

1. Нормируемые параметры ЭМП.

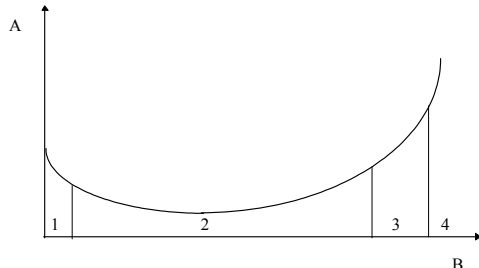
СанПиН 2.2.4.1191-03

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Устанавливают на рабочих местах:

- временные допустимые уровни (ВДУ) ослабления геомагнитного поля (ГМП),
- ПДУ электростатического поля (ЭСП),
- ПДУ постоянного магнитного поля (ПМП),
- ПДУ электрического и магнитного полей промышленной частоты 50 Гц (ЭП и МП ПЧ),
- ПДУ электромагнитных полей в диапазоне частот ≥ 10 кГц - 30 кГц,
- ПДУ электромагнитных полей в диапазоне частот ≥ 30 кГц - 300 ГГц.

Временные допустимые уровни (ВДУ) ослабления геомагнитного поля (ГМП)



Изменение вредности (А) в зависимости от интенсивности ЭМП (В).

Временный допустимый коэффициент ослабления интенсивности геомагнитного поля на рабочих местах персонала в помещениях (объектах, технических средствах) в течение смены

$$K_0^{zmn} = H_0 / H_e \leq 2$$

где $|H_0|$ - модуль вектора напряженности магнитного поля в открытом пространстве;
 $|H_e|$ - модуль вектора напряженности магнитного поля на рабочем месте в помещении.

ПДУ электростатического поля (ЭСП)

Предельно допустимый уровень напряженности ЭСП равен **60 кВ/м** в течение ≤ 1 ч.

При напряженности менее **20 кВ/м** время пребывания в ЭСП не регламентируется.

В диапазоне напряженности 20...60 кВ/м допустимое время пребывания персонала в ЭСП без средств защиты (ч)

$$t_{\text{дир}} = \left(\frac{60}{A_{\text{факт}}} \right)^2$$

где Е— фактическое значение напряженности ЭСП, кВ/м.

ПДУ постоянного магнитного поля (ПМП)

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

1 А/м \sim 1,25 мкТл, 1 мкТл \sim 0,8 А/м.

Напряженность МП линии электропередачи напряжением до 750 кВ

обычно не превышает 20...25 А/м.

ПДУ ЭМП промышленной частоты

ПДУ ЭП

Предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м.

- при $E = 5 \dots 20$ кВ/м допустимое время пребывания в ЭП $T = (50/E) - 2$, час
- при $20 < E < 25$ кВ/м допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 мин.
- пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.
- внутри жилых зданий 0,5 кВ/м;
- на территории жилой застройки 1 кВ/м;
- в населенной местности, вне зоны жилой застройки, а также на территории огородов и садов 5 кВ/м;
- на участках пересечения воздушных линий (ВЛ) с автомобильными дорогами 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.

ПДУ МП

ПДУ воздействия периодического магнитного поля частотой 50 Гц

Время пребывания (час)	Допустимые уровни МП, Н [А/м] / 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

ПДУ ЭМП радиочастотного диапазона

(НЧ – ВЧ: 30 кГц-300 МГц)

(СВЧ: 300 МГц - 300 ГГц)

В основу гигиенического нормирования положен принцип действующей дозы.

Оценка и нормирование ЭМП диапазона частот ≥ 30 кГц - 300 ГГц осуществляется по величине *энергетической экспозиции* (ЭЭ).

Энергетическая экспозиция в диапазоне частот

- ≥ 30 кГц - 300 МГц :

$$\mathcal{E}F = E^2 T, (\text{А} / \text{В})^2 \cdot \text{с},$$

$$\mathcal{E}H = H^2 T, (\text{А} / \text{В})^2 \cdot \text{с}.$$

- ≥ 300 МГц - 300 ГГц :

$$\mathcal{E}ППЭ = ППЭ * T, (\text{Вт} / \text{м}^2) \cdot \text{с}, (\text{мкВт} / \text{см}^2) \cdot \text{с},$$

где E - напряженность электрического поля (В/м),

H - напряженность магнитного поля (А/м),

T - время воздействия за смену (час.).

ППЭ - плотность потока энергии (Вт/м², мкВт/см²).

Предельно допустимые значения
энергетической экспозиции для рабочих мест

Диапазоны частот	По электрической составляющей			По магнитной составляющей			По плотности потока энергии.		
	ЭЭЕ (В/м)2 ч	Е В/м		ЭЭН (А/м)2 ч	Н А\м		ЭЭППЭ (мкВт/см2) ч	ППЭ мкВт/см2	
		T≥8 ч	T≤ 0.08 ч		T≥8 ч	T≤ 0.08 ч		T≥ 8ч	T≤ 0.2 ч
30 кГц-3 МГц	20000.0	50	500	200	5.0	50			
3-30 МГц	7000.0	30	296	-	-				
30-50 МГц	800.0	10	80	0.72	0.3	3			
50-300 МГц	800.0	10	80	-	-				
300 МГц-300 ГГц	—	—	---	—	—	--	200.0	25	1000

2. Виды действия электромагнитных полей на человека.

Характер воздействия ЭМП на организм определяется:

- **частотой** излучения;
- **интенсивностью** потока энергии (Е, Н, ППЭ)
- **продолжительностью** и режимом воздействия;
- размером облучаемой поверхности тела;
- индивидуальными особенностями организма;
- наличием сопутствующих вредных факторов, таких как: температура окружающей среды, шум, загазованность и другие факторы, которые снижают сопротивляемость организма.

ВИДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ

- Тепловое
- Нетепловое (информационное)

Тепловое:

ЭМП вызывает повышенный нагрев тканей человека, и если механизм терморегуляции не справляется с этим явлением, то возможно повышение температуры тела. Тепловое воздействие наиболее опасно для мозга, глаз, почек, кишечника. Облучение может вызвать помутнение хрусталика глаза (катаракту).

Нагрев может происходить в результате протекания электрического тока, в результате эффекта поляризации.

При СВЧ: $\lambda \approx r_T$, где r_T -длина тела, ткани с плохим кровоснабжением могут перегреваться.

Нетепловое (информационное)

Плохо (не до конца) изучено.

Под действием ЭМП изменяются микропроцессы в тканях, ослабляется активность белкового обмена, происходит торможение рефлексов, снижение кровяного давления, а в результате - головные боли, одышка, нарушение сна.

- Влияние на нервную систему
- Влияние на иммунную систему
- Влияние на эндокринную систему и нейрогуморальную реакцию
- Влияние на половую функцию

3. Понятия теплового порога ЭМП и допустимой энергетической нагрузки на организм человека.

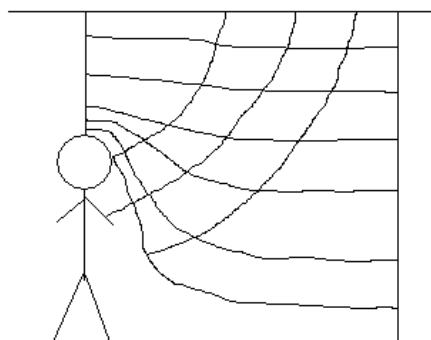
Тепловое воздействие – эмп вызывает повышенный нагрев тканей человека и если механизм терморегуляции не справляется с этим, то возможно повышение температуры тела.

Опасно для мозга, глаз, почек, кишечника. Может вызвать катаракту.

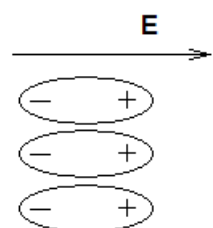
Причины теплового воздействия

- 1) нагрев в результате протекания Эл. Тока через ткань.

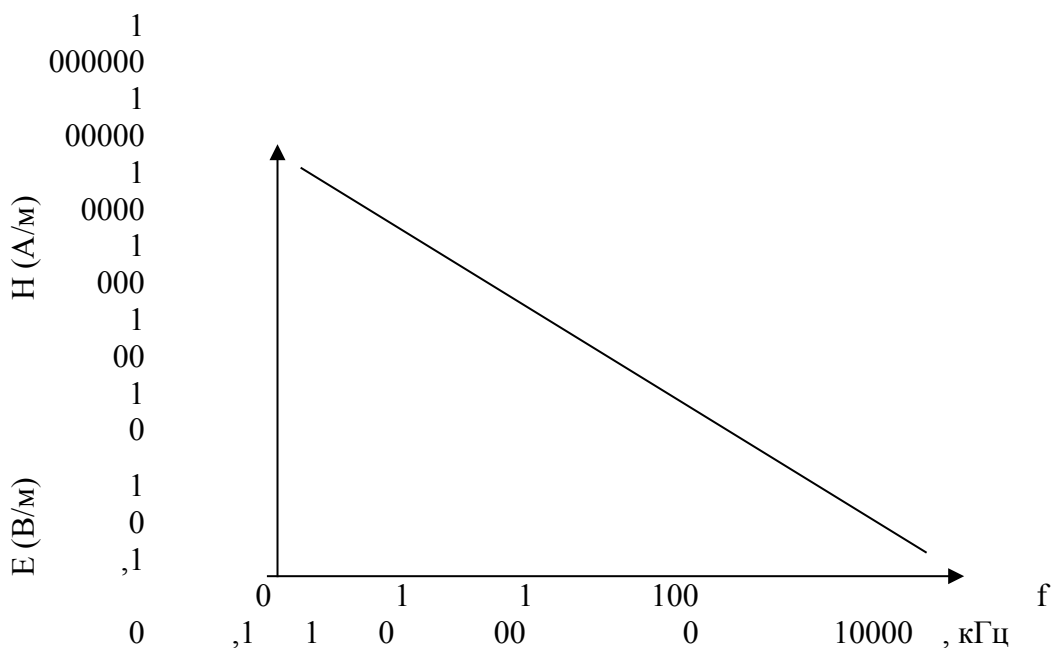
$$I = \varepsilon_0 \frac{dE}{df}$$



- 2) нагрев в результате поляризации вещества ткани



Тепловой порог:



f	Гц	к	0	1	1	1	3
			,05	0	00	0000	*10^8
E	/м	A	6	1	3	0	
			50000	000	0	,3	
S	т/м2	B					1
							00

4. Технические защитные мероприятия от воздействия электромагнитных полей на человека.

