

9. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ПЭВМ»

9.1. Цель работы

Ознакомление с основными сведениями о низкочастотных и высокочастотных электромагнитных излучениях, их источниках и влиянии на организм человека. Изучение принципов гигиенического нормирования электромагнитных излучений. Освоение методов и способов измерения электромагнитных излучений и измерительной аппаратуры. Приобретение навыков санитарно-гигиенической оценки уровней электромагнитных полей в производственных помещениях и на рабочих местах и разработки мероприятий по улучшению условий труда.

9.2. Общие сведения

Электромагнитное поле (ЭМП) - физическое поле движущихся электрических зарядов, в котором осуществляется взаимодействие между ними. Частные проявления ЭМП - электрическое и магнитное поля. Поскольку изменяющиеся электрическое и магнитное поля порождают в соседних точках пространства соответственно магнитное и электрическое поля, эти оба связанных между собой поля распространяются в виде единого ЭМП. ЭМП характеризуются частотой колебаний f (или периодом $T = 1/f$), амплитудой E (или H) и фазой, определяющей состоянии волнового процесса в каждый момент времени

При использовании электрических приборов пользователь подвергается воздействию низко- и высокочастотных электромагнитных излучений, что весьма пагубно сказывается на его здоровье. К вредным воздействиям относятся электростатические, низко- и высокочастотные электромагнитные поля.

На пользователей компьютеров наибольшее воздействие оказывает монитор. Монитор, как и любое устройство, должен соответствовать требованиям безопасности и государственным стандартам. Требования на мониторы разделяют на две основные группы стандартов и рекомендаций - по безопасности и эргономике, что отражено в Российских санитарных нормах и правилах Сан-ПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [19].

Электромагнитные поля, возникающие при работе компьютера, обладают способностью биологического, специфического теплового воздействия на организм человека. Последствия длительного действия электромагнитного излучения: повышенная утомляемость; головная боль; сонливость; боль в области сердца; гипотония. Наибольшее влияние они оказывают на иммунную, нервную, эндокринную и половую систему. Иммунная система снижает выработку ферментов, выполняющих защитную функцию, происходит ослабление системы клеточного иммунитета. Эндокринная система начинает выбрасывать в кровь большее количество адреналина, как следствие, возрастает нагрузка на сердечно-сосудистую систему организма. Происходит сгущение крови, в результате чего клетки недополучают кислород.

9.3. Нормативные требования

Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг видеодисплейных терминалов (ВДТ) по электрической и магнитной составляющим, согласно СанПиН [19] приведена в табл.9.1.

Таблица 9.1

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

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
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Классы условий труда при действии неионизирующих электромагнитных полей и излучений указаны в табл. 9.2

Таблица 9.2

Классы условий труда при действии неионизирующих ЭМП и излучений

Фактор	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный - 3				Опасный (экстрем.)
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Превышение ПДУ (раз)							
Геомагнитное поле (ослабление) [20]	естественный фон	<= ВДУ	<= 5	> 5	–	–	–
Электростатическое поле [20]	естественный фон	<= ПДУ	<= 5	> 5	–	–	–
Постоянное магнитное поле [20]	естественный фон	<= ПДУ	<= 5	> 5	–	–	–
Электрические поля промышленной частоты (50 Гц) [20]	естественный фон	<= ПДУ	<= 5	<= 10	> 10	–	> 40
Магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) [20]	естественный фон	<= ПДУ	<= 5	<= 10	> 10	–	–
Электромагнитные поля на рабочем месте пользователя ПЭВМ [19]	–	<= ВДУ	> ВДУ	–	–	–	–

Значения ПДУ, с которыми проводится сравнение измеренных на рабочих местах величин ЭМП, определяются в зависимости от времени воздействия фактора в течение рабочего дня.

9.4. Измерение уровней электромагнитного излучения

9.4.1. Описание измерителя параметров электрического и магнитного полей ВЕ-МЕТР-АТ-002

