

**Владимирский государственный университет**

**ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ  
БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ НА КОМПЬЮТЕРЕ**

**Методические указания  
к дипломному проектированию  
и практическим занятиям**

**Владимир 2001**

Министерство образования Российской Федерации

Владимирский государственный университет

Кафедра безопасности жизнедеятельности

## ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ НА КОМПЬЮТЕРЕ

Методические указания к дипломному проектированию  
и практическим занятиям

Составители  
Е.А. БАЛАНДИНА  
А.М. ПОНОМАРЕВ  
О.Н. ХМАРУК

Владимир 2001

УДК 658.345:681

Рецензент

Доктор технических наук, профессор Владимирского государственного  
университета

*О.Р. Никитин*

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Владимирского государственного университета

**Защита** от электромагнитных полей. Безопасность работы на компьютере: Метод. Указания к дипломному проектированию и практическим занятиям/ Владим. гос. ун-т; Сост.: Е.А. Баландина, А.М. Пономарев, О.Н. Хмарук. Владимир, 2001.

Предназначены для студентов технических специальностей, выполняющих дипломное проектирование и практические работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности».

Рассматриваются вопросы расчетов технических средств защиты от электромагнитных полей различных частот, основные вопросы организации рабочих мест и безопасные приемы работы на компьютере, санитарные нормы по охране труда при работе на компьютере, воздействие компьютера на организм человека и меры профилактики профессиональных заболеваний.

УДК 658.345:681

## **Электромагнитные поля и излучения.**

Спектр электромагнитных колебаний достигает  $10^{21}$  Гц. Его подразделяют по энергии квантов (фотонов) на ионизирующие и неионизирующие излучения.

В гигиенической практике к неионизирующим излучениям относят электрические и магнитные поля, которые носят природный и антропогенный характер.

По воздействию на человеческий организм электромагнитные поля (ЭМП) принято подразделять на статические и квазистатические ЭМП, ЭМП промышленной частоты и радиочастотного диапазона.

### **Природные ЭМП.**

Природное ЭМП состоит в основном из магнитной компоненты, формируемой за счет действия Земли как постоянного магнита, и некоторых других компонент, которые связаны с влиянием солнечной активности и атмосферных бурь.

Одновременно на земном шаре существует около 2000 гроз, во время которых молния ударяет в земную поверхность около 16 раз в секунду. Возникающая на уровне земли сила тока может достигать  $2 \cdot 10^5$  А, при этом возникают ЭМП с очень широким частотным спектром (от нескольких Гц до нескольких МГц) и распространяются на большие расстояния.

### **Антропогенные ЭМП.**

Постоянные и переменные ЭМП, образуемые антропогенными источниками, как правило, имеют более высокую интенсивность, чем природные поля.

Источниками статических и квазистатических (с частотой до 50 Гц) ЭМП являются электризующиеся поверхности, искусственные магнитные материалы, электромагниты, электролитические технологические процессы, транспортные средства с магнитной подвеской, медицинские установки и т. д.

К источникам ЭМП промышленной частоты относятся и линии электропередач (ЛЭП) напряжением до 1150 КВ, открытые распределительные устройства, коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы, бытовые приборы, транспорт и т. д.

Источниками ЭМП радиочастотного диапазона являются различные установки, начиная от мощных телевизионных, радиовещательных, радио-

локационных станций промышленных установок высокочастотного нагрева и кончая неограниченным количеством измерительных контрольных, лабораторных и бытовых приборов различного назначения. Электромагнитная энергия излучается через незранированные смотровые окна, отверстия, жалюзи, щели и неплотности кожухов радиоэлектронной аппаратуры, а также через отверстия, по которым проходят оси органов управления.

### **Воздействие на человека и нормированные ЭМП.**

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

Исследование биологических эффектов показало, что наиболее чувствительны к электростатическому полю центральная нервная система, 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. Нормирование *уровней напряженности ЭСП* осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.1.045-84 в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности ЭСП  $E_{пред}$  равен 60 кВ/м в течение одного часа. 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)  $t_{доп} = E_{пред}^2 / E_{факт}^2$ ,

где  $E_{факт}$  – фактическое значение напряженности электрического поля кВ/м.

Допустимые уровни напряженности ЭСП и плотности ионного потока для персонала подстанций и высоковольтных линий постоянного тока ультравысокого напряжения установлены СН №6032-91.

Магнитные поля могут быть постоянными (ПМП) от искусственных магнитных материалов и систем, импульсными (ИМП), инфранизкоча-

стотными (с частотами до 50 Гц), переменными (ПеМП). Действие магнитных полей может быть непрерывным и прерывистым.

Степень воздействия магнитного поля (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 режимом труда. Каких-либо субъективных воздействий ПМП не вызывают. При действии ПеМП наблюдаются характерные зрительные ощущения, так называемые фосфены, которые исчезают в момент прекращения действия.

При постоянной работе в условиях хронического воздействия МП, превышающих предельно допустимые уровни, развиваются нарушения функций нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, пищеварительного тракта, изменения в крови. При преимущественно локальном воздействии могут развиваться вегетативные и трофические нарушения, как правило, в областях тела, находящихся под непосредственным воздействием МП (чаще всего рук). Они проявляются ощущением зуда, бледностью или синюшностью кожных покровов, отёчностью или уплотнением кожи, в некоторых случаях развивается гиперкератоз (ороговелость).

В соответствии с СН1742-77 напряженность МП на рабочем месте не должна превышать 8 кА/м. Напряженность МП линии электропередачи напряжением до 750 КВ обычно не превышает 20...25 А/м, что не представляет опасности для человека. Для сравнения, магнитное поле Земли имеет напряженность 10 А/м.

Реальное воздействие магнитных полей на работающих при изготовлении постоянных магнитов в течение 1,5 ... 2 ч. составляет на уровне рук 40 кА/м, а на уровне туловища – 1...7 кА/м. У лиц, занятых сборкой магнитных систем, руки находятся в магнитном поле, индукция которого составляет 17,2 ... 36,7 мТл. При работе на установках ядерного магнитного резонанса на уровне рук магнитное поле достигает 80 ... 200 кА/м, на уровне головы, груди и живота – 4 ... 20 кА/м. Длительное воздействие полей промышленной частоты (50 Гц) 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. Для хронического воздействия ЭМП промышленной частоты характерны нарушение ритма и замедление частоты сердечных сокращений. У работающих с ЭМП промышленной частоты могут наблюдаться функциональные нарушения в центральной нервной и сердечно-сосудистой системах, в составе крови. Поэтому необходимо ограничивать время пребывания человека в зоне действия электрического поля, создаваемого токами промышленной частоты напряжением свыше 400 кВ.

Нормирование ЭМП промышленной частоты осуществляют по предельно допустимым уровням напряженности электрического и магнитного полей частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нём и регламентируются «Санитарными нормами и правилами выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты» №5802-91 и ГОСТ 12.1.002-84.

Пребывание в ЭП напряженностью до 5 кВ/м включительно допускается в течение всего рабочего дня. Допустимое время пребывания в ЭП напряженностью 5 ... 20 кВ/м в часах.

$$T=50/E - 2, \quad (1)$$

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

Допустимое время пребывания в ЭП может быть реализовано однократно или дробно в течение рабочего дня. В остальное рабочее время напряженность ЭП не должно превышать 5 кВ/м. При напряженности ЭП 10 ... 25 кВ/м время пребывания персонала в ЭП не должно превышать 10 мин. Предельно допустимый уровень напряженности ЭП устанавливается равным 25 кВ/м.

При нахождении персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП время пребывания

$$T_{\text{пр}}=8(t_{E1}/T_{E1}+ t_{E2}/T_{E2}+...+ t_{En}/T_{En}), \quad (2)$$

где  $T_{\text{пр}}$  – приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребыванию в ЭП нижней границы нормируемой - напряженности, 4 ( $T_{\text{пр}} \leq 84$ );  $t_{E1}, t_{E2} \dots t_{En}$  – время пребывания в контролируемых зонах с напряженностью  $E_1, E_2 \dots E_n$ ;  $T_{E1}, T_{E1} \dots T_{E1}$  – допустимое время пребывания в ЭП для соответствующих контролируемых зон. Различия в уровнях напряженности ЭП контролируемых зон устанавливается 1 кВ/м.

Влияние ЭП 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 электропередач 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 территории огородов и садов 5 кВ/м;

- на участках пересечения воздушных линий (ВЛ) с автомобильными дорогами I – IV категорий 10 кВ/м;
- в ненаселённой местности (незастроенные местности, хотя бы 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.

Большую часть спектра неионизирующих электромагнитных излучений (ЭМИ) составляют радиоволны (3 Гц ... 3000 ГГц), меньшую часть – колебания оптического диапазона (инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое излучения). В зависимости от частоты падающего электромагнитного излучения ткани организма проявляют различные электрические свойства и ведут себя как проводник или как диэлектрик.

С учетом радиофизических характеристик условно выделяют пять диапазонов частот: от единиц до нескольких тысяч Гц, от нескольких тысяч до 30 МГц, 30 МГц ... 10 ГГц, 10 ГГц ... 200 ГГц и 200 ГГц ... 300 ГГц.

Действующим началом колебаний первого диапазона являются протекающие токи соответствующей частоты через тело как хороший проводник; для второго диапазона характерно быстрое убывание с уменьшением частоты поглощения энергии, а следовательно и поглощенной мощности; особенностью третьего диапазона является резонансное поглощение. У человека такой характер поглощения возникает при действии ЭМИ с частотой близкой к 70 МГц; для четвертого и пятого диапазонов характерно максимальное поглощение энергии поверхностным и тканями, преимущественно кожей.

В целом по всему спектру поглощение энергии ЭМИ зависит от частоты колебаний, электрических и магнитных свойств среды. При одинаковых значениях напряженности поля коэффициент поглощения в тканях с высоким содержанием воды примерно в 60 раз выше, чем в тканях с низким содержанием. С уменьшением частоты глубина проникновения ЭМИ возрастает; различие диэлектрических свойств тканей приводит к неравномерности их нагрева, возникновению макро- и микротепловых эффектов со значительным перепадом температур.

В зависимости от места и условий воздействия ЭМИ различают четыре вида облучения: профессиональное, непрофессиональное, облучение в быту и облучение, осуществляемое в лечебных целях, а по характеру облучения – общее и местное.

Степень и характер воздействия ЭМИ на организм определяется плотностью потока энергии, частотой излучения, продолжительностью воздействия, режимом облучения (непрерывный, прерывный, импульсный), размерами облучаемой поверхности, индивидуальными особенно-

стями организма, наличием сопутствующих факторов (повышенная температура окружающего воздуха, свыше 28<sup>о</sup>С, наличие рентгеновского излучения). Наряду с интенсивностно-временными параметрами воздействия имеют значение режимы модуляции (амплитудный, частотный или смешанный) и условия облучения. Установлено, что относительная биологическая активность импульсных излучений выше непрерывных.

Биологические эффекты от воздействия ЭМИ могут проявляться в различной форме: от незначительных функциональных сдвигов до нарушений, свидетельствующих о развитии явной патологии. Следствием поглощения энергии ЭМИ является тепловой эффект. Избыточная теплота, выделяющаяся в организме человека отводится путем увеличения нагрузки на механизм терморегуляции; начиная с определенного предела организм не справляется с отводом теплоты от отдельных органов и температура их может повышаться. Воздействие ЭМИ особенно вредно для тканей со слабо развитым кровообращением (глаза, мозг, почки, желудок, желчный и мочевой пузырь). Облучение глаз может привести к помутнению хрусталика (катаракте), причем развитие катаракты является одним из немногих специфических поражений, вызываемых ЭМИ разных частот в диапазоне 300МГц...300ГГц при плотности потока энергии (ППЭ) свыше 10 мВт/см<sup>2</sup>. Помимо катаракты при воздействии ЭМИ возможен ожог роговицы.

Для длительного действия ЭМИ различных диапазонов длин волн при умеренной интенсивности (выше ПДУ) характерным считают развитие функциональных расстройств в центральной нервной системы с не резко выраженными сдвигами эндокринно-обменных процессов состава крови. В связи с этим могут появиться головные боли, повышение или понижение давления урежение 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 ЭМИ происходит стойкое снижение работоспособности.

В пределах радиоволнового диапазона доказана наибольшая биологическая активность микроволнового СВЧ – поля в сравнении с ВЧ и УВЧ.

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

**Нормирование воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ) радиочастот (РЧ).**

Оценка воздействия ЭМИ РЧ на человека согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 осуществляется по следующим параметрам:

По энергетической экспозиции, которая определяется интенсивностью ЭМИ РЧ и временем воздействия на человека. Оценка по энергетической экспозиции применяется для лиц, работа или обучение которых связаны с необходимостью пребывания в зонах влияния источников ЭМИ РЧ (кроме лиц, не достигших 18 лет и женщин в состоянии беременности) при условии прохождения этими лицами в установленном порядке предварительных и периодических медицинских осмотров по данному фактору и получения положительного заключения по результатам медицинского осмотра.

По значениям интенсивности ЭМИ РЧ; такая оценка применяется для лиц, работа или обучение которых не связаны с необходимостью пребывания в зонах влияния источников ЭМИ РЧ, для лиц, не проходящих предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров по данному фактору или при наличии отрицательного заключения по результатам медицинского осмотра; для работающих или учащихся лиц, не достигших 18 лет, для женщин в состоянии беременности, для лиц, находящихся в жилых, общественных и служебных зданиях и помещениях, подвергающихся воздействию внешнего ЭМИ РЧ (кроме зданий и помещений, передающих радиотехнических объектов); для лиц, находящихся на территории жилой застройки и в местах массового отдыха.

В диапазоне частот 30кГц ... 300МГц интенсивность ЭМИ РЧ оценивается значениями напряженности электрического поля ( $E$ , В/м) и напряженности магнитного поля ( $H$ , А/м).

В диапазоне частот 300МГц ... 300ГГц интенсивность ЭМИ РЧ оценивается значениями плотности потока энергии (ППЭ, Вт/м<sup>2</sup>, мкВт /см<sup>2</sup>).

Энергетическая экспозиция (ЭЭ) ЭМИ РЧ в диапазоне частот 300кГц ... 300МГц определяется как произведение квадрата напряженности электрического и магнитного поля на время воздействия на человека.

Энергетическая экспозиция, создаваемая электрическим полем, равна  $ЭЭ_E = E^2 T [(В/м)^2 \cdot ч]$ .

Энергетическая экспозиция, создаваемая магнитным полем, равна  $ЭЭ_H = H^2 T [(А/м)^2 \cdot ч]$ .

В случае импульсного модулированных колебаний оценка проводится по средней за период следования импульса мощности источника ЭМИ РЧ и соответственно, средней интенсивности ЭМИ РЧ.

Энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в табл. 1.

**Таблица 1.** Предельно допустимые значения энергетической экспозиции.

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей (В/м) <sup>2</sup> ·ч	По магнитной составляющей (А/м) <sup>2</sup> ·ч	По плотности потока энергии (мкВт/см <sup>2</sup> )·ч
30 кГц ... 3 МГц	20 000,0	200,0	-
3 ... 30 МГц	7 000,0	не	-
30 ... 50 МГц	800,0	разработаны	-
50 ... 300 МГц	800,0	0.72	-
300 МГц ... 300 ГГц	-	не разработаны	200,0
		-	

Примечание. В настоящих санитарных нормах и правилах во всех случаях при указании диапазонов частот каждый диапазон исключает нижний и включает верхний предел частоты.

Предельно допустимые значения интенсивности ЭМИ РЧ ( $E_{\text{ПДУ}}$ ,  $H_{\text{ПДУ}}$ ,  $\text{ППЭ}_{\text{ПДУ}}$ ) в зависимости от времени воздействия в течении рабочего дня (рабочей смены) и допустимое время воздействия в зависимости от интенсивности ЭМИ РЧ определяется по формулам:

$$E_{\text{ПДУ}} = (\text{ЭЭ}_{\text{ЕПД}}/T)^{1/2};$$

$$H_{\text{ПДУ}} = (\text{ЭЭ}_{\text{НПД}}/T)^{1/2};$$

$$\text{ППЭ}_{\text{ПДУ}} = \text{ЭЭ}_{\text{ППЭПД}}/T;$$

$$T_{\text{ПД}} = \text{ЭЭ}_{\text{ЕПД}}/E^2;$$

$$T_{\text{ПД}} = \text{ЭЭ}_{\text{НПД}}/H^2;$$

$$T_{\text{ПД}} = \text{ЭЭ}_{\text{ППЭПД}}/\text{ППЭ};$$

Предельно допустимая интенсивность воздействия от антенн, работающих в режиме кругового обзора при сканировании с частотой не более 1 Гц и скважностью не более 20 определяется по формуле:

$$\text{ППЭ}_{\text{ПДУ}} = K \cdot \text{ЭЭ}_{\text{ППЭПД}}/T;$$

где  $K$  – коэффициент отображения биологической активности прерывистых воздействий, равный 10.

Независимо от продолжительности воздействия интенсивность не должна превышать максимальных значений (например,  $1000 \text{ мкВт/см}^2$  для диапазона частот 300 МГц ... 300 ГГц).

Для случая локального облучения кистей рук при работе с микрополосковыми СВЧ - устройствами предельно допустимые уровни воздействия определяются по формуле :

$$\text{ППЭ}_{\text{пду}} = K_1 \cdot \text{ЭЭ}_{\text{ппэпд}} / T;$$

где  $K_1$  - коэффициент ослабления биологической активности, равный 12.5 . При этом плотность потока энергии на кистях рук не должна превышать  $5000 \text{ мкВт/см}^2$

Предельно допустимые уровни ЭМИ РЧ должны, как правило, определяться, исходя из предположения, что воздействие имеет место в течение всего рабочего дня (рабочей смены).

Сокращение продолжительности воздействия должно быть подтверждено технологическими распорядительными документами и (или) результатами хронометража.

### **Защита от статических полей и излучений промышленной частоты.**

Для защиты от действия электрического, магнитного поля или ЭМП промышленной частоты, в зависимости от характеристик и местоположения источников полей, условий облучения людей на производстве, применяют разные методы и средства: защиту временем пребывания, расстоянием; выбор оптимальных конструктивных параметров установок, проводов воздушных линий и шин открытых распределительных устройств; стационарные и переносные экраны от электромагнитных полей из металлических сеток, а от магнитных полей – из электротехнической стали или пермаллоя; специальную экранизирующую одежду.

Защита от воздействия магнитных полей сводится к защите расстоянием и экранированию. Экран изготавливают из магнитомягких (легко намагничивающихся) материалов, причём он должен быть замкнут. Вместе с тем магнитное поле (постоянное и низкочастотное) быстро убывает по мере удаления от источника. Поэтому при работе с постоянными магнитами, магнитными дефектоскопами и др. защита в ряде случаев сводится к выведению работающего из этого повышенного магнитного поля.

Мощным источником электромагнитного поля являются воздушные линии электропередач. Напряжённость электрического поля у поверхности земли под проводами ЛЭП достигает значительной величины: для ЛЭП 330 кВ – от 3,5 до 5 кВ/м, для ЛЭП 600 кВ – 7.5 – 8 кВ/м, для ЛЭП 750 кВ – до 15 кВ/м.

Основным мероприятием по уменьшению вредного действия электрического поля ЛЭП является выделение санитарно-защитных зон, для которых напряжённость поля превышает 1 кВ/м. Ширина санитарно-защитных зон для действующих ЛЭП определяется экспериментально. Для вновь проектируемых линий ширину санитарно-защитной зоны можно определить с помощью таблицы 2, где приведены расстояния от границы зоны до проекции крайнего фазного провода.

Таблица 2. Расстояние от границы санитарно-защитной зоны до проекции крайнего фазного провода.

Напряжение ЛЭП, кВ	330	500	750	1150
Расстояние, м	20	30	40	55

В пределах санитарно-защитной зоны запрещается строительство жилых и общественных зданий, размещение стоянок автотранспорта, хранение нефтепродуктов, манипуляции с горючим, ремонт машин и механизмов. В санитарно-защитной зоне можно выращивать сельскохозяйственные культуры, не требующие ручной обработки.

В том случае, если жилые здания или производственные участки оказались в санитарно-защитной зоне ЛЭП 330 – 500 кВ, необходимо посредством установки экранов, заземления металлических крыш зданий снизить напряжённость поля на территории и внутри жилых помещений до допустимого уровня. Запрещается оставлять жилые здания и производственные участки в санитарно-защитных зонах ЛЭП с напряжением 750 кВ и выше.

Административные меры. Для защиты персонала возле больших магнитных установок необходимо широко применяться предупредительные надписи и знаки, а также устанавливаются зоны с ограниченным доступом. Административный контроль предпочтительнее экранирования, т.к. он значительно дешевле. В некоторых случаях чтобы избежать разрушительных эффектов мощных ЭМП необходимо сочетать экранирование, ограничение доступа и использование детекторов металлов, незакрепленные ферромагнитные объекты могут стать опасными снарядами при воздействии интенсивных градиентов ЭМП. Избежать этого можно только удалив эти объекты из опасной зоны. Такие предметы как ножницы, маникюрные наборы, скальпели, ключи никогда не должны находиться в непосредственной близости от мощных магнитных установок.

## Средства защиты от ЭМИ радиочастот.

Защита персонала от воздействия ЭМИ РЧ осуществляется путем проведения организационных и инженерно-технических, лечебно-профилактических мероприятий, а также использования средств индивидуальной защиты.

К организационным мероприятиям относятся:

Выбор рациональных режимов работы оборудования;

Ограничение места и времени нахождения персонала в зоне воздействия ЭМИ РЧ (защита расстоянием и временем) и т.п.

Инженерно-технические мероприятия включают: рациональное размещение оборудования; использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала (поглотители мощности, экранирование, использование минимальной необходимой мощности генератора); обозначение и ограждение зон с повышенным уровнем ЭМИ РЧ.

Лечебно-профилактические мероприятия осуществляются в целях предупреждения, ранней диагностики и лечения нарушений в состоянии здоровья работника, связанные с воздействием ЭМИ РЧ и включают предварительные при наступлении на работу и периодические медицинские осмотры.

К средствам индивидуальной защиты относятся очки, щитки, шлемы, защитная одежда (комбинезоны, халаты и т.д.).

Способ защиты в каждом конкретном случае должен определяться с учетом рабочего диапазона частот, характера выполняемых работ, необходимой эффективной защиты.

В поглощающих экранах используются специальные материалы, обеспечивающие поглощение излучения соответствующей длины волны. В зависимости от излучаемой мощности и возможного расположения источника и рабочих мест конструктивное решение экрана может быть различным (замкнутая камера, щит, чехол, шторы и т.д.).

Экранирование смотровых окон, приборных панелей проводится с помощью радиозащитного стекла.

Средства индивидуальной защиты следует использовать в случаях, когда снижение уровня ЭМИ РЧ с помощью общей защиты технически невозможно.

Защита временем предусматривает ограничение времени пребывания человека в ЭМП и применяется, когда нет возможности снизить интенсивность излучения до допустимых значений.

Значения предельно допустимых уровней напряжённости электрической ( $E_{пду}$ ) и магнитной ( $H_{пду}$ ) составляющих в диапазоне частот 30 кГц

... 300 МГц в зависимости от продолжительности воздействия приведены в таблице 3.

Таблица 3:

Продолжительность воздействия, t, ч	E <sub>ПДУ</sub> , В/м			H <sub>ПДУ</sub> , А/м	
	0,03 ... 3 МГц	3 ... 30 МГц	30 ... 300 МГц	0,03 ... 3 МГц	30 ... 50 МГц
8,0 и более	50	30	10	5,0	0,30
7,5	52	31	10	5,0	0,31
7,0	53	32	11	5,3	0,32
6,5	55	33	11	5,5	0,33
6,0	58	34	12	5,8	0,34
5,5	60	36	12	6,0	0,36
5,0	63	37	13	6,3	0,38
4,5	67	39	13	6,7	0,40
4,0	71	42	14	7,1	0,42
3,5	76	45	15	7,6	0,45
3,0	82	48	16	8,2	0,49
2,5	89	52	18	8,9	0,54
2,0	100	59	20	10,0	0,60
1,5	115	68	23	11,5	0,69
1,0	141	84	28	14,2	0,85
0,5	200	118	40	20,0	1,20
0,25	283	168	57	28,3	1,70
0,125	400	263	80	40,0	2,40
0,08 и менее	500	296	80	50,0	3,00

Примечание. При продолжительности воздействия менее 0,08 ч дальнейшее повышение интенсивности не допускается.

Значения предельно допустимых уровней плотности энергии (ППЭ<sub>ПДУ</sub>) в зависимости от продолжительности воздействия ЭМИ РЧ приведены в таблице 4.

Таблица 4. Предельно допустимые уровни плотности энергии (ППЭ<sub>ПДУ</sub>) в диапазоне частот 300 МГц ... 300 ГГц в зависимости от продолжительности воздействия.

Продолжительность воздействия, t, ч	ППЭ <sub>пду</sub> , мкВт/см <sup>2</sup>
8,0 и более	25
7,5	27
7,0	29
6,5	31
6,0	33
5,5	36
5,0	40
4,5	44
4,0	50
3,5	57
3,0	67
2,5	80
2,0	100
1,5	133
1,0	200
0,5	400
0,25	800
0,2 и менее	1000

Примечание. При продолжительности воздействия менее 0,2 часа дальнейшее повышение интенсивности воздействия не допускается.

Защита расстоянием применяется в том случае, если невозможно ослабить интенсивность облучения другими методами, в том числе и ограничением времени пребывания человека в опасной зоне. В этом случае прибегают к увеличению расстояния между излучателем и обслуживающим персоналом, которое определяется расчетами и проверяется инструментально.

Уменьшение мощности излучения непосредственно в самом источнике излучения достигается за счет применения специальных устройств. С целью предотвращения излучения в рабочее помещение в качестве нагрузки генераторов вместо открытых излучателей применяют поглотители мощности (эквивалент антенны), применяют делители мощности, аттенюаторы, направленные ответвители, волновые ослабители и др.

Экранирование источников излучения используется для снижения интенсивности ЭМП на рабочем месте или устранения опасных зон излучения. Применяют экраны из металлических листов или сеток в виде замкнутых камер, шкафов и кожухов.

### **Экранирование электромагнитных полей. Расчет и проектирование защитных экранов.**

Электромагнитное поле имеет зоны индукции и излучения, которые для элементарных излучателей (диполей) в воздухе определяются соответственно равенствами:

$$r \ll \frac{\lambda}{2\pi} \quad (kr \ll 1) \quad \text{и} \quad (3)$$

$$r \gg \frac{\lambda}{2\pi} \quad (kr \gg 1), \quad (4)$$

где

$r$  – расстояние до источника,

$k = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi}{\lambda}$  – волновое число.

Здесь

$\omega = 2\pi f$  – круговая частота ЭМП,

$f$  – частота ЭМП,

$c$  – скорость распространения ЭМП (для воздуха скорость света 300000 км/с),

$$\lambda = c/f \quad \text{– длина волны ЭМП.} \quad (5)$$

Обычно считают, что на расстоянии от источника не большем длины волны – зона индукции. Например для частоты  $f = 10^9$  Гц = 1 ГГц расстоя-

ние, которое определяет зону индукции меньше  $\lambda = c/f = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{10^9 \text{ Гц}} = 0,3 \text{ м}$ .

Для  $f = 10^6 \text{ Гц} - 300 \text{ м}$ .

Для антенн зону излучения обозначают неравенством:

$$r > l^2/\lambda, \quad (6)$$

где  $l$  – размер антенны.

В зоне излучения поле практически принимает плоскую конфигурацию и распространяется в виде плоской волны, составляющие которой равны:

$$\tilde{E} = E_m e^{j(\omega - k_* r)}; H = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon_*}} \tilde{E}, \quad (7)$$

где  $\epsilon_* = \epsilon - j\sigma/\omega$  – комплексная диэлектрическая проницаемость среды;  $\epsilon$  и  $\mu$  – абсолютные проницаемости соответственно диэлектрическая и магнитная;  $\sigma$  – удельная проводимость среды;  $k_* = \omega \sqrt{\mu \epsilon_*}$  – комплексное волновое число;  $E_m = E_m e^{j\varphi_E}$  – комплексная амплитуда напряженности поля,  $E_m$  – амплитуда напряженности поля,  $\varphi_E$  – начальная фаза,  $r$  – расстояние от антенны до заданной точки пространства.

Модуль напряженности электрического поля излучающей антенны в зоне излучения может быть вычислен по формуле:

$$E = \sqrt{\frac{P_{изл} \cdot G_0 Z_0}{4\pi}} \cdot \frac{F(\Theta, \varphi)}{r}, \quad (8)$$

где  $E$  – напряженность поля в заданной точке пространства, В/м;

$P_{изл}$  – мощность передатчика, Вт;

$Z_0$  – волновое сопротивление свободного пространства, равное 120 Ом;

$G_0$  – коэффициент направленного действия (КНД) антенны (излучателя) в направлении максимального излучения.;

$r$  – расстояние от антенны до заданной точки пространства, м;

$F(\Theta, \varphi)$  – диаграмма направленности антенны.

Значения КНД и виды диаграмм направленности антенны различных типов приводятся в литературе по антенной технике. Так, для антенны в виде полуволнового электрического вибратора:

$G_0 = 2,5$ ;  $F(\Theta, \varphi) = \sin \Theta$ , где  $\Theta$  – угол между осью вибратора и направлением в точку приема.

В диапазонах длинных и средних волн ( $200 \text{ м} < \lambda < 2000 \text{ м}$ ) расстояние  $r$  до места возможного расположения людей может удовлетворять условию

$$r \ll \frac{\lambda}{2\pi},$$

т.е. точка наблюдения находится в зоне индукции (ближней зоне). В этом случае понятие диаграммы направленности теряет смысл.

Для простейшей антенны в виде элементарного вибратора, длина которого значительно меньше длины волны, а распределение тока по длине равномерно, для нахождения напряженности поле можно воспользоваться выражением:

$$E_r = \frac{I l}{2\pi\omega\varepsilon_0 r^3} (1 + jkr) \cos \Theta, \quad (9)$$

$$E_\Theta = \frac{I l}{4\pi\omega\varepsilon_0 r^3} (1 + jkr - k^2 r^2) \sin \Theta, \quad (10)$$

$$H_\varphi = \frac{I l}{4\pi r^2} (1 + jkr) \sin \Theta, \quad (11)$$

где

$I$  – ток вибратора, А;

$l$  – длина вибратора, м;

$\omega$  – частота поля, рад/с;

$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9}$  Ф/м – диэлектрическая постоянная;

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$  – волновое число;

$\Theta$  – угол между осью вибратора и направлением в точку наблюдения.

Для вычисления напряженности поля антенны более сложной конфигурации, антенну необходимо разбить на малые отрезки с постоянной амплитудой тока, которые рассматривать как элементарные электрические вибраторы, для вычисления суммарного поля применять принцип суперпозиции.

В случае, если величина тока в вибраторе неизвестна, можно произведение  $I l$  выразить через излучаемую мощность  $P_{изл}$ :

$$I l = \sqrt{\frac{3P_{изл} r^2 \lambda^2}{2\pi z_0}}. \quad (12)$$

Для любых антенн, расположенных вблизи поверхности Земли, необходимо учитывать отражение ЭМП от поверхности. Величина коэффициента отражения зависит от многих факторов. В наихудшей ситуации его можно считать равным единице, при этом величина напряженности поля у поверхности Земли удваивается.

На частотах выше 300 МГц величина плотности потока для конкретной антенны в зоне излучения (дальней зоне) может вычисляться по формуле

$$ППЭ = \frac{P_{изл} G_0 |F(\Theta, \varphi)|^2}{4\pi r^2}. \quad (13)$$

Различают экранирование магнитного, электрического и электромагнитного (плоская волна) полей.

Экранирование в магнитном поле постоянного тока основано, грубо говоря, на том, что силовые линии магнитного поля преимущественно проходят по участкам с меньшим магнитным сопротивлением (по стенкам экрана).

Электростатическое экранирование основано на компенсации внешнего поля полем зарядов, выявившихся на стенках экрана из проводящего материала вследствие электростатической индукции. Толщина стенок экрана при электростатическом экранировании в отличие от экранирования в магнитном и электромагнитном полях может быть сколь угодно малой.

Экранирование в переменном электромагнитном поле основано, главным образом, на том, что электромагнитная волна, проникающая в стенки экрана, быстро затухает, расходуя энергию на покрытие потерь, обусловленных вихревыми токами в стенках экрана.

Экранирование при воздействии статического электрического поля осуществляют весьма простым способом. Достаточно поместить экранируемый объект в замкнутую металлическую область любой толщины и соединить ее с точкой нулевого потенциала (с корпусом), при этом следует иметь в виду, что наличие в экране неплотностей (щелей) приводит к проникновению внутрь экрана внешнего электрического поля

$$E = E_0 (2b/\pi r)^2 \exp(-\pi d/b - 2), \quad (14)$$

где  $E_0$  – внешнее электрическое поле;  $b$  и  $d$  – ширина цепи и толщина материала экрана соответственно;  $r$  – расстояние от центра щели до рассматриваемой точки внутри экрана.

Эффективной защитой от постоянного магнитного поля служат экраны, выполненные из ферромагнитного материала с высокой магнитной проницаемостью (например, пермаллоя или стали). При наличии такого экрана магнитные силовые линии проходят в основном по его стенкам, поскольку их магнитное сопротивление существенно меньше сопротивления окружающего пространства. Если стенки экрана имеют швы и стыки, расположенные перпендикулярно силовым линиям поля, его эффективность в значительной степени снижается из-за увеличения магнитного сопротивления экрана магнитному потоку.

При наличии щели в экране поле внутри экрана

$$H = H_0 \left( \frac{2b}{\pi r} \right)^2 \left[ 1 + \exp\left(-\frac{\pi d}{b} - 2\right) \right], \quad (15)$$

где  $H$ ,  $H_0$  – внутреннее и внешнее магнитные поля соответственно, остальные обозначения даны выше.

Экран сферической или близкой к ней формы (радиус эквивалентной сферы определяют исходя из равенства объемов) имеет коэффициент экранирования

$$K_{э.с.} = 1 + \frac{2(\mu_r - 1)^2}{9\mu_r} \left( 1 - \frac{R_1^3}{R_2^3} \right), \quad (16)$$

где  $R_1, R_2$  – внутренний и внешний радиусы экрана соответственно;  $\mu_r$  – относительная магнитная проницаемость материала экрана.

Для цилиндрического экрана, который имитирует экран сложной геометрической формы, одно измерение которого значительно больше двух других, коэффициент экранирования

$$K_{э.ц.} = 1 + \left[ \frac{(\mu_r - 1)^2}{4\mu_r} \right] \left( 1 - \frac{R_1^2}{R_2^2} \right). \quad (17)$$

При  $\mu_r \gg 1$ ,  $R_1 = R_2 - d$  ( $d$  – толщина экрана):

$$K_{э.с.} \approx 1 + \frac{2}{3} \mu_r \frac{d}{R_2}; \quad (18)$$

$$K_{э.ц.} \approx 1 + \frac{\mu_r}{2} \frac{d}{R_2}. \quad (19)$$

Соотношение между коэффициентом экранирования  $K_s$  и ослаблением магнитного поля  $\Delta$  определяется формулой

$$\Delta = 20 \lg K_s.$$

(19a)

Проектирование экранов рассматриваемого типа должно базироваться на следующих принципах:

1. Магнитная проницаемость материала экрана должна быть по возможности более высокой;
2. Коэффициент экранирования (т.е. отношение величин полей вне и внутри экрана) в первом приближении пропорционален толщине стенки экрана;
3. Воздушный промежуток между экранируемым объектом и экраном должен быть по возможности увеличен.
4. Конструкция экрана должна быть выполнена таким образом, чтобы на пути силовых линий поля не встречались стыки и швы с большим магнитным сопротивлением.

Электромагнитное экранирование осуществляют с помощью экранов, которые выполняют на основе следующих рекомендаций:

1. Начальная магнитная проницаемость и электрическая проводимость материала экрана должны быть по возможности более высокими;
2. Толщина экрана должна быть по возможности наибольшей (что особенно важно для низких частот поля);
3. Воздушный промежуток между экранируемым элементом и экраном должен иметь большую величину;

4. Конструкция экрана должна быть выполнена таким образом, чтобы на пути силовых линий поля не встречались швы и стыки;

5. Наибольшая степень экранирования достигается путем применения многослойных экранов, при этом целесообразно сочетание материалов с большой магнитной проницаемостью и большой электрической проводимостью (например, пермаллоя и медь);

6. Целесообразно также применение нескольких экранов, расположенных один внутри другого и разделенных воздушными промежутками.

Толщину экрана из сплошного материала (м) определяют по формуле

$$b = \frac{\Delta_{TP}}{15,4\sqrt{f\mu_a\sigma}}, \quad (20)$$

где  $\Delta_{TP}$  – заданное ослабление (в дБ) интенсивности электромагнитного излучения, равное отношению фактической интенсивности к предельно допустимой;

$f$  – частота ЭМП, Гц;

$\mu_a$  – абсолютная магнитная проницаемость материала экрана, Гн/м;

$\sigma$  – удельная проводимость материала экрана, Ом/м.

Иногда необходимую толщину материала экрана в м, удобнее определять по формуле

$$b = \frac{\Delta_{TP}}{16,7\sqrt{\frac{\mu_r f}{\rho}}}, \quad (21)$$

где  $\Delta_{TP}$  – величина необходимого ослабления, в дБ,

$$\Delta_{TP} = 10\lg \frac{J}{J_{норм}}, \quad (22)$$

$J$  – фактическая энергетическая интенсивность,  $J_{норм}$  – предельно допустимая энергетическая интенсивность;

$\mu_r$  – относительная магнитная проницаемость материала экрана;

$\rho$  – удельное сопротивление материала экрана, Ом×м;

$f$  – частота колебаний ЭМП, МГц.

Если под  $\frac{J}{J_{норм}}$  понимается отношение двух одноименных силовых величин (значений напряженности поля), то необходимое ослабление в дБ находится по формуле

$$\Delta_{TP} = 20\lg \frac{J}{J_{норм}}. \quad (22a)$$

По целому ряду технических соображений в некоторых случаях экран целесообразно выполнять не сплошным, а сетчатым, т.е. изготавливать его из отдельных проволок. При этом следует иметь ввиду следующее:

1. Редкие сетки при низкой частоте более эффективны, чем густые;
2. При равных шагах сетки и диаметрах проволок медная сетка на низкой частоте эффективнее стальной, т.к. удельная проводимость меди выше, чем у стали. При повышенной частоте степени экранирования уравниваются, поскольку последняя определяется в основном магнитной проницаемостью системы.
3. При постоянном шаге сетки и различных диаметрах проволоки степень экранирования больше у сетки из более толстой проволоки.

Эффективность экрана из одного слоя сетки из цветного металла, расположенного в зоне индукции (ближней зоне), определяется по формуле:

$$\Delta[\partial B] = 20 \lg\left(\frac{1}{\eta}\right), \quad (23)$$

где  $\eta$  - проницаемость экрана;

$$\eta = \frac{3\gamma}{1 + 3\gamma}, \quad (24)$$

$\gamma$  - параметр экранирования

$$\gamma = \frac{d}{2\pi R} \left( \ln \frac{d}{r_0} - 1.25 \right), \quad (25)$$

$d$  - шаг сетки (ячейки);

$r_0$  - радиус сетки

$R$  - радиус эквивалентного экрана

$$R = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} \quad (26)$$

$V$  - объем экранирующей камеры

Ослабление энергетической интенсивности электромагнитного излучения сетчатыми экранами в дальней зоне при нормальном падении волны и векторе  $E$ , параллельной проволокам сетки одного из направлений, определяют по формуле:

$$\Delta[\partial B] = 10 \lg \frac{1 + 4\left(\frac{d}{\lambda} \ln \frac{d}{2\pi r_0}\right)^2}{4\left(\frac{d}{\lambda} \ln \frac{d}{2\pi r_0}\right)^2} \quad (27)$$

При оценке эффективности экранирующих устройств должно соблюдаться следующее условие:

$$\Delta_{TP} \leq \Delta \quad (28)$$

Часто обращенную к источнику излучения поверхность покрывают радиопоглощающим покрытием, чтобы исключить отражение электромагнитной волны от поверхности экрана.

Радиопоглощающие материалы изготавливают в виде эластичных и жестких пенопластов, тонких листов, рыхлой сыпучей массы или заливочных компаундов. В табл.5 приведены характеристики некоторых радиопоглощающих материалов. В последние годы все большее распространение получают керамикометаллические композиции. Эффективность экранирования сотовыми решетками зависит вплоть до санитметрового диапазона от соотношения глубины и ширины ячейки.

Ориентировочно эффективность

$$\Delta \approx 27 \frac{l}{l_m} + 20 \lg n$$

где:  $l$  и  $l_m$  - глубина и максимальный поперечный размер ячейки сотовой решетки;

$n$  - число ячеек

Таблица 5. Основные характеристики радиопоглощающих материалов.

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

### Примеры расчета защиты от электромагнитных полей и излучений.

**Порядок проведения оценки эффективности экранирующих устройств.**

1. По формуле (22) или (22а) с учетом требований норм определяется величина необходимого ослабления воздействующего поля.

2. По формулам (23) - (27) находится ослабление действующего поля в том случае, если экран изготовлен из одного слоя сетки из цветного металла.

3. Проверяется выполнение условия (28).

*Пример 1.* Провести оценку эффективности защитного экрана, представляющего собой камеру размерами 2х1,5х1 м из сетки, изготовленной из медной проволоки диаметром 0,1 мм, шаг сетки - 10 мм, длина волны излучения  $\lambda = 6 \times 10^6$  м. Работа в условиях поля напряженности 200 кВ/м производится не более трех часов в сутки.

*Решение.*

1. По формуле (5) определяем частоту излучения:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 [\text{м/с}]}{6 \cdot 10^6 [\text{м}]} = 0.5 \cdot 10^2 \text{ Гц} = 50 \text{ Гц}$$

Следовательно, поле промышленной частоты, и нормировать уровень напряженности следует по выражению (1).

$$E_{\text{норм}} = \frac{50}{T+2} = \frac{50}{3+2} = 10 \text{ кВ/м},$$

т.е. допустимое значение напряженности электрического поля при трехчасовой работе составляет 10 кВ/м.

2. По формуле (22а) определяется требуемая эффективность экранирующего устройства:

$$\Delta_{\text{тп}} = 20 \lg \frac{E}{E_{\text{норм}}} = 20 \lg \frac{200}{10} = 20 \lg 20 = 26 \text{ дБ}.$$

3. По формуле (26) находится эквивалентный радиус экрана:

$$R = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 2 \cdot 1.5 \cdot 1}{4\pi}} = 0.9 \text{ м}$$

4. По формуле (3) определяем границы зоны индукции (ближней зоны):

$$\frac{\lambda}{2\pi} = \frac{6 \cdot 10^6}{2\pi} = 9.55 \cdot 10^5 \text{ м} = 9.55 \text{ км}$$

т.е. рабочее место находится в зоне индукции.

5. По выражению (25) находится параметр экранирования:

$$\gamma = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{2\pi \cdot 0.9} \left( \ln \frac{10}{0.1/2} - 1.25 \right) = 1.77 \cdot 10^{-3} (5.3 - 1.25) = 7.17 \cdot 10^{-3}$$

6. По выражению (24) находим проницаемость экрана:

$$\eta = \frac{3 * 7.17 * 10^{-3}}{1 + 3 * 7.17 * 10^{-3}} = 2.11 * 10^{-2}$$

7. По формуле (23) определяется фактическая эффективность экрана:

$$\Delta = 20 \lg \left( \frac{1}{2.11 * 10^{-2}} \right) = 33.5 \text{ дБ}$$

8. Проверим выполнения условия (28)  
 $26 \text{ дБ} < 33.5 \text{ дБ}$

Выбранное экранирующее устройство обеспечивает ослабление электрического поля в рабочей зоне.

### Пример 2.

В лабораторном помещении работает передатчик мощностью  $P_{\text{изл}} = 20$  Вт, длина волны электромагнитного излучения  $\lambda = 3$  см ( $f = 10^4$  МГц), коэффициент направленного действия антенны  $G_0 = 1000$ . В процессе работы с передатчиком главный максимум может быть длительно направлен на отдельные рабочие места, расположенные на расстоянии 2 м и более. Длительность облучения составляет полный рабочий день (8 часов). Определить минимальную толщину алюминиевого листа экрана, при которой проникающее через кожух излучение по интенсивности не превышает допустимое. Подобрать соответствующий поглощающий материал для облицовки кожуха изнутри.

### Решение.

Интенсивность излучения на рабочих местах, расположенных в 2 м от передатчика в направлении главного максимума согласно формуле (13)

$$ППЭ = \frac{P_{\text{изл}} G_0 (F(\Theta, \varphi))^2}{4\pi r^2} = \frac{20 * 1000 * 1^2}{4\pi * 2^2} = 398 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} = \frac{398 * 10^6}{10^4} \frac{\text{мкВт}}{\text{см}^2} = 3.98 * 10^4 \frac{\text{мкВт}}{\text{см}^2}$$

По таблице 4 определяем предельно допустимый уровень потока энергии:

$$ППЭ_{\text{пду}} = 25 \text{ мкВт/см}^2.$$

Необходимое ослабление излучения на рабочем месте определяется по формуле (22):

$$\Delta_{\text{пр}} = 10 \lg \frac{ППЭ}{ППЭ_{\text{пду}}} = 10 \lg \frac{3.98 * 10^4}{25} = 32 \text{ дБ}$$

Формула (13) позволяет определить расстояние, на которое надо удалить рабочее место от источника излучения, чтобы интенсивность облучения соответствовала  $ППЭ_{\text{пду}}$

$$r = \sqrt{\frac{P_{изл} G_0 (F(\Theta, \varphi))^2}{4\pi ППЭ_{ПДУ}}} = \sqrt{\frac{20 * 1000 * 1^2 [Вт]}{4\pi * 25 * 10^{-6} [Вт/см^2]}} = 7980 см = 79.8 м$$

Такое удаление рабочего места от источника излучения невозможно, поэтому используем экранирование источника излучения.

Определяем толщину экрана  $b$  по формуле (21). Для данного материала  $\mu_r = 1$ ,  $\rho = 2,62 * 10^{-8}$  Ом·м

$$b = \frac{32}{16.7 \sqrt{\frac{1 * 10^4}{2.62 * 10^{-8}}}} = \frac{32}{16.7 * 0.618 * 10^6} = 3.1 * 10^{-6} м = 3.1 мкм$$

Алюминиевый лист толщиной 3,1 мкм не обеспечивает достаточной механической прочности экрана, поэтому из конструктивных соображений выбираем  $b = 0,5$  мм.

Согласно табл.5 выбираем дно поглощающего покрытия экранирующего кожуха - радиопоглощающий материал "Болото", могут быть В2Ф2, В2Ф3, ВКФ1.

### **Задание для самостоятельных расчетов.**

Индивидуальные варианты для выполнения расчета берутся из таблицы 6.

**Задание.** В лабораторном помещении работает передатчик мощностью  $P_{изл}$  Вт, длина волны электромагнитного излучения  $\lambda$  см, коэффициент направленного действия антенны  $G_0$ . В процессе работы с передатчиком главный максимум может быть длительно направлен на отдельные рабочие места, расположенные на расстоянии 2 м и более. Длительность облучения составляет полный рабочий день (8 часов). Оценить возможность защиты расстоянием.

Определить минимальную толщину алюминиевого листа экрана, при которой проникающее через кожух излучение по интенсивности не превышает допустимое. Подобрать соответствующий поглощающий материал для облицовки кожуха изнутри.

Провести оценку эффективности экрана, окружающего данный источник излучения. Размеры камеры  $A \times B \times C$ . Экран изготовлен из медной сетки. Диаметр проволоки  $D_0$  мм, шаг сетки  $d$  мм.

Таблица 6. Варианты данных для выполнения задания.

Номер Варианта	$P_{\text{изл}}, \text{Вт}$	$\lambda, \text{см}$	$G_0$	$A, \text{м}$	$B, \text{м}$	$C, \text{м}$	$D_0, \text{мм}$	$d, \text{мм}$
1	5	5	500	3	2	1.5	0.2	20
2	10	10	660	2	1.5	1	0.1	15
3	15	15	1000	1.5	1	1	0.05	10
4	20	20	500	2	1.5	1	0.1	10
5	30	3	1000	1.5	1.5	1.5	0.2	10
6	40	20	1500	2	1	1	0.3	15
7	30	30	2000	3	2	1	0.4	20
8	5	40	400	2	1.5	0.5	0.5	12
9	10	30	200	1.5	1.5	1.5	0.1	5
10	15	20	100	0.7	0.7	0.7	0.2	10
11	20	10	50	1	1	1	0.3	12
12	30	5	40	0.5	1	1.5	0.4	15
13	40	3	20	1.5	1	0.5	0.5	20
14	50	2	10	2	2	2	0.6	25
15	60	100	100	3	3	3	0.1	5
16	5	200	200	3.5	2	1	0.05	3
17	10	70	300	2	1	1	0.01	2
18	15	30	400	1	0.5	0.5	0.02	4
19	20	10	500	1	1	1	0.03	10
20	30	15	600	1.5	1.5	1.5	0.04	15
21	50	20	700	2	1	0.5	0.05	20
22	60	30	800	3	1.5	1	0.06	25
23	70	40	900	3.5	1	1.5	0.07	30
24	80	50	1000	1	1	1	0.1	40
25	100	100	500	2	1	0.5	0.2	30
26	90	90	400	1	1.5	1	0.3	20
27	80	80	300	0.5	0.5	1	0.4	15
28	70	70	200	1.5	1	1	0.5	10
29	60	50	100	2	2	2	0.6	15
30	50	40	50	0.5	1	1.5	0.7	20

### Библиографический список.

1. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (охрана труда): Учебное пособие для вузов / П.П.Кукин, В.Л.Лапин, Е.А.Подгорных и др. - М.: Высшая школа, 1999. - 318 с.

2. Русин Ю.С. и др. Электромагнитные элементы радиоэлектронной аппаратуры: Справочник /Ю.С.Русин, И.Я.Гликман, А.Н.Горский. - М.: Радио и связь. 1991. - 224 с.
3. Татур Т.А. Основы теории электромагнитного поля: Справочное пособие. - М.: Высшая школа, 1989. - 271 с.
4. Гигиена труда при воздействии электромагнитных полей /Под ред. В.Е.Ковшило. М.: Медицина, 1983. - 176 с.
5. Марков Т.Т., Сазонов Д.М. Антенны. М.: Энергия, 1975. - 528 с.
6. Полонский Н.Б. Конструирование электромагнитных экранов для РЭА. - М.: Советское радио, 1979. - 215 с.
7. Крылов В.А., Юрченкова Т.В. Защита от электромагнитных излучений. - М.: Советское радио, 1972. - 216 с.

## Оглавление:

1.1 Электромагнитные поля и излучения.....	
1.2 Воздействие на человека и нормирование ЭМП.....	
1.3 Защита от статических полей и излучений промышленной частоты.....	
1.4 Средства защиты от ЭМИ радиочастот .....	
1.5 Экранирование электромагнитных полей. Расчет и конструирование защитных экранов.....	
1.6 Примеры расчета защиты от электромагнитных полей и излучений.....	
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	

ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ НА КОМПЬЮТЕРЕ

Методические указания к дипломному проектированию

ВЛАДИМИР 2001

Министерство общего и профессионального образования Российской  
Федерации

Владимирский государственный университет

Кафедра безопасности жизнедеятельности

## БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ НА КОМПЬЮТЕРЕ

Методические указания к дипломному проектированию

Составитель  
Е А БАЛАНДИНА

Владимир 2005

УДК658.345:681

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент Владимирского государственного  
университета *М В Латышев*

Печатается по решению редакционно-издательского совета Владимир-  
ского государственного университета

**Безопасность** работы на компьютере Метод указания к дипломному  
проектированию /Владим гос ун-т, Сост. Е А Баландина Владимир,2001  
32с

Предназначены для студентов спец 1207, 0102, 072300 1908 0719 при  
выполнении дипломного проектирования по разделу «Безопасность и эко-  
логичность»

Рассматриваются основные вопросы организации рабочих мест при ис-  
пользовании компьютера, безопасные приемы работы на компьютере, са-  
нитарные нормы по охране труда при работе на компьютере, его воздейст-  
вие на организм человека и меры профилактики профессиональных забо-  
леваний.

Табл 16 Библиогр 3 назв

УДК 658.345:681

## **2. БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ НА КОМПЬЮТЕРЕ**

Персональная ЭВМ является источником целого комплекса неблагоприятных и вредных факторов для человека: низкочастотные электромагнитные поля, статическое электричество, рентгеновское излучение, перенапряжение зрения, костно-мышечного аппарата, психоэмоциональные перегрузки и т.д. Вследствие этого после длительной работы за компьютером у работника возникают головные боли, бессонница, общая слабость, быстрая утомляемость глаз, боли в руках и позвоночнике. Проблемы экологии и эргономики компьютера существенны и принципиальны на производстве. Комфорт при работе обеспечивает не только хорошее настроение, но и высокую производительность, безопасность труда.

Основным документом Российской Федерации, регламентирующим безопасные условия труда на компьютерах, является документ «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации труда» (Санитарные правила и нормы - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

### **2.1. Выбор монитора. Требования к освещению.**

Всем известно, что длительное напряжение глаз вызывает утомление и снижение зрения. Если глаза устали, вам становится трудно разглядеть мелкие детали изображения на экране, и при попытке заставить себя приглядеться к изображению вы можете ощущать неприятную резь в глазах. При этом глаза нередко начинают слезиться. Такой эффект чаще всего возникает при использовании мониторов невысокого качества особенно с частотой кадровой развертки менее 70Гц, при неправильном освещении (например при использовании ярких ламп дневного света) или когда от стекла экрана отражаются блики солнечного света, что заставляет дополнительно напрягать зрение.

Необходимо обратить особенное внимание на качество монитора. Многие к нему относятся легкомысленно или обсуждают только размер экрана по диагонали. Если денег мало, лучше купить компьютер меньшей памятью, небольшим жестким диском или более медленным процессором - это в будущем легко поправимо. А вот монитор нужно сразу выбирать очень

тщательно. Улучшить его качество потом невозможно, поэтому сразу следует приобретать лучший из возможных.

Как ни странно, размер монитора принципиального значения не имеет. На 17-дюймовом экране обычно значительно легче разглядеть мелкие детали. Среди наиболее безопасных выделяются мониторы с маркировкой Low Radiation, компьютеры с жидкокристаллическим экраном и мониторы с установленной защитой по методу замкнутого металлического экрана.

В настоящее время ряд стран и более 25 штатов США разработали документы, регламентирующие правила пользования дисплеями. Наиболее известны шведские документы MPR II (Шведский национальный комитет по защите от излучений ) и более жесткий стандарт TCO 99 (Шведская конфедерация профсоюзов). Эти нормы применяются во всех странах Скандинавии и рекомендуются к распространению в странах ЕС.

Яркость свечения монитора следует подобрать так, чтобы она была минимальной. Это не только продлевает срок службы монитора, но и уменьшает утомление зрения, однако, чтобы при низкой яркости экрана не приходилось присматриваться к тусклому изображению. Освещение помещения должно быть неярым, приглушенным. Лучше всего сидеть боком к окну. Шторы или жалюзи лучше прикрывать, а общее освещение лучше выключить или сделать минимальным. Лучше всего оставить только неярое локальное освещение, направленное на книгу или документ, с которым вы работаете.

Чтобы уменьшить отражение и блики на экране, размещайте компьютер перпендикулярно окну. Обеспечьте достаточное местное освещение, направленное на документ, чтобы можно было выключать общее освещение в помещении и снижать яркость бликов.

В соответствии с санитарными нормами помещения с видеодисплейными терминалами (ВДТ) и персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) должно иметь естественное и искусственное освещение. Естественное освещение должно осуществляться через светопроемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток и обеспечивать коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1,2% в зонах с устойчивым снежным покровом и не ниже 1,5% на остальной территории. Указанные значения КЕО нормируются для зданий, расположенных в III световом климатическом поясе.

Расчет КЕО для других поясов светового климата проводится по общепринятой методике согласно СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение".

Искусственное освещение в помещениях эксплуатации ВДТ и ПЭВМ должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В производственных и административно общественных помещениях в случаях преимущественной работы с документами допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов). Освещенность на поверхности стола в зоне расположения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк.

Допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк.

Следует ограничивать прямую блесккость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м<sup>2</sup>.

Следует ограничивать отраженную блесккость 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 ВДТ и ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м<sup>2</sup> и яркость потолка при применении системы отраженного освещения не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>.

Показатель ослеплённости 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 25.

Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ВДТ и 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 должны применяться преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ. При уст-

ройстве искусственного освещения в производственных и административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп. Допускается применение ламп накаливания в светильниках местного освещения.

При отсутствии светильников серии ЛПО36 с зеркальными параболическими решетками, укомплектованными электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА), допускается применение светильников с электромагнитными пускорегулирующими аппаратами.

Светильники без рассеивателей и экранирующих решеток не допускаются.

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

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более  $200 \text{ кд/м}^2$ , защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов. Светильники местного освещения должны иметь непросвечивающий отражатель с защитным углом не менее 40 градусов.

Коэффициент запаса  $K_z$  для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%, что должно обеспечиваться применением газоразрядных ламп в светильниках общего и местного освещения с ЭПРА для любых типов светильников.

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

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

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на оп-

тимальном расстоянии 600 – 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Уровень глаз при вертикально расположенном экране ВДТ должен приходиться на центр или 2/3 высоты экрана. Линия взора должна быть перпендикулярна центру экрана и оптимальное её отклонение от перпендикуляра, проходящего через центр экрана в вертикальной плоскости, не должно превышать  $\pm 5$  градусов, допустимое  $\pm 10$  градусов.

Дизайн ВДТ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ВДТ и ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭЗМ должны иметь матовую поверхность одного цвета с коэффициентом отражения 0,4 – 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

Для обеспечения надежного считывания информации при соответствующей степени комфортности ее восприятия должны быть определены оптимальные и допустимые диапазоны визуальных эргономических параметров. Визуальные эргономические параметры ВДТ и пределы их изменений, в которых должны быть установлены оптимальные и допустимые диапазоны значений, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Визуальные эргономические параметры ВДТ и пределы их изменений

Наименование параметров	Допустимые значения.
Яркость белого поля, кд/м <sup>2</sup> Временная нестабильность изображения	Не менее 35 Не должна фиксироваться
Неравномерность яркости рабочего поля, %	Не более +/-20

Для дисплеев на ЭЛТ частота обновления изображения должна быть не менее 75 Гц при всех режимах разрешения экрана и не менее 60 Гц для

дисплеев на плоских дискретных (жидкокристаллических, плазменных) экранах.

Для снятия усталости глаз необходимо в рабочие перерывы выполнять следующие упражнения:

1. Если глаза опухли, надавите справа и слева над переносицей подушечками больших пальцев. Сохраняйте давление пять секунд, потом отпустите. Повторите десять раз.

2. Если от работы за компьютером у вас начало щипать глаза, просто сделайте маленький перерыв. А чтобы они быстрее отдохнули, попеременно закрывайте их ладонью.

3. Погримасничайте немного - это приведет в действие и одновременно расслабит глазную мускулатуру. Кроме того, время от времени полезно поворачивать глазами.

## 2.2. Микроклимат компьютерных помещений

В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ и ПЭВМ является вспомогательной, температура, относительная влажность и скорость движения воздуха на рабочих местах должны соответствовать действующим санитарным нормам микроклимата производственных помещений.

В производственных помещениях, в которых работа на ВДТ и ПЭВМ является основной (диспетчерские, операторские, расчетные кабины и посты управления, залы вычислительной техники и др.) должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата (таблица 2).

Таблица 2.

Оптимальные нормы микроклимата для помещений с ВДТ и ПЭВМ

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С не более	Относительная влажность воздуха. %	Скорость движения воздуха м/с
Холодный	Легкая-1а	22 - 24	40 – 60	0,1

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С не более	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха м/с
Теплый	Легкая – 1б	21 - 23	40 - 60	0,1
	Легкая – 1а	23 - 25	40 - 60	0 1
	Легкая – 1б	22 - 24	40 - 60	0,2

*Примечание:* к категории 1а относятся работы, производимые сидя и не требующие физического напряжения, при которых расход энергии составляет до 120 ккал/ч; к категории 1б относятся работы производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением, при которых расход энергии составляет от 120 до 150 ккал/ч.

В помещениях с ВДТ и ПЭВМ в дошкольных, средних специальных и высших учебных заведениях должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата (табл. 3).

Таблица 3

Оптимальные параметры температуры и относительной влажности воздуха в помещениях с ВДТ и ПЭВМ во всех учебных и дошкольных учреждениях

Оптимальные параметры		
Температура °С	Относительная влажность, %	Абсолютная влажность, г/куб.м
19	62	10
20	58	10
21	55	10

*Примечание:* Скорость движения воздуха - не более 0,1 м/с.

Для повышения влажности воздух в помещениях с ВДТ и ПЭВМ следует применять увлажнители воздуха, заправляемые ежедневно дистиллированной водой или прокипяченной питьевой водой. Помещения с ВДТ и ПЭВМ перед началом и после каждого академического часа учебных занятий должны быть проветрены. Помещения с ВДТ и ПЭВМ должны оборудованы

доваться системами отопления, эффективной приточно-вытяжной вентиляцией (табл. 4).

Таблица 4.

Уровни ионизация воздуха помещений при работе на ВДТ и ПЭВМ

Уровни	Число ионов в 1 см <sup>3</sup> воздуха	
	n <sup>+</sup>	n <sup>-</sup>
Минимально необходимые	400	600
Оптимальные	1500-3000	3000-5000
Максимально допустимые	50000	50000

В дошкольных и всех учебных учреждениях включая ВУЗЫ, запрещается для отделки внутреннего интерьера помещений с ВДТ и ПЭВМ применять полимерные материалы (древесностружечные плиты, слоистый бумажный пластик синтетические ковровые покрытия и др.) выделяющие в воздух вредные химические вещества.

Поверхность пола в помещениях эксплуатации ВДТ ПЭВМ должна быть ровной, без выбоин, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами.

### **2.3 Шум и вибрация в помещениях с ПЭВМ.**

При выполнении основной работы на ВДТ и ПЭВМ (диспетчерские, операторские, расчётные кабин и посты управления, залы вычислительной техники др.) во всех учебных и дошкольных помещениях с ВДТ и ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА.

В помещениях, где работают инженерно-технические работники, осуществляющие лабораторный, аналитический или измерительный контроль, уровень шума не должен превышать 65 дБА.

В помещениях операторов ЭВМ (без дисплеев) уровень шума не должен превышать 65 дБА.

На рабочих местах в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин (АЦПУ, принтеры и т. п.) уровень шума не должен превышать 75 дБА (таблица 5).

Таблица 5

Уровни звука, эквивалентные уровни звука и уровни звукового давления в октавных полосах частот

Уровни звукового давления дБ									Уровни звука, эквивалентные уровни звука
Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц.									
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-	59	48	40	34	30	27	25	23	35
-	63	52	45	39	35	32	30	28	40
-	67	57	49	44	40	37	35	33	45
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
103	19	83	77	73	70	68	66	64	75

При выполнении работ с ВДТ и ПЭВМ в производственных помещениях уровень вибрации не должен превышать допустимых значений согласно "Санитарным нормам вибрации рабочих мест" (табл. 6).

Таблица 6

Санитарные нормы вибрации категории 3 типа "в"

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Допустимые значения по осям $X_0$ : $Y_0$ : $Z_0$							
	Виброускорения				Виброскорость			
	м/с <sup>2</sup>		дБ		м/с · 10 <sup>-2</sup>		дБ	
	1/3окт	1/1окт	1/3окт	1/1окт	1/3окт	1/1окт	1/3окт	1/1окт
1,6	0,0125	-	32	-	0,13	-	88	-
2,0	0,0112	0,02	31	36	0,089	0,18	85	91
2,5	0,01	-	30	-	0,063	-	82	-
3,15	0,009	-	29	-	0,0445	-	79	-
4,0	0,008	0,014	28	33	0,032	0,063	76	82
5,0	0,008	-	28	-	0,025	-	74	-
6,3	0,008	-	28	-	0,2	-	72	-

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Допустимые значения по осям $X_0$ : $Y_0$ : $Z_0$							
	Виброускорения				Виброскорость			
	м/с <sup>2</sup>		м/с <sup>2</sup>		м/с·10 <sup>-2</sup>		дБ	
	1/3окт	1/1окт	1/3окт	1/1окт	1/3окт	1/1окт	1/3окт	1/1окт
8,0	0,008	0,014	28	33	0,016	0,032	70	76
10,0	0,01	-	30	-	0,016	-	70	-
12,5	0,0125	-	32	-	0,016	-	70	-
16,0	0,016	0,028	34	39	0,016	0,028	70	75
20,0	0,0196	-	36	-	0,016	-	70	-
25,0	0,025	-	38	-	0,016	-	70	-
31,5	0,0315	0,056	40	45	0,016	0,028	70	75
40,0	0,04	-	42	-	0,016	-	70	-
50,0	0,05	-	44	-	0,016	-	70	-
63,0	0,063	0,112	46	51	0,016	0	70	75
80,0	0,08	-	48	-	0,016	-	70	-
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни	-	0,014	-	33	-	0,028	-	75

В производственных помещениях, в которых работа с ВДТ и ПЭВМ является основной, а также во всех учебных и дошкольных помещениях с ВДТ и ПЭВМ вибрация на рабочих местах не должна превышать допустимых норм вибрации (табл. 7).

Таблица 7

Допустимые нормы вибрации на всех рабочих местах с ВДТ и ПЭВМ, включая учащихся и детей дошкольного возраста

Среднегеометрические частоты октавных полос Гц.	Допустимые значения			
	По виброускорению		По виброскорости	
	м/с <sup>-2</sup>	дБ	м/с <sup>-1</sup>	дБ
	оси X, Y			
2	5,3·10	25	4,5·10	79
4	5,3·10	25	2,2·10	73
8	5,3·10	25	1,1·10	67
16	1,0·10	31	1,1·10	67
31.5	2,1·10	37	1,1·10	67
63	4,2·10	43	1,1·10	67
Корректированные значения и их уровни	0,3·10	30	2,0·10	72

Шумящее оборудование (АЦПУ, принтеры и т.п.), уровни шума которого превышают нормированные, должно находиться вне помещения с ВДТ и ПЭВМ.

Снизить уровень шума в помещениях с ВДТ и ПЭВМ можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в областях частот 63 - 8000 Гц для отделки помещений (разрешенных органами и учреждениями Госсанэпиднадзора России), подтвержденных специальными акустическими расчетами.

Дополнительным звукопоглощением служат однотонные занавеси из плотной ткани, гармонирующие с окраской стен и подвешенные в складку на расстоянии 15 - 20 см от ограждения. Ширина занавеси должна быть в 2 раза больше ширины окна.

## **2.4. Электромагнитное и рентгеновское излучение ВДТ ПЭВМ**

Электромагнитные поля биологически активны - живые существа реагируют на их действие. Однако у человека нет специального органа чувств

для определения ЭМП (за исключением оптического диапазона электромагнитных волн). Наиболее чувствительны к электромагнитным полям центральная нервная система, сердечно-сосудистая, гормональная и репродуктивная системы.

Несмотря на многолетние исследования, сегодня ученым еще далеко не все известно о влиянии ЭМП на здоровье человека.

Дети, беременные женщины, люди с заболеваниями центральной нервной, гормональной, сердечно-сосудистой систем, с ослабленным иммунитетом, аллергики должны особенно тщательно соблюдать правила электромагнитной безопасности и оберегать себя от воздействия электромагнитных полей.

Учитывая потенциальную опасность ЭМП для здоровья населения, в нашей стране разработаны санитарные нормы, по ряду параметров являющиеся самыми жесткими в мире. В Российских санитарных нормах в качестве предельно допустимого уровня (ПДУ) облучения населения принимаются такие значения электромагнитных полей, которые при ежедневном облучении в свойственных для данного источника излучения режимах не вызывают у населения без ограничения пола и возраста заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования в период облучения или в отдаленные сроки после его прекращения.

Основной критерий безопасности для населения, установленный Министерством здравоохранения РФ, напряженность переменного электрического поля частотой 50 Гц не должна превышать 500 В/м в местах постоянного пребывания людей. Магнитные поля для населения в России в настоящее время не нормируются.

Дополнительный критерий безопасности, введенный в качестве рекомендации учеными Швейцарии и США и ряда других стран в местах продолжительного пребывания людей, особенно в местах ночного отдыха и пребывания детей, предусматривает, что напряженность магнитного поля частотой 50 Гц не должна превышать 0,2 мкТл.

Персональный компьютер - источник электромагнитного поля. Основной излучающий элемент компьютера - монитор. Монитор излучает электромагнитное поле во всех направлениях.

Приобретайте мониторы ПЭВМ с пониженным уровнем излучения.

Обязательно заземляйте мониторы и компьютеры на контур заземления здания (нельзя заземлять на батарею отопления, водопроводные трубы, "ноль" розетки).

Мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать  $7,74 \cdot 10^{-4}$  А/кг, что соответствует эквивалентной дозе, равной 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч).

Допустимые значения параметров электромагнитных излучений приведены в табл. 8.

Таблица 8

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений

Наименование параметров ЭМП	Допустимое значение
Напряжённость электрического поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ должна быть не более:	
- в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
- в диапазоне частот 2 - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока должна быть не более:	
- в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
- в диапазоне частот 2 - 400 кГц	25 нТл
Поверхностный электростатический потенциал экрана монитора не должен превышать	500 В

## 2.5. Защитные фильтры для дисплеев

Единственным средством, защищающим пользователя от воздействия вредных излучений, являются фильтры для экранов мониторов. Известными фирмами-производителями фильтров являются OCLI (Optical Coating Laboratory Incorporated), 3M, Ergotech, ErgoView Technologies, Kanteh, Polaroid Corp., Sunflex, UNUS.

Практически все существующие защитные фильтры для экранов удовлетворяют этим требованиям независимо от того, из какого материала они изготовлены. Исключение составляют дешевые средства повышения контрастности. Эти экраны легко отличить: на темном фоне обе стороны такого фильтра одинаково хорошо отражают предметы; у этих изделий может отсутствовать заземление, а через четверть часа после включения монитора с таким фильтром электризацию поверхности можно обнаружить, например, приложив папиросную бумагу: на качественном защитном фильтре бумага не удержится, а к простым стеклам прилипнет.

Существует несколько модификаций фильтров, которые имеют различное назначение.

Наиболее известны пленочные фильтры фирмы POLAROID-CP 50, которые считаются хорошим средством защиты от бликов и мерцания экрана. Они также повышают контрастность и четкость изображения. К сожалению, эти модели не предназначены для защиты от электромагнитного и электростатического полей.

Кроме того, покрытие поляризационных фильтров изготавливается на основе полиэфирных смол, являющихся недостаточно долговечными и прочными, что часто приводит к их физическому разрушению.

Наиболее распространенными стеклянными фильтрами в нашей стране являются фильтры Defender, Sepoms, Megastar азиатского производства, как правило, не обладающие никакими защитными свойствами. Многие из них не имеют заземления, часто не сопровождаются сертификатами качества и другой необходимой документацией.

К категории фильтров полной защиты относятся фильтры, обеспечивающие практически полную защиту от всех вредных воздействий монитора. Это Ergostar, Xenium, UNUS, как правило, высококачественные изделия, изготовленные на оптическом стекле нанесением многослойных покрытий, позволяющих добиться очень низкого коэффициента отражения (блика), повышения контраста, защиты от электромагнитных и статических полей.

Средством защиты от отраженного света и бликов является многослойный антибликовый защитный фильтр. Если использовать в работе должным образом заземленный защитный фильтр, то можно избавиться от стрессов и усталости. Многослойный, имеющий проводящий слой и долж-

ным образом заземленный фильтр существенно ослабляет и воздействие электромагнитного поля.

Синий люминоформ экрана монитора вместе с ускоренными в электронно-лучевой трубке электронами является источником ультрафиолетового излучения. Его воздействие особенно сказывается при длительной работе с компьютером. Защищаться от воздействия ультрафиолета можно, используя стеклянный защитный фильтр.

Таблица 9

### Требования стандарта MPR II к свойствам фильтров экранов

Излучение	Остаточное значение после поглощения фильтром экрана
Рентгеновское излучение	< (70...40%) в зависимости от величины излучения
Электростатический потенциал	< (10%+100 В)
Электрическое поле (напряженность)	
0,005...2 кГц	<(10%+ 1,5 В/м)
2...400 кГц	<(10%+0,1 В/м)
Магнитное поле (индукция)	
0,005...2 кГц	<(10%+30нТ)
2...400 кГц	<(10%+1,5 нТ)

В 1987 г. департамент труда Швеции ввел стандарт MPR I, а в 1990 г. после трехлетней проверки действенности и эффективности требований MPR I и многочисленных экспериментальных исследований был утвержден более строгий стандарт - MPR II, содержащий требования, направленные на ограничение излучения мониторов в диапазонах крайне низких частот (таблица 9). Профсоюз конторских служащих Швеции (ТСО) в 1989 г. выдвинул свои требования к излучениям, а в 1995 и 1999 гг. еще более ужесточил их.

Сейчас требования стандарта MPR II во всем мире принимаются как минимальные. Совет Европейского экономического сообщества Директивой № 90/270 ЕЕС рекомендовал всем странам ЕС ориентироваться в сво-

их нормативных документах на стандарт MPRII. Эти же требования и методы испытаний включены в новые ГОСТы и СанПиН.

В табл. 10 даны в сравнении требования нормативных документов Швеции и России к параметрам излучений дисплеев.

Таблица 10.

Требования нормативных документов к параметрам излучений дисплеев

Наименование параметров	MPR II	TC0 99	ГОСТ Р50948-96 (01 07.97)	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
1. Напряженность электромагнитного поля в 50 см вокруг дисплея по электрической составляющей, не более В/м:				
в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25	10	25	25
в диапазоне частот 2-400 кГц	2,5	1,0	2,5	2,5
2 Плотность магнитного потока в 50 см вокруг дисплея, не более нТл:				
в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	250	250	250	250
в диапазоне частот 2 - 400 кГц	25	25	25	25
3 Поверхностный электростатический потенциал, не более В.	500	500	500	500

Каждая фирма-производитель защитных фильтров тестирует фильтры в учреждениях измерений и испытаний. Например, шведская фирма SEMKO протестировала при заданном режиме работы монитора (разрешение 640x400, горизонтальная частота 31,5 кГц, вертикальная частота 70 Гц) фильтр AC-143 (размер по диагонали 14 дюймов) фирмы UNUS (Тайвань).

Результаты тестирования приведены в табл. 11,12. В знаменателе таблицы 11 указаны значения напряженности электрического поля и электрический потенциал без фильтра, причем графа I соответствует полосе частот 0,005...2 кГц, а II - полосе 2...400 кГц.

Таблица 11.

Результаты тестирования фильтра АС-143

Расстояние до центра экрана, см	Остаточное излучение			
	Рентгеновское излучение	Электрическое поле, В/м		Электростатический потенциал, кВ
		I	II	
30	<(50...12%)	25,5/45	0,4/4,3	0,5/9
50	<(50...12%)	18/26,8	0,3/1,6	0,5/9

Фильтры предназначены также для "упрятывания" информации, индицируемой на экране, от "чужих" глаз. Так, из трех новых моделей защитных фильтров, выпущенных английским предприятием 3M UK Plc (дочернее предприятие американской фирмы 3M), два обеспечивают возможность прочтения информации с экрана только в том случае, если вы находитесь прямо перед ним. Это фильтр PF50 для портативного компьютера (масса 450 г) и фильтр PF450 для настольного компьютера. Все фильтры поглощают до 99% излучения монитора и могут уменьшать блики. Их размер от 10 до 21 дюйма по диагонали.

Таблица 12

Сравнительные характеристики фильтров представленных на Российском рынке.

Название (Страна производитель)	Стат. поле пропуск.%	Э. М. Поле проп.%	Ост.блик %	Пропуск вид. обл.%
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Global Shield Platinum (Rus)	<1	<0.6	0.8...1.0	40

1	2	3	4	5
Global Shield Golden (Rus)	<1	<1	0.5..0.7	40
Global Shield Silver (Rus)	<1	<1	2	50
Эргон АЗФ 1..4 (Россия)	<1	<2-6	0.5.....1.5	30-70
Эргон АЗФ 1А...4А (Россия)	<1	<2-3	0.5.....1.5	30-70
Эргон АЗФ 3А/SE (Россия)	<1	<1-1.1	0.3	30-70
Стелларс 3000 (Россия)	<1	<5	1.4	60
IZOVAK (Белоруссия)	<1	<1-1.9		
Ergostar (Австрия)	<1	1-5	0.32/11	43
Xenium (Италия)	<1	60-53	0.2/0.5	33
Unus AC-143 (Тайвань)	<1	1-16.7	<0.7	32
Polaroid CP-50 (США)	100	100	4.3/4.5	39
Polaroid CP-50SC (США)	2-3	<10	*	37
Polaroid CP Universal (США)	</=1	<1-19	*	36
Focus Plus Clear (Дания)	<1	<1-2	0.3	67
Focus Plus Dark (Дания)	<1	<1-2	0.3	31
Focus Plus Medium (Дания)	<1	<1	0.4	45
Focus Low-Ohm Plus (Дания)	<1	<1	*	67/98
Ocli Multiguard Professional+	<1	<3-33	*	*
Space (Италия)	<1	<8-25	*	43
3M PF-400 (США)	<3	<1	0.3/4	44.5
Фильтры не имеющие защитных свойств				
Seroms F-14SB (Тайвань)	90	100/100	4,3	35 1
Умах МР-196 (Тайвань)	Сертификата нет			
Defender GL14B	100	100	4.4	34.5
Golden Eyes	Сертификата нет			
Баярд (Россия)	Сертификата нет			
КеллГп	Сертификата нет			
Keeping Fresher	Сертификата нет			

1	2	3	4	5
Guide view		Сертификата нет		
Jec		Сертификата нет		
Polarizer		Сертификата нет		
Kendo		Сертификата нет		
Optical glass		Сертификата нет		
Looking saver		Сертификата нет		

Таблица 12 позволяет наглядно отделить действительно защитные фильтры от обыкновенного стекла, не имеющего защитных свойств и не претендует на полноту данных, а только дает общее представление о фильтрах и их качестве.

3M, Unus, Ergon, Sepoms, Defender - тестировались в Ассоциации прикладной Эргономики Средств Отображения. Остальные фильтры тестировались в Шведском институте защиты от излучений.

Фильтры Global Shield тестировались в НИИ Медицины труда, Ассоциации прикладной Эргономики Средств отображения, а также в шведском институте защиты от излучений. Это единственные фильтры, имеющие Сертификат Соответствия Госстандарта России и Гигиенический сертификат.

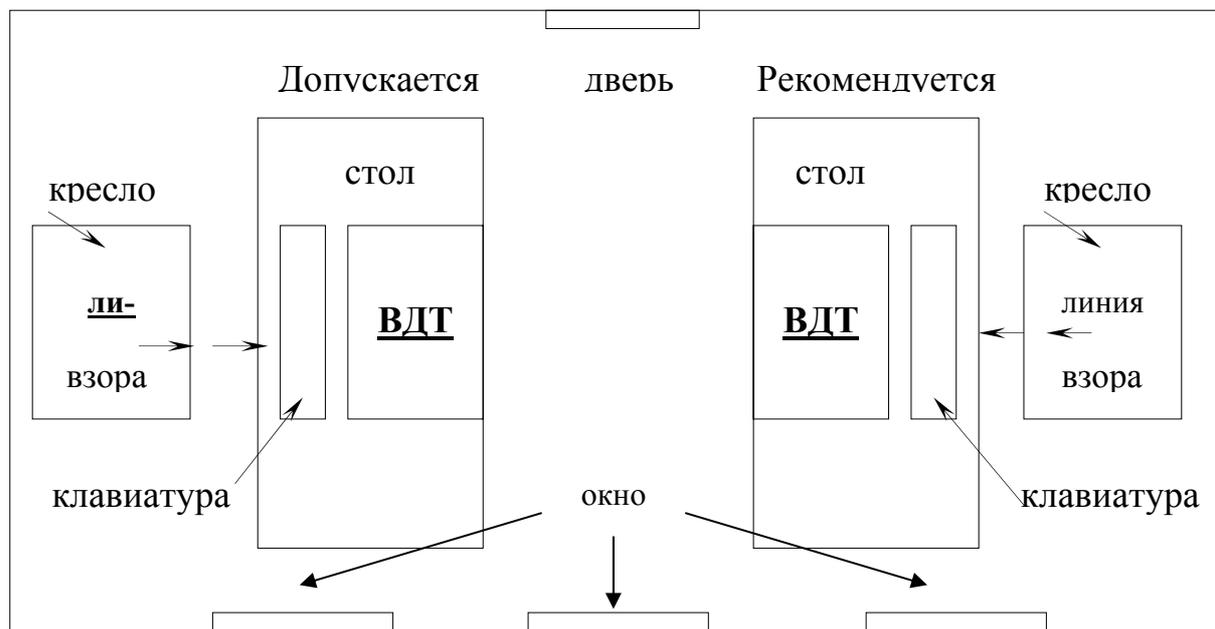
## 7. Планировка компьютерных помещений

Рабочие места с ВДТ и ПЭВМ по отношению к световым проёмам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева.

Схема размещения ВДТ и ПЭВМ должны учитывать расстояние между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), которое должно быть не менее 2,0м, а расстояние между поверхностями видеомониторов – не менее 1,2м (см. схему 1).

Рабочие места с ВДТ и ПЭВМ в залах электронно-вычислительных машин или в помещениях с источниками вредных производственных факторов должны размещаться в изолированных кабинах с организованным воздухообменом.

Схема 1. Расположение рабочих мест относительно световых проемов.



Рабочие места с ВДТ и ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующие значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, следует изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5-2,0 м.

Расположение рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ для взрослых пользователей в подвальных помещениях не допускается. Размещение рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ во всех учебных заведениях и дошкольных учреждениях не допускается в цокольных и подвальных помещениях.

В случаях производственной необходимости эксплуатация ВДТ и ПЭВМ в помещениях без естественного освещения может проводиться только по согласованию с органами и учреждениями Государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Площадь на одно рабочее место с ВДТ и ПЭВМ для взрослых пользователей должна составлять не менее 6,0 кв.м, а объём - не менее 20,0 куб.м.

При расчетах площади на одно рабочее место используют формулу

$$S_{p.m.} = (A + B + 0,5C) (D + E),$$

где: А - длина рабочего места,

В – расстояние от стены до рабочего места,

- С – расстояние между двумя рабочими местами по длине,
- D – ширина рабочего места,
- Е – расстояние между двумя рабочими местами по ширине.

Учебные помещения (аудитории вычислительной техники, дисплейные классы кабинеты и др.), не должны граничить с помещениями, в которых уровни шума и вибрации превышают нормируемые значения, (механические цеха, мастерские, гимнастические залы и т.п.).

Площадь на одно рабочее место ПЭВМ с ВДТ на базе электронно-лучевой трубки должна быть не менее 6.0 кв.м, а в помещениях культурно-развлекательных учреждений и с ВДТ на плоских дискретных( жидкокристаллических, плазменных) экранов – 4.5 кв.м.

При использовании ПЭВМ , отвечающих требованиям международных стандартов безопасности компьютеров, с продолжительностью работы менее 4-х часов в день допускается минимальная площадь 4.5 кв.м.на одно рабочее место пользователя.

## **8. Эргономика рабочего места с компьютером.**

Эргономика – это точное приспособление инструмента к решаемой задаче и приобретение соответствующих правильных привычек и навыков, до минимума снимающих ненужные напряжения в вашем теле. Эргономика начинается с подбора правильной высоты стола и стула (таблицы 13,14).

Таблица 13.

Высота стола для занятий с ПЭВМ и ВДТ

Рост учащихся или студентов в обуви, см.	Высота над полом	
	Поверхность стола	Пространство для ног, Не менее
116 – 130	520	400
131 – 145	580	520
146 – 160	640	580
161 – 175	700	640
Выше 175	760	700

\* Примечание: ширина и глубина пространства для ног определяются конструкцией стола.

Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна

регулироваться в пределах 680 – 800 мм, при отсутствии такой возможности, высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм.

Лучше всего использовать специальный компьютерный стол со столешницей достаточной глубины, чтобы на ней свободно размещалась клавиатура.

Оптимальная высота стола или выдвижной полки для клавиатуры 68-73 см над полом. Высоту стула и стола следует подобрать так, чтобы минимально напрягать мышцы плеч, рук и запястий. Запястья могут касаться стола перед клавиатурой. Но ни в коем случае нельзя опираться или переносить на них хотя бы часть веса тела.

Клавиатура регулируется по высоте наклона. Подберите для себя наиболее удобный угол наклона, некоторые клавиатуры, например, Microsoft Natural Keyboard, имеют больше возможностей для регулировки. Такие клавиатуры имеют расщепление в середине буквенной части и особую форму, предназначенную для более естественного положения запястий над клавишами. Однако такой клавиатурой имеет смысл обзаводиться только в том случае, если вы много пишете и владеете слепым десятипальцевым методом печати. В остальных случаях от такой клавиатуры нет никакого эргономического выигрыша.

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья.

Конструкция его должна обеспечивать:

- ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм;
- поверхность сиденья с закругленным передним краем;
- регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400-550 мм и углам наклона вперед до 15 град. и назад до 5 град.;
- высоту опорной поверхности спинки  $300 \pm 20$  мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм;
- угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах  $0 \pm 30$  градусов;

- регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260 - 400мм;
- стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50-70 мм;
- регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах  $230 \pm 30$  мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350-500 мм.

Запястье должно быть прямым. Никогда не опирайтесь на запястье, лежащее на столе. Не изгибайте суставы запястья: оно должно лежать в естественном положении.

Не сжимайте мышку с силой. Это вызывает ненужное напряжение мышц, нарушает кровообращение и затрудняет движения. Если мышь не слушается, почистите её.

Не работайте с мышкой полностью вытянутой рукой. Подбирая рабочий стол, выбирайте такой, чтобы за мышкой не приходилось тянуться слишком далеко. Для движения мышкой должно быть достаточно свободного места.

Стоит внимательно прислушаться к старому совету: сидите прямо и не сутультесь! За этим нужно постоянно следить. Но сохранять хорошую осанку очень помогает правильно подобранный рабочий стул или кресло, которое можно настроить по фигуре и расположению клавиатуры и монитора. Спинка стула должна поддерживать нижнюю половину спины, но наклоняться, чтобы не препятствовать движениям в процессе работы.

Ничто не должно мешать сгибанию бедер. Ваша поза за компьютером не должна вызывать боли от напряжения мышц спины и бедер.

Плечи расслаблены, локти согнуты под прямым углом. Когда вы кладете пальцы на клавиатуру, плечи не должны быть напряжены, а руки должны быть согнуты примерно под углом 90 градусов. Это обеспечивает хорошую циркуляцию крови. Если в кресле имеются подлокотники, убедитесь, что они не упираются в локти и не заставляют подниматься плечи слишком высоко, ущемляя шею.

Голова должна располагаться прямо с небольшим наклоном вперед. Постарайтесь расположить монитор и рабочие документы так, чтобы не приходилось постоянно двигать головой из стороны в сторону. Это может оказаться причиной возникновения болей в шее, плечах и спине.

Соблюдайте дистанцию. Расстояние от глаз до экрана монитора должно быть 60 - 70 см. Другими словами вы должны едва доставать экран, вытянув вперед руку..

Длительное сидение в неподвижной позе ухудшает кровообращение. Стул или кресло должны иметь мягкое сидение, колени согнуты под прямым углом, а стопы должны плоско стоять на полу. Только такая поза обеспечивает комфортабельную циркуляцию крови.

Компьютер находится в системном блоке, поэтому устанавливать его следует устойчиво на ровной поверхности таким образом, чтобы углы системного блока не выступали за края стола. Если системный блок вашего компьютера типа башни, его лучше установить на полу под столом, чем рядом с монитором. Это же касается системного блока типа desktop, если вы не хотите устанавливать его под монитором. Так как настольный системный блок не предназначен для установки в вертикальном положении, его необходимо закрепить под столом. В компьютерной мебели для этого предусмотрен специальный крепеж и выдвижные полки, позволяющие получить доступ к разъемам для подключения периферийных устройств.

Таблица 14.

Основные размеры стула для учащихся и студентов.

Параметры стула	Рост учащихся и студентов в обуви см.				
	116-130	131-145	146-160	161-175	> 175
Высота сиденья над полом мм	300	340	380	420	460
Ширина сиденья, не менее, мм	270	290	320	340	360
Глубина сиденья, мм	290	330	360	380	400
Высота нижнего края спинки над сиденьем, мм.	130	150	160	170	190
Высота верхнего края спинки над сиденьем, мм	280	310	330	360	400
Высота линии прогиба спинки, не менее, мм	170	190	200	210	220
Радиус изгиба переднего края сиденья, мм	20 – 50				

Угол наклона сиденья, °	0 – 4
Угол наклона спинки, °	95 – 108
Радиус спинки в плане, не менее, мм	300

## 9. Режим труда и отдыха

Специалисты подчеркивают важность коротких, но частых перерывов в работе с компьютером. Частая смена занятия – лучший способ избежать возможных неприятностей. Больше двигаться – это самый важный навык.

Режимы труда и отдыха при работе с ВДТ и ПЭВМ должны организовываться в зависимости от вида и категории трудовой деятельности.

Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы:

- группа А работа по считыванию информации с экрана ПЭВМ с предварительным запросом;
- группа Б - работа по вводу информации;
- группа В - творческая работа в режиме диалога с ЭВМ.

При выполнении, в течение рабочей смены работ, относящихся к разным видам трудовой деятельности, за основную работу с ПЭВМ и ВДТ следует принимать такую, которая занимает не менее 50% времени в течение рабочей смены или рабочего дня.

Для видов трудовой деятельности устанавливается 3 категории тяжести и напряженности работы с ВДТ и ПЭВМ (таблица 15), которые определяются:

- для группы А - по суммарному числу считываемых знаков за рабочую смену, но не более 60 000 знаков за смену;
- для группы Б - по суммарному числу считываемых или вводимых знаков, за рабочую смену, но не более 40 000 знаков за смену;
- для группы В - по суммарному времени непосредственной работы с ВДТ и ПЭВМ за рабочую смену, но не более 6 часов за смену.

Таблица 15.

Время регламентированных перерывов в зависимости от продолжительности рабочей смены, вида категории трудовой деятельности с ВЛТ и ПЭВМ.

