150 см на 30 дБ (в 1000 раз). При нанесении пленки на обе поверхности стекла ослабление достигает 40 дБ (в 10000 раз).

Для защиты населения от воздействия электромагнитных излучений в строительных конструкциях в качестве защитных экранов могут применяться металлическая сетка, металлический лист или любое другое проводящее покрытие, в том числе и специально разработанные строительные материалы. В ряде случаев достаточно использования заземленной металлической сетки, помещаемой под облицовочный или штукатурный слой. В качестве экранов могут применяться также различные пленки и ткани с металлизированным покрытием. В последние годы в качестве радиоэкранирующих материалов получили металлизированные ткани на основе синтетических волокон. Их получают методом химической металлизации (из растворов) тканей различной структуры и плотности. Существующие методы получения позволяют регулировать количество наносимого металла в диапазоне от сотых долей до единиц мкм и изменять поверхностное удельное сопротивление тканей от десятков до

## **12**

долей Ом. Экранирующие текстильные материалы обладают малой толщиной, легкостью, гибкостью; они могут дублироваться другими материалами (тканями, кожей, пленками), хорошо совмещаются со смолами и латексами.

### **3.1 Нормирование электромагнитных полей**



Гигиеническое нормирование электромагнитных излучений основано на различных принципах - в зависимости от частоты этих излучений.

1) Для промышленной частоты (50Гц) критерием является напряженность электрического поля (ЭП). Нормируется время пребывания человека в зависимости от напряженности электрического поля. В соответствии с ГОСТ 12.1.002-84 «ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах»:

- предельно допустимый уровень (ПДУ) напряженности ЭП устанавливается равным 25 кВ/м;
- пребывание в ЭП напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается;
- пребывание в ЭП до 5 кВ/м допускается в течение всего рабочего дня;
- пребывание в ЭП от 20 до 25 кВ/м допускается не более 10 мин;
- пребывание в ЭП от 5 до 20 кВ/м допускается в течение

$$T = 50 / E - 2, \text{ ч};$$

## 13

- допустимое время пребывания в ЭП может быть реализовано одновременно или дробно в течение рабочего дня. В остальное время  $E$  не должна превышать 5 кВ/м.

2) Напряженность постоянных магнитных полей на рабочем месте не должна превышать 8 кА/м.

Предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей в соответствии с ГОСТ 12.1.045-84 «ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» составляют 60 кВ/м в течение 1 ч.

Предельно допустимая напряженность электростатического поля при другом временном воздействии определяется по формуле:

$$E = 60 / t, \text{ кВ/м, где } t - \text{ время в часах.}$$

При напряженности менее 320 кВ/м время пребывания в электростатических полях не регламентируется.

**14**

## **Список литературы**

- 1. Арустамов Э.А. Безопасность жизнедеятельности. - М.: 2001.**
- 2. Гарин В.М. Экология для технических вузов. - Ростов на Дону: 2001.**
- 3. Криксунов Е.А., Пасечник В.В., Сидорин А.П. Экология. - М.: «Дрофа», 2004.**
- 4. «Охрана труда от «А» до «Я»» С.А. Андреев, О.С. Ефремова, М. 2006 г.**
- 5. «БЖД» Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов, М. КолосС 2004 г.**
- 6. «БЖД» С.В. Белов, М. Высш. шк. 2002 г.**
- 7. «БЖД» Ю.Т. Сапронов, А.Б. Сыса, В.В. Шахбазян**

**15**