Инженерно-технические защитные мероприятия строятся на использовании явления экранирования электромагнитных полей непосредственно в местах пребывания человека либо на мероприятиях по ограничению эмиссионных параметров источника поля. *Последнее, как правило, применяется на стадии разработки изделия, служащего источником ЭМП.*

Одним из основных способов защиты от электромагнитных полей является их экранирование в местах пребывания человека. Два типа экранирования:

- экранирование источников ЭМП от людей
- экранирование людей от источников ЭМП.

Защитные свойства экранов основаны на эффекте ослабления напряженности и искажения электрического поля в пространстве вблизи заземленного металлического предмета.

Защита от электрического поля промышленной частоты, создаваемого системами передачи электроэнергии, осуществляется путем установления санитарно защитных зон для линий электропередачи и снижением напряженности поля в жилых зданиях и в местах возможного продолжительного пребывания людей путем применения защитных экранов.

Защита от магнитного поля промышленной частоты практически возможна только на стадии разработки изделия или проектирования объекта, как правило, снижение уровня поля достигается за счет векторной компенсации, поскольку иные способы экранирования магнитного поля промышленной частоты чрезвычайно сложны и дороги.

Основные требования к обеспечению безопасности населения от электрического поля промышленной частоты, создаваемого системами передачи и распределения электроэнергии, изложены в Санитарных нормах и правилах «Защита населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты» №2971-84.

При экранировании ЭМП в радиочастотных диапазонах используются разнообразные радиоотражающие и радиопоглощающие материалы.

К радиоотражающим материалам относятся различные металлы. Чаще всего используются железо, сталь, медь, латунь, алюминий. Эти материалы используются в виде листов, сетки, либо в виде решеток и металлических трубок. Экранирующие свойства листового металла выше, чем сетки, сетка же удобнее в конструктивном отношении. д. Защитные свойства сетки зависят от величины ячейки и толщины проволоки: чем меньше величина ячеек, чем толще проволока, тем выше ее защитные свойства. Отрицательным свойством отражающих материалов является то, что они в некоторых случаях создают отраженные радиоволны, которые могут усилить облучение человека.

Более удобными материалами для экранировки являются **радиопоглощающие материалы**. Листы поглощающих материалов могут быть одно- или многослойными. Многослойные — обеспечивают поглощение радиоволн в более широком диапазоне.

Для улучшения экранирующего действия у многих типов радиопоглощающих материалов с одной стороны впрессована металлическая сетка или латунная фольга. При создании экранов эта сторона обращена в сторону, противоположную источнику излучения.

В некоторых случаях стены покрывают специальными красками, содержащими серебро, медь, графит, алюминий, порошкообразное золото. Обычная масляная краска обладает довольно большой отражающей способностью (до 30%), гораздо лучше в этом отношении известковое покрытие.

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.

Радиоэкранирующими свойствами обладают практически все строительные материалы.

В последние годы в качестве радиоэкранирующих материалов распространение получили **металлизированные ткани** на основе синтетических волокон. Их получают методом химической металлизации (из растворов) тканей различной структуры и плотности. Экранирующие текстильные материалы обладают малой толщиной, легкостью, гибкостью; они могут дублироваться другими материалами (тканями, кожей, пленками), хорошо совмещаются со смолами и латексами.

Организационные защитные мероприятия от воздействия электромагнитных полей на человека.

- нормирование параметров облучения
- выбор рациональных режимов работы установок;
- ограничение времени нахождения в зоне облучения;
- предупредительные надписи и знаки

Защита временем. Применяется, когда нет возможности снизить интенсивность излучения в данной точке до предельно допустимого уровня. Путем обозначения, оповещения и т.п. ограничивается время нахождения людей в зоне выраженного воздействия электромагнитного поля. В действующих нормативных документах предусмотрена зависимость между интенсивностью плотности потока энергии и временем облучения.

Защита расстоянием. Применяется, если невозможно ослабить воздействие другими мерами, в том числе и защитой временем. Метод основан на падении интенсивности излучения, пропорциональном квадрату расстояния до источника. Защита расстоянием положена в основу нормирования санитарно-защитных зон – необходимого разрыва между источниками поля и жилыми домами, служебными помещениями и т.п.

5. Учет длительности пребывания человека в ЭМП при нормировании интенсивности электромагнитных полей.

Предельно допустимые значения E и H в диапазоне частот 60 кГц - 300 МГц на рабочих местах персонала следует определять исходя из допустимой энергетической нагрузки и времени воздействия по формулам

$$E_{\text{пд}} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}H_{\text{пд}}}{T}};$$

$$H_{\text{пд}} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}E_{\text{пд}}}{T}};$$

где $E_{\text{пд}}$ и $H_{\text{пд}}$ - предельно допустимые значения напряженности электрического, В/м, и магнитного, А/м, поля;

T - время воздействия, ч;

$\mathcal{E}H_{\text{пд}}$ и $\mathcal{E}E_{\text{пд}}$ - предельно допустимые значения энергетической нагрузки в течение рабочего дня, $(\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$ и $(\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$.

Максимальные значения $E_{\text{пд}}$, $H_{\text{пд}}$ и $\mathcal{E}H_{\text{Епд}}$, $\mathcal{E}H_{\text{Нпд}}$ указаны в таблице.

Параметр	Предельные значения в диапазонах частот, МГц		
	от 0,06 до 3	св. 3 до 30	св. 30 до 300
$E_{\text{пд}}, В / м$	500	300	80
$H_{\text{пд}}, А / м$	50	-	-
$\mathcal{E}H_{\text{Епд}} (В / м)^2 \cdot ч$	20000	7000	800
$\mathcal{E}H_{\text{Нпд}} (А / м)^2 \cdot ч$	200	-	-

Одновременное воздействие электрического и магнитного полей в диапазоне частот от 0,06 до 3 МГц следует считать допустимым при условии

$$\frac{\mathcal{E}H_{\text{Е}}}{\mathcal{E}H_{\text{Епд}}} + \frac{\mathcal{E}H_{\text{Н}}}{\mathcal{E}H_{\text{Нпд}}} \leq 1,$$

где $\mathcal{E}H_{\text{Е}}$ и $\mathcal{E}H_{\text{Н}}$ - энергетические нагрузки, характеризующие воздействия электрического и магнитного полей.

1.3. Предельно допустимые значения ППЭ ЭМП в диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц следует определять исходя из допустимой энергетической нагрузки и времени воздействия по формуле

$$\text{ППЭ}_{\text{пд}} = K \cdot \frac{\mathcal{E}H_{\text{ппэпд}}}{T},$$

где $\text{ППЭ}_{\text{пд}}$ - предельно допустимое значение плотности потока энергии, Вт/м² (мВт/см², мкВт/см²);

$\mathcal{E}H_{\text{ппэпд}}$ - предельно допустимая величина энергетической нагрузки, равная 2 Вт · ч/м² (200 мкВт · ч/см²);

K - коэффициент ослабления биологической эффективности, равный:

1 - для всех случаев воздействия, исключая облучение от вращающихся и сканирующих антенн;

10 - для случаев облучения от вращающихся и сканирующих антенн с частотой вращения или сканирования не более 1 Гц и скважностью не менее 50;

T - время пребывания в зоне облучения за рабочую смену, ч.

Во всех случаях максимальное значение $\text{ППЭ}_{\text{пд}}$ не должно превышать 10 Вт/м² (1000 мкВт/см²).

Таблица 1. Нормы облучения УВЧ и СВЧ

Плотность потока мощности энергии а, Вт/м'	Допустимое время пребывания в зоне воздействия ЭМП	Примечание
--	--	------------

До 0,1	Рабочий день	В остальное рабочее время плотность
0,1-1	Не более 2 ч	потока энергии не должна превышать
1-10	Не более 10 мин	0,1 Вт/м ² При условии пользования
		защитными очками. В остальное
		рабочее время плотность потока
		энергий не должна превышать 0,1 Вт/
		м ²

Таблица 2. Предельно допустимое время с напряжением 400 кВ и выше

Электрическая напряженность E, кВ/м	Допустимое время пребывания, мин	Примечание
<5	Вез ограничений	Остальное время рабочего дня человек
5—10 10—15	(рабочий день) <180	находится в местах, где
15—20 20—25	<90 <10 <5	напряженность электрического поля
		меньше или равна 5 кВ/м

Если напряженность поля на рабочем месте превышает 25 кВ/м или если требуется большая продолжительность пребывания человека в поле, чем указано в табл. 2, работы должны производиться с применением защитных средств — экранирующих устройств или экранирующих костюмов.

6. Понятие "дозы" излучения ЭМП. Нормирование длительности пребывания в зоне воздействия ЭМП по показателю дозы.

Эти поля, известные также под названием неионизирующих излучений, создаются такими устройствами, как дисплеи, широкоэвещательные передатчики, сотовые и мобильные телефоны, электробытовые приборы и линии электропередач.

Источники ЭМП естественные: атмосферное электричество, космические лучи, излучение солнца. Искусственные: генераторы, трансформаторы, антенны, лазерные установки, микроволновые печи, мониторы компьютеров и др.