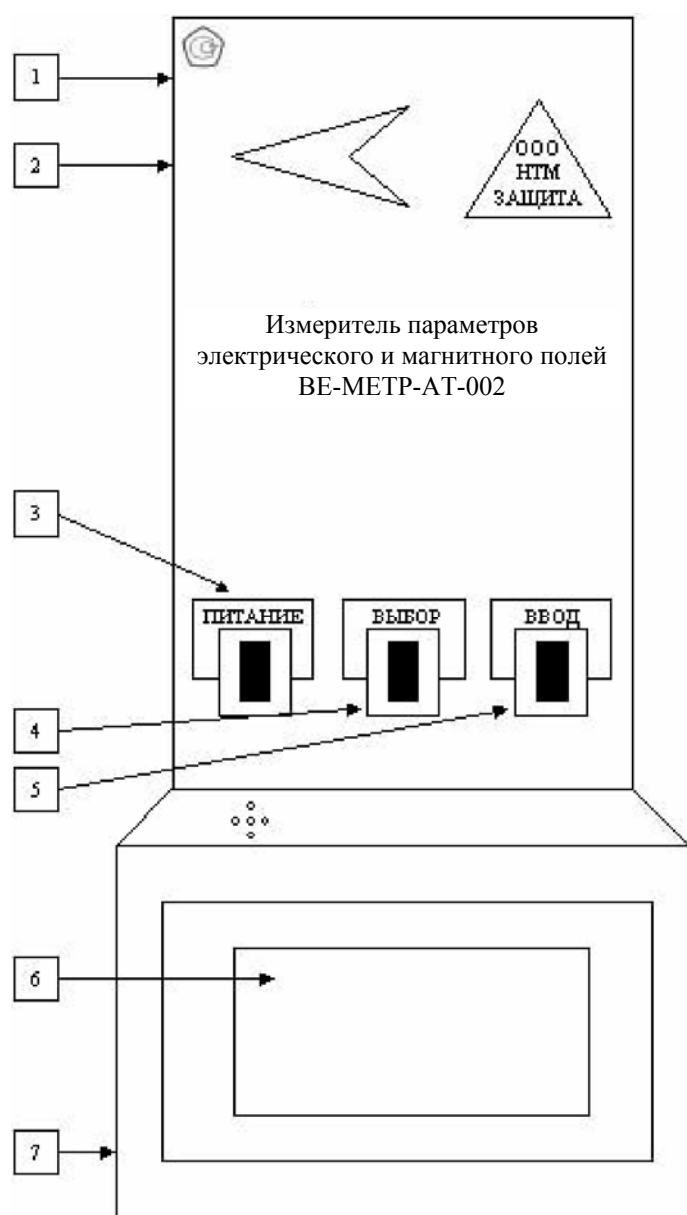


Рис. 9.1. Внешний вид измерителя со стороны лицевой панели.

- 1 – корпус прибора.
- 2 – гнездо включения внешней антенны.
- 3 – выключатель питания.
- 4 – кнопка выбора режимов измерения.
- 5 – кнопка запуска измерений и ввода результатов в память процессора.
- 6 – жидкокристаллический строчный дисплей.
- 7 – гнездо подключения зарядного устройства.

Измеритель параметров электрического и магнитного полей ВЕ-метр-АТ-002 предназначен для измерения параметров электрического и магнитного полей видео дисплейных терминалов, контроля норм по электромагнитной безопасности в соответствии с требованиями СанПиН [19].

Внешний вид измерителя представлен на рис. 9.1.

Измеритель выполнен в виде портативного прибора, объединяющего в одном корпусе датчики-измерители плотности магнитного потока и напряженности электрического поля, блок полосовых (НЧ и ВЧ) усилителей-детекторов, блок цифровой обработки результатов регистрации, блок управления и индикации, и блок питания. Корпус прибора выполнен из синтетического материала с низким уровнем диэлектрических потерь. Для удобства пользователя все управляющие органы измерителя (выключатель питания, кнопки выбора режима и запуска измерений) вынесены на переднюю панель прибора и объединены в один блок управления. В боковой части прибора (слева под индикаторной панелью) расположено гнездо подключения зарядного устройства.

9.4.2. Устройство и работа измерителя ВЕ-МЕТР-АТ-002

Принцип действия измерителя параметров электрического и магнитного полей состоит в преобразовании колебаний электрического и магнитного полей в колебания электрического напряжения, частотной фильтрации и усиления этих колебаний с последующим их детектированием. Продетектированный сигнал поступает на аналогово-цифровой преобразователь. Результирующие числовые значения величин зарегистрированных колебания электрического и магнитного полей анализируются встроенным в измеритель микропроцессором. Результат измерений индицируется на матричном жидкокристаллическом индикаторе.

Функциональная блок-схема измерителя приведена на рис.9.2. Прибор состоит из каналов измерения плотности магнитного потока I и напряженности электрического поля II. Регистрация полей производится датчик-измерителями 1 и 2 одновременно во всем диапазоне частот. Полученные сигналы после предварительного усиления в усилителях 3 и 4 разделяются частотными фильтрами 5, 6, 7, 8 на НЧ и ВЧ полосы и далее детектируются в независимых каналах 9, 10, 11, 12. Обработка результатов измерений и вывод информации осуществляется блоком III/

