

*МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

**Исследование параметров электромагнитного поля на рабочем месте
оператора ЭВМ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы для
студентов направления 20.03.01

Кафедра: «Экология и безопасность жизнедеятельности».

Дисциплины: «Производственная санитария и гигиена труда».

Составил: канд. техн. наук, доц. А.И. Микуров.

Утверждено на заседании кафедры Э и БЖД *27 октября 2016 г.*

Рекомендовано методическим советом университета «17» декабря 2015 г.

Оглавление

| | |
|--|----|
| ЦЕЛЬ РАБОТЫ..... | 4 |
| 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ..... | 4 |
| 2 НОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ..... | 9 |
| 3 АППАРАТУРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ..... | 10 |
| 4 МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ..... | 19 |
| 5 ПОРЯДОК РАБОТЫ..... | 21 |
| КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ..... | 26 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 26 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А..... | 27 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б..... | 31 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В..... | 34 |

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы: изучение характеристик электромагнитного поля, создаваемого персональным компьютером и разработка рекомендаций для снижения воздействия электромагнитного поля (ЭМП) на организм человека при работе с компьютером.

Для этого необходимо:

- ознакомиться с принципами нормирования параметров электромагнитного поля;
- ознакомиться с устройством и принципом работы приборов, применяемых при изменении параметров электромагнитного поля;
- провести измерения и расчет параметров электромагнитного поля;
- составить отчет по прилагаемой форме (приложение А).

Задачи при выполнении лабораторной работы:

- 1 определить характеристики электромагнитного поля, создаваемого персональным компьютером и сравнить их с допустимыми параметрами;
- 2 практическое освоение студентами метода определения уровня излучения и вредности ЭМП, разработка рекомендаций по снижению его воздействий на организм человека.

1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Электромагнитное поле — это фундаментальное физическое поле, взаимодействующее с электрически заряженными телами, которое можно представить как совокупность электрического и магнитного полей, способных при определённых условиях порождать друг друга. Электромагнитное поле представляет собой совокупность взаимосвязанных переменного магнитного и электрического полей, распространяющихся в пространстве в виде электромагнитных волн (рисунок 1).

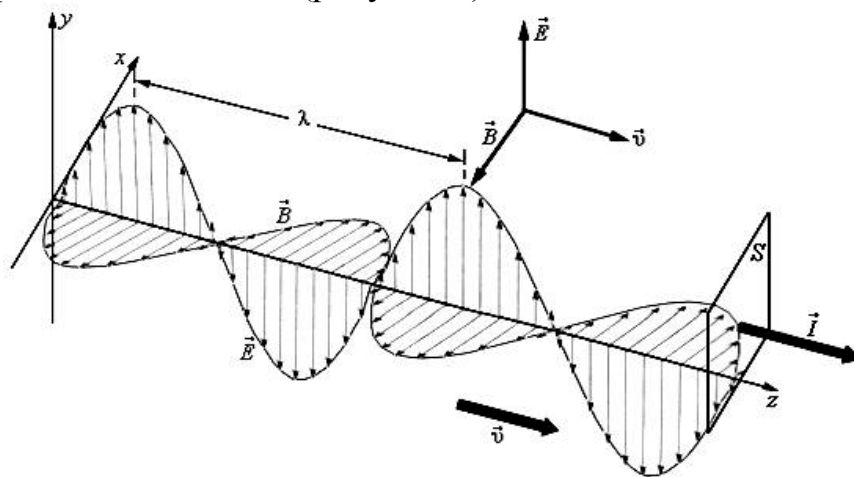


Рисунок 1 – Электромагнитная волна

Электромагнитное излучение (электромагнитные волны) — распространяющееся в пространстве возмущение (изменение состояния) электромагнитного поля (или взаимодействующих друг с другом электрического и магнитного полей).

Электромагнитная волна в вакууме распространяется со скоростью света, то есть 300 000 км/с. При изменении электрического поля возникает магнитное

поле. Так как вызвавшее его электрическое поле не является неизменным (то есть изменяется во времени), то и магнитное поле также будет переменным.

Изменяющееся магнитное поле в свою очередь порождает электрическое поле и так далее. Таким образом, для последующего поля (не важно, будет оно электрическое или магнитное) источником будет служить предыдущее поле, а не первоначальный источник, то есть проводник с током.

Таким образом, даже после отключения тока в проводнике электромагнитное поле будет продолжать существовать и распространяться в пространстве.

Основными характеристиками электромагнитного излучения принято считать частоту (период) колебаний, длину волны и поляризацию.

Частота электромагнитного поля — это число колебаний поля в секунду. Единицей измерения частоты является герц (Гц) — частота, при которой совершается одно колебание в секунду.

Длина волны — это расстояние между двумя ближайшими друг к другу точками, колеблющимися в одинаковых фазах.

Поляризация — это явление направленного колебания векторов напряженности электрического поля или напряженности магнитного поля.

ЭМП вокруг любого источника излучения разделяют на 3 зоны:

- ближнюю – зону индукции;
- промежуточную – зону интерференции;
- дальнюю – волновую зону (зону излучения).

Если геометрические размеры источника излучения меньше длины волны излучения λ (т. е. источник можно рассматривать как точечный), границы зон определяются следующими расстояниями R :

- ближняя зона (индукции) $R < \lambda/2\pi$;
- промежуточная зона (интерференции) $\lambda/2\pi < R < 2\pi\lambda$;
- дальняя зона (волновая) $R > 2\pi\lambda$.

Ближняя зона (зона индукции). Под ближней зоной воздействия понимается зона, в которой электромагнитное (волновое) поле еще не сформировано. Для характеристики ЭМП в «ближней» зоне измерения переменного электрического поля E и переменного магнитного поля H производятся раздельно. Поле в зоне индукции служит для формирования бегущих составляющей полей (электромагнитной волны), ответственных за излучение.

Дальняя зона – это зона сформировавшейся электромагнитной волны. В «дальней» зоне интенсивность поля убывает обратно пропорционально расстоянию до источника. В «дальней» зоне излучения есть связь между E и H : $E = 377 H$, где 377 – волновое сопротивление вакуума, Ом.

Электромагнитное поле обладает определённой энергией и характеризуется электрической и магнитной напряжённостью, что необходимо учитывать при оценке условий труда.

Электромагнитное поле компьютера формируется основными его элементами как источниками излучения ЭМП: системным блоком, монитором, клавиатурой, проводкой электропитания и другими устройствами ввода – вывода информации.

Поэтому частоты ЭМП компьютера определяются частотой кадровой развертки монитора (устанавливается в «свойствах» монитора), частотой строчной развертки (для мониторов с электронно-лучевой трубкой), частотой сети питающего напряжения (промышленная частота – 50 Гц), частотой работы преобразователя напряжения (в определенных видах источника бесперебойного питания компьютера).

По законам физики, изменения в веществе может вызвать только та часть энергии излучения, которая поглощается этим веществом, а отраженная или проходящая через него энергия действия не оказывает. Электромагнитные волны лишь частично поглощаются тканями биологического объекта, поэтому биологический эффект зависит от физических параметров ЭМП радиочастотного диапазона: длины волны (частоты колебаний), интенсивности и режима излучения (непрерывный, прерывистый, импульсно-модулированный), продолжительности и характера облучения организма, а также от площади облучаемой поверхности и анатомического строения органа или ткани.

Спектр электромагнитных колебаний находится в широких пределах по длине волны λ от 1000 км до 0,001 мкм и менее, а по частоте f от $3 \cdot 10^2$ до $3 \cdot 10^{20}$ Гц, включая радиоволны, оптические и ионизирующие излучения. В настоящее время наиболее широкое применение в различных отраслях находит электромагнитная энергия неионизирующей части спектра. Это касается, прежде всего, электромагнитных полей радиочастот. Они подразделяются по длине волны на ряд диапазонов (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация ЭМП по длине волны

| Наименование частотного диапазона | Границы диапазона | Наименование волнового диапазона | Границы диапазона |
|-----------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Крайне низкие, КНЧ | 3-30 Гц | Декаметровые | 100-10Мм |
| Сверхнизкие, СНЧ | 30-300 Гц | Метровые | 10-1 Мм |
| Инфранизкие, ИНЧ | 0,3-3 кГц | Гектокилометровые | 1000-100 км |
| Очень низкие, ОНЧ | 3-30 кГц | Мириаметровые | 100-10 км |
| Низкие частоты, НЧ | 30-300 кГц | Километровые | 10-1 км |
| Средние, СЧ | 0,3-3 МГц | Гектометровые | 1-0,1 км |
| Высокие частоты, ВЧ | 3-30 МГц | Декаметровые | 100-10 м |
| Очень высокие, ОВЧ | 30-300 МГц | Метровые | 10-1 м |
| Ультравысокие, УВЧ | 0,3-3 ГГц | Дециметровые | 1-0,1 м |

| | | | |
|---------------------|--------------|-------------------|----------|
| Сверхвысокие, СВЧ | 3-30 ГГц | Сантиметровые | 10-1 см |
| Крайне высокие, КВЧ | 30-300 ГГц | Миллиметровые | 10-1 мм |
| Гипервысокие, ГВЧ | 300-3000 ГГц | Децимиллиметровые | 1-0,1 мм |

В технике чаще всего используют электротехническую шкалу источников ЭМП:

- низкочастотные (НЧ) – от 0 до 60 Гц;
- среднечастотные (СЧ) – от 60 Гц до 10 кГц;
- высокочастотные (ВЧ) – от 10 кГц до 300 МГц;
- сверхвысокочастотные (СВЧ) – от 300 МГц до 300 ГГц.