ДОЗОВЫЕ УРОВНИ.

Существует четыре уровня дозовых величин:

1. Предел дозы (для населения).
2. Переносимая и предельно допустимая доза (для профессиональных работников).
3. Доза оправданного риска.
4. Критическая доза.

Последние две категории доз могут относиться только к профессиональному облучению. Особый смысл имеет понятие «Критическая доза», впервые она была предложена Ю. Г. Григорьевым для космонавтов. Критическая доза по уровню может быть близка к дозе оправданного риска.

Предельно допустимой дозой для человека принята такая доза, которая в свете современных знаний несёт в себе очень незначительную возможность тяжёлых генетических последствий.

Ограничение времени пребывания человека в электромагнитном поле представляет собой так называемую “защиту временем

Предельно допустимые уровни электромагнитного поля частотой 50 Гц

1. Оценка ЭМП ПЧ (50 Гц) осуществляется отдельно по напряженности электрического поля (E) в кВ/м, напряженности магнитного поля (H) в А/м или индукции магнитного поля (B), в мкТл. Нормирование электромагнитных полей 50 Гц на рабочих местах персонала дифференцировано в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле.

2. Предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м.

3. При напряженностях в интервале больше 5 до 20 кВ/м включительно допустимое время пребывания в ЭП T (час) рассчитывается по формуле:

$$T = (50/E) - 2,$$

где

Е - напряженность ЭП в контролируемой зоне, кВ/м;

Т - допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч.

4. При напряженности свыше 20 до 25 кВ/м допустимое время пребывания в ЭП составляет 10 мин.

5. Пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.

6. 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.

7. Допустимое время пребывания может быть реализовано однократно или дробно в течение рабочего дня.

Для условий воздействия импульсных магнитных полей 50 Гц (таблица 1) предельно допустимые уровни амплитудного значения напряженности поля (Нпду) дифференцированы в зависимости от общей продолжительности воздействия за рабочую смену (Т) и характеристики импульсных режимов генерации:

Режим I - импульсное с $\tau_{\text{аИ}} \geq 0,02$ с, $t_{\text{п}} \leq 2$ с,

Режим II - импульсное с 60 с $\geq \tau_{\text{аИ}} \geq 1$ с, $t_{\text{п}} > 2$ с,

Режим III - импульсное $0,02$ с $\leq \tau_{\text{аИ}} < 1$ с, $t_{\text{п}} > 2$ с,

где $\tau_{\text{аИ}}$ - длительность импульса, сек.,

$t_{\text{п}}$ - длительность паузы между импульсами, сек.

Таблица 1

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

Т, ч	Нпду [А/м]		
	Режим I	Режим II	Режим III
$\leq 1,0$	6000	8000	10000
$\leq 1,5$	5000	7500	9500
$\leq 2,0$	4900	6900	8900
$\leq 2,5$	4500	6500	8500
$\leq 3,0$	4000	6000	8000
$\leq 3,5$	3600	5600	7600
$\leq 4,0$	3200	5200	7200
$\leq 4,5$	2900	4900	6900
$\leq 5,0$	2500	4500	6500
$\leq 5,5$	2300	4300	6300
$\leq 6,0$	2000	4000	6000
$\leq 6,5$	1800	3800	5800
$\leq 7,0$	1600	3600	5600
$\leq 7,5$	1500	3500	5500
$\leq 8,0$	1400	3400	5400

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей диапазона частот $\geq 10 - 30$ кГц

1. Оценка и нормирование ЭМП осуществляется отдельно по напряженности электрического (Е), в В/м, и магнитного (Н), в А/м, полей в зависимости от времени воздействия.

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

3. ПДУ напряженности электрического и магнитного поля при продолжительности воздействия до 2-х часов за смену составляет 1000 В/м и 100 А/м, соответственно.

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей диапазона частот ≥ 30 кГц - 300 ГГц

1. Оценка и нормирование ЭМП диапазона частот ≥ 30 кГц - 300 ГГц осуществляется по величине энергетической экспозиции (ЭЭ).

2. Энергетическая экспозиция в диапазоне частот ≥ 30 кГц - 300 МГц рассчитывается по формулам:

$$\begin{aligned} \text{ЭЭ}_\text{е} &= E^2 \times T, (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}, \\ \text{ЭЭ}_\text{н} &= H^2 \times T, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}, \end{aligned}$$

Где

E - напряженность электрического поля (В/м),

H - напряженность магнитного поля (А/м), плотности потока энергии (ППЭ, Вт/м², мкВт/см²),

T - время воздействия за смену (час.).

3. Энергетическая экспозиция в диапазоне частот ≥ 300 МГц - 300 ГГц рассчитывается по формуле:

$$\text{ЭЭ}_{\text{ппэ}} = \text{ППЭ} \times T, (\text{Вт/м}^2) \cdot \text{ч}, (\text{мкВт/см}^2) \cdot \text{ч}, \text{ где ППЭ - плотность потока энергии (Вт/м}^2, \text{ мк Вт/см}^2).$$

В табл. 2 приведены предельно допустимые плотности потока энергии электромагнитных полей (ЭМП) в диапазоне частот 300 МГц—300000 ГГц и

Таблица 2. Нормы облучения УВЧ и СВЧ

Плотность потока мощности энергии a , Вт/м'	Допустимое время пребывания в зоне воздействия ЭМП	Примечание
До 0,1 0,1-1 1-10	Рабочий день Не более 2 ч Не более 10 мин	В остальное рабочее время плотность потока энергии не должна превышать 0,1 Вт/м ² При условии пользования защитными очками. В остальное рабочее время плотность потока энергий не должна превышать 0,1 Вт/м ²

время пребывания на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала, профессионально связанного с воздействием ЭМП.

В табл. 3 приведено допустимое время пребывания человека в электрическом поле промышленной частоты сверхвысокого напряжения (400 кВ и выше).

Таблица 3. Предельно допустимое время с напряжением 400 кВ и выше

Электрическая напряженность E , кВ/м	Допустимое время пребывания, мин	Примечание
<5 5—10 10—15 15—20 20—25	Вез ограничений (рабочий день) <180 <90 <10 <5	Остальное время рабочего дня человек находится в местах, где напряженность электрического поля меньше или равна 5 кВ/м

7. Экранирование как способ защиты от ЭМП.

Инженерные защитные мероприятия строятся на использовании явления **экранирования электромагнитных полей**, либо на **ограничении эмиссионных параметров источника поля** (снижении интенсивности излучения). При этом второй метод применяется в основном на этапе проектирования излучающего объекта. Электромагнитные излучения могут проникать в помещения через оконные и дверные проемы (явление дисперсии электромагнитных волн).

При экранировании **ЭМП в радиочастотных диапазонах** используются разнообразные радиоотражающие и радиопоглощающие материалы.

К радиоотражающим материалам относятся различные металлы. Чаще всего используются железо, сталь, медь, латунь, алюминий. Эти материалы используются в виде листов, сетки, либо в виде решеток и металлических трубок. Экранирующие свойства листового металла выше, чем сетки, сетка

же удобнее в конструктивном отношении, особенно при экранировании смотровых и вентиляционных отверстий, окон, дверей и т.д. Защитные свойства сетки зависят от величины ячейки и толщины проволоки: чем меньше величина ячеек, чем толще проволока, тем выше ее защитные свойства. Отрицательным свойством отражающих материалов является то, что они в некоторых случаях создают отраженные радиоволны, которые могут усилить облучение человека.

Более удобными материалами для экранировки являются радиопоглощающие материалы. Листы поглощающих материалов могут быть одно- или многослойными. Многослойные - обеспечивают поглощение радиоволн в более широком диапазоне. Для улучшения экранирующего действия у многих типов радиопоглощающих материалов с одной стороны впрессована металлическая сетка или латунная фольга. При создании экранов эта сторона обращена в сторону, противоположную источнику излучения.

Характеристики некоторых радиопоглощающих материалов приведены в табл.1.

Таблица 1

Характеристики некоторых радиопоглощающих материалов

Наименование материалов	Тип марок	Диапазон поглощенных волн, см	Коэффициент отражения по мощности, %	Ослабление проходящей мощности, %
Резиновые коврики	B2Ф-2	0,8 - 4	1 - 2	98 - 99
Магнетодиэлектрические пластины	XB – 0,8	0,8	1 - 2	98 - 99
Поглощающие покрытия на основе поролон	«Болото»	0,8 – 100	1 - 2	98 - 99
Ферритовые пластины	СВЧ - 0,68	15 – 200	3 - 4	96 - 97

Несмотря на то, что поглощающие материалы во многих отношениях более надежны, чем отражающие, применение их ограничивается высокой стоимостью и узостью спектра поглощения.

В некоторых случаях стены покрывают специальными красками. В качестве токопроводящих пигментов в этих красках применяют коллоидное серебро, медь, графит, алюминий, порошкообразное золото. Обычная масляная краска обладает довольно большой отражающей способностью (до 30%), гораздо лучше в этом отношении известковое покрытие.

Радиоизлучения могут проникать в помещения, где находятся люди через оконные и дверные проемы. Для экранирования смотровых окон, окон помещений, застекления потолочных фонарей, перегородок применяется либо мелкоячеистая металлическая сетка (этот метод защиты не распространен по причине неэстетичности самой сетки и значительного ухудшения вентиляционного газообмена в помещении), либо 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). Металлизированное стекло горячего прессования имеет кроме экранирующих свойств повышенную механическую прочность и используется в особых случаях (например, для наблюдательных окон на атомных регенерационных установках).

Экранирование дверных проемов в основном достигается за счет использования дверей из проводящих материалов (стальные двери).

