

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Ивановская государственная текстильная академия»

(ИГТА)

Кафедра безопасности жизнедеятельности

Измерение электромагнитных полей промышленной частоты

Методические указания
к лабораторным занятиям



Иваново 2013

Методические указания разработаны для студентов специальности 280102 «Безопасность технологических процессов и производств» дневной и заочной формы обучения по дисциплинам «Управление техническими системами» и направления подготовки 280700 Техносферная безопасность по дисциплине «Основы физико-химических и биологических измерений». Предназначены для изучения порядка и особенностей измерения электромагнитных полей промышленной частоты, областью распространения электромагнитных волн от источников излучения.

Составитель: канд. техн. наук, доцент Шарова А.Ю.

Ответственный редактор: канд. техн. наук, доц. Осипов А.М.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Измерение электромагнитных полей промышленной частоты

Цель работы: Изучить порядок и особенности измерения электромагнитных полей промышленной частоты (выдержки из нормативных документов приведены в Приложении 1 и 2).

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия измерителя параметров магнитного и электрического полей промышленной частоты ВЕ-50.
2. Ознакомиться с требованиями к проведению контроля уровней электромагнитных полей на рабочих местах (СанПиН 2.2.4.1191-03).
3. Составить план (эскиз) помещения с указанием размещения рабочих мест и возможных источников ЭМП промышленной частоты.
4. Включить всю вычислительную технику и другое используемое для работы электрооборудование, размещенное в данном помещении.
5. Провести измерение уровней переменных электрических и магнитных полей во всех зонах возможного нахождения человека при выполнении им работ на расстоянии 0,5 м от оборудования и стен здания на трех уровнях на высоте 0,5 м, 1,5 м и 1,8 м.
6. Результаты занести в протокол 1.
7. Дать заключение о соответствии параметров электромагнитных полей требованиям СанПиН 2.2.4.1191-03.

1. Дата проведения измерения _____
2. Место проведения измерения _____
3. Сведения об оборудовании _____

4. Фактическое значение измеряемого параметра:

Рабочее место, №	Измеряемый параметр	Значение параметра на высоте			Допустимое Значение
		0,5 м	1,5м	1,8м	
1.	Напряженность электрического поля, В/м				
	Плотность магнитного потока, нТл				
2.	Напряженность электрического поля, В/м				
	Плотность магнитного потока, нТл				
3.	Напряженность электрического поля, В/м				
	Плотность магнитного потока, нТл				
4.	Напряженность электрического поля, В/м				
	Плотность магнитного потока, нТл				

2. Контрольные вопросы

1. Устройство и принцип действия измерителя параметров магнитного и электрического полей промышленной частоты ВЕ-50.
2. Порядок проведения измерений уровней ЭМП на рабочих местах.
3. Порядок проведения измерений уровней ЭМП в жилых помещениях.
4. Порядок проведения измерений уровней ЭМП, создаваемых бытовой техникой.

3. Средства измерения

Измеритель напряженности полей промышленной частоты ВЕ-50 - портативный измеритель параметров электромагнитного поля (рис. 1, 2), в котором трехкомпонентный датчик в комбинации с программой обработки (в режиме реального времени) результатов измерений позволяет производить регистрацию и анализ эллиптически поляризованных электромагнитных полей промышленной частоты 50 Гц.

Измеритель применяется для оперативного контроля норм электромагнитной безопасности (СанПиН 2.2.4.1191-03 и СанПиН 2.1.2.1002-00) промышленных электроустановок и для проведения комплексного санитарно-гигиенического обследования жилых и производственных помещений и рабочих мест. Удовлетворяет требованиям ГОСТ 22261-94 и ГОСТ Р 51070-97 к измерителям электромагнитных полей (ЭМП).



Рис. 1 Внешний вид Измерителя «ВЕ-50»

Технические характеристики измерителя параметров электрического и магнитного поля «ВЕ-50» представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметр	Значение
Диапазон частот, Гц	от 49 до 51
Диапазон измеряемых индукции магнитного поля, мТл	от 0,001 до 5,0
напряженности электрического поля, кВ/м	от 0,05 до 50
Предел допускаемой относительной погрешности, %	
индукции магнитного поля	20
напряженности электрического поля	20

Принцип действия измерителя состоит в преобразовании колебаний электромагнитного поля в колебания электрического напряжения, частотной фильтрации и усилении этих колебаний с последующей оцифровкой и численным анализом результатов.