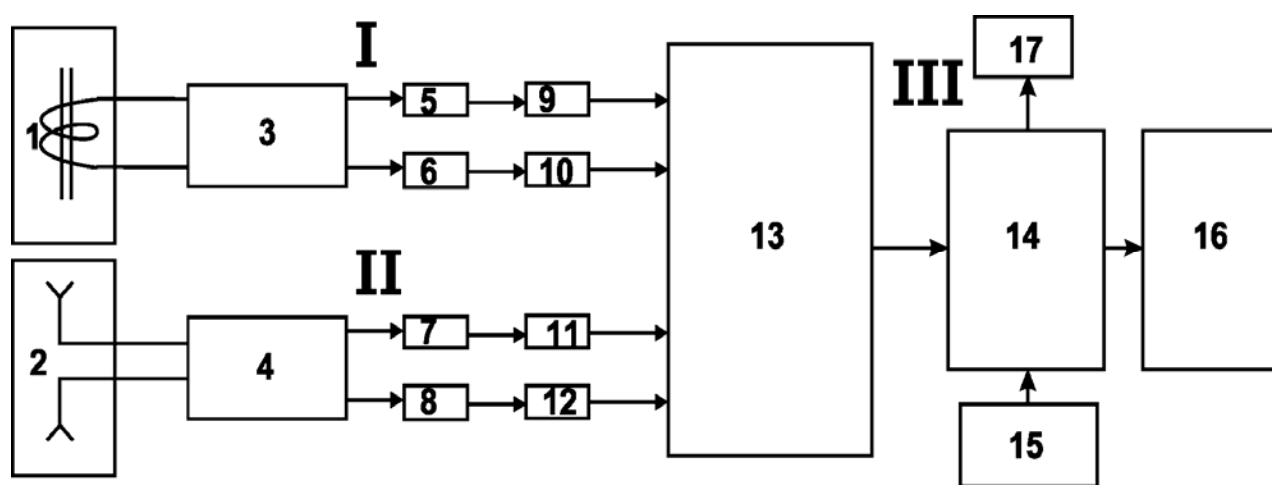


Рис. 9.2. Функциональная блок-схема измерителя «ВЕ-МЕТР-АТ-002»

I – канал измерения плотности магнитного потока (МП):

1 – датчик-измеритель МП; 3 – предварительный усилитель сигналов датчика МП; 5, 6 – активные полосовые фильтры высоких и низких частот (АПФВЧ и АПФНЧ) МП; 9,10 – каналы детектирования ВЧ и НЧ сигналов датчика МП

II – канал измерения напряженности электрического поля (ЭП):

2 – датчик-измеритель ЭП; 4 – предварительный усилитель сигналов датчика ЭП; 7, 8 – АПФВЧ и АПФНЧ ЭП; 11,12 – каналы детектирования ВЧ и НЧ сигналов датчика ЭП

III – блок обработки сигнала и вывода информации

13 – аналогово-цифровой преобразователь; 14 – процессор; 15 – блок управления процессором; 16 – жидкокристаллический алфавитно-цифровой дисплей матричного типа; 17 – звуковой сигнализатор.

Таблица 9.3

Технические характеристики измерителя ВЕ-МЕТР-АТ-002

Параметр	Диапазон	Значение
Диапазон частот: от 5 Гц до 400 кГц	полоса 1 (НЧ поля)	5 Гц – 2000 Гц
	полоса 2 (ВЧ поля)	2 кГц – 400 кГц
Диапазон среднеквадратических значений напряженности электрического поля	полоса 1	от 8 В/м – 100 В/м
	полоса 2	0,8 В/м – 10 В/м
Диапазон среднеквадратических значений плотности магнитного поля	полоса 1	0,08 мкТл – 1 мкТл
	полоса 2	8 нТл – 100 нТл
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения напряженности электрического поля	полоса 1	±20%
	полоса 2	±20%
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения плотности магнитного поля	полоса 1	±20%

9.5. Экспериментальная часть

1. Для проведения замеров на экране прибора отражено "Выберите режим" кнопкой "Выбор" выбрать (добиваясь мигания соответствующей надписи) режим «Аттестация» (измерение полного поля). Кнопкой "Ввод" включить выбранный режим измерений.

2. Поместить измеритель так, чтобы геометрический центр передней торцевой панели прибора находился в точке измерения (на расстоянии 0.5 м от экрана ВДТ на перпендикуляре к его центру). Начальная ориентация прибора должна быть такой, чтобы стрелка на лицевой панели была расположена горизонтально, перпендикулярно плоскости экрана ВДТ. Нажатием кнопки "Ввод" включить измерение.

3. Дождавшись звукового сигнала, свидетельствующего о выполнении измерения, переориентировать измеритель так, чтобы стрелка, оставаясь в горизонтальной плоскости, была ориентирована параллельно плоскости экрана ВДТ. Нажатием кнопки "Ввод" включить измерение.

