

**ТЕМА: Защита и профилактика
от неблагоприятного действия
электромагнитных полей и
излучений**

Естественными источниками электромагнитных полей являются

АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

**РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ СОЛНЦА И
ГАЛАКТИК**

**КВАЗИСТАТИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ
ПОЛЯ ЗЕМЛИ**

**В условиях дефицита
естественных электромагнитных
полей возникает дисбаланс
основных нервных процессов в
виде преобладания торможения,
дистонии мозговых сосудов,
развития изменений со стороны
сердечно-сосудистой, иммунной и
других систем**

Искусственными источниками на производстве являются индукторы, конденсаторы термических установок с ламповыми генераторами, мощность которых обычно лежит в пределах 8.....200 кВт; фидерные линии, соединяющие отдельные части генераторов, трансформаторы, антенны, фланцевые соединения волноводных трактов, открытые концы волноводов, генераторы сверхвысоких частот, различные электронные приборы.

Линии электропередач (ЛЭП) , открытые распределительные устройства, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы, сборные, соединительные шины и вспомогательные устройства являются источниками электромагнитных полей промышленной частоты. При работе с легко электризующимися материалами и изделиями, электронно- лучевыми трубками, при эксплуатации установок высоковольтных, постоянного тока образуются электростатические поля.

Источниками постоянных магнитных полей являются электромагниты, соленоиды, импульсные установки полупериодного или конденсаторного типа, литые и металлокерамические магниты.

Спектр электромагнитных колебаний по частоте охватывает свыше 20 порядков, от $5 \cdot 10^{-3}$ до 10^{21} Гц. В зависимости от энергии фотонов его подразделяют на область неионизирующих и ионизирующих излучений.

Классификация неионизирующих излучений, принятая в гигиенической практике, приведена в табл. 1.

ТАБЛИЦА 1

Показатель	Статическое поле		Электромагнитное поле							
	Электрическое	Магнитное	Электромагнитное поле промышленной частоты	Электромагнитное излучение радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)						
				50 Гц	св. 10 кГц до 30 кГц	св. 30 кГц до 3,0 МГц	св. 3 МГц до 30 МГц	Св. 30 МГц до 50 МГц	Св. 50 МГц до 300 МГц	Св. 300 МГц до 300 ГГц
Диапазон частот			50 Гц	св. 10 кГц до 30 кГц	св. 30 кГц до 3,0 МГц	св. 3 МГц до 30 МГц	Св. 30 МГц до 50 МГц	Св. 50 МГц до 300 МГц	Св. 300 МГц до 300 ГГц	
Длина волны				$30 \text{ км} \leq \lambda < 10 \text{ км}$	$100 \text{ м} \leq \lambda < 10 \text{ км}$	$10 \text{ м} \leq \lambda < 100 \text{ м}$	$6 \text{ м} \leq \lambda < 10 \text{ м}$	$1 \text{ м} \leq \lambda < 6 \text{ м}$	$1 \text{ мм} \leq \lambda < 1 \text{ м}$	

1. Параметры воздействия электрического, магнитного, и электромагнитного полей

Интенсивность воздействия электрического (ЭП), магнитного (МП) и электромагнитного (ЭМП) полей зависит от мощности источника, режима его работы, конструктивных особенностей излучающего устройства, технического состояния аппаратуры, а так же от расположения рабочего места и эффективности защитных мероприятий.

Воздействие может быть постоянным и прерывистым. Типичным случаем прерывистого воздействия является облучение от устройств с перемещающейся диаграммой излучения (от вращающихся и сканирующих антенн РЛС).

Воздействию может подвергаться все тело (общее облучение) или части тела (локальное или местное облучение).

В зависимости от отношения облучаемого лица к источнику облучения принято различать четыре вида воздействия

профессиональное

непрофессиональное

облучение в быту

облучение, осуществляемое в лечебных целях

1.1 Электростатическое поле (ЭСП)

ЭСП полностью характеризуется напряженностью электрического поля E , т. е. силой, действующей на помещенный в такое поле покоящийся единичный заряд. В Международной системе единиц (СИ) напряженность электрического поля имеет размерность вольт на метр (В/м). Напряженность электрического поля от точечного заряда Q на расстоянии R

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

где ϵ_0 — электрическая постоянная, Ф/м (раньше ϵ_0 называли диэлектрическая проницаемость вакуума)

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

ϵ — диэлектрическая проницаемость вакуума, характеризующая влияние среды

1.2 Постоянное магнитное поле (ПМП)

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

1.3 Электромагнитное поле (ЭМП)

ЭМП характеризуется непрерывным распределением в пространстве, способностью распространяться со скоростью света, воздействовать на заряженные частицы и токи, вследствие чего энергия поля преобразуется в другие виды энергии. ЭМП является совокупностью двух взаимосвязанных переменных полей - электрического и магнитного, которые характеризуются соответствующими векторами напряженности E (В/м) и H (А/м).

В зависимости от взаимного расположения источника электромагнитного излучения и рабочего места необходимо различать ближнюю зону (зону индукции), промежуточную ЗОну и дальнюю зону (волновую зону) зону излучения.