Конструктивно измеритель состоит из датчиков электрического и магнитного полей, блока операционных усилителей, блока процессорной обработки результатов измерения, жидкокристаллического дисплея для отображения измеренных величин и блока зарядки батареи питания.

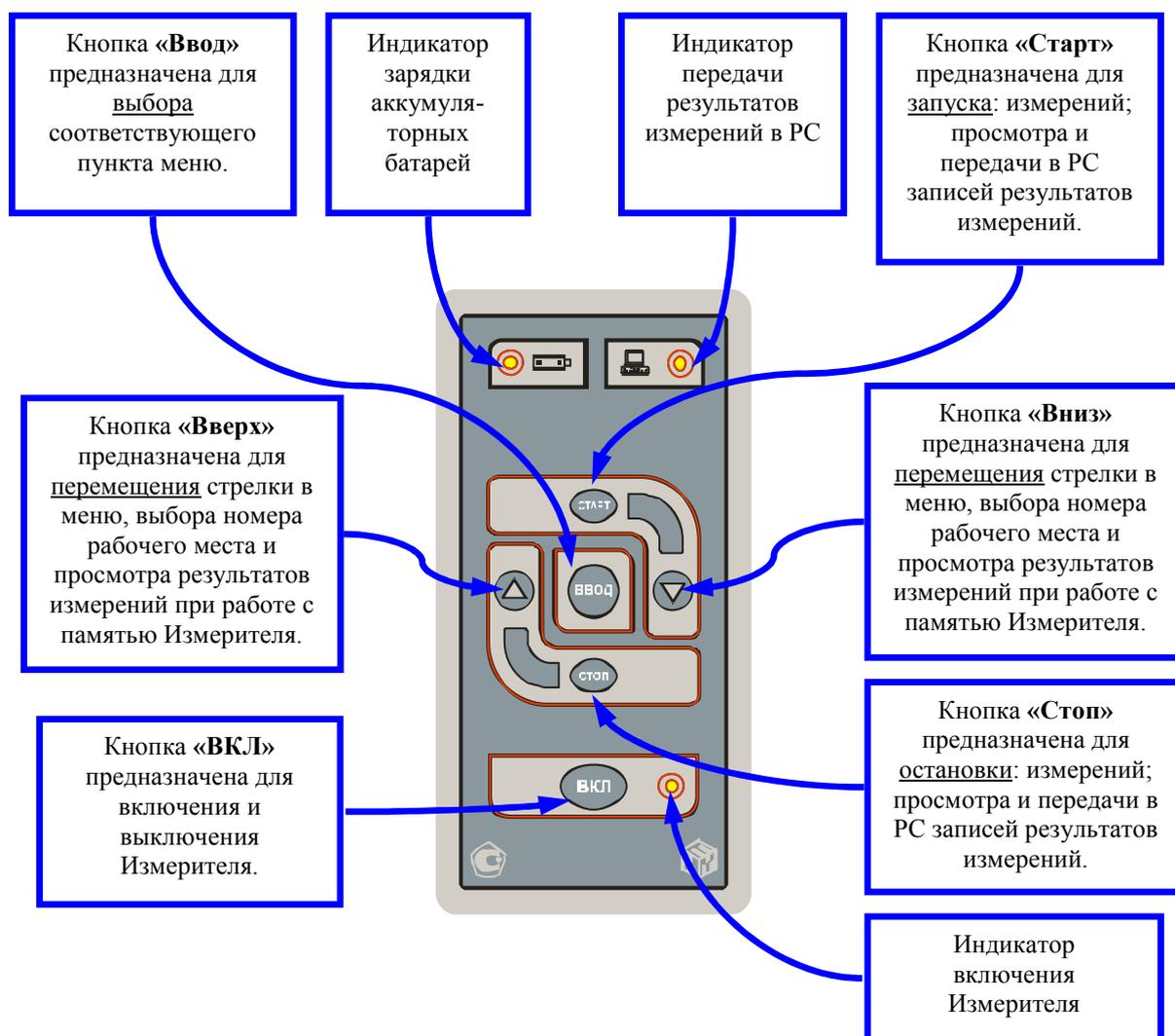


Рис. 2. Лицевая панель Измерителя VE-50.