4. Дождавшись звукового сигнала, свидетельствующего о выполнении измерения, переориентировать измеритель так, чтобы стрелка на лицевой панели была расположена вертикально. Нажатием кнопки "Ввод" включить измерение.

5. Дождавшись звукового сигнала, свидетельствующего о выполнении измерения, нажать на кнопку "Ввод". Результаты проделанных измерений будут автоматически обработаны процессором измерителя и абсолютные величины векторов напряженности электрического поля и плотности магнитного потока в двух частотных диапазонах будут высвечены на индикаторе измерителя.

6. После окончания измерений следует записать результаты в протокол измерений и, нажав на кнопку "Питание", выключить прибор. Индикатор на панели измерителя погаснет. Результаты замеров занести в протокол по приведенной ниже форме.

***ПРОТОКОЛ №*_____**

измерения напряженности электромагнитного поля и электростатического потенциала на рабочих местах (РМ)

от «___» _____ 20___ года

1. Место проведения измерений: _____
2. Нормативно-техническая документация: _____
3. Измерения проводились в присутствии преподавателя:
4. Средства измерений: _____
5. Характер работы оборудования: _____

Результаты измерений:

Место проведения измерений	Напряжённость электрического поля, В/м				Плотность магнитного потока, нТл			
	В диапазоне частот				В диапазоне частот			
	5 Гц–2 кГц		2 – 400 кГц		5 Гц–2 кГц		2 – 400 кГц	
	Фактические параметры	СанПиН	Фактические параметры	СанПиН	Фактические параметры	СанПиН	Фактические параметры	СанПиН
Величина отклонения		<25		<2,5		<250		<25
Класс условий труда								

Примечание: Измерения проводить трехкратно, в протокол заносить средние значения.

Закключение: В результате проведенных инструментальных измерений и на основании нормативно-технической документации установлено:

- уровень напряжённости электрического поля в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц (не)/соответствует допустимым значениям;
- уровень напряжённости электрического поля в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц (не)/соответствует допустимым значениям;
- уровень магнитной индукции в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц (не)/соответствует допустимым значениям;
- уровень магнитной индукции в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц (не)/соответствует допустимым значениям.

9.6. Мероприятия по снижению уровней электромагнитных излучений

Использование малоизлучающих видеодисплейных терминалов (ВДТ). Поскольку источник высокого напряжения дисплея с электронно-лучевой трубкой (ЭЛТ) – строчный трансформатор – помещается в задней или боковой части ВДТ, то необходимо использовать ВДТ, экранированные с этих сторон металлическим кожухом. В качестве экранирующего кожуха, может выступать корпуса и кожухи из формовочных материалов с алюминиевым, латунным и другими металлическими наполнителями. ЭМИ с поверхности и через поверхность экрана ЭЛТ экранируется с помощью проводящего покрытия, наносимого на внутреннюю или внешнюю поверхность предохранительного стекла; или же с помощью дополнительного защитного фильтра, который располагается перед экраном.

Применение внешних защитных фильтров. Установка защитного фильтра на ЭЛТ снижает уровень ЭМИ в 2 – 4 раза для человека, сидящего перед экраном, уменьшая электрическую составляющую ЭМИ ПЭВМ в непосредственной близости от экрана, и вовсе не снижая, а может даже увеличивая интенсивность поля в стороны от экрана по оси ЭЛТ на расстояниях более 1 – 1,5 м. Поэтому более эффективным является применение конструкций фильтров с дополнительным экранированием боковых сторон дисплеев.

Рациональное расположение рабочих мест. При рассмотрении вопроса о размещении рабочих мест операторов ПЭВМ в помещении необходимо учитывать, что в этом случае на оператора может оказывать негативное воздействие не только тот компьютер, за которым он работает, но и другие компьютеры, находящиеся в данном помещении.

Для исключения такого влияния ВДТ должны, по возможности, размещаться в один ряд на расстоянии более одного метра от стен.

Рабочие места операторов должны быть на расстоянии не менее 1,2 метров между собой. Допускается также размещение ВДТ в форме «ромашки». Однако следует учитывать, что каким бы ни было расположение компьютеров в рабочем помещении, задняя стенка компьютера не должна быть направлена в сторону других рабочих мест. Если этого невозможно достичь с помощью рациональной планировки помещения, то в конструкции рабочего стола необходимо предусмотреть возможность монтирования электромагнитного экрана со стороны, к которой обращена тыльная часть ВДТ.

9.7. Контрольные вопросы

1. В чем заключается цель выполнения данной лабораторной работы?
2. Что такое электромагнитные поля, область их возникновения?
3. Какими документами нормируются параметры электрических и магнитных полей?
4. Каким прибором измеряются электромагнитные поля, принцип его работы?
5. Как влияют электромагнитные поля на организм человека?
6. Мероприятия по снижению параметров электромагнитных полей?