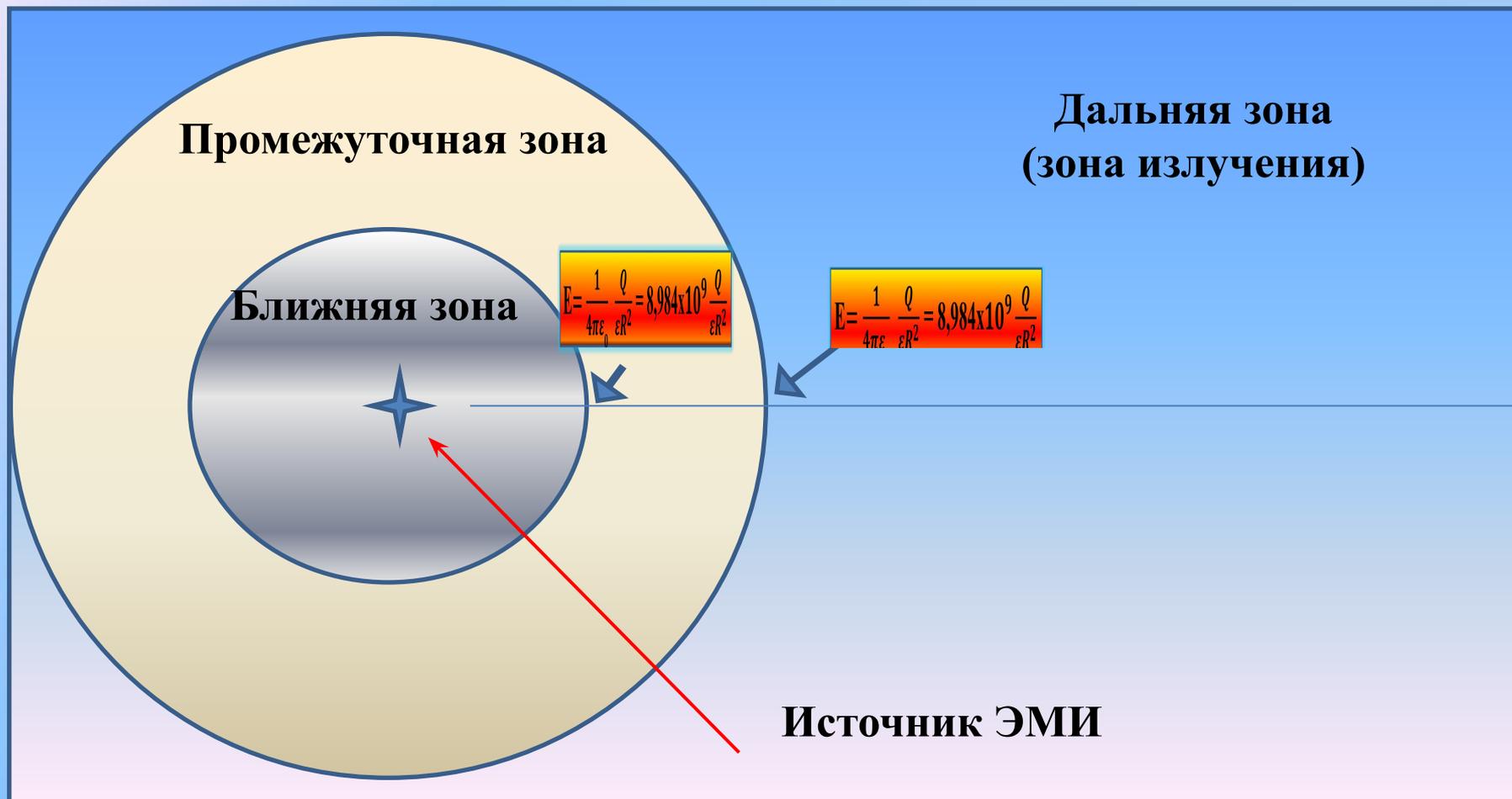


Рис 1. Зоны возникающие вокруг элементарного источника ЭМИ

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

В зоне индукции в которой еще не сформировалась бегущая электромагнитная волна, и энергия поля представляет собой некоторый запас реактивной мощности, электрическое и магнитное поля следует считать независимыми друг от друга, поэтому эту зону можно характеризовать электрической и магнитной составляющими электромагнитного поля.

Соотношение между ними в этой зоне может быть самым различным. Для промежуточной зоны характерно наличие как поля индукции, так и распространяющийся электромагнитной волны.

Мощность поля индукции в этой зоне убывает более резко, чем мощность распространяющейся электромагнитной волны.

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

$$\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

$$\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

2. Воздействие электромагнитных полей на человека

Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряженностей электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, наличия сопутствующих факторов, режима облучения, размера облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма. Наряду с пространственно-временными параметрами воздействия имеют значение режимы модуляции (амплитудный, частотный или смешанный) и условия облучения. Установлено, что относительная биологическая активность импульсных излучений выше непрерывных

2.1 Воздействие электростатического поля

Воздействие ЭСП на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). При этом электротравм никогда не наблюдается. Однако вследствие рефлекторной реакции на электрический ток (резкое отстранение от заряженного тела) возможна, механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, падения с высоты и т. д.

Исследование биологических эффектов показало, что наиболее чувствительны к электростатическому полю центральная нервная система (ЦНС), сердечно-сосудистая система, анализаторы. Люди, работающие в зоне воздействия ЭСП, жалуются на раздражительность, головную боль, нарушение сна и др. Характерны своеобразные "фобии", обусловленные страхом ожидаемого разряда, склонность к психосоматическим расстройствам с повышенной эмоциональной возбудимостью и быстрой истощаемостью, неустойчивость показателей пульса и артериального давления.

2.2 Воздействия магнитного поля

Магнитные поля могут быть постоянными от искусственных магнитных материалов и систем, импульсными (ИМП), инфранизкочастотными (с частотой до 50 Гц), переменными (ПеМП).



Степень воздействия МП на работающих зависит от максимальной напряженности его в рабочем пространстве магнитного устройства или в зоне влияния искусственного магнита. Доза, полученная человеком, зависит от расположения рабочего места по отношению к МП и режима труда. Каких-либо субъективных воздействий постоянное магнитное поле не вызывает. При действии переменного магнитного поля наблюдаются характерные зрительные ощущения, которые исчезают в момент прекращения воздействия.

При постоянной работе в условиях хронического воздействия МП, превышающих предельно допустимые уровни (ПДУ), наблюдаются нарушения функций ЦНС, сердечнососудистой и дыхательной систем, пищеварительного тракта, изменения в крови. При преимущественно локальном воздействии могут развиваться вегетативные и трофические нарушения, как правило, в областях тела, находящегося под непосредственным воздействием МП (чаще всего рук). Эти нарушения проявляются ощущением зуда, бледностью синюшностью кожных покровов, отечностью и уплотнением кожи, в некоторых случаях развивается гиперкератоз (ороговелость).

2.3 Воздействие ЭМП промышленной частоты

Длительное воздействие таких полей приводит к расстройствам, которые субъективно выражаются жалобами на головную боль в височной и затылочной области, вялость, расстройство сна, снижение памяти, повышенную раздражительность, апатию, боли в области сердца.

Поэтому необходимо ограничить время пребывания человека в зоне действия электрического поля, создаваемого токами промышленной частоты напряжением выше 400 кВ.

Основным параметром, характеризующим биологическое воздействие ЭМИ промышленной частоты, является электрическая составляющая напряженности. Магнитная составляющая напряженности заметного влияния на организм не оказывает, так как в действующих установках напряженность магнитного поля промышленной частоты не превышает 25 А/м, а вредное биологическое действия проявляется при напряженностях 150...200 А/м.

2.4 Воздействие ЭМП радиочастотного диапазона

Большую часть спектра неионизирующих электромагнитных излучений составляют радиоволны (3 Гц...30 Гц).

В зависимости от частоты падающего электромагнитного излучения ткани организма проявляют различные электрические свойства и ведут себя как проводник и диэлектрик.