САНИТАРНО - ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

К ЖИЛЫМ ЗДАНИЯМ И ПОМЕЩЕНИЯМ

СанПиН 2.1.2.1002-00

(выдержки)

**6.4.2. Допустимые уровни электромагнитного
излучения промышленной частоты 50 Гц**

6.4.2.1. Напряженность электрического поля промышленной частоты 50 Гц в жилых помещениях (на расстоянии от 0,2 м от стен и окон и на высоте 0,5 - 1,8 м от пола) не должна превышать 0,5 кВ/м.

6.4.2.2. Индукция магнитного поля промышленной частоты 50 Гц в жилых помещениях (на расстоянии от 0,2 м от стен и окон и на высоте 0,5 - 1,5 м от пола) не должна превышать 10 мкТл <*>.

<*> Принимается в качестве временного норматива.

6.4.2.3. Электрическое и магнитное поля промышленной частоты 50 Гц в жилых помещениях оцениваются при полностью отключенных изделиях бытовой техники, включая устройства местного освещения. Электрическое поле оценивается при полностью выключенном общем освещении, а магнитное поле - при полностью включенном общем освещении.

6.4.2.4. Напряженность электрического поля промышленной частоты 50 Гц на территории жилой застройки от воздушных линий электропередачи переменного тока и других объектов не должна превышать 1 кВ/м на высоте 1,8 м от поверхности земли.

6.4.2.5. Индукция магнитного поля промышленной частоты 50 Гц на территории жилой застройки от воздушных линий электропередачи переменного тока и других объектов не должна превышать 50 мкТл <*> на высоте 1,8 м от поверхности земли.

<*> Принимается в качестве временного норматива.

6.4.2.6. Напряженность электрического поля и индукция магнитного поля промышленной частоты 50 Гц от изделий бытовой техники, в том числе от устройств местного освещения, оцениваются в соответствии с санитарно - эпидемиологическими требованиями к этим изделиям.

6.4.3. Если источником ЭМИ является бытовая техника, находящаяся (или предназначенная) для использования внутри жилых помещений, оценка ее влияния на человека производится в соответствии с требованиями действующих санитарных норм допустимых уровней физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях. При этом измерение потенциально вредных факторов следует производить в зоне возможно близкого пребывания людей к бытовым приборам в соответствии с инструкцией по их эксплуатации. Если такие сведения отсутствуют, то при проведении измерений необходимо руководствоваться следующим:

6.4.3.1. Измерение электромагнитных и электростатических полей следует проводить на расстоянии $10 \pm 0,1$ см от изделий спереди, сзади и с боков (за исключением телевизионных приемников и видеомониторов телевизионных игровых автоматов).

6.4.3.2. Для телевизионных приемников и видеомониторов телевизионных игровых автоматов при диагонали экрана менее 51 см (20 дюймов) измерения проводятся на расстоянии $50 \pm 0,2$ см спереди, с боков и сзади на уровне центра экрана (при диагонали экрана свыше 51 см измерения проводятся аналогичным образом, но на расстоянии $1 \pm 0,02$ м), если инструкция по эксплуатации изделия не требует расположения пользователя на меньшем расстоянии.

6.4.3.3. Оценка переменных электрических и магнитных полей производится по среднеквадратичным значениям; электростатических полей - по максимальному значению. С допустимым значением сравниваются измеренные величины, к которым прибавлена погрешность измерения в соответствии с руководством по эксплуатации к средству измерения.

6.4.3.4. Перед проведением измерения изделие должно быть предварительно включено и проработать не менее 20 мин. При гигиенической оценке изделий должны соблюдаться условия: температура воздуха - 22 ± 5 град. С, относительная влажность - 40 - 60%, напряженность электрических и магнитных полей в диапазоне измерения - соответственно не более 2,5 В/м и 2,5 нТл.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**СанПиН 2.2.4.1191-03**

(выдержки)

3.4. Предельно допустимые уровни электромагнитного поля частотой 50 Гц

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

3.4.2. Предельно допустимые уровни напряженности электрического поля 50 Гц

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

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

$$T = (50/E) - 2, \text{ где}$$

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

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

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

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

3.4.2.5. Допустимое время пребывания в ЭП может быть реализовано одноразово или дробно в течение рабочего дня. В остальное рабочее время необходимо находиться вне зоны влияния ЭП или применять средства защиты.