Степень поглощения энергии тканями зависит от их способности к ее отражению на границе раздела, определяемой содержанием воды в тканях и другими их особенностями. Колебания дипольных молекул воды и ионов, содержащихся в тканях, приводят к преобразованию электромагнитной энергии внешнего поля в тепловую, что сопровождается повышением температуры тела или локальным избирательным нагревом тканей, органов, клеток, особенно с плохой терморегуляцией (хрусталик глаза, стекловидное тело, семенники и др.). Тепловой эффект зависит от интенсивности облучения. Пороговые интенсивности теплового действия ЭМП на организм животного составляют для диапазона средних частот – 5000 В/м, высоких – 2250 В/м, очень высоких – 150 В/м, дециметровых – 40 мВт/см², сантиметровых – 10 мВт/см², миллиметровых – 7 мВт/см².

ЭМП с меньшей интенсивностью не обладает термическим действием на организм, но вызывает слабовыраженные эффекты аналогичной направленности, что согласно ряду теорий считается специфическим нетепловым действием, т. е. переходом электромагнитной энергии в объекте в какую-то форму нетепловой энергии. Нарушение гормонального равновесия – при наличии СВЧ-фона на производстве следует рассматривать как противопоказания для профессиональной деятельности, связанной с нервной напряженностью труда и частыми стрессовыми ситуациями.

Интенсивность. В гигиене труда интенсивность ЭМП характеризуется следующими величинами в диапазоне частот 0 – 300 МГц:

Е – среднеквадратическое значение напряженности электрического поля, выражаемой в вольтах на метр (В/м);

Н – среднеквадратическое значение напряженности магнитного поля, имеющее размерность ампер на метр (А/м), либо В – магнитная индукция, выраженная в тесла (Тл).

Для поля в вакууме справедливо соотношение:

$$B = \mu_0 H. \quad (1)$$

В воздухе на расстояниях от источника, больших длины волны (в дальней зоне), напряженности Е и Н связаны простым соотношением:

$$E/H = Z_0, \quad (2)$$

где Z_0 – волновое сопротивление свободного пространства, равное 377 Ом.

В диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц интенсивность ЭМП характеризуется S - лотностью потока энергии, выраженной в ваттах на квадратный метр (Вт/м^2). Для дальнейшей зоны справедлива формула:

$$S = E^2/377 = 377 H^2. \quad (3)$$

При одновременном воздействии нескольких источников суммарное значение параметров ЭМП определяют по формуле:

$$E^2 = E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2, \quad (4)$$

где E_1, E_2, \dots, E_n - напряженности электрического поля, создаваемые каждым передатчиком в контролируемой точке данного диапазона, В/м.

Взаимодействие внешних электромагнитных полей с организмом человека осуществляется путем наведения внутренних полей и электрических токов, величина и распределение которых в теле человека зависит от следующих основных параметров:

- размер, форма, анатомическое строение тела;
- электрические и магнитные свойства тканей (электрическая и магнитная проводимость и проницаемость);
- характеристика электромагнитного поля (частота, интенсивность и др.).

Все это определяет сложный характер воздействия ЭМИ на организм человека, который представляет специфическую объемно-пространственную композицию различных органов и тканей из диэлектрического и проводящего материала. Это воздействие можно представить следующим образом.

Организм человека состоит из множества клеток с жидким содержанием и межклеточной жидкости, являющейся электролитом. Мембраны клеток являются хорошими диэлектриками и надежно изолируют внутриклеточную фазу. Вследствие этого в постоянном электрическом поле возникают ионные токи, которые протекают только по межклеточной жидкости.

Поглощение и распределение поглощенной энергии внутри тела существенно зависит также от формы, размера и соотношения размеров тела с длиной волны излучения. С этих позиций в спектре ЭМИ можно выделить 3 области:

- ЭМИ с частотой до 30 МГц;
- ЭМИ с частотой от 30 МГц до 10 ГГц;
- ЭМИ с частотой более 10 ГГц.

Негативное воздействие ЭМП на человека выражается в виде торможения рефлексов, изменения биоэлектроактивности головного мозга, нарушения памяти, развития синдрома хронической депрессии, понижения кровяного давления, замедления сокращений сердца, изменения состава крови в сторону увеличения лейкоцитов и уменьшения эритроцитов, нарушений в печени и селезенке, помутнения хрусталика глаза, выпадения волос, ломкости ногтей. К ЭМП чувствительны также иммунная и репродуктивная системы.

В последнее время опубликован ряд работ о возможности развития под влиянием ЭМП аутоиммунитета, являющегося серьезной патологией иммунной системы. Аутоиммунитет основан на том, что в организме образуются антитела, направленные против собственных тканей, клеток и их составных частей, обладающие повреждающим действием.

Существуют также данные о связи ЭМИ с онкологической заболеваемостью, причем это касается как микроволнового, так и

сверхдлинного диапазонов. Например, установлена более высокая частота онкологических заболеваний у военнослужащих, обслуживающих радары. Считается, что одной из причин возникновения лейкемий у детей также являются ЭМИ.

Субъективные критерии отрицательного воздействия ЭМП – головные боли, повышенная утомляемость, раздражительность, нарушения сна, одышка, ухудшение зрения, повышение температуры тела.

При изучении электромагнитных полей на рабочем месте оператора ПЭВМ нужно разделять ЭМП, создаваемое работой ПЭВМ, и фоновое ЭМП, создаваемое внешними источниками (системы освещения, проложенными вблизи силовыми линиями и др.).

2 НОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Нормирование ЭМП, создаваемых ПЭВМ

ПДУ ЭМП, создаваемых ПЭВМ, и требования к рабочим местам в отношении ЭМП установлены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (таблицы 2, 3).

Таблица 2 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

| Наименование параметров | | ВДУ ЭМП |
|--|------------------------------------|---------|
| Напряженность электрического поля | в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц | 25 В/м |
| | в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц | 2,5 В/м |
| Плотность магнитного потока | в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц | 250 нТл |
| | в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц | 25 нТл |
| Напряженность электростатического поля | | 15 кВ/м |

Таблица 3 – Временные допустимые уровни ЭМП для оценки ПЭВМ

| Наименование параметров | | ВДУ |
|---|------------------------------------|---------|
| Напряжённость электрического поля | В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц | 25 В/м |
| | В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц | 2,5 В/м |
| Плотность магнитного потока | В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц | 250 нТл |
| | В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц | 25 нТл |
| Поверхностный электростатический потенциал экрана видеомонитора | | 500 В |

Нормирование электромагнитных полей промышленной частоты

Промышленная частота токов в нашей стране составляет 50 Гц. Поскольку соответствующая частоте 50 Гц длина волны равна 6000 км, человек подвергается воздействию ЭМП в ближней зоне. В связи с этим гигиеническая оценка ЭМП ПЧ осуществляется раздельно по электрическому и магнитному полям.

Нормируемым параметром электрического поля является напряженность электрического поля (E) в кВ/м, магнитного поля – напряженность магнитного

поля (H) в А/м или индукция магнитного поля (B) в мкТл. В соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.002-99 «ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах» и СанПиН 2.2.4.1191-03.

3 АППАРАТУРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

В данной работе используются: измеритель электрического поля ИЭП-05, измеритель магнитного поля (два блока: ИМП-05/1 и ИМП-05/2) и измеритель электростатического поля ИЭСП-01.

Измеритель электрического поля ИЭП-05

Прибор предназначен для измерения напряженности переменных электрических полей при спецоценке рабочих мест по условиям труда, при производственном контроле, при гигиенической оценке безопасности производственного оборудования и бытовой техники, безопасности производственных зон и рабочих мест, селитебных территорий, жилых и производственных помещений.

В качестве датчиков переменного электрического поля используются дипольная антенна (далее «антенна») и дисковый пробник.

Прибор осуществляет прямые измерения напряженности электрических полей в реальном масштабе времени. Принцип работы измерителя электрического поля ИЭП-05 заключается в преобразовании энергии электрической составляющей электромагнитного поля с помощью антенны в напряжение, пропорциональное напряженности электрического поля. В тракте обработки прибора принятый сигнал усиливается, детектируется и обрабатывается. Значение напряженности электрического поля после аналого-цифрового преобразования сигнала индицируется на жидкокристаллическом индикаторе в В/м.

Основные технические характеристики прибора ИЭП-05:

Рабочий диапазон частот:

- полоса 1: 5 Гц – 2000 Гц;
- полоса 2: 2 кГц – 400 кГц.

Диапазон измеряемых значений напряженности электрического поля:

- в полосе 1: 7 В/м – 1990 В/м; (поддиапазоны: 7 В/м – 199 В/м, 70 В/м – 1990 В/м);
- в полосе 2: 0,7 В/м – 199 В/м (поддиапазоны: 0,7 В/м – 19,9 В/м, 7 В/м – 199 В/м).

Ослабление сигналов на граничных частотах диапазонов измерения:

- на частоте 5 Гц 1,5 дБ – 4,5 дБ;
- на частотах 2 кГц и 400 кГц 2 дБ – 4 дБ.

Прибор обеспечивает свои технические и метрологические характеристики в пределах установленных норм по истечении времени установления рабочего режима, равного 30 с.