Электромагнитное поле воздействует следующим образом: в электрическом поле атомы и молекулы, из которых состоит тело человека, поляризуются, полярные молекулы (например воды) ориентируются по направлению распространения электромагнитного поля; в электролитах, которыми являются жидкие составляющие тканей, крови и т.п., после воздействия внешнего поля появляются ионные токи.

Переменное электрическое поле вызывает нагрев тканей человека как за счет переменной поляризации диэлектрика (сухожилия, хрящи и т. д.), так и за счет появления токов проводимости.

Тепловой эффект является следствием поглощения энергии электромагнитного поля.

Чем больше напряженность поля и время воздействия, тем сильнее проявляются указанные эффекты



Избыточная теплота отводится до известного предела путем увеличения нагрузки на механизм терморегуляции. Однако, начиная с величины $I = 10 \text{ мВт/см}^2$, называемой тепловым порогом, организм не справляется с отводом образующейся теплоты, и температура тела повышается, что приносит вред здоровью.

Развитие **катаракты** является одним из немногих специфических поражений, вызываемых электромагнитными излучениями радиочастот (ЭМИ РЧ) в диапазоне 300 МГц...300 ГГц при плотности потока энергии свыше 10 мВт/см^2

Для длительного действия ЭМП различных диапазонов длин волн при умеренной интенсивности (выше ПДУ) характерным считают развитие функциональных расстройств в ЦНС с не резко выраженными сдвигами эндокринно-обменных процессов и состава крови.

В связи с этим могут появиться головные боли, повышение или понижение давления, снижение частоты пульса, изменение проводимости в сердечной мышце, нервно-психические расстройства, быстрое развитие утомления. Возможны трофические нарушения: выпадение волос, ломкость ногтей, снижение массы тела. Наблюдаются изменения возбудимости обонятельного, зрительного и вестибулярного анализаторов. На ранней стадии изменения носят обратимый характер, при продолжающемся воздействии ЭМП происходит стойкое снижение работоспособности.

**Острые нарушения при
воздействии ЭМИ (аварийные)
ситуации сопровождаются
сердечно – сосудистыми
расстройствами с обмороками,
резким учащением пульса и
снижением артериального
давления**



3. Нормирование электромагнитных полей и излучений

Требования к условиям производственных воздействий ЭМП, которые должны соблюдаться при проектировании, строительстве производственных объектов, при проектировании, изготовлении и эксплуатации отечественных и импортных технических средств, являющихся источниками ЭМП, определены СанПиН 2.2.4.1191-03.

3.1 Нормирование уровней напряженности ЭСП

Длительность воздействия t , ч		
$t \leq 1$	$1 < t \leq 8$	$t > 8$
$E_{\text{ПДУ}} = 60$	$E_{\text{ПДУ}} = \frac{60}{\sqrt{t}}$	$E_{\text{ПДУ}} = 20$

Таблица 2. ПДУ напряженности электростатического поля, кВ/м, в зависимости от длительности воздействия.

При напряжении ЭСП, превышающее 60 кВ/м , работа без применения средств защиты не допускается.

3.2 Нормирование постоянных магнитных полей

Нормирование ПМП осуществляется по уровню магнитного поля дифференцированно в зависимости от времени его воздействия на работника за смену для условий общего (на все тело) и локального (кисти рук, предплечье) воздействия.

ПДУ напряжённости (индукции) ПМП на рабочих местах представлены в табл. 3.

При необходимости пребывания персонала в зонах с различной напряженностью (индукцией) ПМП общее время выполнения работ в этих зонах не должно превышать предельно допустимое для зоны с максимальной напряженностью.

Время воздействия за рабочий день, мин.	Условия воздействия			
	Общее		Локальное	
	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл
0...10	24	30	40	50
11..60	16	20	24	30
61...480	8	10	12	15

Таблица 3. ПДУ постоянного магнитного поля

3.3 Нормирование ЭМП промышленной частоты

Нормирование ЭМП промышленной частоты осуществляют по предельно допустимым уровням напряженности электрического и магнитного полей частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нем.

Пребывание в ЭП напряженностью до 5 к В/м

включительно допускается в течение всего рабочего дня. ПРИ напряженности ЭП свыше 5 до 20 кВ/м включительно допустимое время пребывания (мин) в нем оценивается по формуле:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

где E – напряженность воздействующего ЭП в контролируемой зоне, кВ/м

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

Различие в уровнях напряженности в ЭП контролируемых зон устанавливается 10кВ/м ПДУ напряженности периодических (синусоидальных) МП устанавливаются для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия (Табл.4).

При необходимости пребывания персонала в зонах с различной напряженностью (индукцией) МП общее время выполнения работ в этих зонах не должно превышать предельно допустимое для зоны с максимальной напряженностью.

Допустимое время пребывания может быть реализовано одноразово или дробно в течение рабочего дня

Время пребывания, ч	Допустимые уровни МП, Н (Ам)/В(мкТл) при воздействии	
	общем	локальном
≤1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

Таблица 4. ПДУ воздействия периодического магнитного поля частотой 50 Гц

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

Длительность воздействия за рабочую смену T, ч, не более			
	Режим I	Режим II	Режим III
1,0	6000	8000	10000
1,5	5000	7500	9500
2,0	4900	6900	8900
2,5	4500	6500	8500
3,0	4000	6000	8000
3,5	3600	5600	7600
4,0	3200	5200	7200
4,5	2900	4900	6900
5,0	2500	4500	6500
5,5	2300	4300	6300
6,0	2000	4000	6000
6,5	1800	3800	5800
7,0	1600	3600	5600
7,5	1500	3500	5500
8,0	1400	3400	5400

Таблица 5. ПДУ воздействия импульсных магнитных полей частотой 50 Гц в зависимости от режима генерации

Влияние электрических полей переменного тока промышленной частоты в условиях населенных мест (внутри жилых зданий, на территории жилой застройки и на участках пересечения воздушных линий с автомобильными дорогами) ограничивается "Санитарными нормами и правилами защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты № 2971—84. В качестве предельно допустимых уровней приняты следующие значения напряженности электрического поля:

- внутри жилых зданий 0,5 кВ/м;

- на территории жилой застройки 1 кВ/м ;

- в населенной местности вне зоны жилой застройки (земли городов в пределах городской черты в границах их перспективного развития на 10 лет, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа, в пределах поселковой черты этих пунктов), а также на территории огородов и садов 5 кВ/м;

- на участках пересечения ВЛ с автомобильными дорогами I—IV категории 10 кВ/м;

- в ненаселенной местности (незастроенные местности, хотя бы и частично посещаемые людьми, доступные для транспорта, и сельскохозяйственные угодья) 15 кВ/м;

- в труднодоступной местности (не доступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) и на участках, специально выгороженных для исключения доступа населения 20 кВ/м.