3.4.2.6. Время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП (T_{пр}) вычисляют по формуле:

$$T_{\text{пр}} = 8 (t_{E1}/T_{E1} + t_{E2}/T_{E2} + \dots + t_{En}/T_{En}), \text{ где}$$

$T_{пр}$ - приведенное время, эквивалентное по биологическому эффекту пребыванию в ЭП нижней границы нормируемой напряженности;

$tE_1, tE_2, \dots tE_n$ - время пребывания в контролируемых зонах с напряженностью $E_1, E_2, \dots E_n$, ч;

$TE_1, TE_2, \dots T_{ен}$ - допустимое время пребывания для соответствующих контролируемых зон.

Приведенное время не должно превышать 8 ч.

3.4.2.7. Количество контролируемых зон определяется перепадом уровней напряженности ЭП на рабочем месте. Различие в уровнях напряженности ЭП контролируемых зон устанавливается 1 кВ/м.

3.4.2.8. Требования действительны при условии, что проведение работ не связано с подъемом на высоту, исключена возможность воздействия электрических разрядов на персонал, а также при условии защитного заземления всех изолированных от земли предметов, конструкций, частей оборудования, машин и механизмов, к которым возможно прикосновение работающих в зоне влияния ЭП.

3.4.3. Предельно допустимые уровни напряженности периодического магнитного поля 50 Гц

3.4.3.1. Предельно допустимые уровни напряженности периодических (синусоидальных) МП устанавливаются для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия (таблица 2).

Таблица 2

ПДУ воздействия периодического магнитного поля
частотой 50 Гц

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

3.4.3.2. Допустимая напряженность МП внутри временных интервалов определяется в соответствии с кривой интерполяции, приведенной в Приложении.

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

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

IV. Требования к проведению контроля уровней электромагнитных полей на рабочих местах

4.1. Общие требования к проведению контроля

4.1.1. Контроль за соблюдением требований настоящих СанПиН на рабочих местах должен осуществляться:

- при проектировании, приемке в эксплуатацию, изменении конструкции источников ЭМП и технологического оборудования, их включающего;
- при организации новых рабочих мест;
- при аттестации рабочих мест;
- в порядке текущего надзора за действующими источниками ЭМП.

4.1.2. Контроль уровней ЭМП может осуществляться путем использования расчетных методов и/или проведения измерений на рабочих местах.

4.1.3. Расчетные методы используются преимущественно при проектировании новых или реконструкции действующих объектов, являющихся источниками ЭМП.

4.1.5. Для действующих объектов контроль ЭМП осуществляется преимущественно посредством инструментальных измерений, позволяющих с достаточной степенью точности оценивать напряженности ЭП и МП или ППЭ. Для оценки уровней ЭМП используются приборы направленного приема (однокоординатные) и приборы ненаправленного приема, оснащенные изотропными (трехкоординатными) датчиками.

4.1.6. Измерения выполняются при работе источника с максимальной мощностью.

4.1.7. Измерения уровней ЭМП на рабочих местах должны осуществляться после выведения работника из зоны контроля.

4.1.8. Инструментальный контроль должен осуществляться приборами, прошедшими государственную аттестацию и имеющими свидетельство о поверке. Пределы основной погрешности измерения должны соответствовать требованиям, установленными настоящими санитарными правилами.

Гигиеническая оценка результатов измерений должна осуществляться с учетом погрешности используемого средства метрологического контроля.

4.1.9. Не допускается проведение измерений при наличии атмосферных осадков, а также при температуре и влажности воздуха, выходящих за предельные рабочие параметры средств измерений.

4.1.10. Результаты измерений следует оформлять в виде протокола и (или) карты распределения уровней электрических, магнитных или электромагнитных полей, совмещенной с планом размещения оборудования или помещения, где производились измерения.

4.1.11. Периодичность контроля - 1 раз в 3 года.

4.5. Требования к проведению контроля уровней электромагнитного поля частотой 50 Гц

4.5.1. Контроль за соблюдением требований п. 3.4 настоящих СанПиН должен осуществляться на рабочих местах персонала, обслуживающего электроустановки переменного тока (линии электропередачи, распределительные устройства и др.), электросварочное оборудование, высоковольтное электрооборудование промышленного, научного и медицинского назначения и др.

4.5.2. Контроль уровней ЭМП частотой 50 Гц осуществляется отдельно для ЭП и МП.

4.5.3. В электроустановках с однофазными источниками ЭМП контролируются действующие (эффективные) значения

$$ЭП \text{ и МП } E = E_m / \sqrt{2} \text{ и } H = H_m / \sqrt{2},$$
 где E_m и H_m - амплитудные значения изменения во времени напряженностей ЭП и МП.