Категория работы с ВДТ или ПЭВМ	Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с ВДТ			Суммарное время регламентированных перерывов, мин	
	группа А количество знаков	группа Б количество знаков	группа В. час.	при 8-ми часовой смене	при 12-ти часовой смене
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
I	до 20000	до 15000	до 2	50	80
II	до 40000	до 30000	до 4	70	110
III	до 60000	до 40000	до 6	90	140

Примечание: Время перерывов дано при соблюдении требования настоящих Санитарных правил и норм. При несоответствии фактических условий труда требованиям настоящих Санитарных правил и норм, время регламентированных перерывов следует увеличить на 30%.

Для преподавателей высших и средних специальных учебных заведений, учителей общеобразовательных школ устанавливается длительность работы в дисплейных классах и кабинетах информатики и вычислительной техники не более 4 ак. часов в день.

Для инженеров, обслуживающих учебный процесс в кабинетах (аудиториях) с ВДТ и ПЭВМ, продолжительность работы не должна превышать 6 часов в день.

Время непрерывной и суммарное время работы за компьютером для разных категорий пользователей в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы» приведены в таблице 16.

Таблица 16.

Время работы за компьютером для различных категорий пользователей.

Категория пользователей ПЭВМ	Продолжительность работы на ПЭВМ в течение дня	
	непрерывная	общая
Дети дошкольного возраста	—	10-15 мин
Школьники	15-30 мин	40-120 мин
Студенты	1-2 ак. часа	2-3 ак. часа

Взрослые	до 2 часов	до 6 часов
----------	------------	------------

Продолжительность непрерывной работы с ВДТ без регламентированного перерыва не должна превышать 1 час.

При работе с ВДТ и ПЭВМ в ночную смену (с 22 до 6 часов), независимо от категории и вида трудовой деятельности продолжительность регламентированных перерывов должна увеличиваться на 60 минут.

При 8-ми часовой рабочей смене и работе на ВДТ и ПЭВМ регламентированные перерывы следует устанавливать:

- для I категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 мин каждый;
- для II категории работ через 2 часа от начала рабочей смены и через 1.5-2.0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы;
- для III категории работ через 1.5-2.0 часа от начала рабочей смены и через 1.5-2 часа после обеденного перерыва продолжительностью 20 минут каждый или продолжительностью 15 минут через каждый час работы.

При 12-ти часовой рабочей смене регламентированные перерывы должны устанавливаться в первые 8 часов работы аналогично перерывам при 8-ми часовой рабочей смене, а в течение последних 4 часов работы, независимо от категории и вида работ, каждый час продолжительностью 15 минут.

Для студентов первого курса оптимальное время учебных занятий при работе с ВДТ или ПЭВМ составляет 1 час для студентов старших курсов - 2 часа. с обязательным соблюдением между двумя академическими часами занятой перерыва длительностью 15-20 минут.

Допускается время учебных занятий с ВДТ и ПЭВМ увеличивать для студентов первого курса до 2 часов, а для студентов старших, курсов до 3 академических часов, при условии что длительность учебных занятий в дисплейном классе (аудитории) не превышает 50% времени непосредственной работы на ВДТ или ПЭВМ и при соблюдении профилактических мероприятий: упражнения для глаз и т.п.

Женщины со времени установления беременности и в период кормления ребенка грудью к выполнению всех видов работ, связанных с исполь-

зованием ВДТ и ПЭВМ, не допускаются.

## **8. Профессиональные заболевания при работе с ПЭВМ и их профилактика**

По оценке специалистов, за последние несколько лет деятельности новых коммерческих структур и совместных предприятий парк персональных компьютеров увеличился в России на два порядка и измеряется сегодня сотнями тысяч единиц разного происхождения и достоинства. Поэтому проблема сохранения здоровья работающих за ПЭВМ является особенно актуальной практически для любой организации, в которой работают на компьютерах, а не только для предприятий информационного обслуживания.

Типичными ощущениями, которые испытывают к концу рабочего дня операторы ПЭВМ, являются: головная боль, резь в глазах, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, зуд кожи лица и т.д. Испытываемые день за днем, эти недомогания приводят к мигреням, частичной потере зрения, сколиозу, кожным воспалениям и другим нежелательным явлениям. По данным Национальной академии наук США, а также по результатам исследований, проведенных учеными Австралии, Германии и ряда международных центров, выявлена определенная связь между работой на компьютере и такими недомоганиями, как астенопия (быстрая утомляемость глаз), боли в спине, шее, запястный синдром (болезненное поражение срединного нерва запястья), тендениты (воспалительные процессы в тканях сухожилий), стенокардия и различные стрессовые состояния, сыпь на коже лица, хронические головные боли, головокружение, повышенная возбудимость и депрессивные состояния, снижение концентрации внимания, нарушение сна и другие, которые не только снижают трудоспособность, но и подрывают здоровье людей.

На состояние здоровья оператора за ПК могут влиять и такие вредные факторы, как длительное неизменное положение тела, вызывающее мышечно-скелетные нарушения, постоянное напряжение глаз, воздействие радиации (излучение от высоковольтных элементов схемы дисплея и электронно-лучевой трубки), влияние электростатических и электромагнитных полей, что может приводить к кожным заболеваниям, появлению головных болей и дисфункции ряда органов.

Более серьезные результаты были получены при обследовании беременных женщин. Оказалось, что для тех женщин, которые проводили за дисплеем компьютеров не менее 20 ч в неделю, вероятность преждевременного прерывания беременности (выкидыша) на 80% больше, чем для выполняющих аналогичные работы без применения компьютера.

Все эти проблемы серьезно изучаются и обсуждаются во всем мире. Исследования американских специалистов показали, что длительная и интенсивная работа на компьютере может стать источником тяжелых профессиональных заболеваний. В отличие от сердечных приступов и приступов головной боли заболевания, обусловленные травмой повторяющихся нагрузок (ТПН), представляют собой постепенно накапливающиеся недомогания. Легкая боль в руке, если на нее не обратить внимания вовремя, может привести в конечном итоге к инвалидности.

В числе профессиональных заболеваний работающих за компьютером - тендовагинит, травматический эпикондилит, болезнь де Карвена, тендосиновит, синдром канала запястья:

- тендовагинит - воспаление и опухание сухожилий Заболевание распространяется на кисть, запястье, плечо,
- травматический эпикондилит (теннисный локоть, лучевой бурсит) - раздражение сухожилий, соединяющих предплечья и локтевой сустав,
- болезнь де Карвена - разновидность тендовагинита, при которой страдают сухожилия, связанные с большим пальцем кисти руки,
- тендосиновит- воспаление синовиальной оболочки сухожильного основания кисти и запястья,
- синдром канала запястья- ущемление медиального нерва руки в результате опухания сухожилия или синовиальной оболочки либо повторяющегося изгиба запястья.

Заболевания ТПН - это болезни нервов, мышц и сухожилий руки. Наиболее часто страдают кисти, запястье и плечо (сегмент верхней конечности от туловища до локтя), хотя бывает, что болезнь затрагивает плечевую и шейную области. У операторов ПЭВМ заболевание обычно наступает в результате непрерывной работы на неправильно организованном рабочем месте.

Так называемые эргономические заболевания в Америке - быстрорастущий вид профессиональных болезней. В настоящее время в США доля

этих заболеваний составила 52%, в то время как в 1981 г. и в 1984 г. - 18 и 28% соответственно. Интересно, что темпы роста заболеваний этого вида соответствуют темпам роста компьютеризации учреждений США.

Анализируя причины резкого роста "компьютерных" профессиональных заболеваний, американские специалисты отмечают прежде всего слабую эргономическую проработку рабочих мест операторов вычислительных машин. Сюда входят слишком высоко расположенная клавиатура, неподходящее кресло, эмоциональные нагрузки, продолжительное время работы на клавиатуре.

Сегодня пользователи ПЭВМ могут купить различные приспособления - от специальной опоры для запястья, удерживающей кисть в нужном положении во время набора на клавиатуре или работы с "мышью", до специального программного обеспечения, предупреждающего оператора о необходимости сделать перерыв в работе. Однако важнее этих приспособлений - возможность полной регулировки всех узлов рабочего места оператора.

## 11. Содержание раздела “Безопасность и экологичность” дипломного проекта

**При выполнении данного раздела дипломного проекта необходимо рассмотреть следующие вопросы:**

1. Характеристика условий труда, анализ всех вредных и опасных факторов рабочего места у компьютера.
2. Эргономические требования к организации рабочего места.
3. Рациональная планировка рабочего места и всего помещения в целом.
4. Физиологические и психологические нагрузки на работника.
5. Рекомендации по режиму труда и отдыха.

В качестве графического материала необходимо представить общий вид компьютерного места и планировку помещения.

## 12. Вопросы для самоконтроля при подготовке к защите дипломного проекта.

1. Площадь помещения на одно рабочее место, установленная санитарными нормами?
2. Объем помещения на одного работающего?

**3. Какое колебание температуры в помещениях информационного обслуживания допускается в течение суток?**

4. Какая система жизнедеятельности организма оператора несет первичную нагрузку при работе с дисплеем?
5. Наилучшее антибликовое покрытие?
6. Пленочные поляризационные фильтры защищают от чего?
7. Правильный режим работы с дисплеем при 8-ми часовом рабочем дне?
8. При вводе данных общая продолжительность работы с ВДТ?
9. Интенсивность шума в компьютерных помещениях?
10. Оптимальная температура воздуха?
11. Для чего необходим защитный экран?

Ответы:

1. Не менее 6 кв.м.
2. Не менее 20 куб.м.
3. 2-3 градуса.
4. Зрительная.
5. Фильтр с многослойной просветленной поверхностью.
6. Только от бликов и мерцания экрана.
7. Не более 4 ч.
8. Не должна превышать 4 часа.
9. Не должна превышать 65 дБА.
10. 20-22 градуса.
11. Для снижения электростатического поля, подавления бликов, улучшения контрастности и ослабления всякого рода излучения.

**Библиографический список.**

**1. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. Санитарные правила и нормы – СанПиН 2.2.2.542-96.-М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1996.**

2. Бурлак Г.Н. Безопасность работы на компьютере: организация труда на предприятиях информационного обслуживания. – М: Финансы и статистика, 1998.

3.Петроченков А. Домашний компьютер куплен. Что теперь? \ \ Домашний компьютер.- 1997.-N4/

## Содержание

1. Введение
2. Выбор монитора. Требования к освещению.
3. Микроклимат компьютерных помещений
4. Шум и вибрация в помещениях с ПЭВМ
5. Электромагнитное и рентгеновское излучение ВДТ ПЭВМ
- 6.Защитные фильтры для дисплеев
- 7.Планировка компьютерных помещений
- 8.Эргономика рабочего места с компьютером
- 9.Режим труда и отдыха
- 10.Профессиональные заболевания при работе с ПЭВМ и их профилактика.
- 11.Содержание раздела “Безопасность и экологичность “ дипломного проекта.
12. Вопросы для самоконтроля при подготовке к защите дипломного проекта.
13. Библиографический список.

## БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ НА КОМПЬЮТЕРЕ

Методические указания к дипломному проектированию

Составитель

Баландина Елена Алексеевна Ответственный за выпуск - зав. кафедрой,  
доцент В.Т. Кондратьев

Редактор А.П Володина

Корректор В В Гурова

Изд Лиц № 020275 от 13.11 96 . Подписано в печать                      Формат  
60x84/16 Бумага для множит, техники. Печать офсетная. Гарнитура  
Таймс.Усл печ.л 2,0 Уч.-изд.л    Тираж 125 экз Зак.

Владимирский государственный университет. Подразделение оперативной полиграфии Владимирского государственного университета. Адрес университета и подразделения оперативной полиграфии 600026 Владимир, ул.Горького, 87.

**ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ.  
БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ НА КОМПЬЮТЕРЕ**  
Методические указания к дипломному проектированию  
и практическим занятиям

Составители:

Баландина Елена Алексеевна  
Пономарев Александр Михайлович  
Хмарук Олег Николаевич  
Редактор А.П. Володина  
Корректор В.В. Гурова

Изд. лиц. № 020275 от 13.11.96. Подписано в печать  
Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. . Уч.-изд.л. . Тираж 125 экз.

Заказ

Владимирский государственный университет.  
Подразделение оперативной полиграфии  
Владимирского государственного университета.  
Адрес университета и подразделения оперативной полиграфии:  
600000, Владимир, ул. Горького 87.

**РЕЦЕНЗИЯ**

на методические указания к дипломному проектированию  
и практическим занятиям «Защита от электромагнитных полей.  
Безопасность работы на компьютере»

Материалы, приведенные в методических указаниях соответствуют программе дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» для специальностей высшего профессионального образования.

По терминологии и по объему материала методические указания соответствуют рекомендованным в настоящее время учебникам по курсу «Безопасность жизнедеятельности» и нормативным правовым актам рекомендованным при проведении мероприятий по охране труда.

К достоинствам методических указаний следует отнести их рациональное построение, которое позволяет усилить самостоятельную работу студентов и облегчить труд преподавателя при организации практических занятий.

Д.т.н., профессор  
Владимирского государственного  
университета

О.Р. Никитин