3.4. Нормирование электромагнитных полей диапазона частот от 10 до 30 кГц

Оценка и нормирование ЭМП осуществляется отдельно по напряженности электрического и магнитного полей в зависимости от времени воздействия.

ПДУ напряженности электрического и магнитного полей при воздействии в течение всей смены составляет 500 В/м и 50 А/м соответственно .

ПДУ напряженности электрического и магнитного полей при продолжительности воздействия до 2 ч за смену составляет 1000 В/м и 100 А/м соответственно.

3.5. Нормирование электромагнитных полей диапазона частот от 30 кГц до 300 ГГц

В основу гигиенического нормирования положен принцип действующей дозы, учитывающей энергетическую нагрузку.

Энергетическая экспозиция электрического $((\text{В/м})^2 \cdot \text{ч})$ и магнитного $[(\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}]$ полей в диапазоне частот от 30 кГц до 300 МГц рассчитывается по формулам:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

где **E** — напряженность электрического поля, В/м

H - напряженность магнитного поля, А/м;

T— время воздействия за смену, ч.

Энергетическая экспозиция, $(\text{Вт/м}^2) \cdot \text{ч}$ или $(\text{мкВт/см}^2) \cdot \text{ч}$, в диапазоне частот от 300 МГц до 300 ГГц рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

где ПШЭ - плотность потока энергии, Вт/м^2 или мкВт/см^2 .

Максимальные предельно допустимые уровни напряженности электрического и магнитного полей, плотности потока энергии ЭМП не должны превышать значений, представленных в Табл. 7.

Для случаев облучения от устройств (с вращающимися и сканирующими антеннами с частотой вращения или сканирования не более 1 Гц и скважностью не менее 20) и локального облучения рук при работах с микрополосковыми устройствами предельно допустимый уровень плотности потока энергии для соответствующего времени облучения рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

где k - коэффициент снижения биологической активности воздействий; $k = 10$ — для случаев облучения от вращающихся и сканирующих антенн;

$k = 12,5$ — для случаев локального облучения кистей рук (при этом уровни воздействия на другие части тела не должна превышать 10 мкВт/см^2).

Параметр	Максимально допустимые уровни в диапазонах частот, МГц				
	> 0,03...3,0	> 3,0...30,0	» 30,0...50,0	> 50,0... 300,0	$\geq \frac{300,0}{300000,0}$
Е, В/м	500	300	80	80	
Н, А/м	50		3,0		
ППЭ, мкВт/см ²	-				1000 (5000)*
* Для условий локального облучения кистей рук.					

Таблица 7. Максимальное ПДУ напряженности и плотности потока энергии ЭМП диапазона частот от 30 кГц до 300 ГГц

Интенсивность ЭМИ РЧ на территории жилой застройки и в местах массового отдыха, в жилых, общественных и производственных зданиях (внешнее ЭМП, включая вторичное излучение) не должна превышать значений, указанных в **табл. 8**.

В **табл. 9** приведены ПДУ ЭМП, создаваемые телевизионными станциями. Интенсивность ЭМП радиолокационных станций специального назначения (РЛС СН), предназначенных для контроля космического пространства и работающих в диапазоне-частот 150... 300 МГц в режиме электронного сканирования луча, на территории населённых мест, расположенной в ближней зоне диаграммы излучения РЛС СН, не должна превышать 10 мкВт/см² (6 В/м) и на территории населенных мест, расположенных в дальней зоне диаграммы излучения РЛС СН, - 100 мкВт/см² (19 В/м)

Назначение помещений или территорий	Диапазон частот				
	30 кГц... 300 кГц	0,3... 3 МГц	3... 30 МГц	30... 300 МГц	300 МГц... 300 ГГц
Территория жилой застройки и мест массового отдыха	25,0	15,0	10,0	3,0*	10,0
Помещения жилых, общественных и производственных зданий (внешнее ЭМИ РЧ, включая вторичное излучение)	—	—	—	—	100,0**

Таблица 8.

Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ, В/м, для населения, лиц, не достигших 18 лет, и женщин в состоянии беременности

№ п/п	Частота, МГц	ПДУ, В/м
1	48,4	5,0
2	88,4	4,0
3	192,0	3,0
4	300,0	2,5

Таблица 9. Предельно допустимые уровни ЭМП, создаваемых телевизионными станциями

Граница между ближней и дальней зонами диаграммы излучения РЛС СН определяется из соотношения

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

где r — расстояние от источника ЭМИ;

D — максимальный размер излучателя.

В настоящее время получили широкое распространение системы сотовой радиосвязи. В работе этих систем используется следующий принцип: территория города (района) делится на небольшие зоны (соты), в центре каждой зоны располагается базовая станция, обслуживающая в данной соте мобильные станции. К последним относятся автомобильные и ручные радиотелефоны. Системы сотовой радиосвязи работают в интервале радиочастот от 400 до 1200 МГц. Максимальная мощность передатчиков базовых станций, как правило, не превышает 100 Вт, коэффициент усиления антенны 10... 16 дБ. Мощность передатчиков автомобильных станций 8...20 Вт, ручных радиотелефонов 0,1...5 Вт.

Воздействию ЭМИ, создаваемых системами сотовой связи, могут подвергаться лица профессиональных групп, работа которых связана с источниками ЭМИ (персонал базовых станций, связисты, диспетчеры, работники ГИБДД, пожарной охраны, такси и др.), население, проживающее в непосредственной близости от базовых станций, пользователи радиотелефонов. Уровни воздействия на человека электромагнитных полей, создаваемых подвижными станциями сухопутной радиосвязи (включая абонентские терминалы спутниковой связи) непосредственно у головы пользователя не должны превышать следующих значений (СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03):

в диапазоне частот, МГц:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

3.6. Оценка и нормирование ослабления геомагнитного поля (ГМП)

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\epsilon R^2} = 8,984 \times 10^9 \frac{Q}{\epsilon R^2}$$

4. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭМП

Защита от воздействия электромагнитных полей и излучений осуществляется путем проведения организационных, инженерно-технических и лечебно-профилактических мероприятий, а также использования средств индивидуальной защиты.