4.5.4. В электроустановках с двух- и более фазными источниками ЭМП контролируются действующие (эффективные) значения напряженностей E_{max} и H_{max} , где E_{max} и H_{max} - действующие значения напряженностей по большей полуоси эллипса или эллипсоида.

4.5.5. На стадии проектирования допускается определение уровней ЭП и МП расчетным способом с учетом технических характеристик источника ЭМП по методикам (программам), обеспечивающим получение результатов с погрешностью не более 10%, а также по результатам измерений уровней электромагнитных полей, создаваемых аналогичным оборудованием.

4.5.6. Для случая воздушных линий электропередачи (ВЛ) при расчетах на основании учета технических характеристик проектируемых ВЛ (номинальное напряжение, ток, мощность, пропускная способность, высота подвеса и габарит проводов, тип опор, длина пролетов на трассе ВЛ и др.) строят общие (усредненные) вертикальные или горизонтальные профили напряженности E и H вдоль трассы ВЛ. При этом используют ряд усовершенствованных программ, учитывающих для отдельных участков трассы ВЛ рельеф местности и некоторые характеристики грунта, что позволяет повысить точность расчета.

4.5.7. При проведении контроля за уровнями ЭМП частотой 50 Гц на рабочих местах должны соблюдаться установленные требованиями безопасности при эксплуатации электроустановок предельно допустимые расстояния от оператора, проводящего измерения, и измерительного прибора до токоведущих частей, находящихся под напряжением.

4.5.8. Контроль уровней ЭП и МП частотой 50 Гц должен осуществляться во всех зонах возможного нахождения человека при выполнении им работ, связанных с эксплуатацией и ремонтом электроустановок.

4.5.9. Измерения напряженности ЭП и МП частотой 50 Гц должны проводиться на высоте 0,5; 1,5 и 1,8 м от поверхности земли, пола помещения или площадки обслуживания оборудования и на расстоянии 0,5 м от оборудования и конструкций, стен зданий и сооружений.

4.5.10. На рабочих местах, расположенных на уровне земли и вне зоны действия экранирующих устройств, в соответствии с государственным стандартом на устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты, напряженность ЭП частотой 50 Гц допускается измерять лишь на высоте 1,8 м.

4.5.11. При расположении нового рабочего места над источником МП напряженность (индукция) МП частотой 50 Гц должна измеряться на уровне земли, пола помещения, кабельного канала или лотка.

4.5.12. Измерения и расчет напряженности ЭП частотой 50 Гц должны производиться при наибольшем рабочем напряжении электроустановки или

измеренные значения должны пересчитываться на это напряжение путем умножения измеренного значения на отношение U_{\max}/U , где U_{\max} - наибольшее рабочее напряжение электроустановки, U - напряжение электроустановки при измерениях.

4.5.13. Измерения уровней ЭП частотой 50 Гц следует проводить приборами, не искажающими ЭП, в строгом соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора при обеспечении необходимых расстояний от датчика до земли, тела оператора, проводящего измерения, и объектов, имеющих фиксированный потенциал.

4.5.14. Измерения ЭП 50 Гц рекомендуется производить приборами ненаправленного приема с трехкоординатным емкостным датчиком, автоматически определяющим максимальный модуль напряженности ЭП при любом положении в пространстве. Допускается применение приборов направленного приема с датчиком в виде диполя, требующих ориентации датчика, обеспечивающей совпадение направления оси диполя и максимального вектора напряженности с допустимой относительной погрешностью $\pm 20\%$.

4.5.15. Измерения и расчет напряженности (индукции) МП частотой 50 Гц должны производиться при максимальном рабочем токе электроустановки, или измеренные значения должны пересчитываться на максимальный рабочий ток (I_{\max}) путем умножения измеренных значений на отношение I_{\max}/I , где I - ток электроустановки при измерениях.

4.5.16. Измеряется напряженность (индукция) МП, при обеспечении отсутствия его искажения находящимися вблизи рабочего места железосодержащими предметами.

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

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СанПиН 2.1.2.1002-00. Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям.
2. СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Измерение электромагнитных полей промышленной частоты	3
2. Контрольные вопросы.....	4
3. Средства измерения.....	5
Приложение 1.....	7
Приложение 2.....	9
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	15