Габаритные размеры, мм, не более:

- корпус индикаторного блока 190×90×45;

- корпус делителя 90×50×32;
- диаметр дискового пробника 300;
- длина антенны 700.

Масса прибора – не более 2 кг.

Измеритель электрического поля ИЭП-05 состоит из индикаторного блока в пластмассовом корпусе, двух датчиков переменного электрического поля (дипольной антенны и дискового пробника) и делителя 1:10 (или режекторного фильтра РФ и делителя 1:10). Делитель используется при измерении значений напряженности электрического поля до 1990 В/м в полосе 1 и до 199 В/м в полосе 2. Режекторный фильтр используется для измерения электрического поля в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в режиме измерения с вырезанной полосой частот 45 Гц – 55 Гц.

Соединение датчиков и делителя с индикаторным блоком – разъемное.

Дипольная антенна выполнена разборной для удобства укладки в кейсе.

На дисковом пробнике закреплен провод заземления, который заканчивается разъемом типа «крокодил» для подключения к общей шине заземления помещения.

Электропитание прибора может осуществляться как от любых аккумуляторов или батарей (типа «Корунд») напряжением 9В, так и от внешнего сетевого источника постоянного тока. Батареи размещаются под задней крышкой индикаторного блока. Внешний источник питания подключается с помощью разъема на боковой стенке индикаторного блока.

На лицевой панели индикаторного блока (рисунок 2) расположены:

- кнопочный переключатель диапазонов «5 – 2000 Гц», «2 – 400 кГц»;
- кнопка включения питания «Вкл».

Общие указания по эксплуатации измерителя электрического поля ИЭП-05

До начала работы с прибором необходимо ознакомиться с описанием прибора.

При измерениях прибор удерживается в руках или размещается на любой подставке из диэлектрического материала.

Кабель питания прибора и провод заземления дискового пробника не должны располагаться в области между прибором и тестируемым техническим средством.

Прибор должен размещаться таким образом, чтобы антенна была направлена в сторону источника поля.

При считывании с цифрового индикатора результатов измерения следует учитывать, что время установления показаний прибора – около 5 с.

Измерения можно выполнять через 30 с после включения прибора.

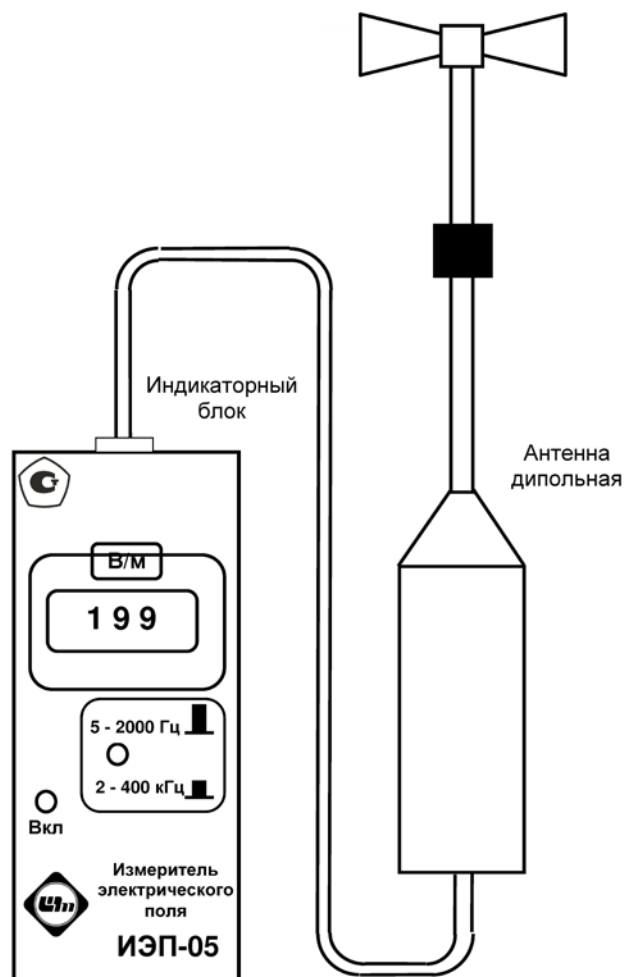


Рисунок 2 – Общий вид измерителя электрического поля ИЭП – 05

Максимальное показание индикатора 199 В/м – при измерении в полосе 1, 19,9 В/м – при измерении в полосе 2. При напряженности электрического поля, превышающем указанные значения, на индикаторе загорается <<1>> старшего разряда. Остальные цифры при этом гаснут. При измерении с делителем показания прибора необходимо умножить на 10.

При измерении переменных электрических полей, создаваемых мониторами ПЭВМ, прибор используется с дисковым пробником, выполненным по ГОСТ Р 50949-2001. Дисковый пробник переменного электрического поля должен быть направлен в сторону источника поля и заземлен. Работа прибора с дисковым пробником требует **обязательного его заземления** при проведении измерений.

Во избежание выхода из строя прибора **запрещается прикасаться руками к диполям антенны.**

Для измерения электрического поля в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в режиме измерения с режекторным фильтром (РФ), т. е. с вырезанной полосой частот 45 Гц – 55 Гц, следует пользоваться блоком РФ и делителя (рисунок 3), на боковой панели которого расположены переключатели «РФ» и «Дел». Выбор варианта режима измерения осуществляется по таблице 4.

Таблица 4 – Выбор варианта режима измерения электрического поля

| Вариант режима измерения | Переключатель «РФ» | Переключатель «Дел» |
|---|--------------------|---------------------|
| Без режекторного фильтра и без делителя | откл | откл |
| Без режекторного фильтра с делителем | откл | вкл |
| С режекторным фильтром без делителя | вкл | откл |
| С режекторным фильтром и делителем | вкл | вкл |

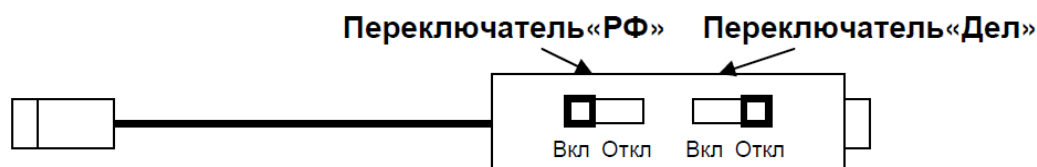


Рисунок 3 – Блок РФ + Делитель 1:10. Вид сбоку

После окончания измерений выключите прибор, отсоедините антенну или дисковый пробник от индикаторного блока. При питании от сети отключите внешний источник питания.

Назначение измерителя электрического поля ИМП-05. Прибор предназначен для изотропного измерения магнитной индукции (плотности магнитного потока) переменных магнитных полей при спецоценке рабочих мест по условиям труда, при производственном контроле, при гигиенической оценке безопасности производственного оборудования и бытовой техники, безопасности производственных зон и рабочих мест, селитебных территорий, жилых и производственных помещений.

Прибор является измерителем ненаправленного приема и соответствует общим техническим требованиям на измерители напряженности электрических и магнитных полей, предназначенные для контроля норм по электромагнитной безопасности в области охраны природы, безопасности труда и населения.

Основное назначение прибора – контроль магнитных полей, создаваемых техническими средствами. В пределах своих технических характеристик прибор может использоваться для измерения магнитных полей независимо от природы их возникновения. Прибор осуществляет прямые измерения магнитной индукции в реальном масштабе времени. Соответственно, он может быть использован для электромагнитного мониторинга, контроля пространственного распределения полей и динамики изменения этих полей во времени.

Основные технические характеристики. Прибор может работать в производственных помещениях при следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха + 10 – + 35 °С;
- атмосферное давление 630 – 01 800 мм рт.ст.;
- относительная влажность воздуха, не более 80 % при + 25 °С.

Измеритель магнитного поля ИМП-05 состоит из двух блоков,

работающих в следующих диапазонах частот:

ИМП-05/15 Гц – 2000 Гц – «Полоса 1»;

ИМП-05/22 кГц – 400 кГц – «Полоса 2».

Диапазон измеряемых значений магнитной индукции:

- в полосе 1 70 нТл – 1990 нТл (0,054 А/м – 1,54 А/м);

- в полосе 2 7 нТл – 199 нТл (0,0054 А/м – 0,154 А/м).

Прибор обеспечивает свои технические и метрологические характеристики в пределах установленных норм по истечении времени установления рабочего режима, равного 30 с.

Габаритные размеры, не более, мм:

- каждого из блоков прибора 320x90x45;

- диаметр антенны 80.

Масса каждого из блоков прибора не более 0,6 кг.

Принцип работы. Переменное магнитное поле, создаваемое техническим средством, наводит в трех ортогонально расположенных катушках антенны прибора переменные напряжения, пропорциональные трем ортогональным составляющим вектора магнитной индукции. В тракте обработки принятые сигналы усиливаются, проходят через полосовые фильтры и детектируются. Далее в тракте обработки вычисляется значение магнитной индукции, равное корню квадратному из суммы квадратов трех ее ортогональных составляющих. Вычисленное значение индицируется на жидкокристаллическом цифровом индикаторе, проградуированном в единицах плотности магнитного потока (нТл).

Конструкция. Каждый из двух блоков ИМП-05/1 и ИМП-05/2 имеет пластмассовый корпус с изотропной антенной, вынесенной за пределы корпуса. Антенна состоит из трех ортогонально расположенных катушек, размещенных в пазах шарового каркаса.

Электропитание блоков измерителя может осуществляться как от аккумуляторов или батарей, так и от внешнего источника постоянного тока. Для размещения батарей питания под задней крышкой корпуса каждого блока имеется соответствующий отсек, а для подключения внешнего источника питания – разъем на боковой стенке.

На лицевой панели блоков прибора (рисунок 4) расположены:

- кнопка включения питания «Вкл»;

- цифровой жидкокристаллический индикатор: четырехзначный в ИМП-05/1 и трехзначный в ИМП-05/2.

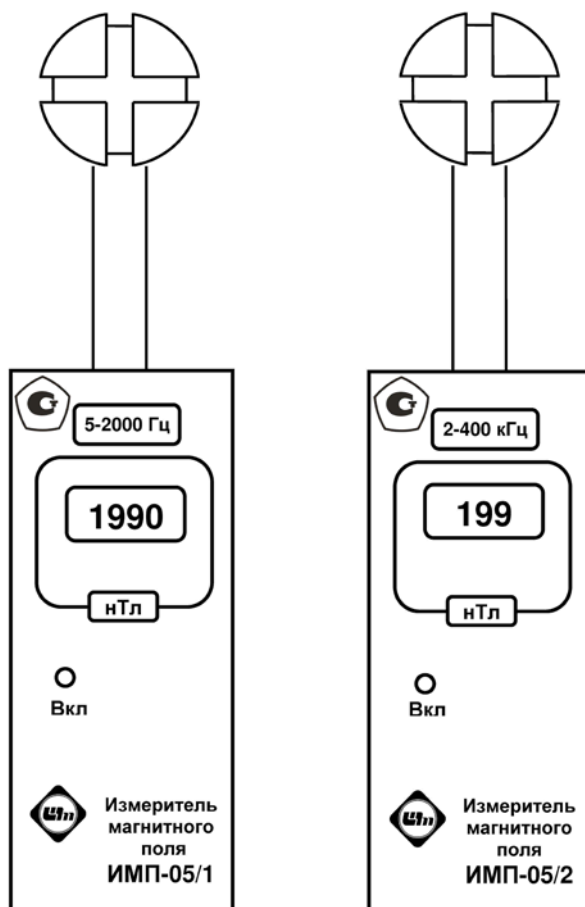


Рисунок 4 – Внешний вид блоков прибора

Общие указания по эксплуатации измерителя магнитного поля ИМП-05

До начала работы с прибором необходимо ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации.

При измерении блок должен размещаться таким образом, чтобы антенна была расположена в выбранной (измеряемой) точке пространства.

При считывании с цифрового индикатора результатов измерения следует учитывать, что инерционность установления показаний составляет около 5 с.

Измерения можно выполнять через 30 с после включения прибора.

Максимальное показание индикатора блока ИМП-05/1 – 1990 нТл. Максимальное показание индикатора блока ИМП-05/2 – 199 нТл.

Если величина индукции магнитного поля превышает указанные значения, на индикаторе блока ИМП-05/1 горит «1» в старшем разряде и «0» в младшем разряде, а на индикаторе блока ИМП-05/2 горит «1» в старшем разряде. Остальные цифры при этом гаснут.

После окончания измерений выключите блок выключателем на передней панели. При питании от сети отключите внешний источник питания.

Измеритель электростатического поля ИЭСП-05

Назначение. Прибор предназначен для измерения характеристик электростатических полей при спецоценке рабочих мест по условиям труда, при производственном контроле, при гигиенической оценке безопасности

производственного оборудования и бытовой техники, безопасности производственных зон и рабочих мест, селитебных территорий, жилых и производственных помещений, отделочных и строительных материалов.

Со съемной антенной прибор предназначен для контроля напряженности электростатических полей независимо от природы их возникновения. С измерительной пластиной прибор предназначен для измерения электростатического потенциала экранов дисплеев при проведении сертификационных испытаний. С диском прибор предназначен для измерения электростатического потенциала экранов дисплеев на рабочих местах с компьютерной техникой.

Основные технические характеристики. Прибор может работать в производственных помещениях при следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха +10 °С – +35 °С;
- атмосферное давление 84 кПа – 107 кПа;
- относительная влажность воздуха, не более 65 % при +25 °С.

Диапазон измеряемых значений напряженности электростатического поля 1 кВ/м – 180 кВ/м.

Диапазон измеряемых значений электростатического потенциала (определяется расчетным путем по величине измеренного значения напряженности поля) 0,1 кВ – 18 кВ.

Прибор обеспечивает свои технические и метрологические характеристики в пределах установленных норм по истечении времени установления рабочего режима, равного 30 с.

Габаритные размеры и масса, не более:

| | Размеры, мм | Масса, кг |
|--------------------------|-------------|-----------|
| - электронный блок | 270x85x60 | 0,5 |
| - пластина измерительная | 505x505x300 | 6 |
| - диск | 200x200x50 | 0,2 |
| - антенна съемная | 70x80x350 | 0,4 |

Принцип работы. Принцип работы прибора заключается в преобразовании электростатического поля в напряжение между обкладками накопительного конденсатора, включенного в цепь: источник электростатического поля – антенна – накопительный конденсатор. Напряжение с накопительного конденсатора поступает на операционный усилитель с очень высоким (не менее 100 ГОм) входным сопротивлением, преобразуется в цифровую форму с помощью аналого-цифрового преобразователя и отображается на жидкокристаллическом индикаторе.

Напряженность электростатического поля измеряется либо в выбранной точке в свободном пространстве, либо в пространстве между поверхностью экрана монитора и измерительной пластиной (или диском). Измерительная пластина или диск, устанавливаемые параллельно экрану, выравнивают электростатическое поле в пространстве между ними и поверхностью экрана.

Электростатическое поле при открывании шторки диска или при повороте ручки съемной антенны индуцирует в приемной части антенны потенциал (заряд), пропорциональный напряженности поля.

Перед измерением обкладки накопительного конденсатора замыкаются с целью выравнивания их потенциалов кнопкой «Сброс». Установившийся

потенциал равен либо потенциалу заземленной измерительной пластины (или диска), либо потенциалу (заряду), индуцируемому электростатическим полем в выбранной (измеряемой) точке в свободном пространстве.

Конструкция. Прибор состоит из электронного блока, измерительной пластины, диска и съемной антенны.

Электронный блок (рисунок 5) состоит из индикаторного блока и закрепленной на нем стационарной антенны, приемная часть (электрод) которой расположена в чашке и закрывается крышкой.

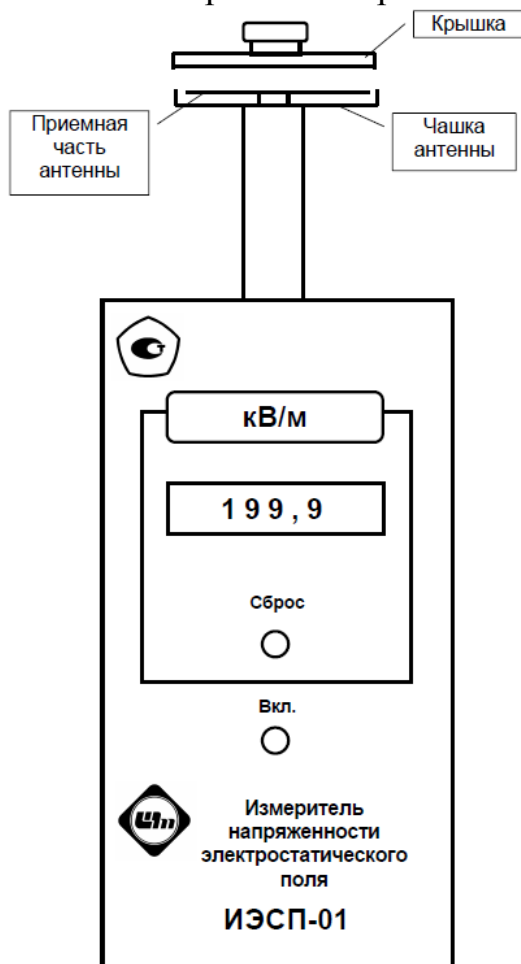


Рисунок 5 – Внешний вид электронного блока

Измерительная пластина или диск (рисунок 6) используются для измерения электростатического потенциала от экрана монитора. Для измерения диск крепится к электронному блоку. При использовании измерительной пластины электронный блок вместе с диском закрепляется на ней. Диск имеет в центре отверстие для установки в него чашки антенны так, чтобы электрод антенны совпал с плоскостью диска. На диске имеется шторка с поворотным механизмом, которая позволяет закрывать или открывать отверстие перед электродом антенны. Диск имеет три стойки, задающие нормированное расстояние до экрана, равное 10 см.

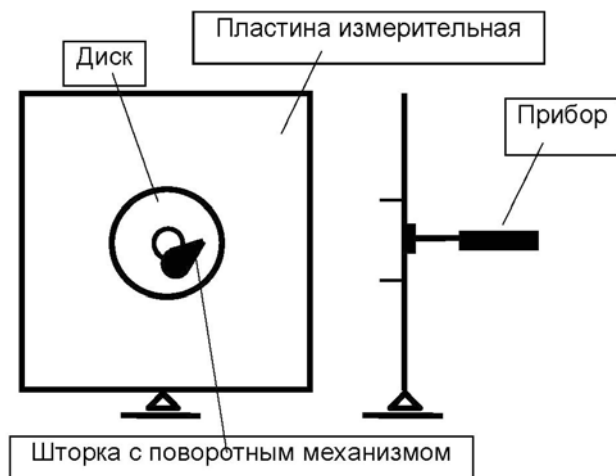


Рисунок 6 – Схема расположения прибора при измерении электростатического потенциала экранов дисплеев

Съемная антенна (рисунок 7) используется для измерения напряженности электростатического поля в свободном пространстве и состоит из подвижного и неподвижного узлов. Подвижный узел состоит из цилиндра с двумя симметричными измерительными электродами, трубки и ручки. Неподвижный узел состоит из чашки с устройством, обеспечивающим электрические контакты измерительных электродов съемной антенны с обкладками накопительного конденсатора через чашку и приемную часть стационарной антенны.

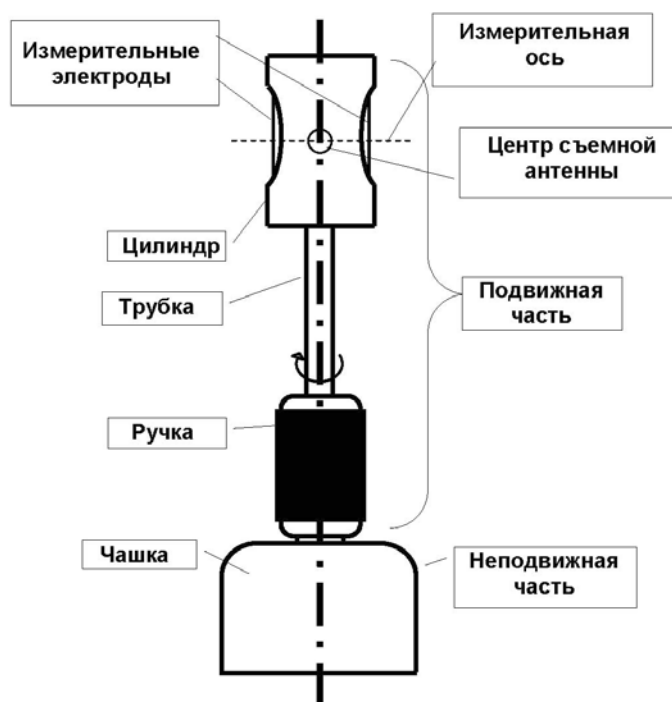


Рисунок 7 – Съемная антенна

Электропитание прибора может осуществляться как от любого аккумулятора или батареи (типа «Корунд») напряжением 9 В, так и от внешнего сетевого источника постоянного тока. Батарея размещается под задней крышкой электронного блока. Внешний источник питания подключается с помощью разъема на боковой стенке электронного блока.

Общие указания по эксплуатации измерителя электростатического поля ИЭСП-05

До начала работы с прибором необходимо ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации.

Прибор чувствителен к загрязнению электродов антенн, поэтому необходимо не реже раза в неделю при ежедневной эксплуатации протирать активные поверхности антенн тканью, смоченной в спирте и просушивать в течение не менее 30 мин.

Внимание!

1 Во избежание повреждения электронного блока эту операцию выполнять только при выключенном питании и нажатой кнопке «Сброс».

2 Для съемной антенны эту операцию выполнять до подсоединения к электронному блоку.

Прибор чувствителен к внешним электростатическим полям, возникающим при электризации одежды оператора, электризации окружающих предметов из диэлектриков. Поэтому на операторе должна быть хлопчатобумажная одежда или халат, а одежда из синтетики или шерсти обработана антистатиком. Электризующиеся предметы должны быть удалены на расстояние не менее 2 метров.

Прибор чувствителен к повышенной влажности и изменениям температуры окружающего воздуха. Поэтому после перемещения прибора к месту измерений рекомендуется выдерживать его не менее 2 часов в новых условиях.

4 МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Прибор ИЭП-05

Измерение напряженности электрического поля в диапазоне частот 5 Гц – 400 кГц

4.1 Подсоедините антенну дипольную к разъему на торцевой стенке индикаторного блока.

4.2 Выберите полосу частот, установив в соответствующее положение кнопочный переключатель диапазонов на передней панели индикаторного блока.

4.3 Измерения выполняются на расстоянии 0,5 м от экрана монитора и на высотах 0,5 м, 1,0 м, 1,5 м.

4.4 Включите прибор.

4.5 Измерить напряженность электрического поля

Для определения результирующего вектора напряженности электрического поля в выбранной точке пространства нужно измерить три взаимно-ортогональные составляющие этого вектора $E_{инд_x}$, $E_{инд_y}$, $E_{инд_z}$. Установите антенну прибора так, чтобы ее измерительная ось совпала с одной из ортогональных осей координат X, Y, Z, а точка пересечения измерительной оси с осью симметрии антенны совпала с выбранной (измеряемой) точкой пространства. Считайте измеренные значения $E_{инд_x}$, $E_{инд_y}$, $E_{инд_z}$. Определите значение вектора напряженности электрического поля $E_{инд}$ по формуле:

$$E_{инд} = \sqrt{E_{индx}^2 + E_{индy}^2 + E_{индz}^2} \quad (5)$$

Измерение напряженности электрического поля от экрана видеомонитора компьютера в диапазоне частот 5 Гц – 400 кГц

- 1 Подсоедините дисковый пробник к разъему на торцевой стенке индикаторного блока.
- 2 Заземлите дисковый пробник с помощью заземляющего провода, закрепленного на нем.
- 3 Выберите полосу частот, установив в соответствующее положение кнопочный переключатель диапазонов на передней панели индикаторного блока.
- 4 Установите прибор таким образом, чтобы он был направлен дисковым пробником в сторону тестируемого технического средства, а центр дискового пробника находился в выбранной точке пространства.
- 5 Измерения выполняются на расстоянии 0,5 м от экрана монитора и на высотах 0,5 м, 1,0 м, 1,5 м.
- 6 Включите прибор.
- 7 На индикаторе прибора отобразится значение измеряемого параметра $E_{инд}$. Считайте измеренное значение.

Прибор ИМП–05

Измерение магнитной индукции в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц

- 1 Возьмите блок ИМП-05/1. Включите прибор.
- 2 Установите блок так, чтобы центр его антенны находился в выбранной (измеряемой) точке пространства.
- 3 На индикаторе прибора отобразится значение вектора измеряемого параметра. Считайте измеренное значение.

Измерение магнитной индукции в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц

- 1 Возьмите блок ИМП-05/2. Включите прибор.
- 2 Установите блок так, чтобы центр его антенны находился в выбранной (измеряемой) точке пространства.
- 3 Измерения выполнить на расстоянии 0,5 м от экрана монитора и на высотах 0,5 м, 1,0 м, 1,5 м.
- 4 На индикаторе прибора отобразится значение вектора измеряемого параметра. Считайте измеренное значение.

Прибор ИЭСП–05

Измерение напряженности электростатического поля в свободном пространстве

- 1 В исследуемой точке пространства измеряются три взаимно-перпендикулярные проекции вектора напряженности поля E_x , E_y и E_z , а затем вычисляется модуль вектора напряженности E по формуле:

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} \text{ [кВ/м]}. \quad (6)$$

- 2 Для измерения напряженности электростатического поля в свободном пространстве выполните следующее:

- снимите крышку с антенны электронного блока и присоедините к ней съемную антенну;
- разместите прибор таким образом, чтобы центр съемной антенны (пересечение продольной и измерительной осей антенны) находился в измеряемой точке пространства;
- выберите виртуальную систему координат с центром в измеряемой точке и сориентируйте продольную ось антенны по одной из координат;
- включите электронный блок прибора, на индикаторе должно появиться произвольное число.

3 Установите показания электронного блока в нуль, для чего нажмите и отпустите кнопку «Сброс». Если показания индикатора превышают $\pm 0,2$ кВ/м, то 2 – 3 раза повторите установку нуля.

4 Сразу после установки нуля, не перемещая антенну в пространстве, поверните ручку антенны на 180° .

5 Зафиксируйте показания электронного блока прибора. Знак при этом не учитывайте.

Примечание. Если на индикаторе высвечивается только единица старшего разряда, то это означает, что сигнал, наведенный электростатическим полем, превышает 199 кВ/м.

6 Повторите 2 – 3 раза измерения по п.п. 3 – 5 и усредните результат для получения значения проекции вектора напряженности электростатического поля по выбранной координате.

7 Повторите п.п. 3 – 6 для двух других координат.

8 Вычислите значение модуля вектора напряженности электростатического поля по формуле 6.

5 ПОРЯДОК РАБОТЫ

5.1 Подготовка измерителей ИЭП – 05, ИМП – 05, ИЭСП – 05 к работе

5.1.1 Внимательно изучить указания по эксплуатации измерителей ИЭП – 05, ИМП – 05, ИЭСП – 05 и методики измерения параметров ЭМП (раздел 3 и 4).

5.1.2 Изучить правила включения и выключения измерителей, порядок измерения и считывания значений напряженностей ЭМП.

5.1.3 Собрать приборы для произведения измерений согласно их описанию. Предъявить собранные приборы преподавателю для проверки правильности монтажа. При затруднении в сборке обратиться к преподавателю, ведущему занятие, для консультации.

5.1.4 Включить прибор, убедиться, что напряжение питания достаточно для проведения измерений. При этом должны загореться цифры на цифровом индикаторе. Если батарея питания разряжена, то высвечиваются «запятые» на индикаторе, и требуется заменить батарею или подключить внешний источник питания. При использовании внешнего источника питания вставить вилку кабеля внешнего источника в розетку «Питание» на боковой стенке прибора.

5.2 Проведение инструктажа по технике безопасности при проведении измерений напряженности ЭМП на ПЭВМ (конкретную ПЭВМ для исследований определяет преподаватель, ведущий занятие)

5.2.1 Внимательно изучить инструкцию по безопасной работе на ПЭВМ

(приложение Б), разобрать с преподавателем неясности безопасной работы с исследуемой ПЭВМ и расписаться в журнале регистрации инструктажей по технике безопасности кафедры.

5.2.2 Определить комплектацию периферийными устройствами для изучаемой ПЭВМ. Уделить внимание возникающим при работе ПЭВМ опасностям и предотвращению травмирования людей.

5.2.3 Под руководством преподавателя произвести пробное включение и выключение ПЭВМ, убедиться в исправности выключателя и защитных устройств на ПЭВМ (при необходимости их использования).

5.3 Определение напряженности электрического поля

Порядок работы

5.3.1 Включить ПЭВМ.

5.3.2 Для изучаемой ПЭВМ выполнить эскиз расположения точек измерения с нанесением пространственных осей координат и номера для каждой точки (пример эскиза приведен на рисунке 8а).

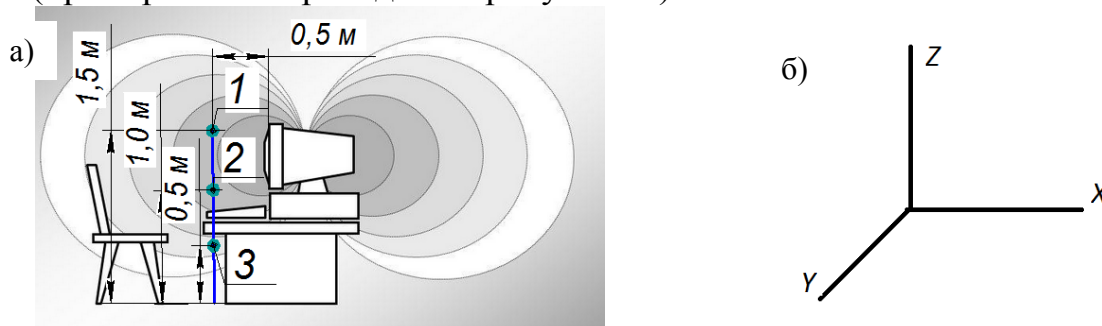


Рисунок 8 – Эскизы расположения точек измерения (а) и координатных осей (б)

5.3.3 Включить измеритель ИЭП–05, выбрать для измерения диапазон частот 5 Гц – 2 кГц.

5.3.4 Для определения вектора напряженности электрического поля в данной точке нужно измерить три взаимно-ортогональные составляющие вектора $E_{инд_x}$, $E_{инд_y}$, $E_{инд_z}$. Установить антенну прибора так, чтобы ее измерительная ось (ось, проходящая через оси измерительных конусов) совпала с одной из ортогональных осей координат X , Y , Z , а точка пересечения измерительной оси с осью симметрии антенны совпала с выбранной (измеряемой) точкой пространства. Расположить измеритель на точке 1 так, чтобы измерительная ось антенны была направлена вдоль оси X (рисунок 8б).

5.3.5 Снять показания $E_{инд_x}$ с индикатора измерителя ИЭП-05 и занести в таблицу 5.

5.3.6 Повторить измерения в точке 1 еще два раза и записать в таблицу 5.

5.3.7 Расположить измерительную ось вдоль координатной оси Y , снять показания $E_{инд_y}$ и занести три результата в строку 1 колонки $E_{инд_y}$ таблицы 5.

5.3.8 Расположить измерительную ось вдоль координатной оси Z , снять показания $E_{инд_z}$ и занести три результата в строку 1 колонки $E_{инд_z}$ таблицы 5.

5.3.9 В каждой точке измерения проводятся не менее 3 раз, поэтому для точек 2 и 3 повторить п.п. 1.6.3 – 1.6.8, записывая результаты в строку 2 и 3.

5.3.10 Определить среднее арифметическое по векторам $E_{инд_x}$, $E_{инд_y}$, $E_{инд_z}$ для каждой точки записать в таблицу 6 и вычислить результирующий вектор $E_{инд}$ для каждой точки по формуле (5), записать значения $E_{инд_x}$, $E_{инд_y}$, $E_{инд_z}$ и $E_{инд}$ в таблицу 6.

Таблица 5 – Данные измерений напряженности электрического поля 5 Гц – 2 кГц

| Точка измерения | Измерение | Измеренное значение вектора | | |
|-----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| | | Еинд _x | Еинд _y | Еинд _z |
| 1 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Среднее арифметическое по вектору | | | | |
| 2 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Среднее арифметическое по вектору | | | | |
| 3 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Среднее арифметическое по вектору | | | | |

Таблица 6 – Вычисленные значения результирующего вектора электрического поля 5 Гц – 2 кГц

| Точка измерения | Вычисленные значение вектора по осям | | | Результирующий вектор $E_{инд}$, В/м |
|-----------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------|
| | Еинд _x | Еинд _y | Еинд _z | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 2 | | | | |

5.3.11 Результаты вычислений из таблицы 6 занести в таблицу 12.

5.3.12 Выбрать для измерений диапазон частот 2 – 400кГц и повторить п.п. 1.6.4 – 1.6.11 для второго диапазона частот 2 – 400кГц, заполнив для него таблицы 7 и 8, аналогично таблицам 5 и 6.

Таблица 7 – Данные измерений напряженности электрического поля 2 – 400кГц

| Точка измерения | Измерение | Измеренное значение вектора | | |
|-----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| | | Еинд _x | Еинд _y | Еинд _z |
| 1 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Среднее арифметическое по вектору | | | | |
| 2 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Среднее арифметическое по вектору | | | | |
| 3 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Среднее арифметическое по вектору | | | | |

Таблица 8 – Вычисленные значения результирующего вектора электрического поля 2 – 400кГц

| Точка измерения | Вычисленные значение вектора | | | $E_{инд}, В/м$ |
|-----------------|------------------------------|-------------|-------------|----------------|
| | $E_{инд_x}$ | $E_{инд_y}$ | $E_{инд_z}$ | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 2 | | | | |

5.3.13 Результаты вычислений из таблицы 8 занести в таблицу 12.

5.3.14 Выключить измеритель ИЭП – 05.

5. Определение напряженности магнитного поля

5.4.1 Включить измеритель ИМП–05/1, т. к. измерения проводим в диапазоне частот 5 – 2000 Гц.

5.4.2 Установить блок так, чтобы центр его антенны находился в выбранной (измеряемой) точке пространства – точке 1.

5.4.3 На индикаторе прибора отобразится значение вектора измеряемого параметра. Считать измеренное значение и занести в таблицу 9.

5.4.4 Повторить измерения в точке 1 еще два раза и полученные значения записать в таблицу 9 (измерение 2, измерение 3).

Таблица 9 – Данные измерений напряженности магнитного поля 5 – 2000 Гц

| Точка измерения | Измеренное значение вектора магнитной индукции | | | Среднее арифметическое значение магнитной индукции |
|-----------------|--|-------------|-------------|--|
| | Измерение 1 | Измерение 2 | Измерение 3 | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

5.4.5 Среднее арифметическое магнитной индукции для каждой точки записать в таблицу 9.

5.4.6 Результаты вычислений из таблицы 9 перенести в таблицу 12.

5.4.7 Выбрать для измерений диапазон частот 2 – 400 кГц (использовать измеритель ИМП – 05/2) и повторить п.п. 8.4.2 – 8.4.6 для второго диапазона частот, заполнив для него таблицу 10 по аналогии с таблицей 9.

Таблица 10 – Данные измерений напряженности магнитного поля 2 – 400 кГц

| Точка измерения | Измеренное значение вектора магнитной индукции | | | Среднее арифметическое значение магнитной индукции |
|-----------------|--|-------------|-------------|--|
| | Измерение 1 | Измерение 2 | Измерение 3 | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

5.4.8 Выключить измеритель ИМП – 05.

5.5 Определение напряженности электростатического поля

5.5.1 Определить в пространстве точку для измерения электростатического потенциала (на расстоянии 0,5 м от монитора, на высоте 1,5 м от пола в плоскости, проходящей вертикально через ось симметрии монитора).

5.5.2 Подготовить измеритель ИЭСП – 05 для измерения электростатического поля в свободном пространстве согласно методике измерения.

5.5.3 Включить измеритель ИЭСП – 05.

5.5.4 В заданной точке производим три измерения электростатического поля (измеряем три взаимно-перпендикулярные проекции вектора напряженности поля E_x , E_y и E_z), а затем вычисляется модуль вектора напряженности E по формуле 6.

5.5.5 Измеренные значения вектора напряженности поля E_x , E_y и E_z и вычисленный модуль вектора напряженности заносим в таблицу 11 и 12.

Таблица 11 – Данные измерений напряженности электростатического поля

| Номер измерения | Измеренное значение вектора напряженности поля | | | Модуль вектора напряженности E , кВ/м |
|-----------------|--|-------|-------|---|
| | E_x | E_y | E_z | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

5.6 Оценка напряженности электромагнитного поля

Для оценки заполняем таблицу 12. Определяем превышение по каждому из параметров ЭМП.

Таблица 12 – Фактические и нормативные значения измеряемых параметров

| Точки измерения | Напряжённость эл. поля, Еинд, В/м | | | | Плотность магнитного потока, нТл | | | | Электростатическое поле, кВ/м | |
|-----------------|-----------------------------------|-----|-------------|-----|----------------------------------|-----|-------------|-----|-------------------------------|-----|
| | 5Гц – 2кГц | | 2 – 400 кГц | | 5Гц – 2кГц | | 2 – 400 кГц | | | |
| | Факт | ПДУ | Факт | ПДУ | Факт | ПДУ | Факт | ПДУ | Факт | ПДУ |
| 1 | | 25 | | 2,5 | | 250 | | 25 | | 15 |
| 2 | | 25 | | 2,5 | | 250 | | 25 | | 15 |
| 3 | | 25 | | 2,5 | | 250 | | 25 | | 15 |

5.7 После проведенных измерений и расчетов составить отчет по прилагаемой форме (приложение А).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Дайте определение «электромагнитное поле» (ЭМП) и перечислите его основные характеристики и параметры.
- 2 Дайте определение «электрическое поле» (ЭП) и перечислите его основные характеристики и параметры.
- 3 Дайте определение «магнитное поля» (МП) и перечислите его основные характеристики и параметры.
- 4 Дайте определение «электростатическое поле» (ЭСП) и перечислите его основные характеристики и параметры.
- 5 Перечислите виды ЭМП по классификации по длине волны λ .
- 6 На какие зоны можно разделить область распространения электромагнитных волн?
- 7 Какие параметры ЭМП нормируются в зонах распространения электромагнитных волн?
- 8 Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека электростатических полей.
- 9 Каким образом осуществляется нормирование электростатических полей?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов/ под общ. ред.
- 2 С. В. Белова. – Москва: Высшая школа, 2004. – 606 с.
- 3 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы URL.: http://base.garant.ru/4179328/#block_100300#ixzz4SHKmYQYf.
- 4 СанПиН 2.2.2/2.2.4.2620-10. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. URL : http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/58/58589/ (дата обращения 10.10.2017).
- 5 МУК 4.3.2491-09. 4.3. Методы контроля. Физические факторы. Гигиеническая оценка электрических и магнитных полей промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях. Методические указания. URL:<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=130012&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.07408471428789198#0> (дата обращения 10.10.2017).
- 6 СанПиН 2.1.8/2.2.4.2489-09. Гипогеомагнитные поля в производственных, жилых и общественных зданиях и сооружениях. URL: http://snipov.net/c_4655_snip_115824.html (дата обращения 10.10.2017).
- 7 Измеритель электрического поля ИЭП-05. Руководство по эксплуатации. URL : http://ciklon.ru/prod/pribor/05/opis_iz05.htm (дата обращения 10.10.2017).
- 8 Измеритель магнитного поля ИМП-05. Руководство по эксплуатации. URL : http://ciklon.ru/prod/pribor/05/op_imp05.htm (дата обращения 10.10.2017).
- 9 Измеритель электростатического поля ИЭСП-01. Руководство по эксплуатации. URL : http://ciklon.ru/prod/pribor/iesp01/op_iesp01.htm (дата обращения 10.10.2017).

*МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ*

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Экология и безопасность жизнедеятельности»

ОТЧЕТ
по лабораторной работе
**Исследование параметров электромагнитного поля на рабочем месте
оператора ЭВМ**

Выполнил студент гр. _____
(фамилия, имя, отчество)

Принял преподаватель _____
(фамилия, имя, отчество)

Цель работы: _____

Таблица А1 – Характеристики источников ЭМП

| Наименование | Марка | Мощность, Вт | Год выпуска | Диапазон (частота), Гц |
|--------------|-------|-----------------|----------------|---------------------------|
| | | | | |
| | | | | |

2 Эскиз расположения точек измерения электромагнитного поля на ПЭВМ
(пример эскиза приведен на рисунке 8)

3 Сведения о средствах измерения: _____
(наименование, марка, год выпуска)

3.1 Нормативные документы, на основании которых проводились измерения _____

3.2 Погрешность и диапазон измерений: _____

3.3 Дата проведения замеров: _____

4 Сведения о результатах измерений

Измерение электрического поля

Таблица А2 – Данные измерений напряженности электрического поля
5 Гц – 2 кГц

| Точка измерения | Измерение | Измеренное значение вектора | | |
|-----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| | | Еинд _x | Еинд _y | Еинд _z |
| 1 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Среднее арифметическое по вектору | | | | |
| 2 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Среднее арифметическое по вектору | | | | |
| 3 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Среднее арифметическое по вектору | | | | |

Таблица А 3 – Вычисленные значения результирующего вектора электрического поля 5 Гц – 2 кГц

| Точка измерения | Вычисленные значение вектора | | | $E_{инд}, В/м$ |
|-----------------|------------------------------|-------------|-------------|----------------|
| | $E_{инд_x}$ | $E_{инд_y}$ | $E_{инд_z}$ | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 2 | | | | |

Таблица А 4 – Данные измерений напряженности электрического поля 2 – 400 кГц

| Точка измерения | Измерение | Измеренное значение вектора | | |
|-----------------------------------|-----------|-----------------------------|-------------|-------------|
| | | $E_{инд_x}$ | $E_{инд_y}$ | $E_{инд_z}$ |
| 1 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Среднее арифметическое по вектору | | | | |
| 2 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Среднее арифметическое по вектору | | | | |
| 3 | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| Среднее арифметическое по вектору | | | | |

Таблица А 5 – Вычисленные значения результирующего вектора электрического поля 2 – 400 кГц

| Точка измерения | Вычисленные значение вектора | | | $E_{инд}, В/м$ |
|-----------------|------------------------------|-------------|-------------|----------------|
| | $E_{инд_x}$ | $E_{инд_y}$ | $E_{инд_z}$ | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 2 | | | | |

Определение напряженности магнитного поля

Таблица А 6 – Данные измерений напряженности магнитного поля 5 – 2000 Гц

| Точка измерения | Измеренное значение вектора магнитной индукции | | | Среднее арифметическое значение магнитной индукции |
|-----------------|--|-------------|-------------|--|
| | Измерение 1 | Измерение 2 | Измерение 3 | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

Таблица А 7 – Данные измерений напряженности магнитного поля 2 –400кГц

| Точка измерения | Измеренное значение вектора магнитной индукции | | | Среднее арифметическое значение магнитной индукции |
|-----------------|--|-------------|-------------|--|
| | Измерение 1 | Измерение 2 | Измерение 3 | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

Определение напряженности электростатического поля

Таблица А 8 – Данные измерений напряженности электростатического поля

| Номер измерения | Измеренное значение вектора напряженности поля | | | Модуль вектора напряженности E, кВ/м |
|-----------------|--|----------------|----------------|--------------------------------------|
| | E _x | E _y | E _z | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

Определение напряженности электростатического поля

Таблица А 9 – Фактические и нормативные значения измеряемых параметров

| Точки измерения | Напряжённость эл. поля, E (В/м) | | | | Плотность магнитного потока, В (нТл) | | | | Электростатическое поле, E (кВ/м) | |
|-----------------|---------------------------------|-----|-------------|-----|--------------------------------------|-----|-------------|-----|-----------------------------------|-----|
| | 5 Гц – 2 кГц | | 2 – 400 кГц | | 5 Гц – 2 кГц | | 2 – 400 кГц | | | |
| | Факт | ПДУ | Факт | ПДУ | Факт | ПДУ | Факт | ПДУ | Факт | ПДУ |
| 1 | | 25 | | 2,5 | | 250 | | 25 | | 15 |
| 2 | | 25 | | 2,5 | | 250 | | 25 | | 15 |
| 3 | | 25 | | 2,5 | | 250 | | 25 | | 15 |

7 Выводы

Оценить влияние отдельных узлов компьютера на организм человека по результатам измерений и предположить о возможном изменении в организме человека, пользуясь приложением В.

Принимаем, что излучаемая мощность ЭМП равна суммарной потребляемой мощности узлов компьютера.

Предложить рекомендуемое расстояние от углов компьютера (вычисленное или на основании измерений).

Ваше заключение о вредности работы на исследуемом компьютере (по результатам лабораторной работы) и о достигнутых (или недостигнутых) целях данного занятия (в случае не достигнутых результатов нужно указать объективную причину).

Инструкция по технике безопасности при работе на ПЭВМ

Введение

Настоящая инструкция предназначена для предотвращения неблагоприятного воздействия на человека опасных и вредных факторов, сопровождающих работу со средствами вычислительной техники и периферийным оборудованием.

Настоящая инструкция подлежит обязательному и безусловному выполнению. За нарушение инструкции виновные несут ответственность в административном и судебном порядке в зависимости от характера последствий нарушения.

Соблюдение правил безопасной работы является необходимым условием предупреждения производственного травматизма.

1 Общие положения

Настоящая инструкция распространяется на персонал, использующий средства вычислительной техники и периферийное оборудование. Инструкция содержит общие указания по безопасному применению электрооборудования в учреждении. Требования настоящей инструкции являются обязательными, отступления от нее не допускаются.

Требования к персоналу, эксплуатирующему средства вычислительной техники и периферийное оборудование:

К самостоятельной эксплуатации электроаппаратуры допускается только специально обученный персонал не моложе 18 лет, пригодный по состоянию здоровья и квалификации к выполнению указанных работ.

Перед допуском к самостоятельной работе персонал должен пройти вводный и первичный инструктаж по технике безопасности с показом безопасных и рациональных приемов работы. Затем не реже одного раза в 12 мес. проводится повторный инструктаж.

Руководители структурных подразделений несут ответственность за организацию правильной и безопасной эксплуатации средств вычислительной техники и периферийного оборудования, эффективность их использования; осуществляют контроль за выполнением персоналом требований настоящей инструкции по технике безопасности.

2 Виды опасных и вредных факторов

Эксплуатирующий средства вычислительной техники и периферийное оборудование персонал может подвергаться опасным и вредным воздействиям, которые по природе действия подразделяются на следующие группы:

- поражение электрическим током;
- механические повреждения;
- электромагнитное излучение;
- опасность пожара;
- повышенный уровень шума.

Для снижения или предотвращения влияния опасных и вредных факторов необходимо соблюдать «Гигиенические требования к персональным

электронно-вычислительным машинам и организации работы» (Утверждено Главным государственным санитарным врачом РФ от 3 июня 2003 г. № 118, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

3 Требования электробезопасности

При пользовании средствами вычислительной техники и периферийным оборудованием каждый работник должен внимательно и осторожно обращаться с электропроводкой, приборами и аппаратами и всегда помнить, что пренебрежение правилами безопасности угрожает и здоровью, и жизни человека.

Во избежание поражения электрическим током необходимо твердо знать и выполнять следующие правила безопасного пользования электроэнергией.

1 Необходимо постоянно следить на своем рабочем месте за исправным состоянием электропроводки, выключателей, штепсельных розеток, при помощи которых оборудование включается в сеть, а также заземления. При обнаружении неисправности немедленно обесточить электрооборудование, оповестить администрацию. Продолжение работы возможно только после устранения неисправности.

2 Во избежание повреждения изоляции проводов, перегрева оборудования и проводки не разрешается:

- а) вешать что-либо на провода;
- б) закрашивать и белить шнуры и провода;
- в) закладывать провода и шнуры за газовые и водопроводные трубы, за батареи отопительной системы;
- г) выдергивать штепсельную вилку из розетки за шнур, усилие должно быть приложено к корпусу вилки.

3 Для исключения поражения электрическим током запрещается:

- а) часто включать и выключать компьютер без необходимости;
- б) прикасаться к экрану и к тыльной стороне блоков компьютера;
- в) работать на средствах вычислительной техники и периферийном оборудовании мокрыми руками;
- г) работать на средствах вычислительной техники и периферийном оборудовании, имеющих нарушения целостности корпуса, нарушения изоляции проводов, неисправную индикацию включения питания, с признаками электрического напряжения на корпусе;
- д) класть на средства вычислительной техники и периферийное оборудование посторонние предметы.

3 Запрещается под напряжением очищать от пыли и загрязнения электрооборудование.

4 Запрещается проверять работоспособность электрооборудования в непригодных для эксплуатации помещениях с токопроводящими полами, сырых, не позволяющих заземлить доступные металлические части.

5 Ремонт электроаппаратуры производится только специалистами-техниками с соблюдением необходимых технических требований.

6 Недопустимо под напряжением проводить ремонт средств

вычислительной техники и периферийного оборудования.

7 Во избежание поражения электрическим током, при пользовании электроприборами нельзя касаться одновременно каких-либо трубопроводов, батарей отопления, металлических конструкций, соединенных с землей.

8 При пользовании электроэнергией в сырых помещениях соблюдать особую осторожность.

9 При обнаружении оборвавшегося провода необходимо немедленно сообщить об этом администрации, принять меры по исключению контакта с ним людей. Прикосновение к проводу опасно для жизни.

10 Спасение пострадавшего при поражении электрическим током главным образом зависит от быстроты освобождения его от действия током.

Во всех случаях поражения человека электрическим током немедленно вызывают врача. До прибытия врача нужно, не теряя времени, приступить к оказанию первой помощи пострадавшему.

Необходимо немедленно начать производить искусственное дыхание, наиболее эффективным из которых является метод «рот в рот» или «рот в нос», а также наружный массаж сердца.

Искусственное дыхание пораженному электрическим током производится вплоть до прибытия врача.

4 Требования по обеспечению пожарной безопасности

На рабочем месте запрещается иметь огнеопасные вещества.

В помещениях запрещается:

- а) зажигать огонь;
- б) включать электрооборудование, если в помещении пахнет газом;
- в) курить;
- г) сушить что-либо на отопительных приборах;
- д) закрывать вентиляционные отверстия в электроаппаратуре.

Источниками воспламенения являются:

- а) искра при разряде статического электричества;
- б) искры от электрооборудования;
- в) искры от удара и трения;
- г) открытое пламя.

При возникновении пожароопасной ситуации или пожара персонал должен немедленно принять необходимые меры для его ликвидации, одновременно оповестить о пожаре администрацию.

Помещения с электрооборудованием должны быть оснащены огнетушителями типа ОУ-2 или ОУБ-3.

Влияние электромагнитного поля на здоровье человека и его защита

По величине дозы и характеру облучения выделяют острое и хроническое поражение микроволновыми излучениями (таблица В1). К острым поражениям относят нарушения, возникающие в результате кратковременного воздействия микроволн плотностью потока энергии (ППЭ), вызывающие термогенный эффект. Хроническое поражение – результат длительного воздействия микроволнового излучения субтепловой ППЭ.

Таблица В1 – Характеристика влияния ЭМП (ППЭ) на организм человека

| Интенсивность микроволн, мВт/см ² | Наблюдаемые изменения |
|--|---|
| 600 | Болевые ощущения в период облучения |
| 200 | Угнетение окислительно-восстановительных процессов тканей |
| 100 | Повышение артериального давления с последующим его снижением. В случае хронического воздействия – устойчивая гипотония. Двухсторонняя катаракта |
| 40 | Ощущение тепла. Расширение сосудов. При облучении повышение давления на 20 – 30 мм рт. ст |
| 20 | Стимуляция окислительно-восстановительных процессов тканей |
| 10 | Астенизация после 15 мин. облучения, изменение биоэлектрической активности мозга |
| 8 | Неопределенные сдвиги со стороны крови с общим временем облучения 150 ч, изменение свертываемости крови |
| 6 | Электрокардиографические изменения, изменения в рецепторном аппарате |
| 4 – 5 | Изменение артериального давления при многократных облучениях, продолжительная лейкопения, эритропения |
| 3 – 4 | Ваготоническая реакция с симптомами брадикардии, замедление электропроводимости сердца |
| 2 – 3 | Выраженный характер снижения артериального давления, учащение пульса, колебания объема крови сердца |
| 1 | Снижение артериального давления, тенденция к учащению пульса, незначительные колебания объема крови сердца. Снижение офтальмотонуса при ежедневном воздействии в течение 3,5 мес. |
| 0,4 | Слуховой эффект при воздействии импульсных ЭМН |
| 0,3 | Некоторые изменения со стороны нервной системы при хроническом воздействии в течение 5 – 10 лет |
| 0,1 | Электрокардиографические изменения |

Влияние ЭМП на биологический объект оценивается количеством электромагнитной энергии $W_{\text{погл}}$ (Вт), которая поглощена этим объектом при нахождении его в поле:

$$W_{\text{погл}} = \sigma * S_{\text{эф}},$$

где σ – плотность потока ЭМП ($\sigma = \frac{W_p}{S_{\text{расс}}}$); $S_{\text{расс}}$ – площадь рассеивания ЭМП, $S_{\text{эф}}$ – эффективная поглощающая поверхность тела человека, м².

В данной работе принимаем, что $S_{\text{расс}} = \frac{4\pi R^2}{3}$, где R – расстояние от источника ЭМП до исследуемой точки (рассматриваем расстояние от монитора).

В данной лабораторной работе принимаем, что рассеянная мощность W_p равна суммарной мощности узлов данного компьютера (монитора, системного блока и т. д.)

Эффективная поглощающая поверхность тела человека $S_{\text{эф}}$ равна половине площади поверхности тела человека

Для выполнения лабораторной работы можно воспользоваться следующими значениями площадей тела человека.

Таблица В2 – Значения площади поверхности тела человека

| Тип человека | Площадь поверхности тела человека, м ² |
|---------------------|---|
| Новорождённый | 0,25 |
| Ребёнок 2 года | 0,5 |
| Ребёнок 9 лет | 1,07 |
| Ребёнок 10 лет | 1,14 |
| Ребёнок 12 – 13 лет | 1,33 |
| Взрослый мужчина | 1,9 |
| Взрослая женщина | 1,6 |

Для уточнения значений можно воспользоваться калькулятором площади тела человека (<http://wpcalc.com/ploshhad-poverxnosti-tela/>).

Микуров Алексей Иванович

**Исследование параметров электромагнитного поля на рабочем месте
оператора ЭВМ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы
для студентов направления 20.03.01

Редактор Иванова Л.С.

| | | |
|-----------------------------|------------------|---------------------------|
| Подписано в печать 13.11.18 | Формат 60 841/16 | Бумага 65г/м ² |
| Печать цифровая | Усл.печ.л. 2,25 | Уч.-изд.л. 2,25 |
| Заказ №192 | Тираж 25 | Не для продажи |

БИЦ Курганского государственного университета.
640020, г.Курган, ул.Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.