4.1. Организационные мероприятия

При проектировании и эксплуатации оборудования, являющегося источником ЭМП, или объектов, оснащенных источниками ЭМП, учитывают следующее:

- выбор рациональных режимов работы оборудования;
 - выделение зон воздействия ЭМП (зоны с уровнями ЭМП, превышающими предельно допустимые, где по условиям эксплуатации не требуется даже кратковременное пребывание персонала, должны ограждаться и обозначаться соответствующими- предупредительными знаками);
 - расположение рабочих мест и маршрутов передвижения обслуживающего персонала на расстояниях от источников ЭМП обеспечивающих соблюдение ПДУ (защита расстоянием);
 - ограничение времени нахождения персонала в зоне воздействия ЭМП (защита временем);
- соблюдение правил безопасной эксплуатации источников ЭМП

4.2. Инженерно-технические мероприятия

Инженерно-технические мероприятия обеспечивают снижение уровней ЭМП и излучений на рабочих местах путем внедрения новых технологий и применения средств коллективной и индивидуальной защиты (когда фактические уровни ЭМП на рабочих местах превышают ПДУ, установленные для производственных воздействий).

Инженерно-технические мероприятия включают:

- рациональное размещение оборудования;
- использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала и в окружающую среду (поглотители мощности, экранирование, использование минимальной необходимой мощности генератора).

Средства защиты изготавливают с использованием технологий, основанных на экранировании (отражении, поглощении энергии ЭМП) и других эффективных методах защиты организма человека от вредного воздействия ЭМП.

Средства защиты от воздействия электростатических полей должны соответствовать требованиям государственного стандарта на общие технические требования к средствам защиты от статического электричества.

Средства защиты от воздействия постоянных магнитных полей изготавливают из материалов с высокой магнитной проницаемостью, конструктивно обеспечивающих замыкание магнитных полей.

Защиту от воздействия ЭП частотой 50 Гц осуществляют с помощью стационарных экранирующих устройств и индивидуальных экранирующих комплектов. При этом обязательно заземление всех изолированных от земли крупногабаритных объектов, включая машины и механизмы и др.

Защита работающих на распределительных устройствах от воздействия ЭП частотой 50 Гц обеспечивается применением конструкций, снижающих уровни ЭП путем использования компенсирующего действия разноименных фаз токоведущих частей и экранирующего влияния высоких стоек под оборудование, выполнением шин с минимальным количеством расщепленных проводов в фазе и минимально возможным их провесом и другими мероприятиями. Средства защиты работающих от воздействия ЭП с частотой 50 Гц могут быть выполнены в виде пассивных или активных экранов.

На рис. 1 и рис.2 показаны примеры экранирования излучения промышленной частоты с помощью козырька из металлической сетки и навеса из металлических прутков

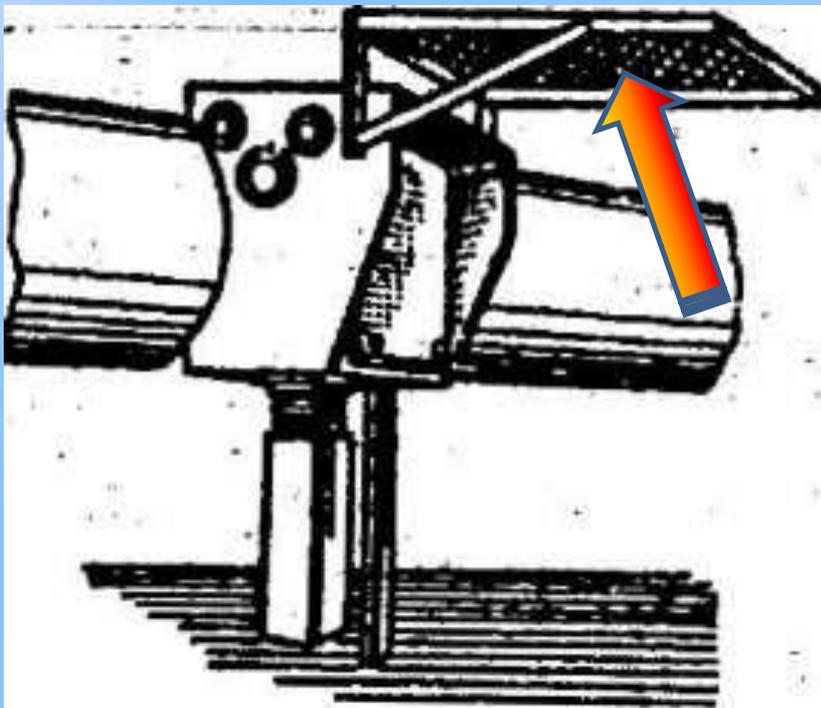


Рис. 1. Экранирующий козырек над шкафом управления выключателя напряжением 500 кВ



Рис. 2. Экранирующий навес над проходом в здание

4.3. Экранирование источников ЭМП радиочастот (ЭМП РЧ)

Экранирование источников (рабочих мест) осуществляют посредством отражающих или поглощающих экранов (стационарных или переносных).

Отражающие ЭМП РЧ изготавливают из металлических листов, сетки, проводящих пленок, ткани с микропроводом, металлизированных тканей на основе синтетических волокон или любых других материалов, имеющих высокую электропроводность. Поглощающие ЭМП РЧ экраны изготавливают из специальных материалов, обеспечивающих поглощение энергии ЭМП соответствующей частоты (длины волны). Экранирование смотровых окон, приборных панелей осуществляют с помощью радиозащитного стекла (или любого радиозащитного материала с высокой прозрачностью).

Поглотители мощности бывают волноводные (рис. 3 а, б, в) и коаксиальные (рис. 3 г, д, е).