Для защиты населения от воздействия электромагнитных излучений могут применяться специальные строительные конструкции: металлическая сетка, металлический лист или любое другое проводящее покрытие, а также специально разработанные строительные материалы. В ряде случаев (защита помещений, расположенных относительно далеко от источников поля) достаточно использования заземленной металлической сетки, помещаемой под облицовку стен помещения или заделываемой в штукатурку.

Ослабление ЭМП с помощью строительных материалов

Материал	Толщина, см	Ослабление ППЭ, дБ		
		Длина волны, см		
		0,8	3,2	10,6
Кирпичная стена	70	-	12	16
Шлакобетонная стена	46	-	0,52	14,5
Штукатурная стена или деревянная перегородка	15	-	12	8
Слой штукатурки	1,8	12	8	-
Доска	5	-	-	8,4
	3,5	-	-	5
	1,6	-	-	2,8
Древесноволокнистая плита	1,8	-	-	3,2
Фанера	0,4	2	1	-
Окно с двойными рамами, стекло силикатное	-	-	13	7
Стекло	0,28	2	2	-

В сложных случаях (защита конструкций, имеющих модульную или некоробчатую структуру) могут применяться также различные пленки и ткани с электропроводящим 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 позволяет регулировать количество наносимого металла в диапазоне от сотых долей до единиц мкм и изменять поверхностное удельное сопротивление тканей от десятков до долей Ом. Экранирующие текстильные материалы обладают малой толщиной, легкостью, гибкостью; они могут дублироваться другими материалами (тканями, кожей, пленками), хорошо совмещаются со смолами и латексами.

Механизм "отражения" ЭМП. Виды используемых материалов.

Механизм отражения

Отражение обусловлено в основном несоответствием волновых характеристик воздуха и материала, из которого изготовлен экран. Отражение электромагнитной энергии определяется через величины, выражаемые как отношение падающей энергии к отраженной (Вотр), которые обычно выражаются в децибелах, либо через коэффициент отражения, определяемый как величина, обратная (Вотр) .

К радиоотражающим материалам относятся различные металлы. Чаще всего используются железо, сталь, медь, латунь, алюминий. Эти материалы используются в виде листов, сетки, либо в виде решеток и металлических трубок. Экранирующие свойства листового металла выше, чем сетки, сетка же удобнее в конструктивном отношении, особенно при экранировании смотровых и вентиляционных отверстий, окон, дверей и т.д. Защитные свойства сетки зависят от величины ячейки и толщины проволоки: чем меньше величина ячеек, чем толще проволока, тем выше ее защитные свойства. **Отрицательным свойством отражающих материалов** является то, что они в некоторых случаях создают отраженные радиоволны, которые могут усилить облучение человека.

Отражающие ЭМП РЧ экраны выполняются из металлических листов, сетки, проводящих пленок, ткани с микропроводом, металлизированных тканей на основе синтетических волокон или любых других материалов, имеющих высокую электропроводность.

Механизм "поглощения" ЭМП. Виды используемых материалов.

Поглощение ЭМП обусловлено диэлектрическими и магнитными потерями при взаимодействии электромагнитного излучения с радиопоглощающими материалами. В последних также имеют место рассеяние (вследствие структурной неоднородности Р. м.) и интерференция.

Виды радиопоглощающих материалов (Р. м.)

- Немагнитные Р. м. подразделяют на интерференционные, градиентные и комбинированные.
 - Интерференционные Р. м. состоят из чередующихся диэлектрических и проводящих слоев. В них интерферируют между собой волны, отразившиеся от электропроводящих слоев и от металлической поверхности защищаемого объекта.
 - Градиентные Р. м. (наиболее обширный класс) имеют многослойную структуру с плавным или ступенчатым изменением комплексной диэлектрической проницаемости по толщине (обычно по гиперболическому закону). Их толщина сравнительно велика и составляет $> 0,12 - 0,15 \lambda_{\text{макс}}$, где $\lambda_{\text{макс}}$ — максимальная рабочая длина волны. Внешний (согласующий) слой изготавливают из твердого диэлектрика с большим содержанием воздушных включений (пенопласт и др.), с диэлектрической проницаемостью, близкой к единице, остальные (поглощающие) слои — из диэлектриков с высокой диэлектрической проницаемостью (стеклотекстолит и др.) с поглощающим проводящим наполнителем (сажа, графит и т.п.). Условно к градиентным Р. м. относят также материалы с рельефной внешней поверхностью (образуемой выступами в виде шипов, конусов и пирамид), называемые шиповидными Р. м.; уменьшению коэффициента отражения в них способствует многократное отражение волн от поверхностей шипов (с поглощением энергии волн при каждом отражении).
 - Комбинированные Р. м. — сочетание Р. м. градиентного и интерференционного типов. Они отличаются эффективностью действия в расширенном диапазоне волн.
- Группу магнитных Р. м. составляют ферритовые материалы, характерная особенность которых — малая толщина слоя (1 — 10 мм).

Различают Р. м. широкодиапазонные ($\lambda_{\text{макс}}/\lambda_{\text{мин}} > 3 - 5$), узкодиапазонные ($\lambda_{\text{макс}}/\lambda_{\text{мин}} \sim 1,5 - 2,0$) и рассчитанные на фиксированную (дискретную) длину волны (ширина диапазона $< 10-15\% \lambda_{\text{раб}}$); $\lambda_{\text{мин}}$ и $\lambda_{\text{раб}}$ — минимальная и рабочая длины волн.

Обычно Р. м. отражают 1 — 5 % электромагнитной энергии (некоторые — не более 0,01%) и способны поглощать потоки энергии плотностью 0,15 — 1,50 Вт/см² (пенокерамические — до 8 Вт/см²). Интервал рабочих температур Р. м. с воздушным охлаждением от минус 60°C до плюс 650°C (у некоторых до 1315°C).

8. Санитарное нормирование шума. Принципы нормирования.

Санитарное нормирование шума — установление допустимых параметров шума на рабочем месте. Нормируемым параметром является уровень звукового давления. Уровнем звукового давления в децибелах называется величина

$$L = 20 * \lg(P/P_0)$$

где P — среднеквадратичное значение звукового давления, дБ, P_0 — опорное значение звукового давления, равное $2 \cdot 10^{-5}$ дБ.

Допустимые значения уровней звукового давления устанавливаются для частотного интервала, который называется октавой. Октава — это частотный интервал, в котором верхняя граничная частота $f_{вг}$ больше нижней граничной $f_{нг}$ в 2 раза:

$$f_{вг} / f_{нг} = 2$$

Октаву характеризуют среднегеометрической частотой.

$$f_{сг} = \sqrt{(f_{вг} * f_{нг})}$$

Как правило, допустимые уровни представляют в виде кривых, называемых предельными спектрами (ПС). Предельный спектр получает номера по числу децибел, которые допускаются в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц (рис.). В зависимости от рода выполняемой работы различаются ПС-45, ПС-55, ПС-60, ПС-75. Для того, чтобы определить, удовлетворяет ли шум на рабочем месте санитарным нормам, нужно снять спектрограмму шума в октавных полосах и сравнить с допустимыми для данного вида работы ПС.

Для ориентировочной оценки шума введены допустимые уровни звука в децибелах по шкале А шумомера (дБА).

Так, предельному спектру ПС-45 соответствует допустимый уровень звука 50 дБА, предельному спектру ПС-75 — 80 дБА.

9. Понятие "Уровень звукового давления". Физический смысл нулевого уровня звукового давления.

Уровень звукового давления - Измеряется в дБ и является двадцатикратным десятичным логарифмом отношения эффективного значения звукового давления акустической системы к звуковому давлению, соответствующему порогу слышимости человека в тишине на частоте 1 кГц — 20 мкПа.

Нулевой уровень звукового давления (порог слышимости) - минимальная величина звукового давления, при которой звук данной частоты может быть ещё воспринят ухом человека. Величину порога слышимости принято выражать в децибелах, принимая за нулевой уровень звукового давления $2 \cdot 10^{-5}$ Н/м² или $2 \cdot 10^{-4}$ Н/м² при частоте 1 кГц (для плоской звуковой волны). Порог слышимости зависит от частоты звука. При действии шумов и других звуковых раздражений порог слышимости для данного звука повышается, причём повышенное значение порога слышимости сохраняется некоторое время после прекращения действия мешающего фактора, а затем постепенно возвращается к исходному уровню. У разных людей и у одних и тех же лиц в разное время порог слышимости может различаться в зависимости от возраста, физиологического состояния, тренированности. Измерения порога слышимости обычно производятся методами аудиометрии.

10. Опасность и вред производственного шума. Нормирование широкополосного и тонального шума.

По временным характеристикам шум подразделяется

Постоянный шум, уровень звука которого за выбранный отрезок времени изменяется во времени не более чем на 5 дБА

Непостоянный шум, уровень звука которого за выбранный отрезок времени изменяется более чем на 5 дБА

- **Колеблющийся** во времени, уровень звука которого непрерывно меняется во времени
- **Прерывистый**, уровень звука которого ступенчато изменяется (на 5дБА и более, причем длительность интервалов, в течение которых уровень звука остается постоянным, составляет более 1 сек)
- **Импульсный**, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый из которых длительностью менее 1сек, при этом уровни звука, измеренные на импульсной характеристике шумомера, отличаются не менее чем на 7дБА

Санитарное нормирование шума

ГОСТ 12.1.1.003-83* "ССБТ. Шум. Общие требования безопасности". СН 2.2 4/22.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых общественных зданий и на территориях жилой застройки"

Ведется

- По предельному спектру, ПС, дБ, в октавных полосах частот

Нормируемыми параметрами шума являются уровни среднеквадратических звуковых (дБ) в октавных полосах с частотой 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

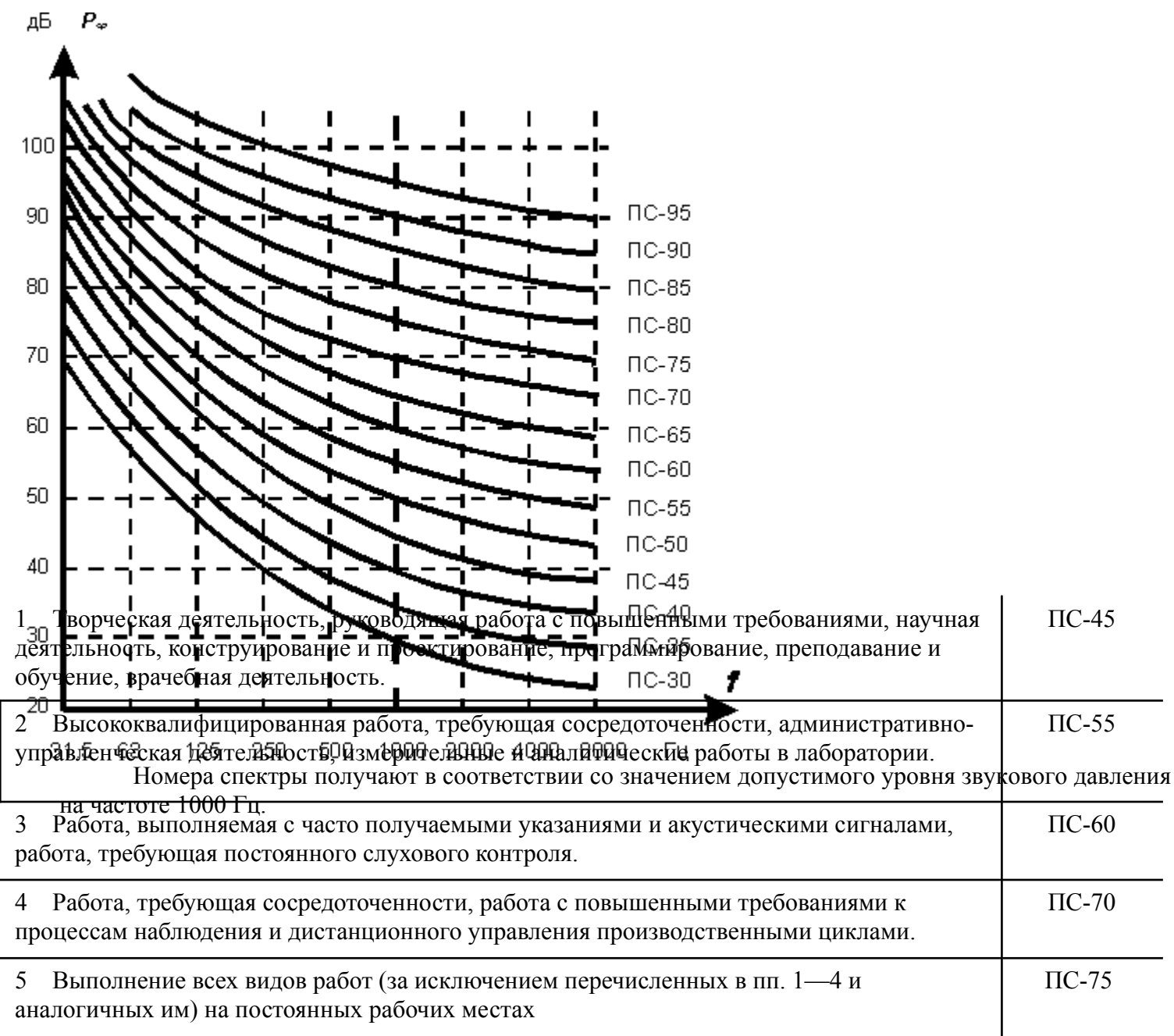
- По эквивалентному уровню звука, дБА . без частотного анализа по шкале А шумомера, которая приблизительно соответствует частотной характеристике слуха человека.

11. Предельный спектр шума. Различия в предельных спектрах шума для различных видов деятельности.

Одним из способов санитарного нормирования шума является нормирование по предельному спектру(ПС) в октавных полосах частот.

Нормируемыми параметрами шума являются уровни звуковых давлений (дБ) в октавных полосах со средней частотой 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Семейство нормировочных кривых шума (ПС), рекомендованных ISO:



12. Уровень звука. Физический смысл показателя. Связь нормируемого уровня звука с ПС.

Шум – вредный производственный фактор, влияющий на нервную и сердечно-сосудистую системы человека. Он является одним из видов загрязнения окружающей среды. Ограничению его вредного воздействия служат санитарное нормирование шума – установление допустимых параметров шума на рабочем месте. Нормируемым параметром является **уровень звукового давления**. Уровнем звукового давления в децибелах называется величина

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

где P – среднеквадратичное значение звукового давления, дБ, P_0 – опорное значение звукового давления, равное $2 \cdot 10^{-5}$ дБ.

Допустимые значения уровней звукового давления устанавливаются для частотного интервала, который называется октавой. Октава – это частотный интервал, в котором верхняя граничная частота $f_{\text{вг}}$ больше нижней граничной $f_{\text{нг}}$ в 2 раза:

$$f_{\text{вг}} / f_{\text{нг}} = 2.$$

Октаву характеризуют среднегеометрической частотой

$$f_{\text{сг}} = \sqrt{f_{\text{вг}} \cdot f_{\text{нг}}}.$$

Как правило, допустимые уровни представляют в виде кривых, называемых предельными спектрами (ПС). Предельный спектр получает номера по числу децибел, которые допускаются в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц (рис. 1).

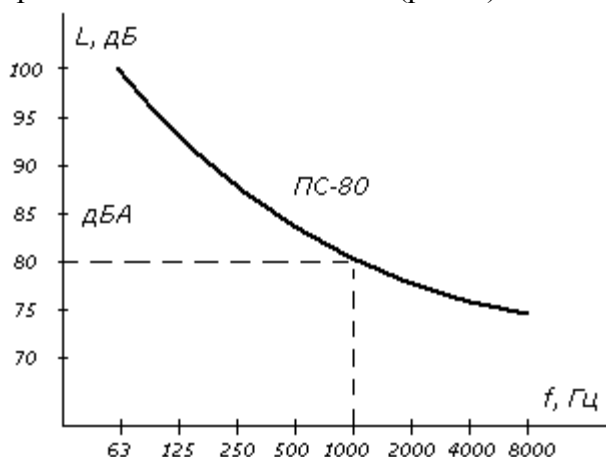


Рис.1. Кривая предельного спектра ПС-80

В зависимости от рода выполняемой работы различаются ПС-45, ПС-55, ПС-60, ПС-75. Для того, чтобы определить, удовлетворяет ли шум на рабочем месте санитарным нормам, нужно снять спектрограмму шума в октавных полосах и сравнить с допустимыми для данного вида работы ПС.

Для ориентировочной оценки шума введены допустимые уровни звука в децибелах по шкале А шумомера (дБА). Так, предельному спектру ПС-45 соответствует допустимый уровень звука 50 дБА, предельному спектру ПС-75 – 80 дБА.

V. Требования к уровням шума и вибрации на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ

5.1. В производственных помещениях при выполнении основных или вспомогательных работ с использованием ПЭВМ уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

5.2. В помещениях всех образовательных и культурно-развлекательных учреждений для детей и подростков, где расположены ПЭВМ, уровни шума не должны превышать допустимых значений, установленных для жилых и общественных зданий.

5.3. При выполнении работ с использованием ПЭВМ в производственных помещениях уровень вибрации не должен превышать допустимых значений вибрации для рабочих мест (категория 3, тип "в") в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

В помещениях всех типов образовательных и культурно-развлекательных учреждений, в которых эксплуатируются ПЭВМ, уровень вибрации не должен превышать допустимых значений для жилых и общественных зданий в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

5.4. Шумящее оборудование (печатающие устройства, серверы и т.п.), уровни шума которого превышают нормативные, должно размещаться вне помещений с ПЭВМ.

Приложение 1**Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПЭВМ**

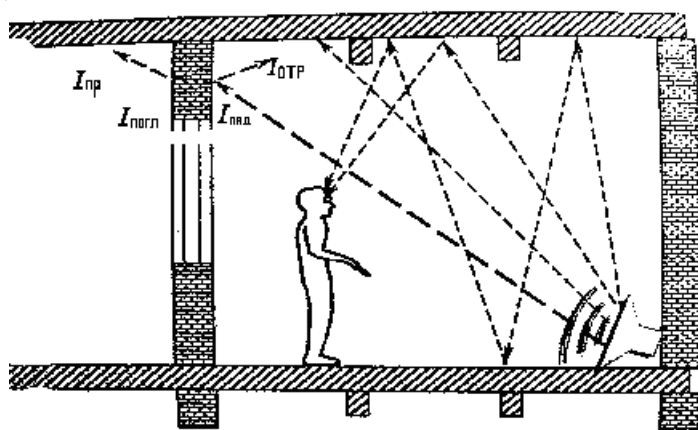
Таблица 2

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука в дБА
31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	
86 дБ	71 дБ	61 дБ	54 дБ	49 дБ	45 дБ	42 дБ	40 дБ	38 дБ	50

Измерение уровня звука и уровней звукового давления проводится на расстоянии 50 см от поверхности оборудования и на высоте расположения источника(ков) звука.

Источники:

Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. СН 2.2.4/2. 1.8.562-96

13. Звукоизоляция. Принцип снижения шума. Примеры материалов и конструкций.

Согласно представленной схеме уравнение баланса звуковой энергии выглядит так:

$$I_{\text{пад}} = I_{\text{погл}} + I_{\text{отр}} + I_{\text{пр}}$$

Т.е. интенсивность падающего звука равна сумме интенсивностей поглощенного, отраженного и прошедшего звука.

Отношение интенсивности прошедшего звука к интенсивности падающего наз-ся коэффициентом звукопроводимости:

$$\tau = I_{\text{пр}} / I_{\text{пад}}$$

Звукоизоляцией называется величина, обратная звукопроводимости. Звукоизоляция обозначает процесс отражения звука и служит для того, чтобы не пропускать звук через преграду. Значение звукоизоляции ЗИ,дБ;определяется след.образом:

$$ЗИ=10\lg(1/\tau)$$

Звукоизоляционные материалы, как правило, твердые ,не пропускающие звук из одного объема в другой. Поглощение звука в изолирующей конструкции может быть небольшим,ее действие основано на отражении звука от конструкции.

Механизм прохождения звука через ограждение заключается в том, что под воздействием падающих звуковых волн ограждение приводится в колебательное движение и само излучает звук.

Звукоизоляция следует так называемому закону масс, показывающему, что она возрастает с увеличением поверхностной массы преграды. Возрастание составляет 6дБ на каждое удвоение массы.эта же закономерность возрастания звукоизоляции проявляется при двукратном увеличении частоты.

$$m=\rho_{\text{пр}}h_{\text{пр}}$$

m -поверхностная масса

$\rho_{\text{пр}}$ -удельная масса преграды,кг/м³

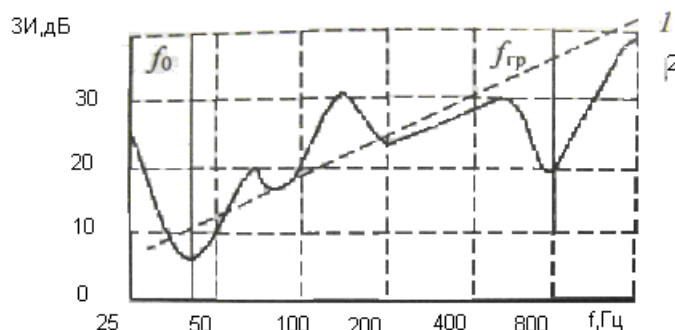
$h_{\text{пр}}$ -ее толщина в м.

Зависимость звукоизоляции от массы и частоты:

$$ЗИ=20\lg(mf)-60.$$

На определенных частотах закон массы нарушается вследствие так называемого пространственного резонанса, связанного с усилением звукоизлучения ограждения и с влиянием помещения, в котором расположена звукоизолирующая преграда.

Наибольший провал звукоизоляции наблюдается на резонансной(граничной) частоте $f_{\text{гр}}$, что видно на рис:



Значение резонансной частоты, когда длина звуковой волны в воздухе равна длине изгибной волны в преграде(Гц):

$$f_{\text{гр}}=c^2/(1.8c_{\text{п}}h_{\text{пр}})$$

$c_{\text{п}}$ -скорость продольной волны в преграде ,м/с.

Когда звукоизоляция ухудшается, значение $f_{\text{гр}}$ возрастает с уменьшением толщины преграды, а также с увеличением ее изгибной жесткости.например, для стали $f_{\text{гр}}=12000/h_{\text{п}}$.

Увеличения звукоизоляции в области $f_{\text{гр}}$ можно добиться внесением потерь в изолирующую пластину(ограждение) за счет изменения жесткости материала или покрытия пластины вибродемпфирующими материалами.

Дополнительная звукоизоляция достигается при замене одностенных ограждений двустенными(равной поверхностной массы) за счет появления дополнительной звукоизоляции воздушного промежутка. Звукоизоляция ухудшается при наличии в ограждении ребер жесткости(кроме области инфразвуковых частот), а особенно при наличии щелей, отверстий,проемов(снижение звукоизоляции Δ ЗИ зависит от их площади).

В качестве примеров звукоизолирующих материалов можно привести сталь, силикатное стекло, органическое стекло.

Значения звукоизоляции некоторых материалов:

Таблица 11

Тип ограждения	Материал	Толщина, мм	ЗИ, дБ, в третьоктавных полосах частот со среднегеометрическими значениями, Гц															
			100	125	160	200	250	320	400	500	640	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200
Однорядные	Сталь	1.0	15	15	18	17	18	17	23	25	26	29	31	34	34	37	38	40
		3.0	20	23	29	27	27	27	29	32	34	37	38	40	41	42	42	41
	Алюминий	3.0	11	10	18	17	20	21	23	23	25	26	28	29	30	31	31	31
	Оргстекло	5.0	15	15	18	16	17	18	20	21	23	24	26	28	30	32	34	35
	Фанера	10.0	20	16	17	15	18	21	21	23	24	26	27	28	29	26	26	25
Слоистые и двойные	Алюминий с в/д слоем 2.0	2.0 + 2.0	15	15	20	18	20	22	23	25	21	23	24	30	32	34	36	37
	Стекло	$h = 5$, $d = 20$	18	16	16	22	24	26	24	28	33	35	38	39	40	37	30	35
	Алюминий	$d = 100$, $h = 2$	11	10	16	17	23	21	25	30	34	36	40	41	45	47	50	53

Примечание: в/д – вибродемпфирование; h – толщина слоя; d – толщина воздушного промежутка.

13. Звукопоглощение. Принцип снижения шума. Примеры материалов и конструкций.

(Шульженко)

Звукопоглощение

Звукопоглощение – способность материала ослаблять интенсивность звука. Звукопоглощающая способность материала характеризуется потерей звуковой энергии при падении звуковых волн, и их распространении в материальной среде.

Звукопоглощающие материалы и конструкции служат для поглощения звука в объеме, где расположен источник звука, так и в соседних объемах.

Принцип снижения шума

В качестве звукопоглощающих, как правило, используются материалы, в которых происходит процесс перехода звуковой энергии в тепловую. Чаще всего это пористые и рыхлые волокнистые материалы, например маты из ваты из супертонкого стекловолокна, базальтового волокна и т.д. Падающие звуковые волны вызывают колебание воздуха в порах материала. Вследствие вязкости воздуха колебание его в таких порах сопровождается трением, и кинетическая энергия колеблющегося воздуха переходит в тепловую. Энергия, переносимая звуковыми волнами при уровнях, с которыми приходится иметь дело даже на очень шумных производствах, настолько мала, что увеличение температуры любого материала, полностью поглощающего звук, происходит на тысячные доли градуса.

Звукопоглощающие материалы принято характеризовать коэффициентом звукопоглощения α .

Коэффициент звукопоглощения материала - отношение поглощенной энергии к падающей энергии звука. Т.е. коэффициент звукопоглощения определяется отношением интенсивности поглощаемого в конструкции звука к интенсивности падающего:

$$\alpha = \frac{I_{\text{пол}}}{I_{\text{пад}}}.$$

Коэффициент звукопоглощения зависит от частоты падающих звуковых волн и от угла их падения. При использовании звукопоглощающих облицовок важен так называемый диффузный коэффициент звукопоглощения, усредненный по разнообразным углам падения звуковых волн. Обычно указывается диффузный коэффициент звукопоглощения для частот 60, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц, иногда строят частотные зависимости коэффициента звукопоглощения.

Примеры материалов и конструкций

Звукопоглощающий материал или поверхность	Толщина, мм	Значение α в октавных полосах частот							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Плиты ПАО минераловатные, акустические	20	0,02	0,03	0,17	0,68	0,98	0,86	0,45	0,20
Сталь	-	0,01							
Маты из супертонкого базальтового	50	0,1	0,25	0,7	0,98	1,0	1,0	1,0	0,95

волокна									
Маты из отходов капронового волокна	50	0,02	0,15	0,46	0,82	0,92	0,93	0,93	0,93
Войлок строительный	25	0,05	0,15	0,22	0,54	0,63	0,57	0,52	0,45
Стеклопластик	-	0,01	0,01	0,12	0,014	0,015	0,016	0,017	0,016

14. Порядок расчета суммарного шума, создаваемого несколькими источниками с известными уровнями звука.

Сложение уровней звукового давления нескольких источников:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_i} \right)$$

Где L_i – уровни звука (или уровни звукового давления) источника шума, дБА(дБ)

15. Принципы нормирования освещенности рабочего места.

VI. Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ

6.1. Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

6.2. Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

6.3. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

6.4. Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².

6.5. Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м² и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м².

6.6. Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях должен быть не более 20. Показатель дискомфорта в административно-общественных помещениях не более 40, в дошкольных и учебных помещениях не более 15.

6.7. Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м², защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

6.8. Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

6.9. Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 - 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

6.10. В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенные.

6.11. Для освещения помещений с ПЭВМ следует применять светильники с зеркальными параболическими решетками, укомплектованными электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА). Допускается использование многоламповых светильников с электромагнитными

пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА), состоящими из равного числа опережающих и отстающих ветвей.

Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается.

При отсутствии светильников с ЭПРА лампы многоламповых светильников или рядом расположенные светильники общего освещения следует включать на разные фазы трехфазной сети.

6.12. Общее освещение при использовании люминесцентных светильников следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя при рядом расположении видеодисплейных терминалов. При периметральном расположении компьютеров линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору.

6.13. Коэффициент запаса (K_z) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4.

6.14. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

6.15. Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях для использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

16. Естественное освещение. Общие требования. Нормируемые показатели.

Естественное освещение – освещение помещений светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Оно должно быть обеспечено при постоянном пребывании людей в помещении, подразделяются на боковое, верхнее и комбинированное.

Боковое естественное освещение – естественное освещение помещения через световые проемы в наружных стенах.

Верхнее естественное освещение – естественное освещение помещения через фонари, световые проемы в стенах, находящиеся в местах перепада высот здания.

Естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в зависимости от времени суток, года, метеорологических условий. Поэтому в качестве критерия оценки естественного освещения принята относительная величина - коэффициент естественной освещенности КЕО, не зависящий от вышеуказанных параметров.

КЕО - это отношение освещенности в данной точке внутри помещения $E_{вн}$ к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности $E_{н}$, создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в процентах, т.е.

$KEO = 100 E_{вн}/E_{н}$.

Принято раздельное нормирование КЕО для бокового и верхнего естественного освещения. При боковом освещении нормируют минимальное значение КЕО в пределах рабочей зоны, которое должно быть обеспечено в точках, наиболее удаленных от окна; в помещениях с верхним и комбинированным освещением - по усредненному КЕО в пределах рабочей зоны.

Общие требования и нормируемые показатели (Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03)

1. Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение.
2. Естественное освещение подразделяется на следующие типы: боковое, верхнее и комбинированное (верхнее и боковое).
3. При верхнем или комбинированном естественном освещении помещений любого назначения нормируется среднее значение коэффициента естественной освещенности (КЕО) в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и рабочей поверхности. Расчетная точка принимается в геометрическом центре помещения или на расстоянии 1 м от поверхности стены, противостоящей боковому светопроему.
4. При комбинированном естественном освещении допускается деление помещения на зоны с боковым освещением (зоны, примыкающие к наружным стенам с окнами) и зоны с верхним освещением. Нормирование и расчет естественного освещения в каждой зоне производятся независимо друг от друга.

5. При двухстороннем боковом освещении помещений любого назначения нормированное значение КЕО должно быть обеспечено в геометрическом центре помещения (на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и рабочей поверхности).
6. В центральной части и исторических зонах города в помещениях жилых и общественных зданий с односторонним боковым освещением, кроме помещений, указанных в подпунктах 1 а), 2 а) и 3 а) (из требований к естественному освещению общественных зданий) настоящих норм, нормированное значение КЕО, равное 0,50%, должно быть обеспечено в центре помещения.
7. Расчет естественного освещения помещений производится без учета мебели, оборудования, озеленения и деревьев, а также при стопроцентном использовании светопрозрачных заполнений в светопроемах. Допускается снижение расчетного значения КЕО от нормируемого КЕО (ен) не более чем на 10%.
8. Расчетное значение средневзвешенного коэффициента отражения внутренних поверхностей помещения следует принимать равным 0,5.
9. Неравномерность естественного освещения помещений с верхним или комбинированным естественным освещением не должна превышать 3:1. Расчетное значение КЕО при верхнем и комбинированном естественном освещении в любой точке на линии пересечения условной рабочей поверхности и плоскости характерного вертикального разреза помещения должно быть не менее нормированного значения КЕО (ен) при боковом освещении в соответствии с таблицами 1, 2.

Требования к естественному освещению помещений жилых зданий

1. При одностороннем боковом освещении в жилых зданиях нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов: в одной комнате для 1-, 2 и 3-комнатных квартир и в двух комнатах для 4- и более комнатных квартир.
2. В остальных комнатах многокомнатных квартир и в кухне нормируемое значение КЕО при боковом освещении должно обеспечиваться в расчетной точке, расположенной в центре помещения на плоскости пола.
3. При одностороннем боковом освещении жилых комнат общежитий, гостиниц и номеров гостиниц нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола в геометрическом центре помещения.

Требования к естественному освещению общественных зданий

1. При одностороннем боковом освещении в помещениях детских дошкольных учреждений нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено:
 - а) в групповых и игровых помещениях - в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;
 - б) в остальных помещениях - в расчетной точке, расположенной в геометрическом центре помещения на рабочей поверхности.
2. При одностороннем боковом освещении помещений школ, школ-интернатов, профессионально-технических и средних специальных учебных заведений нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено:
 - а) в учебных и учебно-производственных помещениях - в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1,2 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;
 - б) в остальных помещениях - в расчетной точке, расположенной в геометрическом центре помещения на рабочей поверхности.
3. При одностороннем боковом освещении помещений учреждений здравоохранения нормируемое значение КЕО должно быть обеспечено:
 - а) в палатах больниц, в палатах и спальнях комнатах объектов социального обеспечения (интернатов, пансионатов для престарелых инвалидов и т.п.), санаториев и домов отдыха - в

расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и плоскости пола на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;

б) в кабинетах врачей, ведущих прием больных, в смотровых, в приемно-смотровых боксах, перевязочных - в расчетной точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов;

в) в остальных помещениях - в расчетной точке, расположенной в центре помещения на рабочей поверхности.

4. В помещениях общественных зданий (за исключением помещений, указанных в пунктах 1 а), 2 а) и 3 а)) допускается деление помещений на зоны с достаточным и недостаточным естественным освещением.

17. Достоинства и недостатки освещения рабочих мест люминесцентными лампами **стандартными лампами накаливания Галогенными лампами Разрядными лампами высокого давления**

Вид лампы	Достоинства	Недостатки
<i>Люминесцентные</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Самый длительный срок службы 2. Высокая световая отдача 3. Высокое качество цветопередачи 4. Низкие яркость и температура поверхности лампы 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пульсация светового потока
<i>Накаливания</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Простота и удобство эксплуатации 2. Низкая цена 3. Универсальность применения 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Небольшой срок службы 2. Низкое качество цветопередачи 3. Низкая световая отдача
<i>Галогенные</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Длительный срок службы 2. Хорошая цветопередача 3. Стабильная светоотдача на протяжении всего срока службы 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая цена
<i>Разрядные</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Самая высокая световая отдача 2. Большой срок службы 3. Разнообразные спектры излучения 4. Широкий диапазон значений мощности, яркости и др. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сложность включения в сеть 2. Зависимость характеристик от теплового режима

18. Пульсации светового потока ламп. Причины появления и способы защиты. **Пульсация светового потока ламп освещения вызывается колебаниями напряжения.**

Лампа накаливания

При одинаковых колебаниях напряжения отрицательное влияние ламп накаливания проявляется в значительно большей мере, чем газоразрядных ламп.

Её восприятие человеком - фликер - утомляет, снижает производительность труда и, в конечном счёте, влияет на здоровье людей.

Доза фликера - мера восприятия человеком пульсаций светового потока . Наиболее раздражающее действие фликера проявляется при частоте колебаний 8,8 Гц и размахах изменения напряжения $\delta U_t = 29\%$.

В качестве вероятного виновника **колебаний напряжения** ГОСТ 13109-97 указывает потребителя с переменной нагрузкой.

Мероприятия по снижению колебаний напряжения:

1. Применение оборудования с улучшенными характеристиками (снижение δU_t на шинах спокойной нагрузки (- Q) снижается на 50...60 %).
2. Снижение сопротивления питающего участка сети.

Газоразрядная лампа

Пульсация светового потока - недостаток газоразрядных ламп, являющейся причиной так называемого стробоскопического эффекта

Ослабление пульсации светового потока достигается включением ламп на разные фазы трехфазной сети (включение их по опережающе-отстающей схеме).

В некоторых лампах применяется *резонансная схема питания лампы*, которая позволяет уменьшить пульсации светового потока путем реализацией режима работы лампы - без токовых пауз (в 10 раз).

19. Напряженность зрительной работы и характеризующие ее показатели. Использование при нормировании освещенности.

Для промышленных условий имеются восемь разрядов зрительной работы, которые зависят от наименьшего или эквивалентного размера объекта различения: I - наивысшей точности, II - очень высокой точности, III — высокой точности, IV — средней точности, V - малой точности, VI - грубая работа (очень малой точности), VII - работа с самосветящимися объектами и изделиями в горячих цехах, VIII - общее наблюдение за ходом производственного процесса и общее наблюдение за инженерными коммуникациями. Подразряды зрительной работы зависят от контраста объекта с фоном и характеристики фона, например, подразряд "а" означает малый контраст и темный фон и т. д.

Для непромышленных и бытовых условий принята следующая характеристика зрительной работы: различение объектов при фиксированной и нефиксированной линиях зрения (А — очень высокой точности, Б - высокой точности и В - средней точности), обзор окружающего пространства при очень кратковременном, эпизодическом различении объектов независимо от размера объекта различения (Г - при высокой насыщенности, Д - при нормальной насыщенности и Е - при низкой насыщенности помещений светом), общая ориентировка в пространстве интерьера - Ж и общая ориентировка в зонах передвижения - З.

Одной из характеристик зрительной работы является объект различения. Это рассматриваемый предмет, отдельная его часть или дефект, которые требуется различать в процессе работы. Как правило, этот параметр используется при условии, что объект различения расположен до глаз на расстоянии не более 50 см. Если это условие не соблюдается, размер объекта различения определяется по специальным поправочным таблицам.

В мировой практике при разработке нормативных документов показатели эффективности освещения (уровень производительности труда, вероятность правильного решения зрительной задачи, уровень видимости, безаварийности работы транспорта и т. д.) используются лишь как критерии нормирования, а в качестве регламентируемых характеристик принимаются количественные и качественные параметры освещения.

В качестве количественных характеристик используются яркость, освещенность, цилиндрическая освещенность, коэффициент естественного освещения. Качество освещения характеризуется ослепленностью и дискомфортом, неравномерностью распределения яркости или освещенности, коэффициентом пульсации светового потока, спектральным составом излучения источников света.

20. Показатели, характеризующие качество освещения рабочего места.

К основным качественным показателям освещения относятся коэффициент пульсации, показатель ослепленности и дискомфорта, спектральный состав света.

Величина освещенности должна быть постоянной во времени, чтобы не возникало утомления глаз за счет переадаптации. Характеристикой относительной глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока источников света является коэффициент пульсации освещенности K_p . Коэффициент пульсации характеризует изменение светового потока разрядного источника света во времени с частотой 100Гц при питании током промышленной частоты. Длительное пребывание в условиях освещения пульсирующим светом приводит к зрительной усталости, вызывает повышенное утомление, головные боли и т.д. Чем ближе значение коэффициента пульсации к нулю, тем лучше. Российскими нормами допускается коэффициент пульсации не более 10-15% для жилых и общественных помещений.

$$K_p (\%) = 100 \cdot (E_{\max} - E_{\min}) / 2E_{\text{ср}},$$

где E_{\max} , E_{\min} и $E_{\text{ср}}$ - максимальное, минимальное и среднее значения освещенности за период ее колебания.

Ограничения на спектральные особенности, точнее - на цветопередачу, накладываются только в том случае, если речь идет о выполнении зрительных работ высокой точности. Правильную цветопередачу обеспечивают естественное освещение и искусственные источники света со спектральной характеристикой, близкой к солнечной.

В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость. Блескость - повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность), т.е. ухудшение видимости объектов. Прямая блескость связана с источниками света, отраженная возникает на поверхности с большим коэффициентом отражения или отражением по направлению глаза. Критерием оценки слепящего действия, создаваемого осветительной установки, является показатель ослепленности P_o , значение которого определяется по формуле

$$P_o = (S - 1) \cdot 1000,$$

где S - коэффициент ослепленности, равный отношению пороговых разностей яркости при наличии и отсутствии слепящих источников в поле зрения.

Критерием оценки дискомфортной блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении яркостей в поле зрения, является показатель дискомфорта.

Качество естественного освещения характеризуют коэффициентом естественной освещенности (КЕО). Он представляет собой отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба, к значению наружной горизонтальной освещенности, создаваемой светом полностью открытого небосвода; выражается в процентах.

К количественным показателям относятся: световой поток, сила света, освещенность и яркость.

Часть лучистого потока, которая воспринимается зрением человека как свет, называется световым потоком Φ и измеряется в люменах (лм).

Световой поток Φ - поток лучистой энергии, оцениваемый по зрительному ощущению, характеризует мощность светового излучения.

Единица светового потока - люмен (лм) - световой поток, излучаемый точечным источником с телесным углом в 1 стерadian при силе света, равной 1 канделе.

Световой поток определяется как величина не только физическая, но и физиологическая, поскольку ее измерение основывается на зрительном восприятии.

Все источники света, в том числе и осветительные приборы, излучают световой поток в пространство неравномерно, поэтому вводится величина пространственной плотности светового потока - сила света I .

Сила света I определяется как отношение светового потока $d\Phi$, исходящего от источника и распространяющегося равномерно внутри элементарного телесного угла, к величине этого угла.

За единицу величины силы света принята кандела (кд).

Одна кандела - сила света, испускаемого с поверхности площадью $1/6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ полного излучения (государственный эталон света) в перпендикулярном направлении при температуре затвердевания платины (2046,65 К) при давлении 101325 Па.

Освещенность E - отношение светового потока $d\Phi$ падающего на элемент поверхности dS , к площади этого элемента

$$E = d\Phi/dS.$$

За единицу освещенности принят люкс (лк).

Яркость L элемента поверхности dS под углом относительно нормали этого элемента есть отношение светового потока $d^2\Phi$ к произведению телесного угла $d\Omega$, в котором он распространяется, площади dS и косинуса угла θ

$$L = d^2\Phi / (d\Omega \cdot dS \cdot \cos \theta) = dI / (dS \cdot \cos \theta),$$

где dI - сила света, излучаемого поверхностью dS в направлении θ .

Коэффициент отражения характеризует способность отражать падающий на него световой поток. Он определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока $\Phi_{\text{отр}}$ к падающему на него потоку $\Phi_{\text{пад}}$.

21. Способы предотвращения слепящего действия систем освещения

- применение защитных плафонов;
- применение люминесцентных ламп;
- использование для внутренней отделки интерьера помещений диффузно-отражающих материалов;
- сведение к минимуму блестящих элементов интерьера;
- правильное расположение рабочих мест относительно источников освещения.

22. Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ

В ВЦ, как правило, применяется боковое естественное освещение.

Рабочие комнаты и кабинеты должны иметь естественное освещение. В остальных помещениях допускается искусственное освещение.

В тех случаях, когда одного естественного освещения не хватает, устанавливается совмещенное освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяется не только в темное, но и в светлое время суток.

Искусственное освещение по характеру выполняемых задач делится на рабочее, аварийное, эвакуационное.

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².

Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м² и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м².

Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях должен быть не более 20. Показатель дискомфорта в административно-общественных помещениях не более 40, в дошкольных и учебных помещениях не более 15.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м², защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 - 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). При устройстве отраженного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп мощностью до 250 Вт. В светильниках местного освещения допускается применение ламп накаливания, в том числе галогенные.

Для освещения помещений с ПЭВМ следует применять светильники с зеркальными параболическими решетками, укомплектованными электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА). Допускается использование многоламповых светильников с электромагнитными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА), состоящими из равного числа опережающих и отстающих ветвей.

Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается.

При отсутствии светильников с ЭПРА лампы многоламповых светильников или рядом расположенные светильники общего освещения следует включать на разные фазы трехфазной сети.

Общее освещение при использовании люминесцентных светильников следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест, параллельно линии зрения пользователя при рядном расположении видеодисплейных терминалов. При периметральном расположении компьютеров линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к оператору.

Коэффициент запаса (K_z) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4.

Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях для использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

23. Требования к помещениям для работы с ПЭВМ

1. Помещения для эксплуатации ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение. Эксплуатация ПЭВМ в помещениях без естественного освещения допускается только при соответствующем обосновании и наличии положительного санитарно-эпидемиологического заключения, выданного в установленном порядке.
2. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям действующей нормативной документации. Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированны на север и северо-восток. Оконные проемы должны быть оборудованы регулирующими устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.
3. Не допускается размещение мест пользователей ПЭВМ во всех образовательных и культурно-развлекательных учреждениях для детей и подростков в цокольных и подвальных помещениях.
4. Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе электроннолучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6 м², в помещениях культурно-развлекательных учреждений и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) – 4,5 м². При использовании ПЭВМ с ВДТ на базе ЭЛТ (без вспомогательных устройств – принтер, сканер и др.), отвечающих требованиям международных стандартов безопасности компьютеров, с продолжительностью работы менее 4-х часов в день допускается минимальная площадь 4,5 м² на одно рабочее место пользователя (взрослого и учащегося высшего профессионального образования).
5. Для внутренней отделки интерьера помещений, где расположены ПЭВМ, должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка – 0,7 – 0,8; для стен – 0,5 – 0,6; для пола – 0,3 – 0,5.
6. Полимерные материалы используются для внутренней отделки интерьера помещений с ПЭВМ при наличии санитарно-эпидемиологического заключения.
7. Помещения, где размещаются рабочие места с ПЭВМ, должны быть оборудованы защитным заземлением (занулением) в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.
8. Не следует размещать рабочие места с ПЭВМ вблизи силовых кабелей вводов, высоковольтных трансформаторов, технологического оборудования, создающего помехи в работе ПЭВМ.

24. Требования к организации рабочих мест пользователей ПЭВМ

- Ограничения по шуму:

Допустимые значения уровней звукового давления в октавных полосах частот и уровня звука, создаваемого ПЭВМ

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86 дБ	71 дБ	61 дБ	54 дБ	49 дБ	45 дБ	42 дБ	40 дБ	38 дБ	50

Измерение уровня звука и уровней звукового давления проводится на расстоянии 50 см от поверхности оборудования и на высоте расположения источника(ов) звука.

- Ограничения по ЭМП:

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5Гц-2кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2кГц-400кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5Гц-2кГц	250нТл
	В диапазоне частот 2кГц-400кГц	25нТл
Напряженность электростатического поля		15кВ/м
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500В

Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05м от экрана и корпуса ВДТ (на электроннолучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать $7,74 \cdot 10^{-12}$ А/кг (100 мкР/час), что соответствует эквивалентной дозе, равной 1мкЗв / час

- Организация рабочего места

Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ

С ВДТ на базе электроннолучевой трубке (ЭЛТ)	$\geq 6 \text{ м}^2$
С ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные)	$\geq 4,5 \text{ м}^2$
При использовании ПЭВМ в ВДТ на базе ЭЛТ (без вспомогательных устройств – принтер, сканер и др.) если $t_{\text{работы}} < 4$ часов в день	$\geq 4,5 \text{ м}^2$

При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), должно быть не мене 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов – не менее 1,2м.

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 – 2,0 м

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700мм, но не ближе 500мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования в учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы.

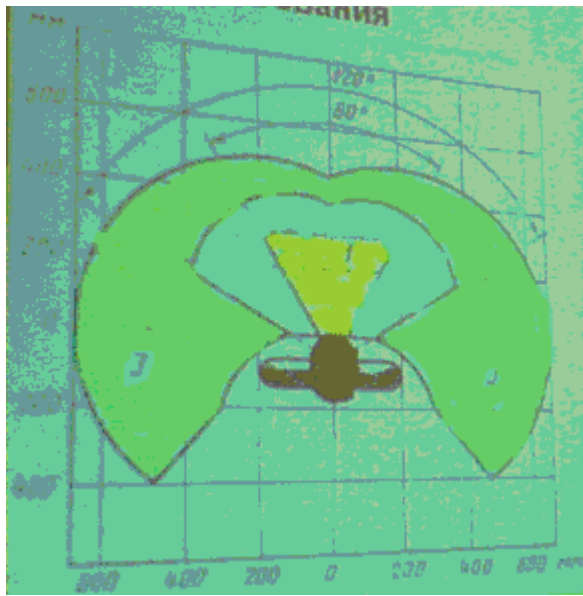
Модульными размерами рабочей поверхности столы для ПЭВМ на основании которых рассчитывается конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800, 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725мм.

ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

1 - зона для размещения наиболее важных и очень часто используемых органов управления (оптимальная зона моторного контроля)

2 – зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости и моторного поля)

3 – зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля)



Компоновка гибкого рабочего места – позволяет адаптировать его в соответствие с потребностями пользователей при выполнении различных заданий