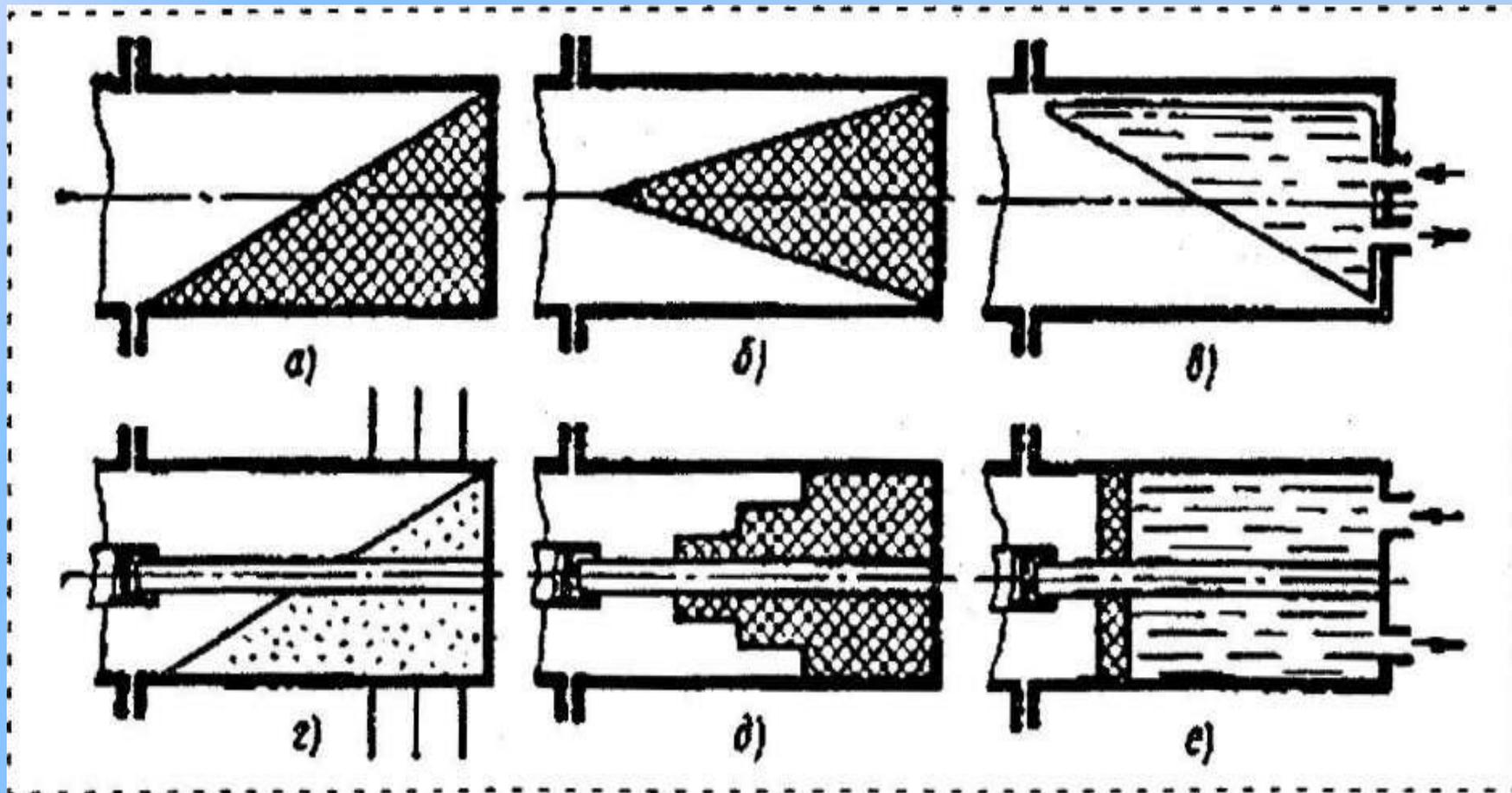
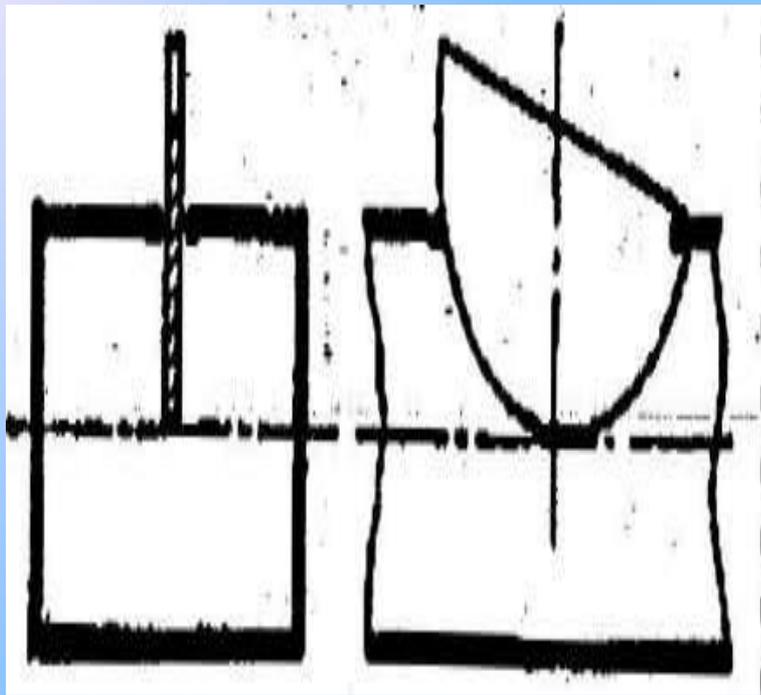
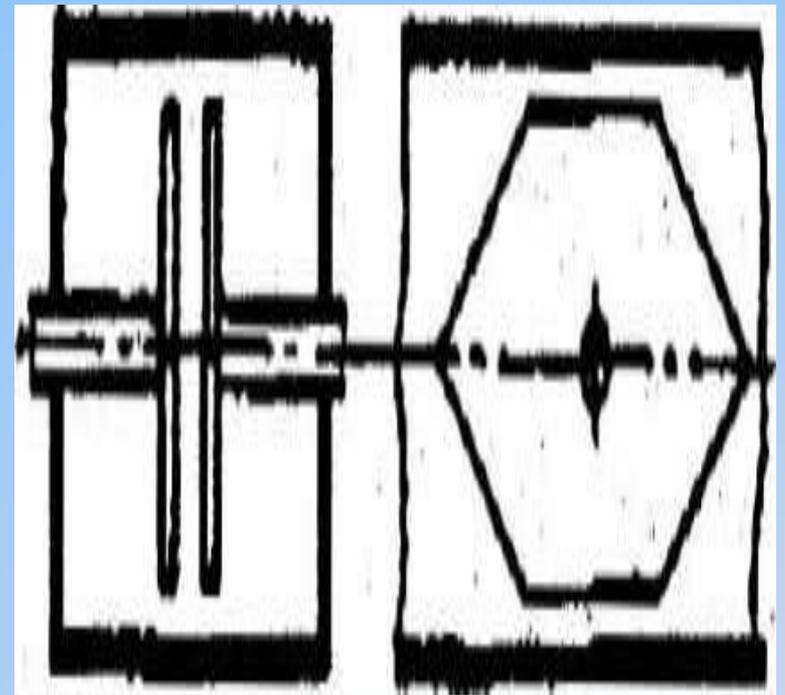


Рис. 3. Конструкции поглотителей мощности для волноводов и коаксиальных линий



а



б

Рис. 4. Волноводные переменные аттенюаторы

Волноводные аттенюаторы с переменным затуханием ножевого (рис. 4 а) и пластинчатого типа (рис. 4 б) изготавливают из диэлектрика, покрытого тонкой металлической пленкой, и помещают параллельно электрическим силовым линиям электромагнитного поля. Регулировка затухания аттенюаторов проводится за счет перемещения "ножа" или пластин в волноводе, вследствие чего изменяется поглощение энергии диэлектриков аттенюатора.

Для защиты работающих от электромагнитных излучений применяют заземленные экраны; кожухи, ширмы, защитные козырьки, устанавливаемые на пути излучения, а также камеры или шкафы, в которые помещают передающую аппаратуру.

Индукторы и конденсаторы экранируют, как показано на рис. 5.

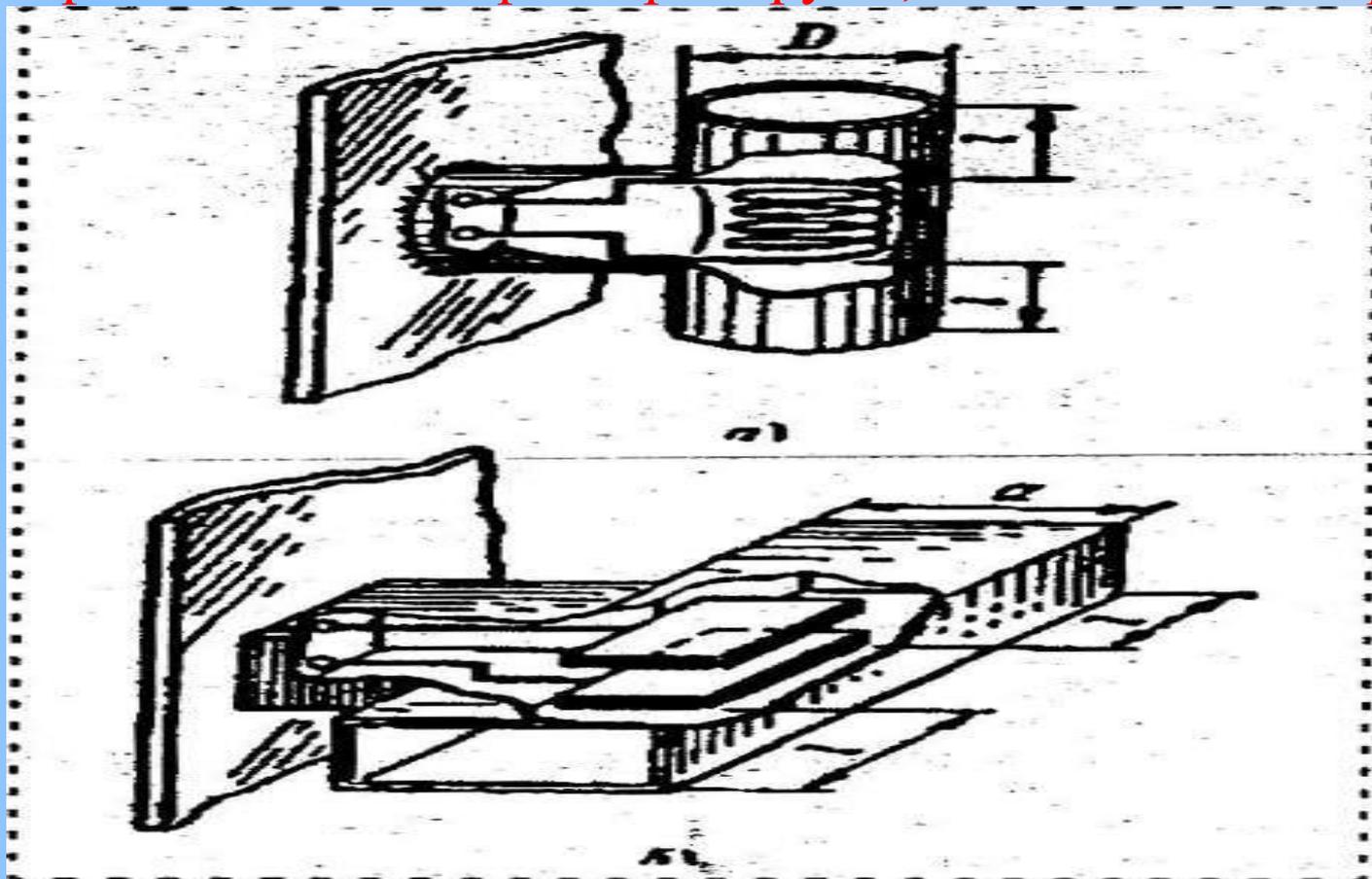


Рис.5. Экранирование индуктора (а) и конденсатора(б)

Таблица 10. Основные характеристики радиопоглощающих материалов

Марка поглотителя и материал, лежащий в его основе	Диапазон рабочих волн, см	Отражающая мощность, %	Масса 1 м ² материала, кг	Толщина материала, мм
СВЧ—068, феррит	15...200	3	18...20	4
"Луч", древесное, волокно	15... 150	1...3	-	—
В2Ф2, резина	0,8...4	2	4...5	11... 14
В2Ф3 : ВКФ1	0,8...4	4	4—5	11...14
"Болото", поролон	0,8... 100	1,..2	—	-

Эффективность экранирующих устройств определяется электрическими и магнитными свойствами материала экрана, конструкцией экрана, его геометрическими размерами и частотой излучения.

Характеристики некоторых материалов, рекомендуемых для использования в защитных экранах, приведены в **табл. 11**.

Наименование материала	Толщина, мм	Диапазон частот	Ослабление, дБ
Листовая сталь Ст3	1,4	30 МГц... 40 ГГц	100
Фольга алюминиевая	0,08		80
Фольга медная	0,08		80
Сетка стальная тканая	0,3...1,3		30
Радиозащитное стекло с одно- или двухсторонним полупроводниковым покрытием	6	30 МГц...30 ГГц	20...40
Ткань хлопчатобумажная с микропроводом	-		20...40
Ткань металлизированная "Восход"	-	10 кГц...30 ГГц	40...65
Ткань трикотажная (полиамид + проволока)	—	300 кГц... 30 МГц	15...40

Таблица 11. Характеристика материалов для изготовления средств защиты от ЭМП

4.4. Лечебно-профилактические мероприятия

К лечебно – профилактическим относятся мероприятия, направленные на повышение сопротивляемости организма к воздействию электромагнитных полей.

Лица достигшие 18 лет, и женщины в состоянии беременности допускаются к работе на установках, являющихся источниками ЭМП, только в случае, когда интенсивность ЭМП не превышает допустимых значений.

4.5. Средства индивидуальной защиты от электромагнитного излучения

К средствам индивидуальной защиты от электромагнитного излучения относят комбинезон или полукombинезон, куртку с капюшоном, халат с капюшоном, жилет, фартук, средство защиты для лица, рукавицы (или перчатки), обувь. Средства защиты изготовляют из металлизированной ткани (или любой другой ткани с высокой электропроводностью), обеспечивающей защиту организма человека по принципу сетчатого экрана. Если защитная одежда изготовлена из материала содержащего по своей структуре металлический провод, она может использоваться только в условиях, исключающих прикосновением открытым токоведущим частям установок. Все части защитной одежды, должны иметь между собой электрический контакт.

Для защиты глаз от электромагнитного излучения используют очки, вмонтированные в капюшон или же применяемые отдельно. Стекла очков покрывают полупроводниковым оловом, которое даёт ослабление электромагнитной энергии до 30 дБ при светопропускании не менее 74 %.

5. КОНТРОЛЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ИЗЛУЧЕНИЙ

Контроль уровней ЭМП может осуществляться путем использования расчётных методов или проведения измерений на рабочих местах. Расчетные методы используются преимущественно при проектировании новых или реконструкции действующих объектов, являющихся источниками ЭМП. Для действующих объектов контроль ЭМП осуществляется преимущественно посредством инструментальных измерений. Для оценки уровней ЭМП используются приборы направленного приема (однокоординатные) и приборы ненаправленного -приема, оснащенные изотропными (трехкоординатными) датчиками. Измерения выполняются при работе источника с максимальной мощностью.

Для измерений в диапазоне частот 10 кГц...300 МГц используют приборы, предназначенные для определения среднеквадратичного значения напряженности электрического и магнитного полей с допустимой относительной погрешностью 30 %. Для измерений в диапазоне частот 0,3...300 ГГц используются приборы предназначенные для определения среднего значения плотности потока энергии с допустимой погрешностью 30 %.

Измерения интенсивности ЭМП должны проводиться не реже одного раза в год в порядке текущего контроля, а также при внесении в условия и режимы работы источников ЭМП изменений, влияющих на уровни излучения (замена генераторных и излучающих элементов, изменение технологического процесса, изменение экранировки и средств защиты, увеличение мощности, изменение расположения элементов и т. д.);
после ремонта источников ЭМП.

Гигиеническую оценку изменения интенсивности геомагнитного поля в помещении проводят на основании расчета коэффициента ослабления ГМП ($\Gamma_{\text{ГМП}}$) для каждого рабочего места и его сопоставления с гигиеническим нормативом. Расчет $K_{\text{ГМП}}$ проводят по результатам измерений интенсивности геомагнитного поля внутри помещения и на открытой территории, прилегающей к месту его расположения. Определяющим при расчете коэффициента является минимальное из всех зарегистрированных на рабочем месте значений интенсивности ГМП.

До начала проведения измерений ГМП в помещениях должны быть отключены технические средства, которые могут создавать постоянные магнитные поля. Измерения интенсивности геомагнитного поля внутри помещения на каждом рабочем месте проводят на трех уровнях от поверхности пола с учетом рабочей позы: 0,5 м, 1,0 м и 1,4 м — при рабочей позе сидя; 0,5 м, 1,0 м и 1,7 м — при рабочей позе стоя. Измерения интенсивности ГМП в открытом пространстве на территории, где размещается обследуемый объект, выполняют на уровнях 1,5... 1,7 м от поверхности Земли.

Измерения должны проводиться на расстоянии не ближе 0,5 м от железосодержащих предметов, конструкций, оборудования.

Контроль напряженности ЭСП должен осуществляться на постоянных рабочих местах персонала или в случае отсутствия постоянного рабочего места в нескольких точках рабочей зоны, расположенных на разных расстояниях от источника в отсутствии работающего. Измерения проводят на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м (рабочая поза "стоя") и 0,5; 0,8 и 1,4 м (рабочая поза "сидя") от опорной поверхности. При гигиенической оценке напряженности ЭСП на рабочем месте определяющим является наибольшее из всех зарегистрированных значений. Контроль напряженности ЭСП осуществляется посредством средств измерения, позволяющих определять величину E в свободном пространстве с допустимой относительной погрешностью не более $\pm 10\%$.

Контроль уровней ПМП должен проводиться путем измерения значений В или Н на постоянных рабочих местах персонала или в случае отсутствия постоянного рабочего места в нескольких точках рабочей зоны, расположенных на разных расстояниях от источника ПМП при всех режимах работы источника или только при максимальном режиме. Измерения проводят на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м (рабочая поза "стоя") и 0,5; 0,8 и 1,4 м (рабочая поза "сидя") от опорной поверхности. Для условий локального воздействия, контроль уровней ПМП должен проводиться на уровне концевых фаланг пальцев кистей, середины предплечья, середины плеча. В случае непосредственного контакта рук человека с поверхностью магнита измерения магнитной индукции ПМП проводят путем непосредственного контакта датчика средства измерения с поверхностью магнита.

Контроль уровней ЭМП промышленной

частоты должен осуществляться на рабочих местах персонала, обслуживающего электроустановки переменного тока (линии электропередачи, распределительные устройства и др.), электросварочное оборудование, высоковольтное электрооборудование промышленного, научного и медицинского назначения и др.

Контроль уровней ЭМП частотой 50 Гц осуществляется отдельно для электрических и магнитных полей.

Измерения и расчет напряженности (индукции) МП частотой 50 Гц должны проводиться при максимальном рабочем токе электроустановки или измеренные значения должны пересчитываться на максимальный рабочий ток I_{\max} путем умножения измеренных значений на отношение I_{\max}/I , где I — ток электроустановки при измерениях. Измеряется напряженность (индукция) МП при обеспечении отсутствия его искажения находящимися вблизи рабочего места железосодержащими предметами.

Измерения рекомендуется проводить приборами с трехкоординатным индукционным датчиком, обеспечивающим автоматическое измерение модуля напряженности МП при любой ориентации датчика в пространстве с допустимой относительной погрешностью 10 %.

При использовании приборов направленного приема (преобразователь Холла и т. п.) необходимо осуществлять поиск максимального регистрируемого значения путем ориентации датчика в каждой точке в разных плоскостях.

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ**