

Электромагнитные излучения

Стерликов

Александр Васильевич

ФГУП Научно-технический центр
радиационно-химической безопасности
и гигиены ФМБА России

asterlikov@mail.ru

Электромагнитные излучения (ЭМИ)

ЭМИ распространяются в виде электромагнитных волн, основными характеристиками которых являются: длина волны – λ , м, частота колебаний – f , Гц и скорость распространения – V , м/с. В свободном пространстве скорость распространения ЭМИ равна скорости света – $C = 3 \cdot 10^8$ м/с, при этом указанные параметры связаны между собой следующим соотношением:

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

В спектре естественных электромагнитных полей условно можно выделить несколько составляющих – это постоянное магнитное поле Земли (геомагнитное поле – ГМП), электростатическое поле и переменные электромагнитные поля в диапазоне частот от 10^{-3} Гц до 10^{12} Гц.

Электрические и магнитные поля Электромагнитные излучения

Статические поля
(постоянные)

Гипогеомагнитное
поле

Постоянное
магнитное поле

Электростатическое
поле

Переменные электромагнитные
поля и излучения

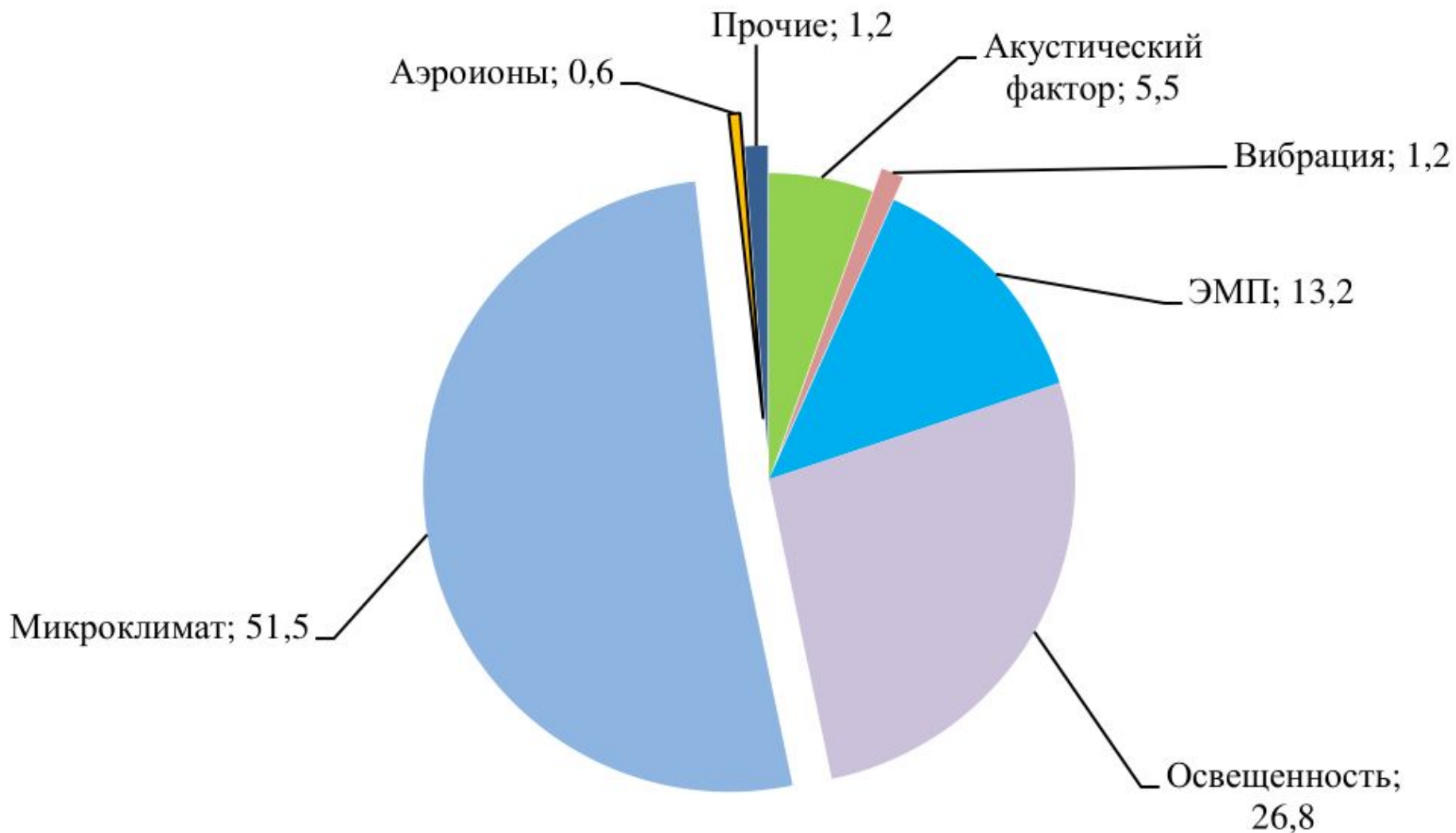
Низкочастотные

Радиочастотных
диапазонов

Импульсные ЭМП
(широкополосный ЭМ импульс)
Только на объектах МО РФ

Параметры интенсивности постоянных электрических, магнитных и переменных электромагнитных полей

Вид поля и частотный диапазон	Показатель интенсивности
Постоянное электрическое (электростатическое) поле	напряженность поля (Е, В/м)
Постоянное магнитное поле	напряженность поля (Н, А/м) или магнитная индукция (В, Тл)
Переменное электрическое поле	напряженность поля (Е, В/м)
Переменное магнитное поле	напряженность поля (Н, А/м) или магнитная индукция (В, Тл)
Электромагнитные излучения с частотой более 300 МГц (СВЧ-диапазон)	Плотность потока энергии (ППЭ), мкВт/см ²



Структура исследований физических факторов неионизирующей природы (Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году»)

Количество объектов-источников физических факторов неионизирующей природы

Факторы	Количество объектов, содержащих источники ФФ, абс. ед.									
	2015		2016		2017		2018		2019	
	всего объек-	из них обсле-	всего объек-	из них обсле-	всего объек-	из них обсле-	всего объек-	из них обсле-	всего объек-	из них обсле-
Гипогеомагнитное поле	64 302	489	59 778	234	22 523	788	72 777	645	72 598	498
Постоянное магнитное поле	15 652	258	20 219	330	23 665	100	27 743	204	23 264	881
Электростатическое поле	-	-	-	-	-	-	217 770	3 177	220 305	4 347
Электрические и магнитные поля 50 Гц	151 781	5 538	121 685	3 705	126 042	5 949	142 180	4 760	152 055	3 508
Электрические и магнитные поля от ПВЭМ	780 317	39 593	775 028	38 457	807 171	37 374	822 300	34 860	777 104	34 032
Электромагнитные поля радиочастотного диапазона	94 776	2 112	95 851	2 049	119 064	2 053	127 299	3678	129 076	3 503

НОВЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

СанПиН 1.2.3685-21

«Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

СанПиН 2.1.3684-21

«Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»

СП 2.2.3670-20

«Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда»

Требования к аккредитации испытательных лабораторий на измерение ЭМП

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН ОБ АККРЕДИТАЦИИ В НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ АККРЕДИТАЦИИ 28 декабря 2013 года №412-ФЗ

**Приказ Минэкономразвития России от 26.10.2020 N 707
«Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов,
подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям
аккредитации»**

**ГОСТ ISO/IEC 17025-2019
МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
«Общие требования к компетентности испытательных и
калибровочных лабораторий»**

О построении области аккредитации испытательной лаборатории

Приложение
 к заявлению об аккредитации
 N _____
 от "___" _____ 20__ г.
 на _____ листах, лист _____
 Область аккредитации испытательной
 лаборатории (центра)

_____ на
 именование испытательной лаборатории
 (центра)

_____на
 адрес места осуществления деятельности

N п/п	Документы, устанавливающие правила и методы исследований (испытаний), измерений*	Наименование объекта	Код ОКПД2**	Код ТН ВЭД ЕАЭС** *	Определяемая характеристика (показатель) ****	Диапазон определения *****
1	2	3	4	5	6	7

<*> В том числе документы, устанавливающие правила и методы отбора образцов (проб), - при их наличии.

Указываются документы, содержащие в себе совокупность конкретно указанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности. При заполнении указываются: реквизиты документа, устанавливающего правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе конкретные пункты, содержащие правила и методы исследований (испытаний) и измерений, заявленные на аккредитацию.

<***> Информативно (заполняется по решению заявителя, в иных случаях ставится прочерк "-").

<****> Указывается для целей включения в Единый реестр органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) Таможенного союза (в иных случаях ставится прочерк "-").

<*****> Заполняется отдельно для каждого документа, указанного в столбце 2.

<*****> Заполняется отдельно для каждого документа, указанного в столбце 2 (при наличии).

Примечание. На каждом последующем листе области аккредитации проставляются слова "на ___ листах, лист ___".

Выбор методов исследований

Осознанный подход к выбору методов исследований:

- учет собственных возможностей;
- учет потребностей Заказчика (рынка);
- учет требований законодательства

Нормативные документы на методы исследований:

- МУ
- МУК
- ГОСТ (Р)
- Руководства по эксплуатации средств измерений при осуществлении прямых измерений
- Методики измерений (аттестованные) – при осуществлении непрямых измерений

Особенности документов системы менеджмента качества применительно к исследованиям физических факторов

Руководство по качеству и процедуры системы менеджмента качества (СМК)

В области применения СМК указать, что распространяется и на места деятельности при выездных исследованиях.

Следует описать, каким образом предотвращен конфликт интересов при непосредственном контакте с Заказчиком.

Правила внутреннего аудита – необходимо присутствие в комиссии специалистов по измерению физических факторов.

Участие в МСИ - будет рассмотрено далее как отдельная тема.

Следует описать порядок проведения повторных испытаний (измерений).

Должен быть описан порядок контроля параметров окружающей среды при выездных исследованиях.

Должны быть описаны правила оценки неопределенности измерений

ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2019

8.5 Действия, связанные с рисками и возможностями

8.5.1 Лаборатория должна рассматривать риски и возможности, связанные с лабораторной деятельностью, для того чтобы:

- a) обеспечивать, что система менеджмента достигает намеченных результатов;
- b) наращивать возможности для достижения целей и задач лаборатории;
- c) предотвращать или уменьшить нежелательные воздействия и возможные сбои в лабораторной деятельности;
- d) добиваться улучшений.

8.5.2 Лаборатория должна планировать:

- a) действия, связанные с данными рисками и возможностями;
- b) каким образом:
 - 1) интегрировать и внедрять данные действия в систему менеджмента;
 - 2) оценивать результативность данных действий.

Примечание - Хотя в настоящем стандарте указывается, что лаборатория планирует действия по устранению рисков, **требования к формальным методам управления рисками или документированному процессу управления рисками не установлены.**

Лаборатории могут решить, следует ли разрабатывать более обширную методологию управления рисками, чем это требуется в настоящем стандарте, например, посредством применения других руководств или стандартов.

8.5.3 Предпринимаемые действия, связанные с рисками и возможностями, должны быть соразмерны их потенциальному влиянию на достоверность лабораторных результатов.

Контроль качества исследований физических факторов

В руководстве по качеству должен быть раздел, описывающий порядок проведения **внутренних аудитов**, включая контроль качества исследований физических факторов. Применение термина *«внутрилабораторный контроль»* по отношению к измерениям, проводимым вне лаборатории, некорректно.

При внутреннем контроле качества исследований следует обращать внимание на соблюдение критериев аккредитации применительно к исследованию физических факторов

- Необходимость проведения повторных измерений.

Любые измерения не должны быть единичными в целях предотвращения «промахов» - грубых ошибок.

- Соблюдение правил выбора и использования методик исследований.

Необходимо следить за правильностью использования МИ, так как часто там не невозможны прямые измерения, они используются, или используются и указываются в протоколах измерений методы, не относящиеся к объектам, где проводились измерения. МИ и СИ должны соответствовать требованиям НД.

- Контроль внешних условий при проведении исследований.

При проведении измерений на объектах окружающей среды обязательным является контроль температуры и некоторых других параметров окружающей среды. Результаты контроля документируются: вносятся в технические записи и далее в протокол измерений.

Контроль качества исследований физических факторов

В отношении лабораторных исследований для контроля точности и правильности исследований давно используется ГОСТ Р ИСО 5725. Однако его затруднительно применять для оценки результатов исследований, проводимых непосредственно на объектах окружающей среды, где невозможно обеспечить стандартизацию условий измерений. В связи с отсутствием образцов с известными характеристиками (эталонов) характеристикой точности измерений является не погрешность, а неопределенность измерений. Из этого следует важность ее оценки или обеспечения ее значения, определенного используемым методом измерений. Процедура оценки неопределенности при измерении физических факторов должна быть изложена в документах СМК и контролироваться при проведении внутреннего контроля в ИЛ.

Решающим фактором обеспечения необходимой точности (приписанной неопределенности) при измерениях физических факторов на объектах является **соблюдение процедуры измерений**, и это должно являться одним из элементов внутреннего контроля, также как и контроля соблюдения правильности ведения технических записей. При этом важно, чтобы были подготовлены шаблоны записей, учитывающие все требования используемых НД на методы измерений.

Шаблоны целесообразно подготовить для каждого вида измерений

Контроль качества исследований физических факторов

Контроль качества исследований должен включать контроль обработки результатов измерений. Процесс обработки результатов должен фиксироваться в технических записях, так, как это делается при обработке других данных лабораторных исследований.

Важным элементом контроля качества исследований является качество оформления протокола исследований.

Существующие требования к протоколу исследований включают необходимость внесения в протокол сведений об условиях измерений, влияющих на их результаты и выбор гигиенического норматива.

Элементом внешнего контроля качества исследований является проведение межлабораторных сличительных испытаний.

Проведение межлабораторных сличительных испытаний электромагнитных полей затруднено в связи с ограниченным количеством контрольных образцов



ILAC Policy for Participation in Proficiency Testing Activities

ILAC-P9:06/2014

3.2 Interlaboratory comparison (ILC) is the organization, performance and evaluation of measurements or tests on the same or similar items by two or more laboratories or inspection bodies in accordance with predetermined conditions

МСИ – это организация, проведение и оценка измерений или испытаний одинаковых или схожих образцов двумя или большим числом лабораторий или органов инспекции в соответствии с заранее определенными условиями.

4.6 It is recognised, that there are areas of testing and calibration for which suitable PT does not exist or is not practical. In such cases, the accreditation body and the laboratory shall discuss and agree on suitable alternative means by which performance can be assessed and monitored. This would need to be considered as part of the laboratory's or inspection body's (where relevant) planned PT and/or related activities.

Следует иметь ввиду, что существуют области испытаний и калибровок, для которых отсутствуют подходящие в том числе с практической точки зрения способы проверки квалификации (ПК).

В таких случаях орган по аккредитации и лаборатория должны согласовать приемлемый альтернативный метод ПК, который должен применяться (там, где это возможно) как элемент плановой ПК или аналогичной деятельности



росаккредитация
федеральная служба
по аккредитации

ПОЛИТИКА
*Росаккредитации в отношении проверки квалификации путем
проведения межлабораторных сличительных (сравнительных)
испытаний*


стр. 1 из 10

СМ № 03.1-1.0008

вер. 01 утв.: **29 ЯНВ 2021**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель
Федеральной службы
по аккредитации


Н.В. Скрыпник
«29» января 2021 г.

СМ № 03.1-1.0008

Версия 01. Январь 2021 г.

ПОЛИТИКА

Росаккредитации в отношении проверки квалификации
путем проведения межлабораторных сличительных
(сравнительных) испытаний

4. Общие положения

(Политика Росаккредитации)

4.1. Участие лабораторий в программах проверки квалификации, реализуемых посредством проведения МСИ - один из важных инструментов (способов) для демонстрации компетентности и обеспечения качества, в том числе достоверности, результатов испытаний/ калибровки.

4.2. В соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17025 лаборатория должна осуществлять мониторинг своей деятельности путем сравнения с результатами других лабораторий, если это возможно и применимо. Такой мониторинг должен планироваться, и его результаты должны анализироваться. Он должен включать (но не ограничиваться) следующие мероприятия или одно из них:

1) участие в проверках квалификации;

Примечание: в ГОСТ ISO/IEC 17043 приведена дополнительная информация о проверках квалификации и о провайдерах проверки квалификации. Провайдеры проверки квалификации, которые выполняют требования ГОСТ ISO/IEC 17043, считаются компетентными.

2) участие в межлабораторных сличениях, отличных от проверок квалификации.

Проверка квалификации включает использование межлабораторных сличений для определения характеристики функционирования, как приведено п.п. а)-g).

(ГОСТ ИСО/МЭК 17043-2013)

- a) оценивание характеристик функционирования лабораторий по проведению определенных испытаний или выполнению измерений и постоянный мониторинг за ними;
- b) выявление проблем в лабораториях, связанных, например, с применением неправильных процедур измерений или испытаний, недостаточной эффективностью обучения и управления персоналом или некорректной калибровкой оборудования, и их устранение;
- c) установление эффективности и сравнимости методов испытаний или измерений;
- d) обеспечение дополнительного доверия у заказчиков лаборатории;
- e) выявление различий между лабораториями;
- f) обучение участвующих лабораторий, основанное на результатах сличений;
- g) подтверждение заявленной неопределенности.

5. Участие лабораторий в проверках квалификации

(Политика Росаккредитации)

5.1. Участие в программах МСИ лаборатории, аккредитованной в НСА, **является обязательным**, где такая деятельность доступна и применима.

Лаборатория должна не реже 1 раза в год принимать участие в программах МСИ. Аккредитованная лаборатория в течение 5-ти лет с момента принятия решения об аккредитации, должна принять участие в МСИ по всем методам испытаний, включенным в область аккредитации.

Примечание:

Метод - способ получения информации об объекте испытаний на основе одного или нескольких физических принципов.

Методика - документированная совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результата испытания с установленными характеристиками погрешности или неопределенностью.

5.2. Лаборатория, претендующая на аккредитацию, предоставляет результаты участия в программах МСИ, если в заявленной области аккредитации такие программы доступны и применимы.

При отсутствии программ МСИ для конкретных видов испытаний (измерений, исследований) лаборатория может принимать участие в программах, распространяющихся на близкие по свойствам объекты испытаний или в программах, в которых участниками используется аналогичное оборудование.

6.1. Росаккредитация признает результаты МСИ, полученные по программам МСИ, проводимым:

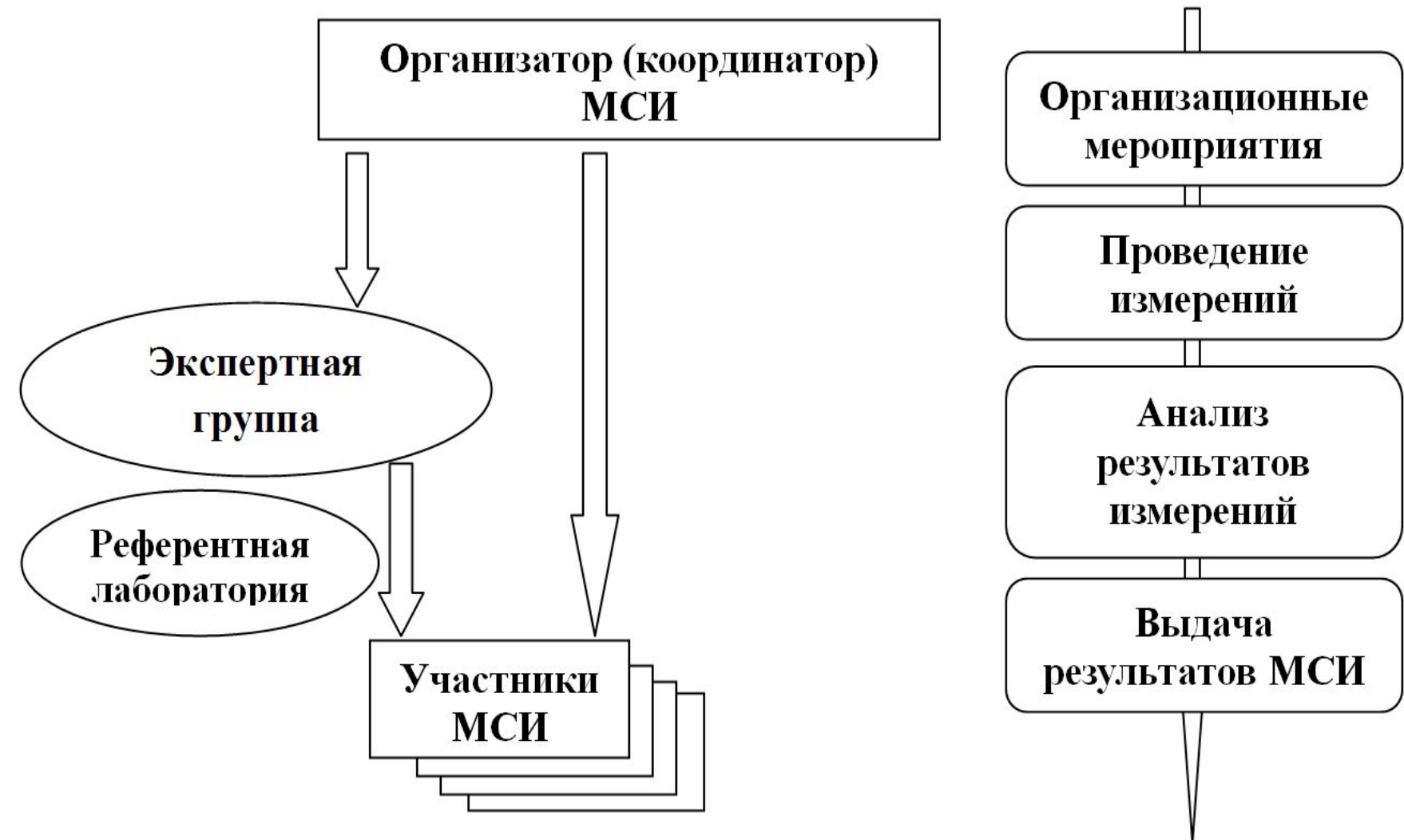
6.1.1. Провайдерами программ проверки квалификации (провайдерами МСИ), аккредитованными в НСА на соответствие требованиям ГОСТ ISO/IEC 17043. Сведения об аккредитованных провайдерах содержатся в реестре аккредитованных лиц.

Дополнительные сведения о таких провайдерах и о разработанных ими программах проверок квалификации лабораторий, реализуемых посредством проведения МСИ, размещаются с использованием информационно-технологических ресурсов (цифровых платформ) федерального автономного учреждения, подведомственного Росаккредитации, в том числе цифровой платформы «Программы проверки квалификации лабораторий».

6.1.2. Зарубежными провайдерами, аккредитованными на соответствие требованиям ISO/IEC 17043:2010.

6.1.3. В случае отсутствия провайдеров МСИ в определенной области деятельности, аккредитованных в НСА (или отсутствия у аккредитованного провайдера конкретной программы), а также в случае отсутствия или объективной невозможности привлечения зарубежного аккредитованного провайдера, признаются результаты участия лаборатории в МСИ, предусмотренные пунктом 7.7.2 (б) ГОСТ ISO/IEC 17025-2019, т. е. участие в МСИ, отличных от проверок квалификации.

Структура организации МСИ на объекте окружающей среды



Оценка результатов измерений проводится с использованием показателя E_n (п. В.3.1.3 ГОСТ ISO IEC 17043-2013).

Если $\left| E_n \right| \leq 1$, то результаты измерений приемлемы.

Если $\left| E_n \right| > 1$, то результаты измерений не приемлемы (п. В.4.1.1 ГОСТ ISO IEC 17043-2013).

$$E_n = (x - X) / (U_{lab}^2 + U_{ref}^2)^{1/2}, \text{ где}$$

x – результат участника

U_{lab} – диапазон неопределенности измерений участника

X – результат референтной лаборатории

U_{ref} – диапазон неопределенности измерений референтной лаборатории







Оценка диапазона неопределенности измерений интенсивности электромагнитных полей (излучений)



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ
В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА
(РОСПОТРЕБНАДЗОР)**

Вадковский пер., д. 18, стр. 5 и 7, г. Москва, 127994
Тел.: 8 (499) 973-26-90; Факс: 8 (499) 973-26-43
E-mail: depart@gse.ru <http://www.rospotrebnadzor.ru>
ОКПО 00083339 ОГРН 1047796261512
ИНН 7707515984 КПП 770701001

13.06.2012 № 01/6620-12-32
На № _____ от _____

Об оценке данных, получаемых при
инструментальных измерениях физических
факторов неионизирующей природы

Руководителям
Управлений Роспотребнадзора
по субъектам
Российской Федерации
и железнодорожному транспорту

Главным врачам
ФГУЗ «Центр гигиены и
эпидемиологии»
в субъектах
Российской Федерации
и по железнодорожному
транспорту

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, в связи с поступающими запросами направляет информацию по вопросам оценки данных, получаемых при инструментальных измерениях физических факторов неионизирующей природы и по организации таких работ.

1. При проведении измерений и оформлении их результатов необходимо производить оценку неопределенности измерений. При оценке соответствия результатов измерений действующим гигиеническим нормативам следует руководствоваться положениями ГОСТ Р ИСО 10576-1 – 2006 «Руководство по оценке соответствия установленным требованиям». Соответствие гигиеническим нормативам считается установленным лишь в том случае, если измеренные величины, включая диапазон расширенной неопределенности, находятся в зоне допустимых значений. Расчет неопределенности измерений следует производить в соответствии с рекомендациями РМГ 43–2001 «Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений», Р 50.2.038-2004 «Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результатов измерений» и другими нормативными документами.



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ
В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА
(РОСПОТРЕБНАДЗОР)**

Вадковский пер., д. 18, стр. 5 и 7, г. Москва, 127994

Тел.: 8 (499) 973-26-90; Факс: 8 (499) 973-26-43

E-mail: depart@gse.ru <http://www.rospotrebnadzor.ru>

ОКПО 00083339 ОГРН 1047796261512

ИНН 7707515984 КПП 770701001

02.10.2014 № *01/11490-14-32*

На № _____ от _____

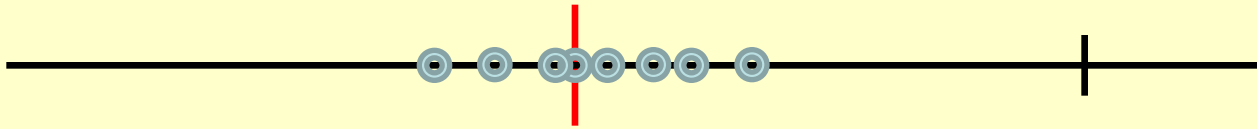
Руководителям территориальных
органов и подведомственных
организаций Роспотребнадзора

Об измерении физических факторов

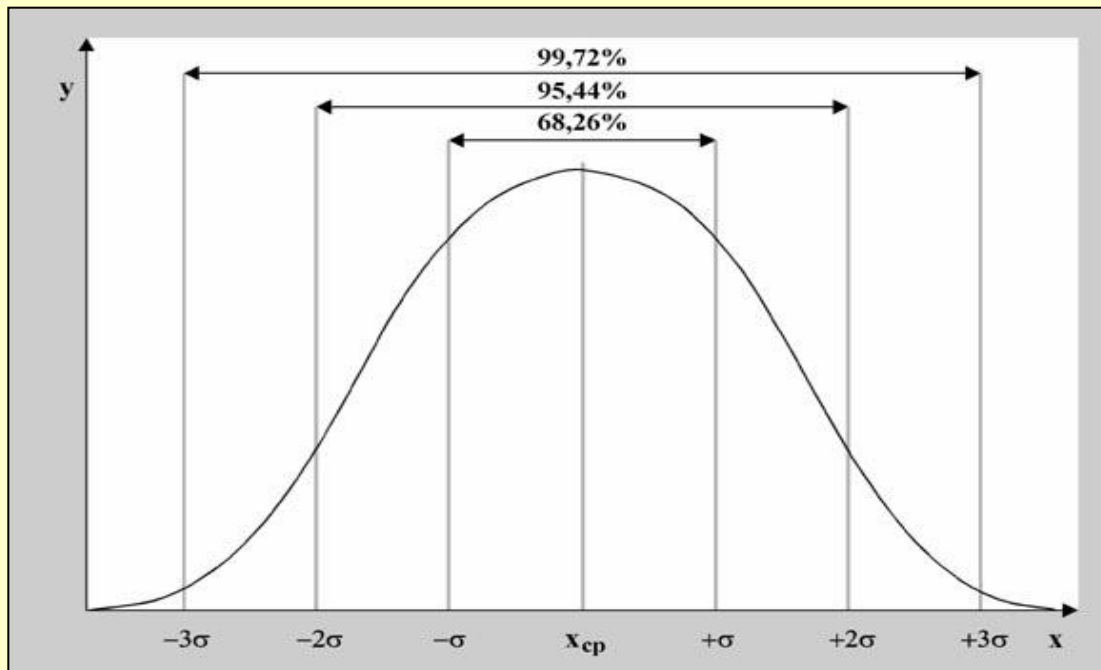
При оценке неопределенности измерений физических факторов необходимо руководствоваться ГОСТ Р 54500.1-2011 «Введение в руководства по неопределенности измерения», ГОСТ Р 54500.3-2011 «Руководство по выражению неопределенности измерения».

Использовавшиеся ранее рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 43-2001 «Применение Руководства по выражению неопределенности измерений» с 1 октября 2012 года утратили силу в связи с изданием Приказа Росстандарта от 16.11.2011 № 555-ст.

Понятие неопределенности измерений



При измерении мы имеем случайно меняющуюся величину, и наилучшей оценкой математического ожидания измеренного значения является среднее арифметическое.



№ измер.	E, В/м
1	12,4
2	12,0
3	12,8
4	11
5	13,3
6	13,7
7	10,2
8	14,1
Сумма	99,3
Среднее	12,4

Понятие неопределенности измерения

Абсолютно точных измерений не существует. Результат измерения зависит от *измерительной системы*, методики измерения, квалификации оператора, внешних условий и других факторов. Так, если измерять одну и ту же величину несколько раз одним способом и в одинаковых условиях, то, как правило, *полученные значения измеряемой величины* всякий раз будут разными.

Их *среднее* должно обеспечить *оценку истинного значения величины*, которая будет более достоверной, чем отдельное показание. Разброс показаний и их число дают некоторую информацию в отношении среднего значения как оценки истинного значения величины, однако, этого недостаточно.

В руководстве ИСО/МЭК по оценке неопределенности измерений (GUM) предложено выражать результат измерения как наилучшую оценку измеряемой величины вместе с соответствующей *неопределенностью измерения*.

Неопределенность измерения можно представить через степень уверенности. Такая неопределенность будет отражать неполноту знания об измеряемой величине. Понятие «уверенности» очень важно, так как оно перемещает метрологию в сферу, где результат измерения должен рассматриваться и численно определяться в терминах *вероятностей*, которые выражают степень доверия.

Неопределенность измерения - «неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений, приписываемых измеряемой величине на основании используемой информации».

Сравнительный анализ двух подходов к выражению характеристик точности измерений

Понятие погрешности измерений как разности между результатом измерений и истинным (действительным) значением измеряемой величины используется для описания точности измерений в НД ГСИ по метрологии.

Неопределенность измерений понимают как неполное знание значения измеряемой величины и для количественного выражения этой неполноты вводят распределение вероятностей возможных (обоснованно приписанных) значений измеряемой величины. Таким образом, параметр этого распределения (также называемый - неопределенность) количественно характеризует точность результата измерений.

Сходными для обоих подходов являются последовательности действий при оценивании характеристик погрешности и вычислении неопределенности измерений:

Методы вычисления неопределенности, так же как и методы оценивания характеристик погрешности, заимствованы из математической статистики, однако при этом используются различные интерпретации закона распределения вероятностей случайных величин.

Порядок оценки неопределенности измерений

Нормативно-правовая база обеспечения единства измерений

И з м е р е н и я

```
graph TD; A[Измерения] --> B[Прямые  
Непрямые]; A --> C[С однократными наблюдениями  
С многократными наблюдениями]
```

Прямые

Непрямые

С однократными наблюдениями

С многократными наблюдениями

**PMG 43-2001 ПРИМЕНЕНИЕ "РУКОВОДСТВА ПО ВЫРАЖЕНИЮ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ"**

**Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement: First edition. – ISO,
Switzerland, 1993**

**ГОСТ Р 34100.1-2017/Руководство ИСО/МЭК 98-1:2009
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ Часть 1**

Введение в руководство по выражению неопределенности измерения

**ГОСТ Р 34100.3— 2017/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ Часть 3**

Руководство по выражению неопределенности измерения

Р 50.2.038-2004

Группа Т80

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ИЗМЕРЕНИЯ ПРЯМЫЕ ОДНОКРАТНЫЕ

**Оценивание погрешностей и неопределенности результата
измерений**

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

Стандартная

Типа А

Типа В

Суммарная

Расширенная

«Стандартная неопределенность – это неопределенность, выраженная в форме стандартного отклонения результатов измерения».

«Суммарная неопределенность – это стандартная неопределенность результата измерения, которая получена из оценки неопределенности значений нескольких величин (неопределенности типа А и типа В) , и она равна положительному квадратному корню из суммы, в которую в качестве слагаемых входят дисперсии или ковариации этих оценок, взвешенные в соответствии с тем, как результат измерения изменяется в зависимости от изменения значений этих величин».

«Расширенная неопределенность – это параметр, который задает вокруг результата измерения интервал, предположительно содержащий большую часть распределения значений, обоснованно присваиваемых измеряемой величине». Это означает, что в доверительном интервале, ограниченном расширенной неопределенностью, с большой вероятностью находится большая часть вероятностного распределения действительного значения измеряемой величины.

При оценке неопределенности типа А источником информации служат результаты актуальных повторных измерений. *Методом оценки типа А является статистический анализ актуальной серии измерений (повторных измерений).* Примером неопределенности типа А является экспериментальное среднее квадратическое (стандартное) отклонение.

При оценке неопределенности типа В исходная информация получается из других источников (не из актуальных повторных измерений), и в этом случае неопределенность оценивается иначе, чем в случае типа А. Это значит, что методы оценки типа В не связаны со статистическим анализом актуальной серии повторных измерений. *Методом оценки типа В является обработка информации, полученной иными методами и иным образом.* Неопределенность типа В мы можем оценивать, исходя из опыта, теоретически или иным путем, исходя из предполагаемого распределения вероятностей. Примером неопределенности типа В является оценка неопределенности в форме стандартного отклонения, сделанная на основе **предельной погрешности, указанной в паспорте инструмента, при этом предполагается некоторое распределение вероятности отклонения показаний.**

Погрешности (составляющие неопределенности) при выполнении измерений

- инструментальная (приборная) – определяется конструкцией СИ; (основная, дополнительная ; предел допускаемой погрешности)**
- систематическая – СИ обусловлена методом измерения;**
- случайная – разброс результатов, обусловленный совокупностью различных факторов;**
- «промах» - грубая ошибка**

Стандартную неопределенность по типу А $u_A(x_i)$

измерений i -й величины, при которых результат определяют как среднее арифметическое, вычисляют по формуле:

$$u_A(x_i) = \sqrt{\frac{1}{n_i(n_i - 1)} \sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2}$$

При вычисление стандартной неопределенности по типу В – u_B

в качестве исходных данных для вычисления используют:

- данные предшествовавших измерений величин, входящих в уравнение измерения; сведения о виде распределения вероятностей;
- данные, основанные на опыте исследователя или общих знаниях о поведении и свойствах соответствующих приборов и материалов;
- неопределенности констант и справочных данных;
- данные поверки, калибровки, сведения изготовителя о приборе и т.п.

$$u_B(x_i) = \frac{b_{i+} - b_{i-}}{2\sqrt{3}}$$

Для симметричных границ $(\pm b_i)$

$$u_B(x_i) = \frac{b_i}{\sqrt{3}}$$

Р 50.2.038-2004

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ИЗМЕРЕНИЯ ПРЯМЫЕ ОДНОКРАТНЫЕ

Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений

4.4 Выполнение **однократных измерений** обосновывают следующими факторами:

- производственной необходимостью (разрушение образца, невозможность повторения измерения, экономическая целесообразность и т.д.);
- возможностью пренебрежения случайными погрешностями (неопределенностью по типу А);
- стандартная неопределенность, оцениваемая по типу А, существенна, но расширенная неопределенность не превышает заданного предела.

Неопределенность, оцениваемую по типу А (U_A), считают пренебрежимо малой по сравнению с неопределенностью, оцениваемой по типу В (U_B), если выполняется условие:

$$U_B \times \sqrt{3} / U_A > 8$$

Суммарную стандартную неопределенность $u_c(y)$ вычисляют по формуле:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i)}$$

Различные неопределенности

Для прямых измерений этот коэффициент равен 1

Расширенную неопределенность U вычисляют по формуле:

$$U = k \cdot u_c$$

k – коэффициент Стьюдента, определяемый по таблице в зависимости от числа измерений (n) и доверительной вероятности (P)

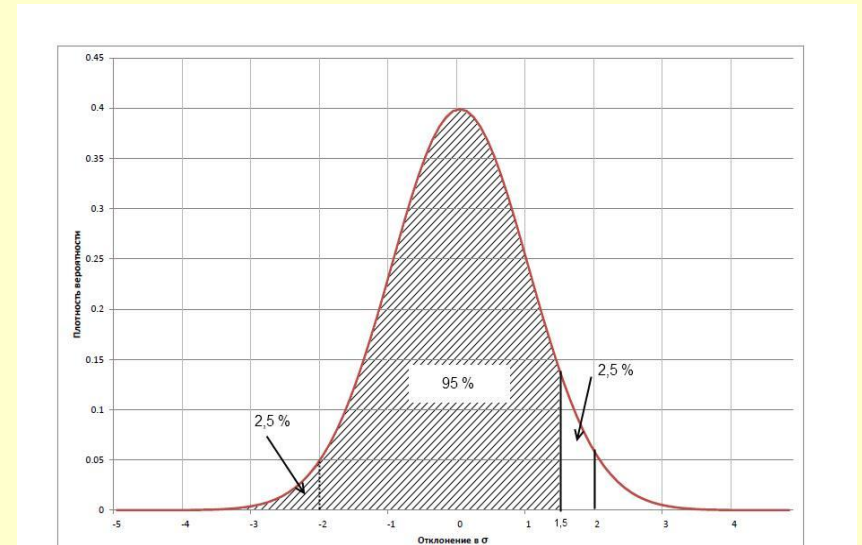
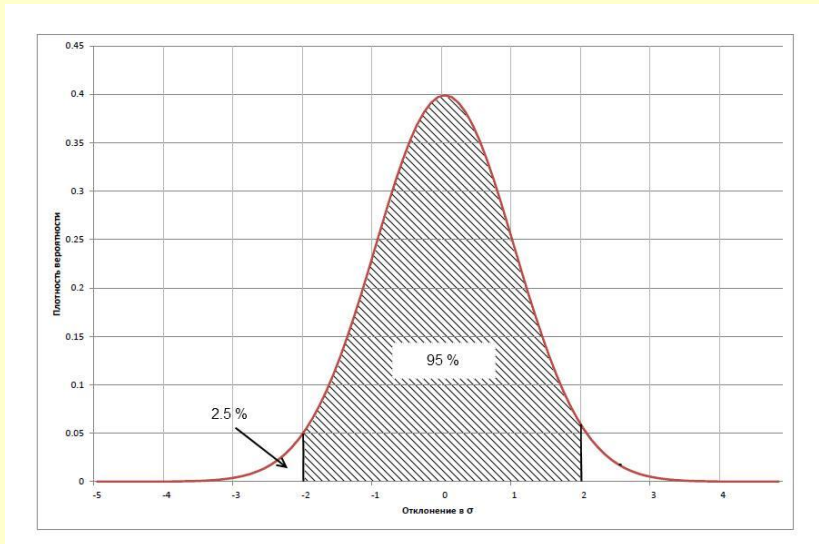
$n - 1$	$P = 0,95$
3	3,182
4	2,776
5	2,571
6	2,447
7	2,365
8	2,306
9	2,262
10	2,228
12	2,179
14	2,145

Одно- и двусторонний интервал охвата

Интервал охвата = интервал неопределённости (плохой перевод)².

Раньше использовались термины «одно- и двусторонние доверительные интервалы».

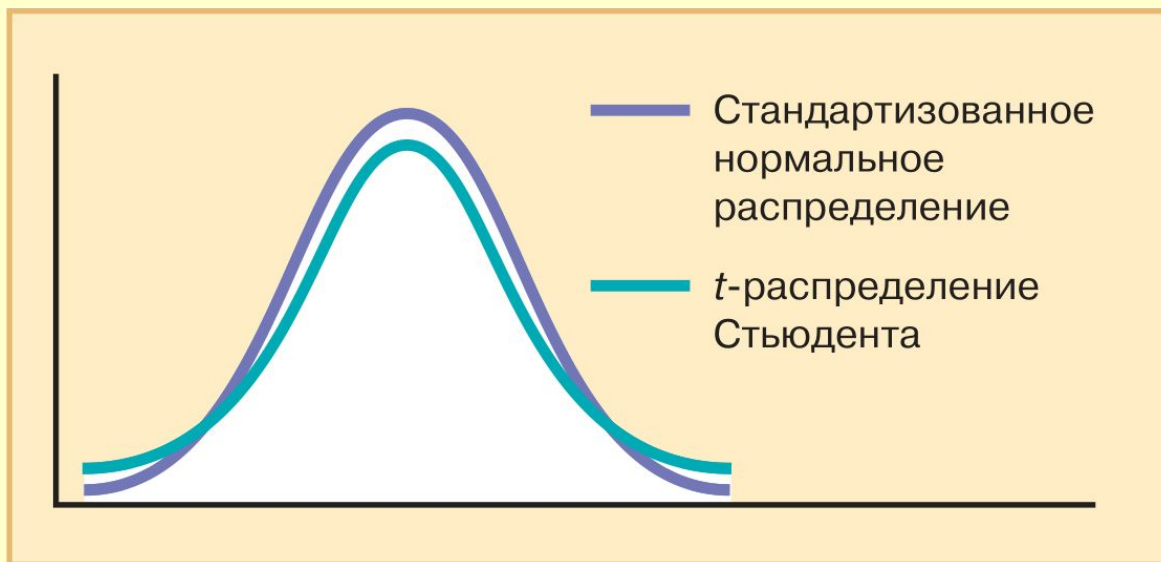
Если неопределённость оценивается по типу А, то интервал охвата=интервалу неопределённости¹.



1.ГОСТ 34100.3-2017/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008 (п. 6.2.2)

2.ГОСТ 34100.3.1-2017/Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008/ Дополнение 1:2008 (п. 3.12)

К чему ведет недостаточное количество измерений?



Расширенную неопределенность U вычисляют по формуле: $U = k \cdot u_C$

Если число измерений >11 , то k можно принять равным **2** для двухстороннего интервала охвата и **1,65** для одностороннего интервала охвата. При меньшем числе измерений k зависит от числа измерений (n). В таблице представлены его величины при доверительной вероятности 95%.

$n-1$	Двухсторонний интервал охвата	Односторонний интервал охвата
3	3,182	2,353
4	2,776	2,132
5	2,571	2,015
6	2,447	1,943
7	2,365	1,895
8	2,306	1,860
9	2,262	1,833
10	2,228	1,812
12	2,179	1,796
14	2,145	1,782

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
 ГОСТ 34100.3—2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008
 НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ Часть 3
 Руководство по выражению неопределенности измерения
 (ISO/IEC Guide 98-3:2008, IDT)

Таблица 1

Результат изм.	S_{θ}	$S_{\theta \text{ Доп}}$	u_c	U	$U_{\text{одн}}$
1,29	0,13	0,00	0,134	0,268	0,220

Таблица 2

Сведения о погрешности средств измерений	
Осн. погрешн.	Доп. погрешн.
Абсолютная погрешность	
Относительная погрешн.,%	
18	

В протокол вносится при двухстороннем интервале охвата:

РЕЗУЛЬТАТ = 1,29 ± 0,27 (0,95)

При одностороннем интервале охвата:

РЕЗУЛЬТАТ = 1,29 " + или - " 0,22 (0,95)

В ячейки зеленого цвета вносятся данные. Остальные ячейки защищены от изменений.
 В исходном состоянии внесены данные примера.

Обозначения:

S_{θ} - среднее квадратическое отклонение погрешности (на основании погрешности)
 u_c - суммарная стандартная неопределенность
 U - расширенная неопределенность
 $U_{\text{одн}}$ - расширенная неопределенность

В ячейки зеленого цвета вносятся данные. Остальные ячейки защищены от изменений.
 В исходном состоянии внесены данные примера.

Порядок расчетов:

- 1) Ввести результаты измерений в таблицу 1
- 2) Ввести погрешность средства измерения в таблицу 2
- 3) Ввести дополнительную погрешность (при необходимости)

ПРИМЕР 1

Произвели измерение освещенности. Измерение с 1-кратным наблюдением. Результат = 580 Лк. Относит. погрешн. (СИ) = 23,2%. Дополнительная погрешность неизвестна. Результат измерения вносим в таблицу 1. С помощью табл. 2 определяем величину погрешности средства измерения, которая составляет 23,44 лк. В результате получаем суммарную стандартную неопределенность с двухсторонним охватом 0,95. Результат измерения вносим в протокол измерения вносим: 580±46,88 (0,95) лк или 580±38,68 (0,95) лк.

ПРИМЕР 2

Произвели измерение температуры воздуха. Измерение с 1-кратным наблюдением. Результат = 23,2°C. Абс. погрешн. СИ = 0,536°C. Дополнительная погрешность неизвестна.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ДИАПАЗОНА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЯМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ С МНОГОКРАТНЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ ГОСТ 34100.3—2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ Часть 3

Руководство по выражению неопределенности измерения
(ISO/IEC Guide 98-3:2008, IDT)

Таблица 1

Результаты измерений (X _i)	Расчетные показатели	Результаты расчетов
4	Среднее (X)	5,01
4,7	Число изм.(n)	11
5	S _x	0,214
4,8	S _ө	0,40
5,3	S _{ө доп}	0,12
5,8	u _c	0,472
4,1	U	0,944
4,2	U _{одн.}	0,774

Измерений достаточно

5,7	С однократным или многократными наблюдениями? (Согласно п. 4.4. Р 50.2.038-2004)		
6	0/S _x	1,96	Необходимы многократные наблюдения
5,5	Является ли максимальное или минимальное значения в выборке "ПРОМАХОМ"		
	Мин.	4	1,420 G1<GT - НЕ ПРОМАХ
	Макс.	6	1,395 G2<GT - НЕ ПРОМАХ

Сведения о погрешности средств измерений	
Осн. погрешн.	Доп. погрешн.
Абсолютная погрешность	
0,7	0,2
Относительная погрешн.,%	
0	0,00

Таблица 2

Таблица 3

Пересчет погрешности(П) из дБ в %		
Показатель	ПдБ	П%
Напряженность	3	35,23
ППЭ или мощность	0,6	13,86

В протокол вносится при двухстороннем интервале охвата:

5,01	±	0,94	(0,95)
------	---	------	--------

При одностороннем интервале охвата:

5,01	" + или - "	0,77	(0,95)
------	-------------	------	--------

Данные вводятся в ячейки зеленого цвета) - не менее

Обозначения:

- S_x - среднее квадратическое отклонение (не)
 - S_ө - среднее квадратическое отклонение неопределенности
 - u_c - суммарная стандартная неопределенность
 - U - расширенная неопределенность с двухсторонним интервалом охвата
 - U_{одн} - расширенная неопределенность с односторонним интервалом охвата
 - ПдБ - погрешность СИ напряженности поля и напряженности электрического поля
 - П% - относительная погрешность СИ напряженности поля и напряженности электрического поля
- В ячейки зеленого цвета вносятся данные. Остальные ячейки в исходном состоянии внесены данные примера

Порядок расчетов:

- 1) Ввести результаты измерений в табл. 1
 - 2) Ввести погрешность средства измерений (СИ) в табл. 2
- Все данные вводятся в ячейки зеленого цвета. При расчете интервала неопределенности для одностороннего интервала охвата в табл. 1 вводятся результаты измерений в диапазоне от минимального до максимального значения. При расчете интервала неопределенности для двухстороннего интервала охвата необходимо предварительный пересчет погрешности СИ на среднюю относительную погрешность, вычисленную по формуле (1) и (2).

Пример:

С помощью прибора ПЗ-31 проведено измерение напряженности электрического поля. При этом температура среды составляла 13 гр. Для обработки выбраны значения для точки, в которой измерение проводилось. Поле наибольшая. Всего выполнено 11 измерений. Их величины: 4,0; 4,7; 5,0; 4,8; 5,3; 5,8; 4,1; 4,2; 5,7; 6,0; 5,5. Основная относительная погрешность прибора составляет 0,6 дБ. Доп. погрешность принимается равной 0,6 дБ при температуре за пределами диапазона 20±5 гр.

Вводим полученные значения в столбец "Результаты измерений" и производим вычисление среднего значения и стандартного отклонения.

ВЫЧИСЛЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ДЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЯМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ С МНОГОКРАТНЫМИ НАБЛЮДЕНИЯМИ

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
ГОСТ 34100.3—2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ Часть 3

Руководство по выражению неопределенности измерения
(ISO/IEC Guide 98-3:2008, IDT)

Таблица 1

Результаты измерений (Xi)	Расчетные показатели	Результаты расчетов
4	Среднее (X)	5,01
4,7	Число изм.(n)	11
5	S _x	0,214
4,8	S _е	0,40
5,3	S _{е доп}	0,00
5,8	u _c	0,457
4,1	U	1,019
4,2	U _{одн.}	0,838

С однократным или многократными наблюдениями?
(Согласно п. 4.4. Р 50.2.038-2004)

0/S_x 1,89 Необходимы многократные наблюдения

Является ли максимальное или минимальное значения в выборке "ПРОМАХОМ"

	Мин.	4	1,420	G1<GT - НЕ ПРОМАХ
	Макс.	6	1,395	G2<GT - НЕ ПРОМАХ

Сведения о погрешности средств измерений

Осн. погрешн.	Доп. погрешн.
Абсолютная погрешность	
0,7	
Относительная погрешн.,%	

Таблица 2

Таблица 3

Пересчет погрешности(П) из дБ в %		
Показатель	ПдБ	П%
Напряженность		0,00
ППЭ или мощность	0,6	13,86

В протокол вносится при двухстороннем интервале охвата:
5,01 ± 1,02 (0,95)
При одностороннем интервале охвата:
5,01 " + или - " 0,84 (0,95)

Данные вводятся в ячейки зеленого цвета)

Обозначения:

S_x - среднее квадратическое отклонение
S_е - среднее квадратическое отклонение
u_c - суммарная стандартная неопределенность
U - расширенная неопределенность с коэффициентом охвата k=2
U_{одн.} - расширенная неопределенность с коэффициентом охвата k=1
ПдБ - погрешность СИ напряженности
П% - относительная погрешность СИ
В ячейки зеленого цвета вносятся данные
В исходном состоянии внесены данные

Порядок расчетов:

1) Ввести результаты измерений в таблицу 1
2) Ввести погрешность средства измерения в таблицу 2
Все данные вводятся в ячейки зеленого цвета
При расчете интервала неопределенности в таблицу 1 вводятся результаты измерений
в таблицу 2 также в дБ как абсолютная погрешность
Чем меньше число измерений тем больше погрешность
При расчете интервала неопределенности необходимо предварительный пересчет погрешности в среднюю относительную погрешность

Пример:

С помощью прибора ПЗ-31 проведено измерение температуры среды составляющей 11 измерений. Их значения: 4,0; 4,7; 5,0; 4,8; 5,3; 5,8; 4,1; 4,2; 5,7; 6,0
Для обработки выбраны значения для поля наибольшая.
Всего выполнено 11 измерений. Их величина: 4,0; 4,7; 5,0; 4,8; 5,3; 5,8; 4,1; 4,2; 5,7; 6,0
Основная относительная погрешность СИ: 0,00
Доп. погрешность принимается равной 0,6 дБ
при температуре за пределами диапазона измерения

Вводим полученные значения в столбец 2
при этом производится вычисление среднего

49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84

Козфф. охвата по критерию Стьюдента (k)

n-1	t(0,95)	k	t(0,95) - одностор	ko
3	3.182		2.92	
4	2.776		2.353	
5	2.571		2.132	
6	2.447		2.015	
7	2.365		1.943	
8	2.306		1.895	
9	2.262		1.860	
10	2.228		1.833	
11	2.228		1.812	
12	2.179		1.796	
13	2.179	2.179	1.782	1.782
14	2.145		1.771	
15	2.145		1.761	
16	2.120		1.753	
17	2.120		1.746	
18	2.101		1.740	
19	2.101		1.734	
20	2.086		1.729	
21	2.086		1.725	
22	2.074		1.721	
23	2.074		1.717	
24	2.064		1.714	
25	2.064		1.711	
26	2.056		1.708	
27	2.056		1.706	
28	2.048		1.703	
29	2.048		1.701	
30	2.042		1.609	

Получ
В резу
сумма
Она со
при од
В про
или 5

Критические значения G_T для критерия Граббса		
n	q(>5%)	G_T
81		
82		
83	3	1,155
84	4	1,481
85	5	1,715
86	6	1,887
87	7	2,02
88	8	2,126
89	9	2,215
90	10	2,29
91	11	2,355
92	12	2,412
93	13	2,462
94	14	2,507
95	15	2,549
96	16	2,585
97	17	2,62
98	18	2,651
99	19	2,681
100	20	2,709
101	21	2,733
102	22	2,758
103	23	2,781
104	24	2,802
105	25	2,822
106	26	2,841
107	27	2,859
108	28	2,876
109	29	2,893
110	30	2,908

Представление результатов оценивания неопределенности

Если мерой неопределенности результата измерения является расширенная неопределенность $U = k u_c(y)$, то при представлении результата измерения следует:

- a) дать подробное определение измеряемой величины Y ;
- b) указать результат измерения в виде $Y = y \pm U$ с указанием единиц измерений для y и U ;
- c) при необходимости указать относительную расширенную неопределенность;
- d) указать использованное для получения расширенной неопределенности значение k ;
- e) указать приблизительный уровень доверия для интервала $y \pm U$ и пояснить, как он был определен;

Форма представления результата измерения

$$\tilde{A} \pm U(P)$$

Возможно введение в форму протокола колонки «неопределенность измерений» и/или «результат с учетом неопределенности измерений»

9. Результаты измерений:



№	Описание точки измерения, высота от опорной поверхности – наибольшее значение, номер на эскизе.	ППЭ, мкВт/см ²	ППЭ, мкВт/см ² (с учетом расширенной неопределенности)
1	КТ №6 (см. Эскиз 1), h=0,5-2,0м, прилегающая территория, пашня	0,66	1,15
2	КТ №8 (см. Эскиз 1), h=0,5-2,0м, прилегающая территория, центр проезжей части проселочной автомобильной дороги	0,47	0,82
3	КТ №9 (см. Эскиз 2), h=0,5-2,0м, прилегающая территория, у ограждения территории частного участка первой линии жилой застройки	0,35	0,61
4	КТ №11 (см. Эскиз 1), h=0,5-2,0м, прилегающая территория, пустырь	0,39	0,67
5	КТ №12 (см. Эскиз 1), h=0,5-2,0м, прилегающая территория, у ограждения территории частного огорода	0,35	0,61
6	КТ №17 (см. Эскиз 2), h=0,5-2,0м, прилегающая территория, пустырь у территории АЗС «Роснефть»	0,20	0,35
7	КТ №18 (см. Эскиз 2), h=0,5-2,0м, прилегающая территория, пашня	0,66	1,14

Оценка результатов измерений с учетом расширенной неопределенности

Учет неопределённости при сопоставлении результатов исследований с гигиеническими нормативами осуществляют только для результатов измерений и не осуществляют для показателей, получаемых расчетным путем (расчеты при проектировании).

Решение о соответствии результата измерения гигиеническим нормативам принимается тогда и только тогда, когда весь интервал расширенной неопределённости для уровня доверия 0,95 находится в области допустимых значений, в том числе, когда одна из границ интервала неопределённости совпадает с предельным значением.

Для принятия решений о соответствии могут использоваться как двусторонние, так и односторонние интервалы неопределённости (интервалы охвата). Двусторонний интервал имеет нижнюю и верхнюю границы, между которыми с заданной вероятностью находятся значения измеряемой величины.

Односторонний интервал охвата имеет только одну границу, выше или ниже которой с заданной вероятностью располагаются значения измеряемой величины. Если целью исследования является сопоставление результата измерений с предельным значением, когда область допустимых значений располагается ниже (или выше) норматива, то целесообразно использовать односторонний интервал охвата. Его величина меньше, чем для двухстороннего интервала охвата.

ПРИМЕР:

Проведено измерение напряженности электрического поля промышленной частоты (50 Гц) на рабочем месте на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м. В 3-х измерениях получены результаты:

0,5 м : 520, 600, 560 (В/м) $\bar{X} = 560$ В/м

1,0 м : 600, 630, 590 (В/м) $\bar{X} = 606.6$ В/м

1.7 м : 720, 740, 710 (В/м) $\bar{X} = 723.3$ В/м

Очевидно, что на высоте 1,7 м фиксируется наибольшее значение, которое и следует сравнивать с нормативом. Но выборка из 3 измерений мала. В связи с этим проведено еще 8 измерений на высоте 1,7 м. В результате были получены данные:

720, 740, 710, 730, 750, 743, 735, 755, 715, 733, 738 (В/м). $\bar{X} = 733.55$ В/м.

Учитывая, что источник тока был 3-х фазный все результаты умножены на $\sqrt{2}$ и получаем: 1015,2; 1043,4; 1001,1; 1029,3; 1057,5; 1047,6; 1036,3; 1064,5; 1008,2; 1033,5; 1040,6 (В/м). $\bar{X} = 1034,3$ В/м.

При 20% погрешности СИ абсолютная погрешность составляет: $1034,3 * 0,2 = 203,9$ В/м

Среднее квадратическое отклонение (СКО) составляет: $S_x = 5,98$ В/м;

СКО для неисключенной систематической погрешности: $S_{\rho} = 203,9 / \sqrt{3} = 119,43$ В/м.

Суммарная стандартная неопределенность равна: $u = (5,98^2 + 119,43^2)^{1/2} = 119.58$ В/м.

Для расчета расширенной неопределенности используем коэффициент k для одностороннего интервала охвата, равный 1,65: $U_o = k * u = 1.65 * 119.58 = 197.31$ В/м.

С нормативным значением сравниваем среднее значение напряженности электрического поля для высоты 1,7 м + значение расширенной неопределенности: $1034,43 + 196,11 = 1230,54$ В/м.

Электромагнитные поля – классификация измерений

Требования Федерального закона об обеспечении единства измерений от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ

Статья 2. Основные понятия

19) прямое измерение - измерение, при котором искомое значение величины получают непосредственно от средства измерений.

Статья 5. Требования к измерениям

1. Измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны выполняться по аттестованным методикам (методам) измерений, **за исключением методик (методов) измерений, предназначенных для выполнения прямых измерений, с применением средств измерений утвержденного типа, прошедших поверку.**

2. Методики (методы) измерений, предназначенные для выполнения **прямых измерений, вносятся в эксплуатационную документацию на средства измерений. Подтверждение соответствия этих методик (методов) измерений обязательным метрологическим требованиям к измерениям осуществляется в процессе утверждения типов данных средств измерений.**

Электромагнитные поля – классификация измерений

Фактор / Измеряемый показатель	Вид измерений	Фактор / Измеряемый показатель	Вид измерений
Электростатическое поле (ЭСП)		Электрические и магнитные поля в диапазоне частот 10-30 кГц	
Напряженность ЭСП (модуль)	Прямые	Напряженность ЭП диапазона 10-30 кГц	Прямые
Гипогеомагнитное поле		Напряженность (индукция) МП диапазона 10-30 кГц	Прямые
Напряженность (магнитная индукция) геомагнитного поля	Прямые	Электрические, магнитные поля и плотность потока энергии радиочастотных диапазонов	
Кратность ослабления геомагнитного поля	Непрямые	Напряженность ЭП диапазона 30 кГц – 300 МГц, в т. ч. суммарная	Прямые и непрямые
Постоянное магнитное поле (ПМП)		Напряженность (индукция) МП диапазона 0,03-3,0 МГц и 30-50 МГц, в т. ч. суммарная	Прямые и непрямые
Напряженность (магнитная индукция) ПМП	Прямые	Плотность потока энергии (ППЭ) в диапазоне >300 МГц в т. ч. суммарная	Прямые и непрямые
Электрические (ЭП) и магнитные (МП) поля пром. частоты (50 Гц) (ППЧ)		Энергетическая экспозиция по ЭП, МП и ППЭ, в т. ч. суммарная от постоянных и сканирующих источников	Непрямые
Напряженность ЭППЧ	Прямые	Суммарная интенсивность воздействия	Непрямые
Приведенное время воздействия ЭППЧ	Непрямые		
Напряженность (индукция) МППЧ	Прямые		

Электростатическое поле

Статические электрические поля (СЭП) представляют собой поля неподвижных электрических зарядов, либо стационарные электрические поля постоянного тока.

Естественные поля — результат действия электрических зарядов на поверхности земли и в атмосфере. Проявляются в виде огней Эльма и молний. Среднее значение на поверхности земли $E = 120 \div 150 \text{ В/м}$

Техногенные поля:

- установки с высоким напряжением
- линии постоянного тока
- экраны дисплеев, ТНП
- синтетические материалы (ткани, покрытия).

Источники СЭП в производстве:

Текстильное производство от	20 до 60 кВ/м
Целлюлозно-бумажное производство от	20 до 60 кВ/м
Производство пластических материалов от	240 до 500 кВ/м
Другие производства с наличием аэрозольных частиц, в том числе электростатическое нанесение лакокрасочных и полимерных материалов	
Приборы с ЭЛТ до	1000 кВ/м
Оборудование электрогазоочистки, электростатическая сепарация руд и материалов, Электростатическое промасливание, электростатическое распыление различных жидкостей, электрокопчение.	

Источники электростатических полей

Источники СЭП в быту:

Электризуемость пола от 90 до 270 В/м

Электризуемость различных тканей в условиях реальной носки

Капрон до 640 кВ/м Нейлон до 100 кВ/м

Ацетат до 700 кВ/м Вискоза до 2,5 кВ/м

Хлопок нет

Бытовые устройства ионизации, озонирования воздуха

Биологическое действие электростатического поля

Воздействие на автономную нервную систему, проявляющееся в виде астено-невротического синдрома.

Воздействие на организм, обусловленное чрезмерной ионизацией воздуха.

Биологическая активность фактора относительно невелика и не все эффекты достаточно изучены.

Гигиеническое нормирование электромагнитных полей

СанПиН 1.2.3685-21

**«Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и
(или)**

безвредности для человека факторов среды обитания»

(Раздел V)

Электростатическое поле

Электрическое поле промышленной частоты (50 Гц)

Постоянное магнитное поле

Магнитное поле промышленной частоты (50 Гц)

Электрическое поле диапазона частот 10 кГц - 30 кГц

Магнитное поле диапазона частот 10 кГц - 30 кГц

Электрическое поле диапазона частот > 30 кГц

Магнитное поле диапазона частот >30 кГц

Плотность потока энергии диапазона частот >300 МГц

Ослабление интенсивности геомагнитного поля

**Импульсные электромагнитные поля, создаваемые установками
специального назначения**

Нормирование электростатических полей

В условиях производства предельно допустимая напряженность электростатического поля ($E_{\text{пду}}$) не должна превышать следующих величин:

- ◆ при воздействии до 1 часа – 60 кВ/м;
- ◆ при воздействии свыше 1 часа и до 8 часов величина $E_{\text{пду}}$ определяется из формулы:

$$E_{\text{пду}} = 60/\sqrt{T},$$

где: T - время воздействия, ч,
или допустимое время воздействия составляет:

$$T = (60/E_{\text{факт}})^2$$

Где $E_{\text{факт}}$ – измеренная напряженность ЭСП

При напряженностях ЭСП, превышающих ПДУ, требуется применение средств защиты, если время пребывания больше T.

ПДУ ЭМП на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях плавательных средств и морских сооружений.

Рабочие места – 20 кВ/м; жилые и общественные помещения – 15 кВ/м

Для населения $E_{\text{пду}} = 15$ кВ/м (при относительной влажности 30-60 %)

Контроль электростатического поля

а) контроль напряженности ЭСП в пространстве на рабочих местах должен производиться путем покомпонентного измерения полного вектора напряженности в пространстве или измерения модуля этого вектора;

б) контроль напряженности ЭСП должен осуществляться на постоянных рабочих местах персонала или, в случае отсутствия постоянного рабочего места, в нескольких точках рабочей зоны, расположенных на разных расстояниях от источника в отсутствие работающего;

в) измерения проводят на высоте от опорной поверхности:

0,5; 1,0 и 1,7 м (рабочая поза "стоя") и

0,5; 1,0 и 1,4 м (рабочая поза "сидя").

При гигиенической оценке напряженности ЭСП на рабочем месте определяющим является **наибольшее** из всех зарегистрированных значений;

г) контроль напряженности ЭСП осуществляется посредством средств измерения с допустимой относительной погрешностью не более 15%.

В жилых и общественных зданиях измерения производятся при относительной влажности 30-60%.



$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

Сведения, вносимые в рабочий журнал и протокол измерений (в условиях производства)

Сведения о возможных источниках (оборудовании) электростатических полей на рабочих местах; данные о рабочих местах (должность работающего, связан ли работающий профессионально с воздействием электростатических полей; результаты измерения интенсивности электростатического поля на каждом рабочем месте на 3 уровнях от поверхности пола с учетом рабочей позы: 0,5, 0,8 и 1,4 м – при рабочей позе сидя; 0,5, 1,0 и 1,7 м – при рабочей позе стоя (не менее 3 раз в каждой точке). Описание первичной обработки результатов измерений с вычислением средних значений и диапазона неопределенности и уровня доверия. Приводится время пребывания в условиях воздействия электростатического поля в течение рабочего дня. Вычисляется допустимое время пребывания на рабочем месте и измеренные значения для каждой точки.

В протоколе указывается, что представленные результаты измерений – это максимальное значение из измеренных средних значений.

Регистрируются условия окружающей среды.

Сведения, вносимые в рабочий журнал и протокол измерений (в жилых и общественных зданиях)

Сведения о возможных источниках (оборудовании) электростатических полей. Результаты последовательных измерений интенсивности электростатического поля в зонах возможного воздействия на человека. Описание первичной обработки результатов измерений с вычислением средних значений и диапазона неопределенности и уровня доверия. Температура и относительная влажность воздуха.

В протоколе указывается, что представленные результаты измерений – это максимальные значения из измеренных средних значений.

Гипогеомагнитное поле (ГМП)

Интенсивность вектора геомагнитного поля (Т) оценивают в единицах напряженности магнитного поля (Н, А/м) или в единицах магнитной индукции (В, Тл), которые связаны между собой следующим соотношением:

$$H = \frac{B}{\mu_0},$$

где μ_0 – магнитная постоянная, при этом 1 А/м ~ 1,25 мкТл, а 1 мкТл ~ 0,8 А/м.

Диапазон изменения напряженности магнитного поля Земли на территории России – 33,4÷55,7 А/м

В подземных сооружениях метрополитена уровни естественного ГМП могут быть снижены в 2-5 раз, в жилых зданиях, выполненных из железобетонных конструкций в 1,3 – 1,5 раза, на Останкинской телебашне в служебных помещениях в 1,5 – 2,3 раза, а в кабинах скоростных лифтов в 15 – 19 раз, в кабинах буровых установок и экскаваторов в 1,8 – 8,5 раза, в салонах легковых автомобилей в 1,5 – 3 раза (Походзей Л.В., Пальцев Ю.П., 1996)

Гипогеомагнитное поле

Воздействие ослабления геомагнитного поля на организм человека

Наблюдается дисбаланс основных нервных процессов в виде преобладания торможения, дистонии сосудов головного мозга

Нормируемый показатель - коэффициент ослабления интенсивности ГМП (K_0) внутри экранированного объекта, помещения, технического средства равен отношению интенсивности ГМП открытого пространства (T_0) к интенсивности магнитного поля на рабочем месте внутри объекта (T_B):

$$K_0 = T_0 / T_B$$

Гигиенические нормативы ослабления ГМП

1	Рабочие места – время пребывания < 2 ч	4
2	Рабочие места – время пребывания > 2 ч	2
3	Помещения жилых и общественных зданий (жилые комнаты и кухни квартир и общежитий, жилые помещения домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов, спальни и игровые помещения в детских дошкольных учреждениях и школах-интернатах, учебные комнаты в образовательных учреждениях и лечебных учреждениях, палаты больниц и санаториев)	1.5
4	На рабочих местах, в жилых и общественных помещениях плавательных средств и морских сооружений	2

Контроль ослабления ГМП

Инструментальный контроль гипогеомагнитных условий осуществляется с использованием СИ, оснащенных изотропными датчиками напряженности или индукции ПМП, с допустимой относительной погрешностью измерения $< 20\%$.

Измерения интенсивности геомагнитного поля внутри помещения на каждом рабочем месте производятся на 3 уровнях от поверхности пола с учетом рабочей позы:

а) 0,5 м, 1,0 м и 1,4 м - при рабочей позе сидя;

б) 0,5 м, 1,0 м и 1,7 м - при рабочей позе стоя.

9. Определяющим при расчете коэффициента ослабления ГМП является минимальное из всех зарегистрированных на рабочем месте значений интенсивности ГМП.

10. При отсутствии постоянных рабочих мест измерения интенсивности геомагнитного поля внутри помещения проводятся в нескольких точках рабочей зоны (не менее чем в 3) с последующим вычислением среднего арифметического значения. Измерения должны проводиться на расстоянии не ближе 0,5 м от железосодержащих предметов, конструкций, оборудования.

11. Измерения интенсивности геомагнитного поля на рабочем месте в транспортном и транспортно-технологическом средстве производятся в одной точке на расстоянии 1 м от пола кабины.

12. Измерения интенсивности ГМП в открытом пространстве, прилегающем к обследуемому объекту, должны производиться в 3 точках, расположенных на расстоянии не менее 10 м от здания и друг от друга на уровнях 1,5 м от поверхности Земли.

Вычисляется среднее арифметическое значение интенсивности ГМП.

Контроль ослабления геомагнитного поля

Контроль гипогеомагнитных условий в жилых и общественных зданиях и сооружениях.

Измерения интенсивности ГМП внутри указанных помещений производятся на расстоянии от поверхности пола 1,0 м. Измерения производятся с учетом площади помещения в стандартных точках и в местах наиболее длительного пребывания человека.

Количество стандартных точек измерения устанавливается в зависимости от площади помещения:

- $< 2\text{ м}^2$ - одна точка в центре помещения;
- $> 2\text{ м}^2 - 10\text{ м}^2$ - одна точка в центре помещения и в точках, расположенных на расстоянии 0,5 м от середины каждой стены;
- $> 10\text{ м}^2$ - одна точка в центре помещения и в точках, расположенных на расстоянии 0,5 м от каждой стены с шагом 1 м.

Гигиеническая оценка гипогеомагнитных условий в каждом помещении производится с вычислением среднего арифметического значения интенсивности геомагнитного поля с учетом результатов измерения в каждой точке.

Сведения, вносимые в рабочий журнал и протокол измерений (в условиях производства)

Сведения о возможных условиях возникновения гипогеомагнитных полей в помещении; данные о рабочих местах (должность работающего, связан ли работающий профессионально с воздействием гипогеомагнитной среды; результаты измерения интенсивности геомагнитного поля внутри помещения на каждом рабочем месте на 3 уровнях от поверхности пола с учетом рабочей позы: 0,5, 1,0 и 1,4 м – при рабочей позе сидя; 0,5, 1,0 и 1,7 м – при рабочей позе стоя (не менее 3 раз в каждой точке). Описание места измерения ГМП вне помещения
Результаты измерения интенсивности ГМП в открытом пространстве на территории, где размещается обследуемый объект, на уровнях 1,5—1,7 м от поверхности земли (не менее 3 раз).

Приводится время пребывания в гипогеомагнитной среде в течение рабочего дня. Результаты первичной обработки данных измерений, с выбором средних максимальных значений и диапазона неопределенности и уровня доверия для внесения в протокол измерений.

В протоколе указывается, что представленные результаты измерений – это средние максимальные значения ослабления ГМП. Регистрируются параметры окружающей среды

Постоянное магнитное поле (ПМП)

Постоянные магниты и электромагниты широко используются в приборостроении, в магнитных шайбах подъемных кранов и других фиксирующих устройствах, в магнитных сепараторах, в устройствах для магнитной дефектоскопии, в магнитогидродинамических генераторах, установках ядерного магнитного резонанса и электронного парамагнитного резонанса, а также в физиотерапевтической практике.

Основными физическими параметрами, характеризующими ПМП, являются: напряженность поля (Н) и магнитная индукция (В). В системе СИ единицей измерения напряженности магнитного поля является ампер на метр (А/м), магнитной индукции (или плотности магнитного потока) – тесла (Тл).

$$H = \frac{B}{\mu_0}, \text{ где}$$

μ_0 - магнитная проницаемость среды. Принимается равной 0,8 А/м.

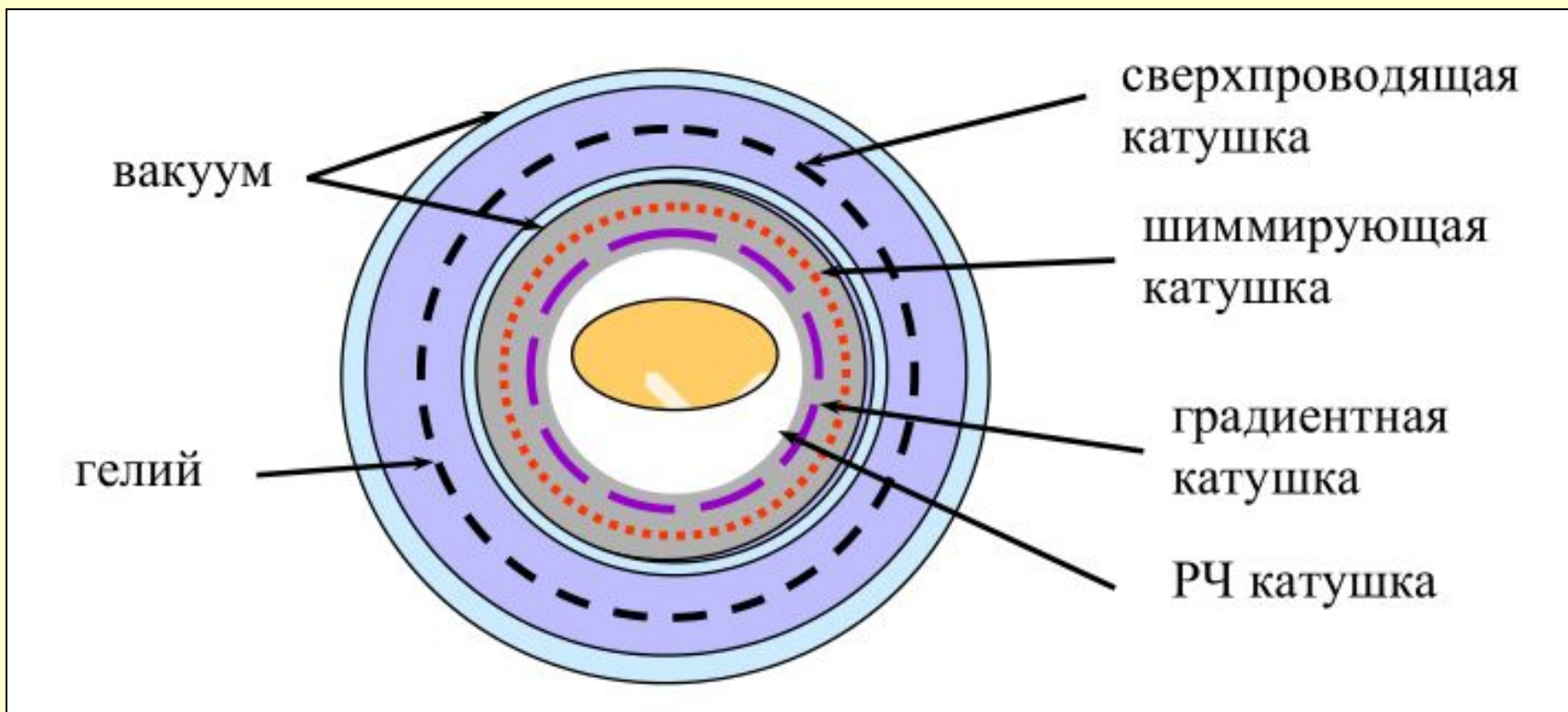
В применяемых в медицине установках магнитного резонанса пациенты подвергаются воздействию ПМП в несколько Тл. Высокие уровни (10-100 мТл) создаются в салонах транспортных средств на магнитной подушке. Средние уровни ПМП в рабочей зоне операторов при электролитических процессах составляют 5-10 мТл. Уровни ПМП под высоковольтными линиями передачи постоянного тока – порядка 20 мкТл.

Применение постоянных магнитов





Схема основных систем МР томографа 76

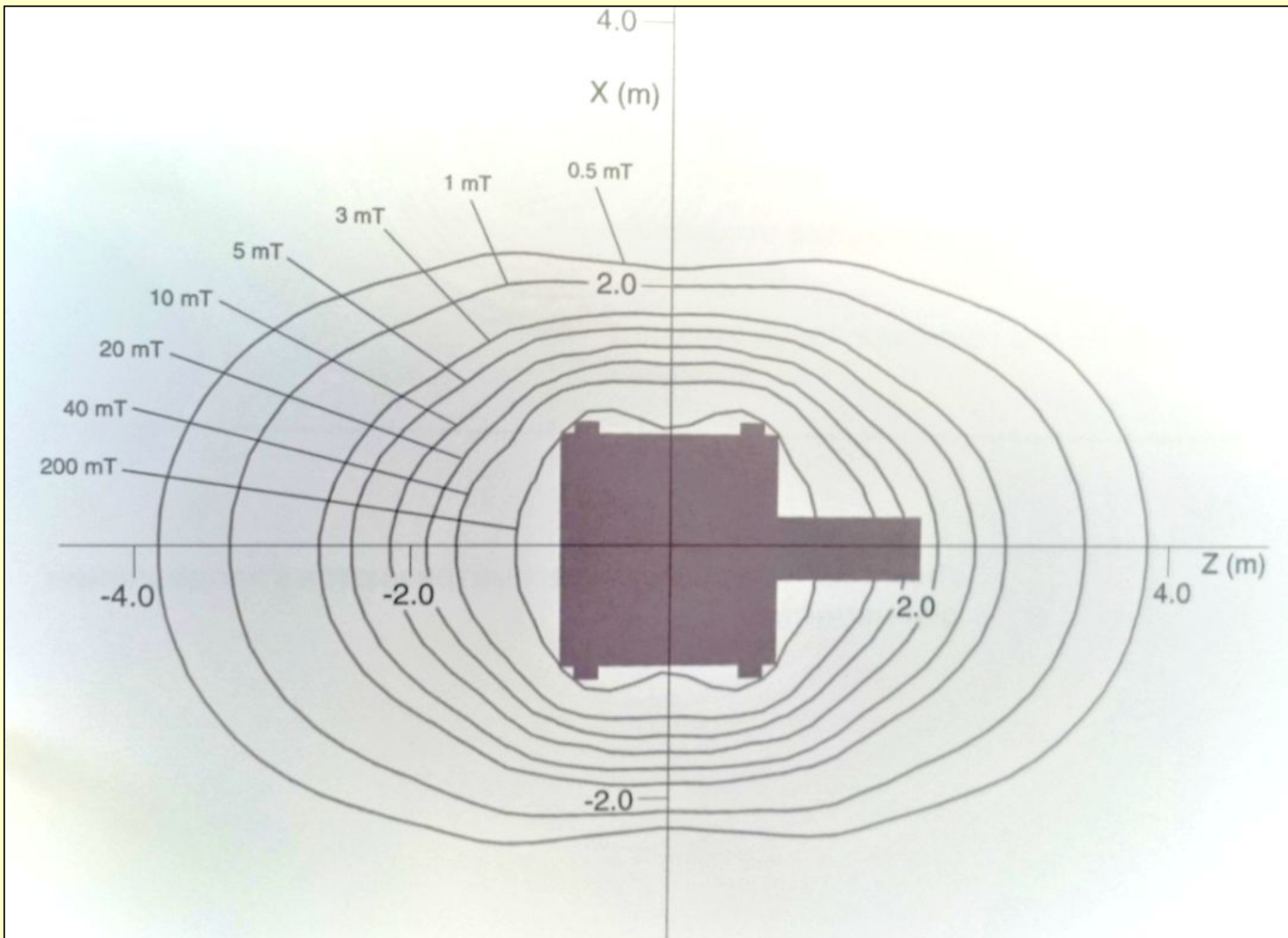


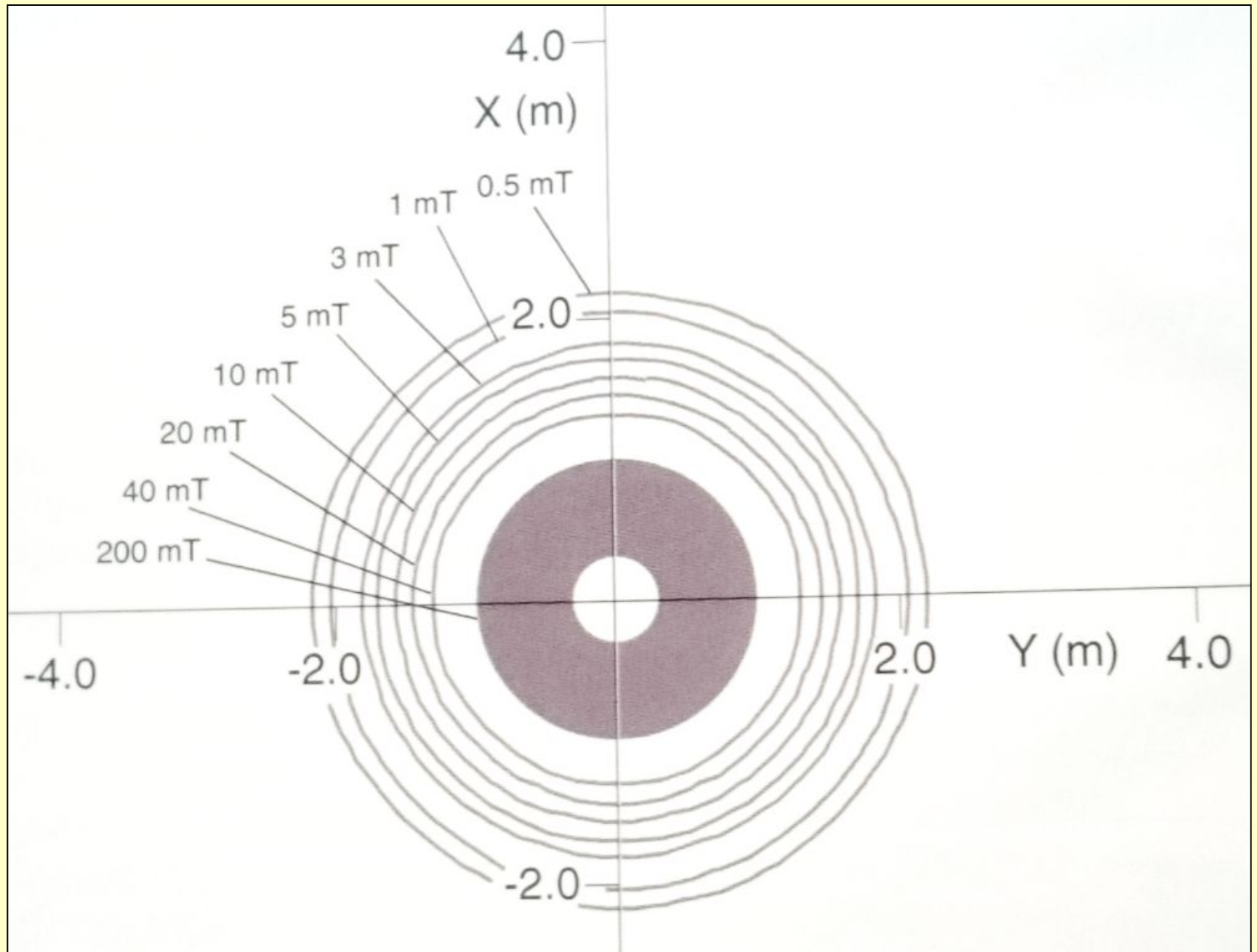
Наиболее неблагоприятные условия труда медперсонала МРТ наблюдаются при подготовке пациента к обследованию. Так, наиболее высокие уровни ПМП выявлены в диагностических помещениях около магнита. С удалением от магнита уровень магнитной индукции быстро снижается. Так, на расстоянии 1 м он не превышает 30 мТл, а в пультовой - ниже ПДУ.

При проведении сканирования наблюдается значительное превышение уровня шума до 96–100 дБА в диагностической. Шум имеет характер непостоянный, прерывистый, широкополосный.

Условия труда медперсонала при воздействии шума оцениваются как вредные (3.1).









Неблагоприятное воздействие ПМП на организм

Главным образом, имеет место воздействие на вегетативную нервную систему.

Возможно развитие вегетодистоний, астено-вегетативного и периферического вазовегетативного синдромов.

Имеются предположения о неблагоприятном воздействии на кроветворную систему.

У обследованных лиц, профессионально связанных с воздействием постоянного магнитного поля и шума, создаваемых МРТ, обнаружено:

- ухудшение состояния ЦНС;
- субъективное ощущение ухудшения здоровья.

Проведенное анкетирование показало наличие жалоб у медперсонала кабинетов МРТ по типу астенического синдрома, проявляющегося в нарушении сна – 5,85%; сердечной деятельности – 5,8 %. У 4,3 % обследованных имелись жалобы на шум в ушах; у 4,3 % - на снижение остроты зрения. В 2,9 % – отмечены жалобы на головные боли.

ПДУ воздействия ПМП на работающих

Таблица 5.8

Время воздействия за рабочий день, мин.	Условия воздействия			
	общее		локальное	
	ПДУ напряжен- ности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл	ПДУ напряжен- ности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл
≤ 10	24	30	40	50
11—60	16	20	24	30
61—480	8	10	12	15

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей на рабочих местах и местах размещения обслуживающего персонала в помещениях локомотивов, моторвагонного и специального самоходного подвижного состава, подвижного состава метрополитена

Таблица 5.72

Наименование показателя	Значение показателя
Напряженность постоянного магнитного поля, Н, кА/м, не более	8

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях плавательных средств и морских сооружений.

Таблица 5.74

Наименование фактора	Наименование параметра	Нормируемые уровни	
		Рабочие места	Жилые, общественные помещения
Постоянное магнитное поле (ПМП)	Напряженность магнитного поля (H), кА/м	8,0	-
	Магнитная индукция (B), мТл	10,0	-

Контроль постоянного магнитного поля (ПМП)

Контроль уровней ПМП должен производиться путем измерения значений В или Н на постоянных рабочих местах персонала или в случае отсутствия постоянного рабочего места в нескольких точках рабочей зоны, расположенных на разных расстояниях от источника ПМП при всех режимах работы источника или только при максимальной мощности.

При гигиенической оценке уровней ПМП на рабочем месте определяющим является наибольшее из всех зарегистрированных значений.

Измерения проводят на высоте 0,5, 1,0 и 1,7 м (рабочая поза «стоя») и 0,5, 0,8 и 1,4 м (рабочая поза «сидя») от опорной поверхности.

Контроль уровней ПМП для условий локального воздействия должен производиться на уровне конечных фаланг пальцев кистей, середины предплечья, середины плеча. Определяющим является наибольшее значение измеренной напряженности.

В случае непосредственного контакта рук человека измерения магнитной индукции ПМП производятся путем непосредственного контакта датчика средства измерения с поверхностью магнита.

Воздействие постоянного магнитного поля на электронную технику

Магнитная индукция	Минимальные расстояния (x, y = радиальное, z = осевое)	Подвергающиеся воздействию устройства
3 мТл	X = 1,8 м z = 2,7 м	Маломощные двигатели, часы, видеокамеры, кредитные карты, магнитные носители информации
1 мТл	X = 2,0 м z = 3,3 м	Осциллоскопы, компьютеры, дисководы, экранированные цветные мониторы
0,5 мТл	X = 2,2 м z = 3,8 м	Черно-белые мониторы, магнитные носители информации, кардиостимуляторы, инсулиновые насосы
0,2 мТл	X = 2,3 м z = 4,7 м	Устройства для компьютерной томографии производства фирмы Siemens
0,1 мТл	X = 2,4 м z = 5,5 м	Линейные ускорители производства фирмы Siemens
0,05 мТл	X = 2,6 м z = 6,6 м	Рентгеновские усилители изображения, гамма-камеры, линейные ускорители других изготовителей

СП 2.1.3678-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг»

4.1.7. Уровень физических факторов (шум, вибрация, постоянное магнитное поле - ПМП) от работы отделения (кабинета) МРТ в помещениях с постоянным пребыванием людей или с постоянными рабочими местами не должен превышать гигиенические нормативы.

4.16.2. Уровень электромагнитных полей в кабинетах физиотерапевтического лечения должен соответствовать гигиеническим нормативам для производственных помещений.

4.19.5. Комната управления (пультовая) должна располагаться за пределами зоны магнитной индукции (МИ) $\geq 0,5$ мТл.

4.19.7. В случае выхода линии зоны контролируемого доступа (зона МИ 0,5 мТл), в которой не допускается нахождение пациентов с кардиостимуляторами и другими типами имплантированных электронных стимуляторов участки в смежных помещениях, где по результатам измерений регистрируются уровни МИ 0,5 мТл, должны быть обозначены предупреждающими знаками, изолироваться и контролироваться с целью предотвращения нахождения там пациентов и работников с кардиостимуляторами и другими типами имплантированных электронных стимуляторов.

4.19.9. Зоны с уровнями ПМП, превышающими ПДУ для общего воздействия, с учетом времени нахождения в данной зоне за смену должны быть промаркированы. Данные о диагностических процедурах с указанием количества замен катушек в смену на каждого сотрудника и времени (хронометраж), необходимого для замены катушки и укладки пациента в условиях повышенного уровня ПМП, должны регистрироваться в бумажном или электронном виде.

Сведения, вносимые в рабочий журнал и протокол измерений (в условиях производства)

Сведения о возможных источниках (оборудовании) постоянных магнитных полей (ПМП) на рабочих местах; данные о рабочих местах (должность работающего, связан ли работающий профессионально с воздействием постоянных магнитных полей; характер воздействия ПМП: общий или локальный) результаты последовательных измерений интенсивности магнитного поля на каждом рабочем месте на 3 уровнях от поверхности пола с учетом рабочей позы: 0,5, 1,0 и 1,4 м – при рабочей позе сидя; 0,5, 1,0 и 1,7 м – при рабочей позе стоя. Приводится время пребывания в условиях воздействия магнитного поля в течение рабочего дня. Вычисляется допустимое время пребывания на рабочем месте и средние значения измеренного показателя для каждой точки.

Вычисления среднеквадратичного значения напряженности ПМП с вычислением средних значений и диапазона неопределенности и уровня доверия.

Результаты измерения максимальных средних среднеквадратичных значений для заданного времени пребывания при данной напряженности ПМП. В протоколе указывается, что представленные результаты измерений – это максимальное значение из измеренных средних значений.

Классификация электромагнитных излучений по диапазонам частот.

Диапазон частот электромагнитных полей			
1 диапазон	Крайне низкие	КНЧ	3 – 30 Гц
2 диапазон	Сверхнизкие	СНЧ	30 – 300 Гц
3 диапазон	Инфранизкие	ИНЧ	0,3 – 3 кГц
4 диапазон	Очень низкие	ОНЧ	3 – 30 кГц
5 диапазон	Низкие	НЧ	30 – 300 кГц
6 диапазон	Средние	СЧ	0,3 – 3 МГц
7 диапазон	Высокие	ВЧ	3 – 30 МГц
8 диапазон	Очень высокие	ОВЧ	30 – 300 МГц
9 диапазон	Ультравысокие	УВЧ	0,3 – 3 ГГц
10 диапазон	Сверхвысокие	СВЧ	3 – 30 ГГц
11 диапазон	Крайне высокие	КВЧ	30 – 300 ГГц
12 диапазон	Гипервысокие	ГВЧ	0,3 – 3 ТГц

Применение электромагнитных излучений низкочастотных диапазонов

Частотно-волновая характеристика		Применение: технологический процесс, установка, отрасль
Частота, кГц	Длина волн, км	
> 0 до 0,3	Свыше 1000	Электроприборы, в том числе бытового назначения, высоковольтные линии электропередачи, трансформаторные подстанции, научные исследования, специальная связь.
0,3 – 3	1000 – 100	Радиосвязь, электропечи, индукционный нагрев металла, физиотерапия.
3 – 30	100 – 10	Сверхдлинноволновая радиосвязь, индукционный нагрев металла (закалка, плавка, пайка), физиотерапия, ультразвуковые установки, видеодисплейные терминалы ЭВМ

Электрические и магнитные поля промышленной частоты



ЛЭП

Оборудование для электросварки



Электростанции



Трансформаторы

Электрические и магнитные поля промышленной частоты

Линии электропередачи

По назначению:

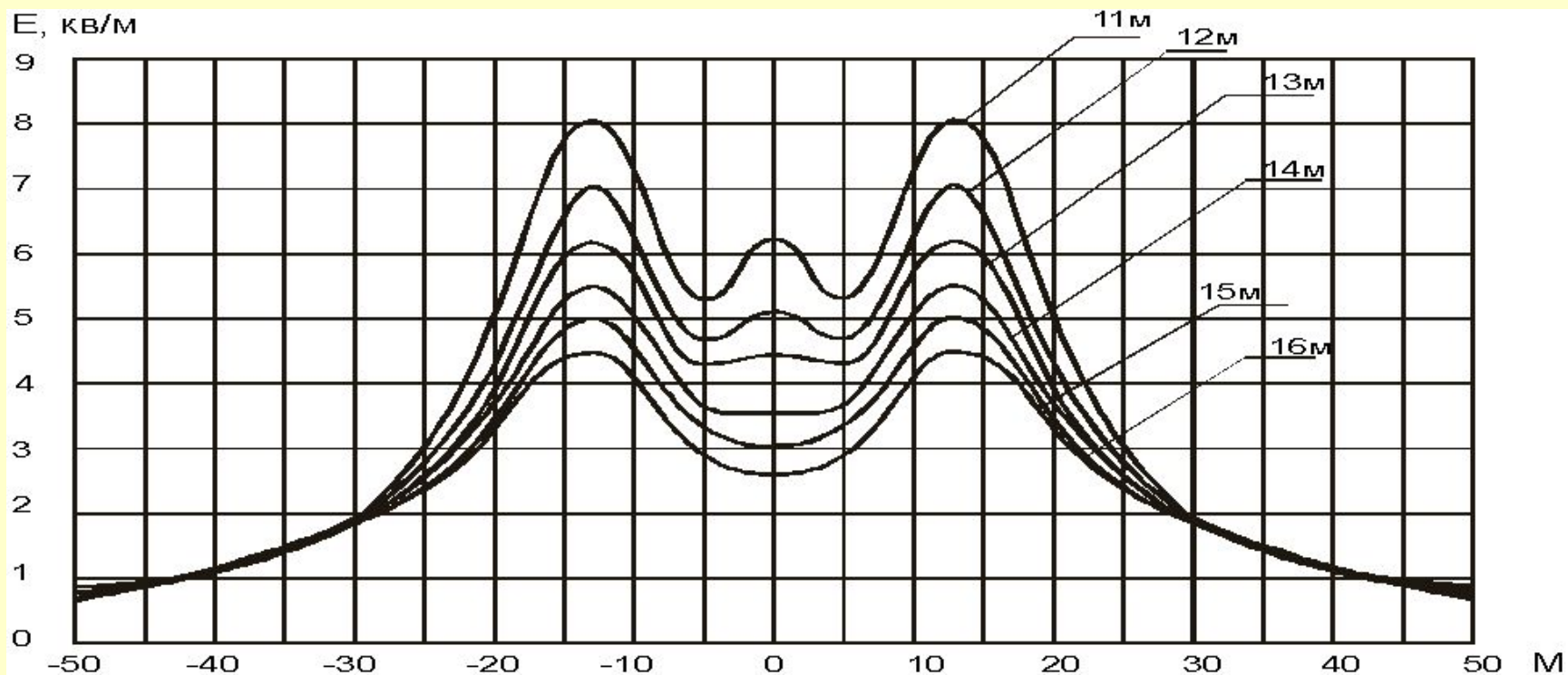
- сверхдальние ВЛ напряжением 500 кВ и выше (предназначены для связи отдельных энергосистем)
- магистральные ВЛ напряжением 220 и 330 кВ (предназначены для передачи энергии от мощных электростанций, а также для связи энергосистем и объединения электростанций внутри энергосистем — к примеру, соединяют электростанции с распределительными пунктами)
- распределительные ВЛ напряжением 35, 110 и 150 кВ (предназначены для электроснабжения предприятий и населенных пунктов крупных районов — соединяют распределительные пункты с потребителями)
- ВЛ 20 кВ и ниже, подводящие электроэнергию к потребителям

По напряжению:

- ВЛ до 1 кВ (ВЛ низшего класса напряжений)
- ВЛ выше 1 кВ
 - ВЛ 1-35 кВ (ВЛ среднего класса напряжений)
 - ВЛ 110—220 кВ (ВЛ высокого класса напряжений)
 - ВЛ 330—500 кВ (ВЛ сверхвысокого класса напряжений)
 - ВЛ 750 кВ и выше (ВЛ ультравысокого класса напряжений)

Электрические и магнитные поля промышленной частоты

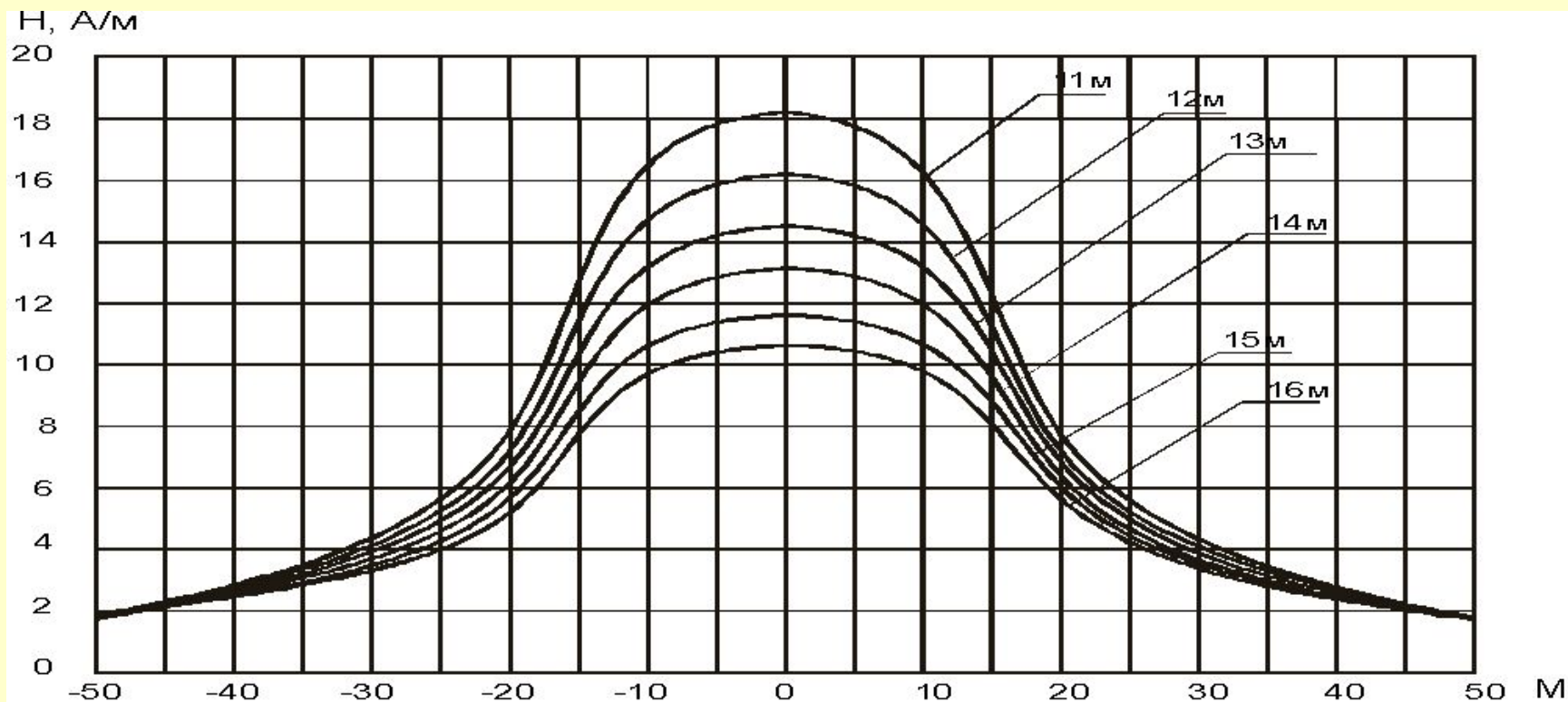
Линии электропередачи



Распределение напряженности электрического поля в сечении на ВЛ – 500 кВ на уровне 1,8 м от поверхности земли в зависимости от габарита „нижний провод фазы – земля”.

Электрические и магнитные поля промышленной частоты

Линии электропередачи



Распределение напряженности магнитного поля в сечении на ВЛ – 500 кВ на уровне 1,8 м от поверхности земли в зависимости от габарита «нижний провод фазы – земля».

Биологическое действие ЭМП промышленной частоты

Биофизические механизмы воздействия ЭМП:

- поляризация молекул;
- возникновение вихревых токов под воздействием наведенных магнитных полей

Зависимость биоэффектов от плотности наведенных магнитных полей промышленной частоты (50 Гц)

Плотность тока	Эффекты воздействия
1 – 10 мА/м ²	Минимальные эффекты, не представляющие опасности для человека.
10 – 100 мА/м ²	Выраженные эффекты – зрительные и со стороны нервной системы.
100 – 1000 мА/м ²	Стимуляция возбудимых структур, возможно неблагоприятное влияние на здоровье.
> 1000 мА/м ²	Возможна экстрасистолия, фибрилляция желудочков сердца (острое поражение).

Не исключена возможность канцерогенного (лейкогенного) действия.

Биологическое действие ЭМП промышленной частоты

Возможно развитие симптомов со стороны нервной системы (головная боль, повышенная раздражительность, утомляемость, вялость, сонливость), а также со стороны сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта. Отмечается ряд функциональных изменений в нервной и сердечно-сосудистой системах в виде вегетативной дисфункции с развитием тахи- или брадикардии, артериальной гипертензии или гипотонии, неустойчивости частоты сердцебиений, гипергидроза).

Ряд исследователей отмечал развитие иммунодефицитных состояний, функциональных психических сдвигов у лиц, работающих на электроподстанциях. Отмечено повышение заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Предельно допустимые уровни напряженности электрического поля (ЭП) 50 Гц в производственных условиях (п.38)

Предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 5 кВ/м. При напряженностях 5 - 20 кВ/м допустимое время пребывания в ЭП Т (час) рассчитывается по формуле:

$$T = (50/E) - 2, \text{ где}$$

Е - напряженность ЭП, кВ/м;

Т - допустимое время пребывания в ЭП, ч.

ПДУ воздействия периодического магнитного поля частотой 50 Гц

Таблица 5.9

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

ПДУ МП синусоидального (периодического) частотой 50 Гц внутри временных интервалов определяется в соответствии с кривой интерполяции. При необходимости пребывания персонала в зонах с различной напряженностью (индукцией) синусоидального МП общее время выполнения работ в этих зонах не должно превышать предельно допустимое для зоны с максимальной напряженностью.

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

Предельно допустимые уровни напряженности импульсного магнитного поля 50 Гц

Предельно допустимые уровни напряженности импульсного магнитного поля 50 Гц нормируются в зависимости от общей продолжительности воздействия за рабочую смену и характеристики импульсных режимов генерации .

Для условий воздействия импульсных магнитных полей 50 Гц предельно допустимые уровни амплитудного значения напряженности поля ($H_{ПДУ}$) дифференцированы в зависимости от общей продолжительности воздействия за рабочую смену (T) и характеристик импульсных режимов генерации:

Режим I – импульсное с $\tau_I \geq 0,02$ с, $t_{II} \leq 2$ с,

Режим II – импульсное с 60 с $\geq \tau_I \geq 1$ с, $t_{II} > 2$ с,

Режим III – импульсное $0,02$ с $\leq \tau_I < 1$ с, $t_{II} > 2$ с, где

τ_I – длительность импульса, с,

t_{II} – длительность паузы между импульсами, с.

ПДУ воздействия импульсных магнитных полей частотой 50 Гц

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

Таблица 5.10

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей на рабочих местах и местах размещения обслуживающего персонала в помещениях локомотивов, моторвагонного и специального самоходного подвижного состава, подвижного состава метрополитена

Таблица 5.72

Наименование показателя	Значение показателя
Напряженность переменного магнитного поля промышленной частоты (50 Гц), Н, А/м, или магнитная индукция, В, мкТл (Н/В), не более	80/100
Напряженность электрического поля промышленной частоты (50 Гц), Е, кВ/м, не более	5

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях плавательных средств и морских сооружений.

Таблица 5.74

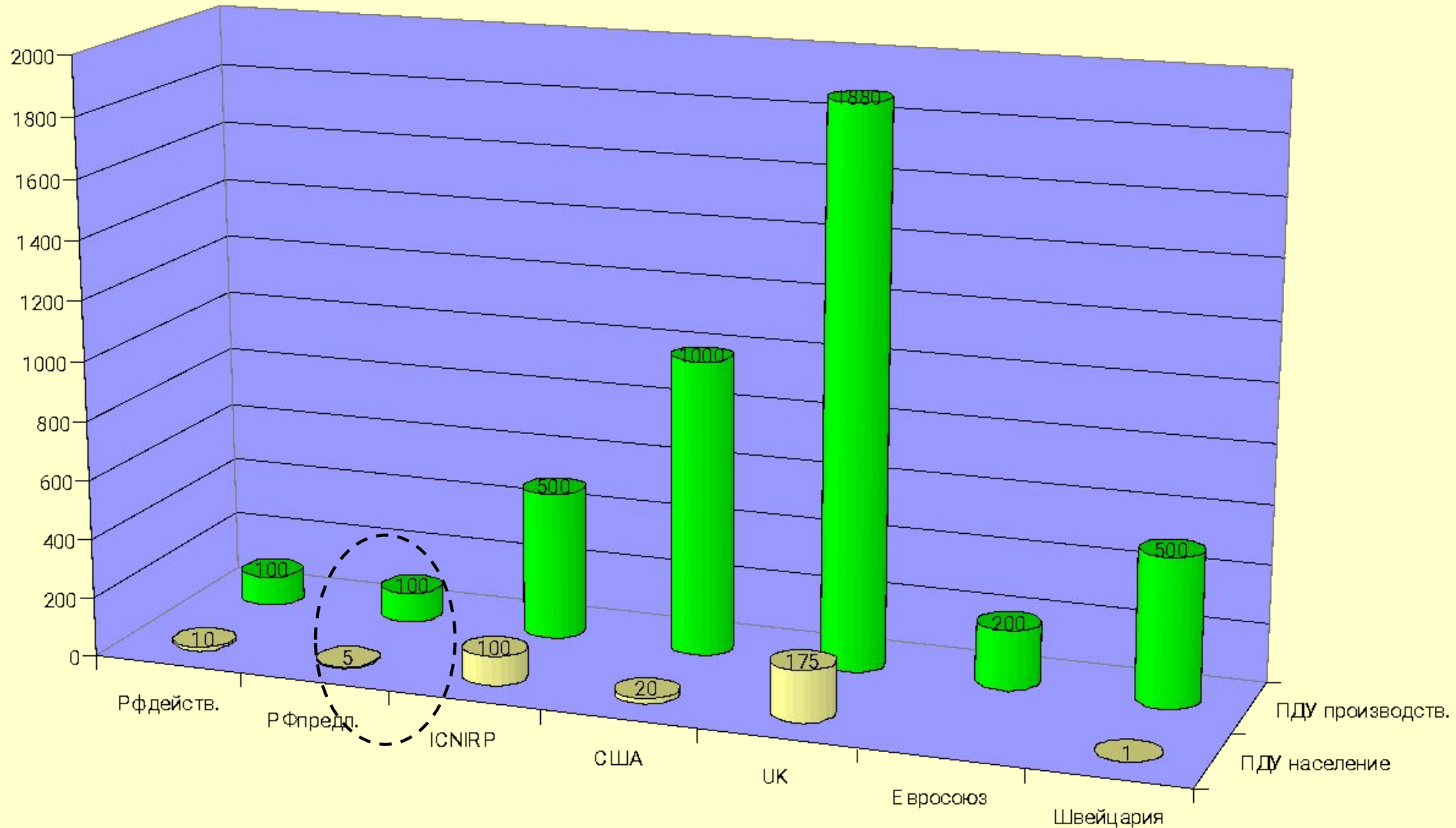
Наименование фактора	Наименование параметра	Нормируемые уровни	
		Рабочие места	Жилые, общественные помещения
Электромагнитное поле (ЭМП) промышленной частоты	Напряженность электрического поля (E), кВ/м	5,0	0,5
	Напряженность магнитного поля (H), А/м	80,0	8,0
	Магнитная индукция (B), мкТл	100,0	10,0

ПДУ магнитных электрических и магнитных полей промышленной частоты для населения

Таблица 5.41

№ п/п	Тип воздействия	Напряженность ЭП, кВ/м	Индукция (напряженность) МП мкТл (А/м)
1	В жилых зданиях, детских, дошкольных, школьных, общеобразовательных учреждениях	0,5	5 (4)
2	В общественных зданиях	0,5	10 (8)
3	На территории жилой застройки	$\leq 1,0$	10 (8)

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ



Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях

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 и не должна превышать 5 мкТл (4 А/м).

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.

Контроль электрических и магнитных полей промчастоты.

- а) контроль уровней ЭП и МП частотой 50 Гц должен осуществляться на рабочих местах персонала, обслуживающего электроустановки переменного тока (генерирующее оборудование, воздушные и кабельные линии электропередачи, трансформаторные подстанции, распределительные устройства и другие объекты), электросварочное оборудование;
- б) в электроустановках с однофазными источниками контролируются действующие (эффективные) значения напряженностей ЭП и МП
- в) в электроустановках с двух- и более фазными источниками ЭМП контролируются действующие (эффективные) значения напряженностей по большей полуоси эллипса или эллипсоида;
- д) при проведении контроля за уровнями ЭП и МП 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;
- е) 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;

Контроль электрических и магнитных полей промчастоты.

Измерения напряженности ЭП и МП частотой 50 Гц должны проводиться на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м от поверхности земли, пола помещения или площадки обслуживания оборудования и на расстоянии 0,5 м от оборудования и конструкций, стен зданий и сооружений.

На рабочих местах, расположенных на уровне земли и вне зоны действия экранирующих устройств, напряженность ЭП частотой 50 Гц допускается измерять лишь на высоте 1,7 м.

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.

Измерения напряженности ЭП (МП) с частотой 50 Гц должны производиться при наибольшем рабочем напряжении (токе) электроустановки или измеренные значения должны пересчитываться на это напряжение (токе) путем умножения измеренного значения на отношение наибольшего рабочего напряжения (тока) электроустановки к напряжению электроустановки при измерениях.

Измерения следует проводить СИ в строгом соответствии с инструкцией по эксплуатации при обеспечении необходимых расстояний от датчика до земли, тела оператора, проводящего измерения, и объектов, имеющих фиксированный потенциал.

При измерении напряженности (индукции) МП должно обеспечиваться отсутствие его искажения находящимися вблизи рабочего места железосодержащими предметами.

МР 4.3.0177-20 «Методика измерения электромагнитных полей промышленной частоты 50 Гц на селитебной территории»

Напряженность МП и ЭП промышленной частоты 50 Гц измеряется на высоте 0,5 м; 1,5 м и 1,8 м от поверхности земли.

В каждой точке измерения проводятся не менее 3 раз. По ним вычисляется среднее значение для каждой высоты измерений. В качестве результата, определяющего поле в контролируемой зоне, выбирается максимальное значение.

Измерения уровней напряженности (индукции) МП ПЧ (ЭП ПЧ) проводятся при максимальном рабочем токе (напряжении) источника МП (ЭП), или измеренные значения должны пересчитываться на максимальный рабочий ток (напряжение) путем умножения измеренных значений на отношение максимальных значений к измеренным.

Вокруг подстанций измерения выполняются на расстоянии 0,5 м от оборудования и конструкций, стен зданий и сооружений, ограждения открытых распределительных устройств.

Измерения уровней ЭМП выполняются по обе стороны от ЛЭП от границы установленной охранной зоны.

Площадка, на которой проводятся измерения, должна быть свободной, радиус площадки должен быть не менее 1,0 м. При измерениях под кронами деревьев измерительная антенна должна размещаться в 1,5 - 2,0 м от проекции кроны на землю. Измерения не проводятся при наличии осадков

Контроль электрических и магнитных полей промышленной частоты. (в помещениях)

Измерение уровня магнитного поля промышленной частоты производится при максимальном рабочем токе источника МП. Внутри помещений измерения МП проводятся на минимальном расстоянии от стен, окон и пола в соответствии с характеристиками средства измерений на высоте 0,5-1,5 м от пола. Изделия бытовой техники и освещение должны быть выключены.

5. При проведении измерений напряженности (индукции) магнитных полей промышленной частоты (50 Гц) в общественных зданиях и жилых помещениях до разработки нормативного документа на методы исследований пересчет результатов измерения с учетом «фазности» и нагрузки проводится следующим образом:

Результат измерения модуля напряженности (индукции) магнитного поля при наличии 2-х – 3-х фазного источника тока умножается на 1,41. Если измерения поля проводились не при максимальной нагрузке источника тока, то измеренное значение напряженности, приведенное к максимальной нагрузке, следует рассчитать по формуле:

$$H_{\max} = H_{\text{изм}} (I_{\max}^1 + I_{\max}^2 + I_{\max}^3) / (I_{\text{изм}}^1 + I_{\text{хизм}}^2 + I_{\text{изм}}^3), \text{ где}$$

$I_{\max}^{(k)}$ – максимальный ток на k-й фазе,

$I_{\text{изм}}^{(k)}$ – ток на k-й фазе в период измерений,

$H_{\text{изм}}$ – измеренное значение средней по помещению напряженности,

H_{\max} – значение средней напряженности, приведенное к максимальной нагрузке.

Для полученной величины напряженности (индукции) магнитного поля рассчитывается диапазон неопределенности измерений.

Сведения, вносимые в рабочий журнал и протокол измерений (в условиях производства)

- результаты измерений, полученные для всех точек контроля;
- данные о рабочих местах (должность работающего, связан ли работающий профессионально с воздействием ЭМП ПЧ, является ли воздействие ЭМП ПЧ общим или локальным, время воздействия ЭМП ПЧ - или прилагается хронометраж о пребывании работающего на различных рабочих местах, сведения о наличии средств индивидуальной и коллективной защиты (экранирующих устройств), их расположении по отношению к РМ, другие сведения о режиме работы); температура воздуха, описание точек измерений;
- данные об оборудовании, в том числе кабелях и линиях электропередач, являющихся источником ЭМП ПЧ (тип, напряжение и ток максимальные и фактические, фазность, продолжительность импульсов и пауз – для импульсного воздействия тока ПЧ);
- результаты обработки первичных данных с учетом отношения максимального напряжения (тока) к фактическому, фазности тока ПЧ;
- наибольшие из измеренных значений (средние величины), которые будут в дальнейшем вноситься в протокол измерений, приведенное время – для оценки в дальнейшем воздействия ЭП на персонал, находящийся в течение рабочего дня в нескольких зонах с различной напряженностью ЭП, различающейся не менее чем на 1 кВ/м; В протоколе приводится неопределенность измерений и уровень доверия. В протоколе указывается, что представленные результаты измерений – это максимальное значение из измеренных средних значений.

Сведения, вносимые в рабочий журнал и **протокол измерений** (на территории; в жилых и общественных зданиях)

- сведения о владельце источника ЭМП ПЧ и о Заявителе,
- температура воздуха, описание точек измерений;
- результаты измерений, проведенных во всех точках;
- данные об источнике ЭМП ПЧ (тип, напряжение и ток максимальные и фактические);
- результаты обработки первичных данных с учетом погрешности, отношения максимального напряжения (тока) к фактическому - для обработки выбираются наибольшие из измеренных значений (средние величины), которые будут в дальнейшем вноситься в протокол измерений;
- результаты обработки первичных данных с учетом погрешности, отношения максимального напряжения (тока) к фактическому, неопределенность измерений и уровень доверия.

В протоколе указывается, что представленные результаты измерений – это максимальное значение из измеренных средних значений.

Источники ЭМП на производстве



Индукционные установки **ИНТ9-250/2,4**, **ИНТ1-500/2,4** и **ИНТ2-500/1** предназначены для нагрева мерных заготовок из черных и цветных металлов и их сплавов круглого сечения перед пластической деформацией в кузнечнопрессовом производстве.

Частота тока 1 или 2,4 кГц; мощность 250-800 кВт;

температура нагрева заготовок – до 1200 °С;

расход охлаждающей воды – до 12 м³/ч;

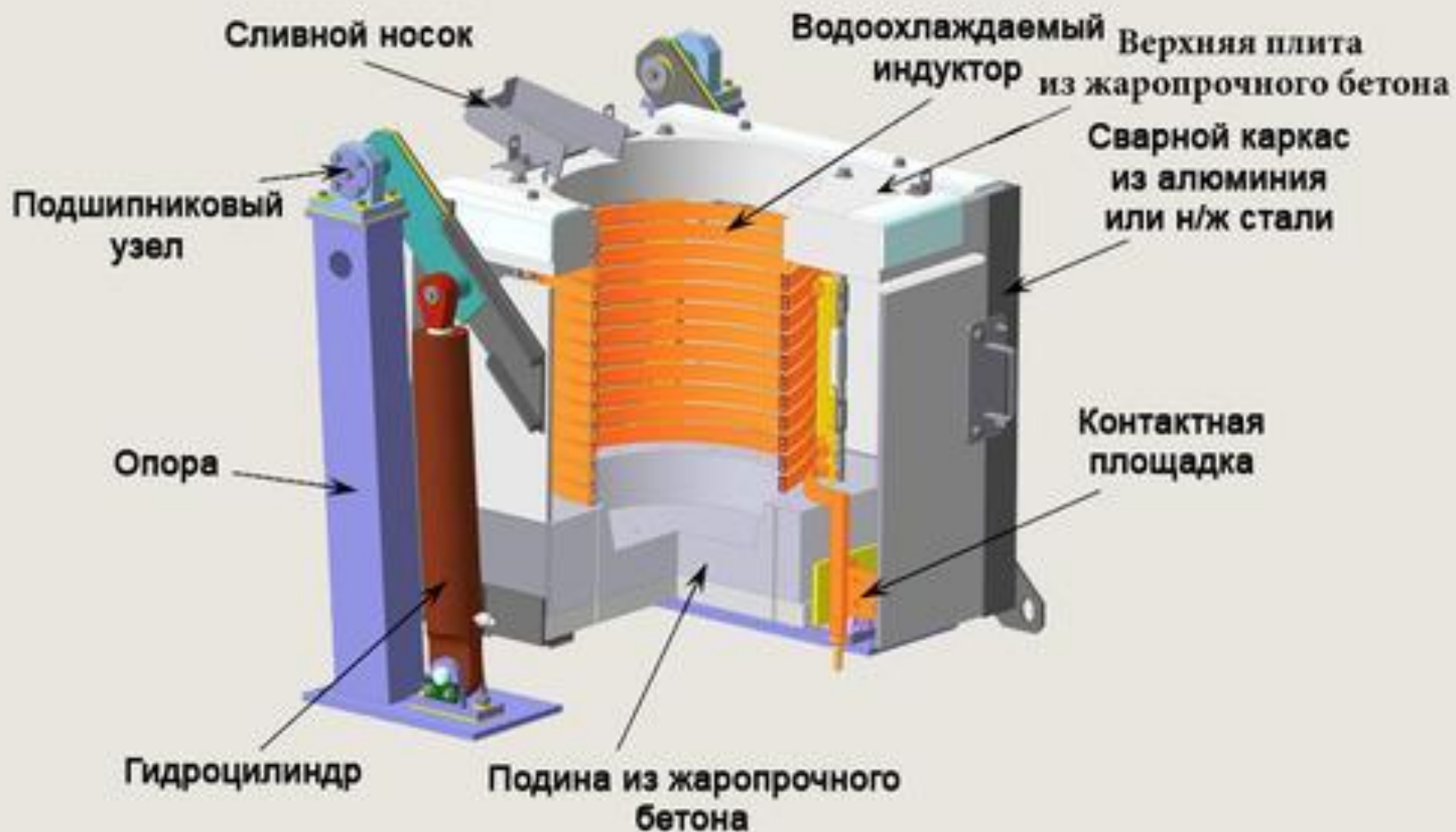
расход сжатого воздуха – до 8 м³/ч.

Источники ЭМП на производстве

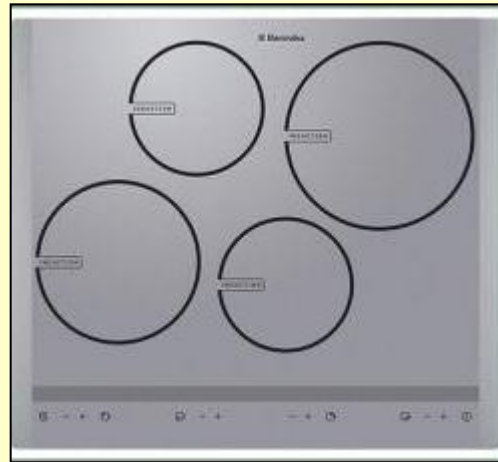


Индукционная плавильная печь.
Рабочая частота 5-10 кГц, мощность 15-160 кВт

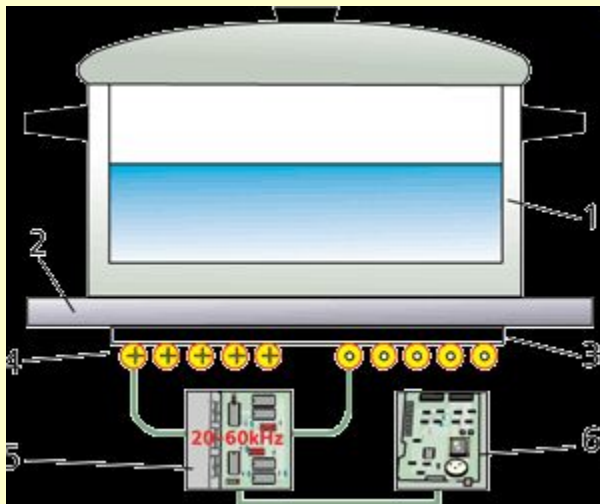
Плавильный узел индукционной печи ИСТ



Источники ЭМП низкочастотных диапазонов в быту



Бытовая плита с индукционными нагревателями
4 индукционные варочные зоны;
Частота 20-60 кГц
Мощность несколько кВт



Предельно допустимые уровни электромагнитных полей диапазона частот 10 - 30 кГц (п. п. 44-46)

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

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

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

К организации и проведению контроля уровней электрических и магнитных полей в диапазоне частот 10 кГц - < 30 кГц предъявляются следующие требования:

а) контроль уровней электрических и магнитных полей на рабочих местах производится при наличии источников, работающих в диапазоне частот 10 кГц - < 30 кГц (индукционные печи, физиотерапевтическое оборудование, средства радиосвязи, электротранспорт, импульсные источники тока);

б) измерения напряженности ЭП и МП должны проводиться для всех режимов работы источника при максимальной мощности;

в) при работе оборудования на мощности ниже максимальной для гигиенической оценки измеренные показатели должны пересчитываться путем умножения измеренных значений на отношение максимальной мощности к мощности оборудования при измерениях;

г) измерения уровней ЭП и МП на рабочих местах должны осуществляться после выведения работающего из зоны контроля. На рабочих местах объем измерений (количество контрольных точек) определяется экспертом, осуществляющим гигиеническую оценку условий труда, исходя из особенностей технологического процесса;

д) измерения проводят на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м (рабочая поза "стоя") и 0,5; 1,0 и 1,4 м (рабочая поза "сидя") от опорной поверхности, а также в точке наибольшего приближения работающего к источнику ЭП и МП;

е) гигиеническая оценка проводится путем сравнения наибольшего из измеренных значений ЭП и МП с соответствующим ПДУ с учетом суммарного времени воздействия за смену. При перемещении работающего по отношению к источнику полей измерения проводятся во всех зонах его пребывания с последующим расчетом средних арифметических значений.

Средства измерений постоянных магнитных полей

Измерение ослабления
геомагнитного поля
Магнитометр МТМ-01,
МТМ-02
«НТМ Защита»



Измерение постоянного магнитного поля
Измеритель постоянного и переменного
магнитного поля ПМП-2



Измеритель
постоянного и
переменного
магнитного
поля ТП2-2У
(0 – 10 кГц)



Измеритель ПМП ЕТМ - 1

Сводная таблица миллитесламетров серии ТПУ:

Исполнение	Измеряемая индукция магнитного поля			Диапазоны измерений, мТл			Диапазон показаний
	постоянного	переменного	импульсного	0,001 – 1,999	0,01 – 19,99	0,1 – 199,9	0,01 – 19,99, Тл
				0,01 – 19,99	0,1 – 199,9	1 – 1999	
ТПУ	+	+	+	–	+	–	–
ТПУ-01	+	+	+	+	–	–	–
ТПУ-02	+	+	+	–	–	+	+
ТПУ-03	+	–	–	–	+	–	–
ТПУ-04	+	–	–	+	–	–	–
ТПУ-05	+	–	–	–	–	+	+

Средства измерения постоянных магнитных полей



ПЗ-81

- **Измерения сильных и слабых постоянных магнитных полей (в т.ч. геомагнитных).**
- **Измеряются три компонента вектора напряженности, модуль вектора**

Средства измерения электростатических полей

- ▶ ЭСПИ-301А - прибор для измерения напряженности электростатического поля в свободном пространстве, кВ/м: от 0,3 до 180;
- ▶ СТ-01 - прибор предназначен для измерений напряженности электростатического поля (диапазон измерения от 0,3 до 180 кВ/м);
- ▶ ПЗ-80 - измерение напряженности электростатических полей (ПЗ-80-Е) (технические характеристики: 0,3 кВ/м – 200 кВ/м);
- ▶ ИЭСП-7 - измеритель напряженности электростатического поля 2-199,9 кВ/м (**снят с производства!**);
- ▶ ИЭСП-01 - средство измерения предназначено для определения: напряженности электростатического поля.

ПЗ-80-Е. Цифровой измерительный преобразователь Измеритель напряженности электростатического поля



Преобразователь ПЗ-80-Е измеряет напряженность электростатического поля.

Измеренные значения передаются в цифровом виде на выход преобразователей и могут быть представлены на экране индикаторных блоков семейства ЭКОФИЗИКА и ЭКОТЕРМИНАЛ. С помощью адаптеров телеметрии ЭКО-DIN-DOUT и ЭКО-DINx2 результаты измерений цифровых преобразователей могут быть переданы в компьютер.

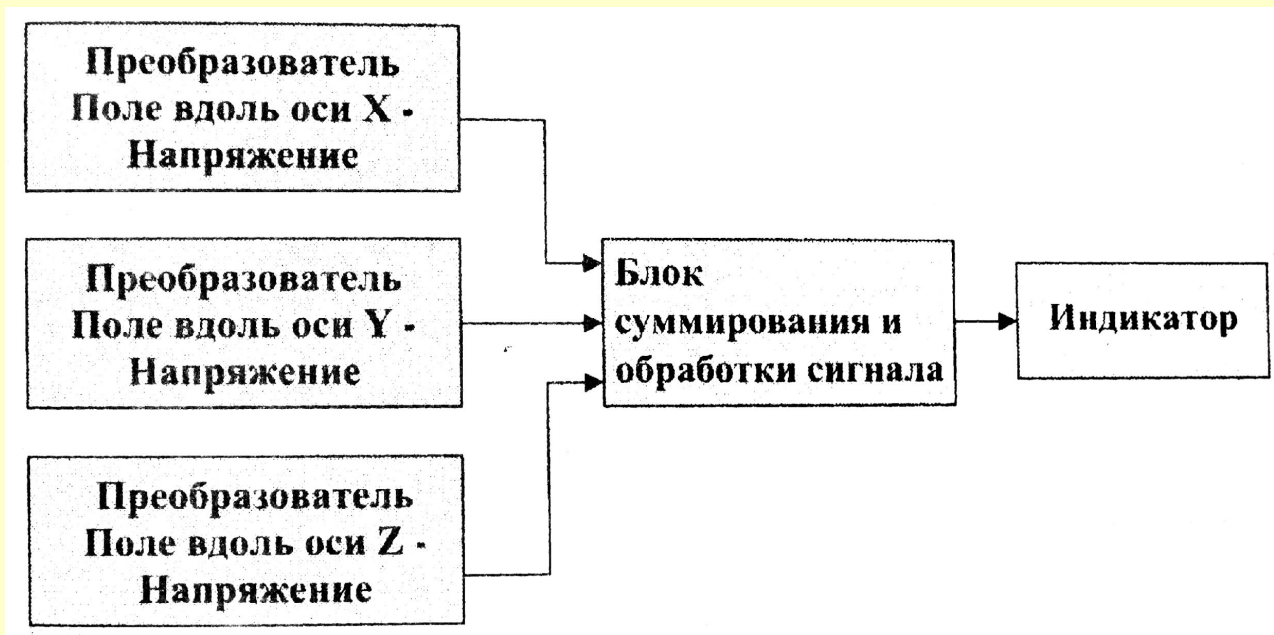
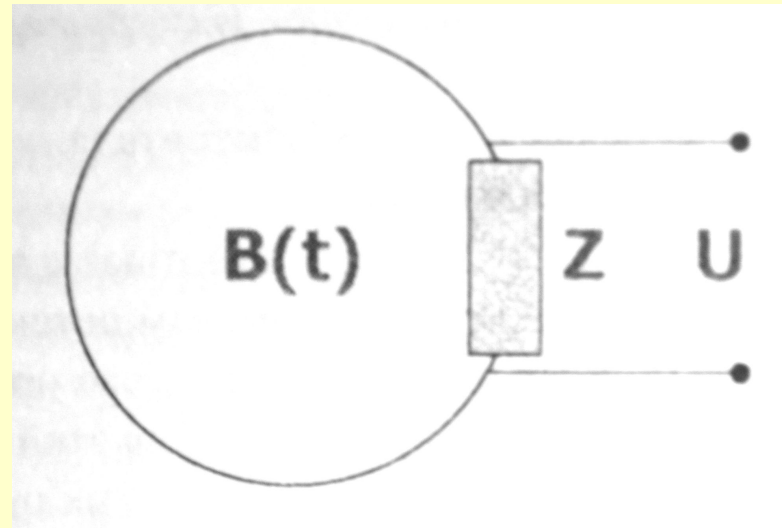
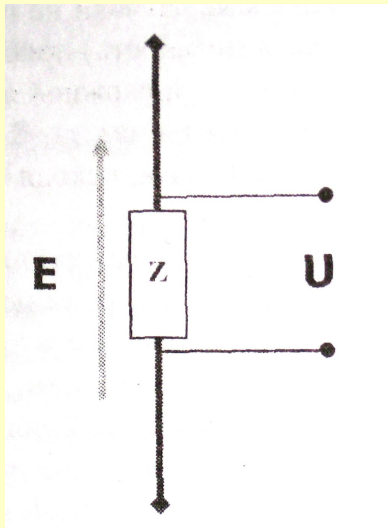
Средства измерения электростатических полей

ИЭСП-5 ИЭСП-6 ИЭСП-7 ИЭСП-01



Оснастка СТ-01 для измерения электризуемости материалов

Принципы измерения переменных электрических и магнитных полей



Средства измерения электрических и магнитных полей промышленной частоты



ПЗ-50



ИНЭП-8

Средства измерения электрических и магнитных полей промышленной частоты



BE-50

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЕЙ, СОЗДАВАЕМЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ



СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЕЙ, СОЗДАВАЕМЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ



BE-метр AT-003 («НТМ-Защита»)

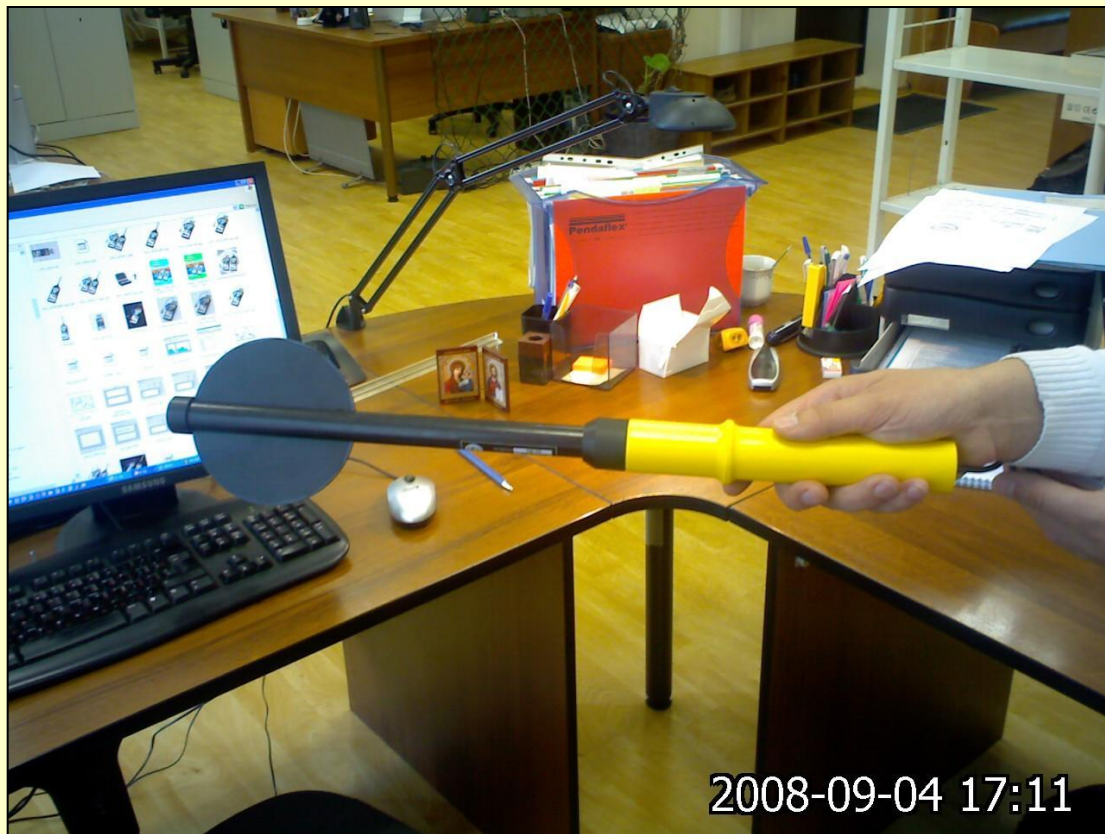
КОМБИ-ФАКТОР (ВЕ-метр 50Гц, ВЕ-метр-АТ-004, ПЗ-34)



Комплект для контроля норм по электромагнитной безопасности при специальной оценке условий труда, производственном контроле и комплексных санитарно-гигиенических обследованиях объектов.



Антенны П6-70 и П6-71; ЭКОФИЗИКА; ОКТАВА-110А



**Измерение напряженности
электрического и магнитного
полей**

- на 30 частотах в диапазоне от 16,67 до 725 Гц.
- в полосе 5 – 2000 Гц
- в полосе 10 – 30 кГц
- в полосе 2 – 400 кГц (с ЕН-400)

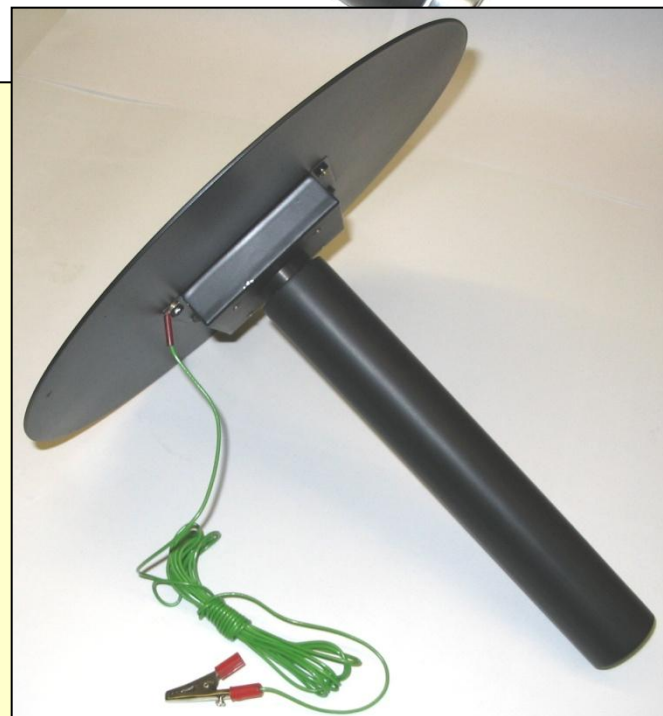
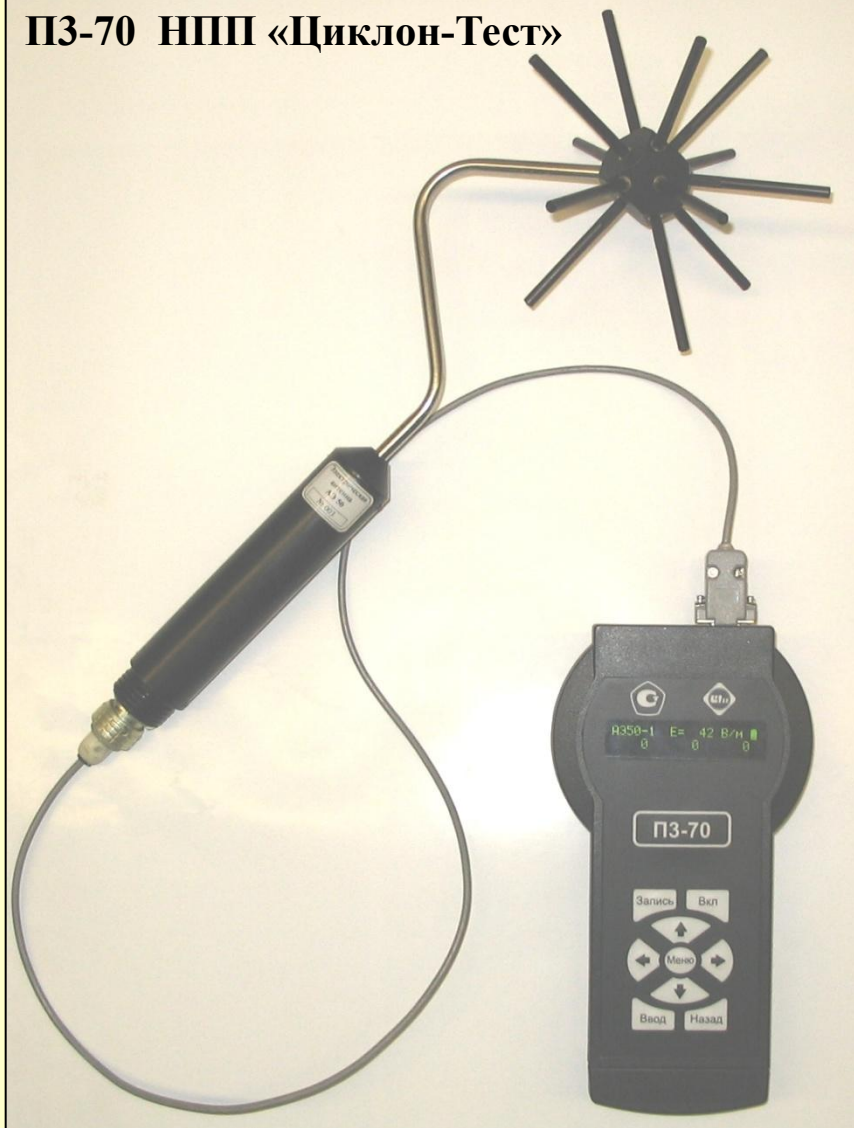
ПЗ-80-ЕН500



- Измерение напряженности ЭМП в диапазоне 5 – 500 000 Гц
- Поля промчастоты (50 Гц и ее гармоники)
- 5-2000 Гц, 2 – 400 кГц
- 10-30 кГц
- Декады (от 30 до 300 кГц)

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЕЙ, СОЗДАВАЕМЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКОЙ

ПЗ-70 НПП «Циклон-Тест»



Измерение полей 50 Гц и от ПЭВМ

Портативный анализатор

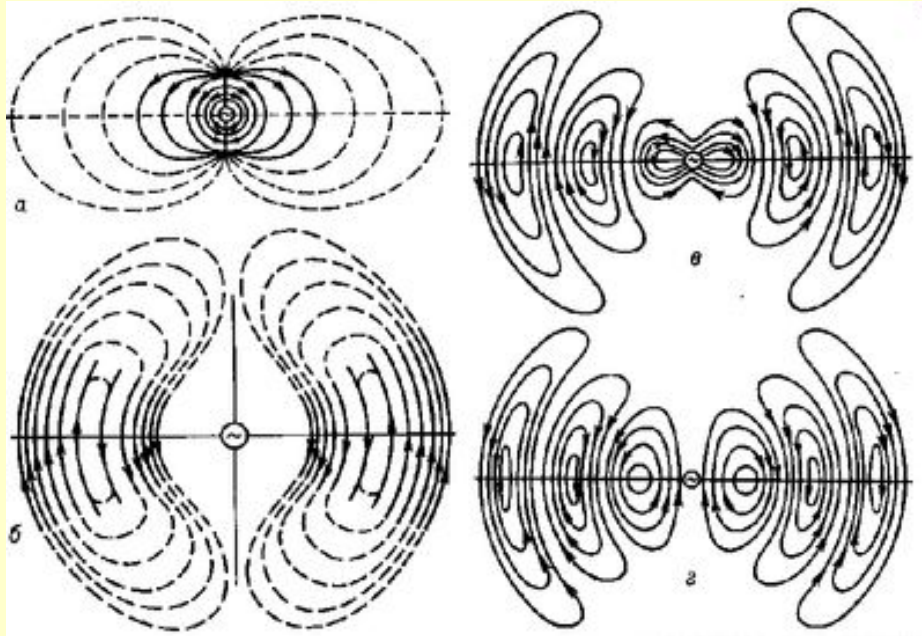
EFA-200, EFA-300: от 5 Гц до 32 кГц

Для изотропного измерения магнитных и электрических полей

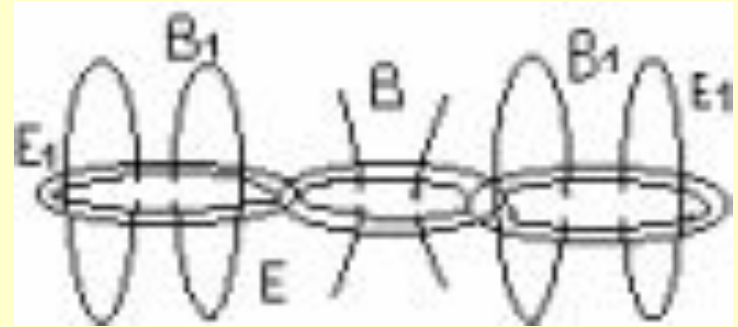


Физические характеристики ЭМИ радиочастотных диапазонов

Распространение ЭМИ



Конфигурация электрических полей
вокруг диполя



Взаимодействие электрических и магнитных
полей при распространении ЭМИ

Классификация электромагнитных излучений по диапазонам частот.

Диапазон радиочастот			
1 диапазон	Крайне низкие	КНЧ	3 – 30 Гц
2 диапазон	Сверхнизкие	СНЧ	30 – 300 Гц
3 диапазон	Инфранизкие	ИНЧ	0,3 – 3 кГц
4 диапазон	Очень низкие	ОНЧ	3 – 30 кГц
5 диапазон	Низкие	НЧ	30 – 300 кГц
6 диапазон	Средние	СЧ	0,3 – 3 МГц
7 диапазон	Высокие	ВЧ	3 – 30 МГц
8 диапазон	Очень высокие	ОВЧ	30 – 300 МГц
9 диапазон	Ультравысокие	УВЧ	0,3 – 3 ГГц
10 диапазон	Сверхвысокие	СВЧ	3 – 30 ГГц
11 диапазон	Крайне высокие	КВЧ	30 – 300 ГГц
12 диапазон	Гипервысокие	ГВЧ	0,3 – 3 ТГц

Диапазоны частот, в которых нормируются электромагнитные поля

$\geq 0,03—3,0$ МГц	$\geq 3,0—30,0$ МГц	$\geq 30,0—50,0$ МГц	$\geq 50,0—300,0$ МГц	$\geq 300,0—300000$ МГц
------------------------	------------------------	-------------------------	--------------------------	----------------------------

Параметры интенсивности электромагнитных полей

Вид поля и частотный диапазон	Показатель интенсивности
Переменное электрическое поле	напряженность поля (Е, В/м)
Переменное магнитное поле	напряженность поля (Н, А/м) или магнитная индукция (В, Тл)
Электромагнитные излучения с частотой более 300 МГц (СВЧ-диапазон)	Плотность потока энергии (ППЭ), мкВт/см ²

Применение электромагнитных излучений радиочастотных диапазонов

30 – 300 кГц	Радионавигация, связь с морскими и воздушными судами, длинноволновая радиосвязь, индукционный нагрев металлов, электроэрозионная обработка, ВДТ, УЗ-установки, импульсные источники электропитания.
0,3 – 3 МГц	Радиосвязь и радиовещание, радионавигация, индукционный и диэлектрический нагрев материалов, медицина.
3 – 30 МГц	Радиосвязь и радиовещание, международная связь, диэлектрический нагрев, медицина, установки ЯМР.
30 – 300 МГц	Радиосвязь, телевидение, медицина (физиотерапия, онкология), диэлектрический нагрев материалов, установки ЯМР.
0,3 – 3 ГГц	Радиолокация, радионавигация, радиотелефонная связь, телевидение, микроволновые печи, физиотерапия.
3 – 30 ГГц	Радиолокация, спутниковая связь, метеолокация, радиорелейная связь, радиоспектроскопия.
30 – 300 ГГц	Радары, спутниковая связь, радиометеорология, медицина (физиотерапия, онкология).

Биологическое действие ЭМИ радиочастотных диапазонов

Острое

Частично связано с нагревающим воздействием на ткани.

Астенизация.

Диэнцефальные расстройства

Угнетение функции половых желез.

Хроническое

Астенический, астено-вегетативный, гипоталамический синдромы.

Исследуется наличие потенцирования развития онкологических заболеваний.

Развитие синдрома преждевременного старения.

Возможность развития катаракты.

Гигиеническая характеристика источников ЭМИ радиочастотных диапазонов (в условиях производства)

**Установки высокочастотной обработки материалов
(закалка, нагрев, сварка, сушка, выращивание кристаллов).**

**Ультразвуковые установки (очистка, обезжиривание,
сварка и т.д.**

**Физиотерапевтические установки (УВЧ и СВЧ-терапия,
дарсанвализация и др.)**

Импульсные источники электропитания

Гигиеническая характеристика источников ЭМИ радиочастотных диапазонов

(основные рабочие частоты для использования в промышленности)

ƒ, МГц	Страны	Основные применения	Диапазоны частот
0,06 - 0,08	Россия	Индукционный нагрев	НЧ
13,56±0,00678	Все страны		ВЧ
27,16±0,16	Все страны		ВЧ
40,68±0,02	Все страны		ОВЧ
433,92±0,87	Австрия, ФРГ, Португалия		УВЧ
866	Англия		УВЧ
915±25	Все страны, кроме Англии, Испании		УВЧ
2375±50	Все социалистические страны	СВЧ нагрев	УВЧ
2450±50	Все страны, кроме социалистических стран		УВЧ
5800±75	Все страны		СВЧ
22125±125	Все страны		СВЧ

ЛАМПОВЫЙ ГЕНЕРАТОР ВЫСОКОЧАТОТНЫЙ ВЧГЗ–160/0,066

(для питания установок индукционного нагрева)

№	<u>Наименование параметра</u>	<u>Норма</u>
1.	Напряжение питающей сети, В	380
2.	Число фаз питающей сети	3
3.	Частота тока питающей сети, Гц	50
4.	Мощность, потребляемая от сети, кВт	235
5.	Мощность колебательная, кВт	160
6.	Частота рабочая, кГц	66 (+7,9/-6,6)



Установка высокочастотная «Кристалл 401-ФИАНИТ»

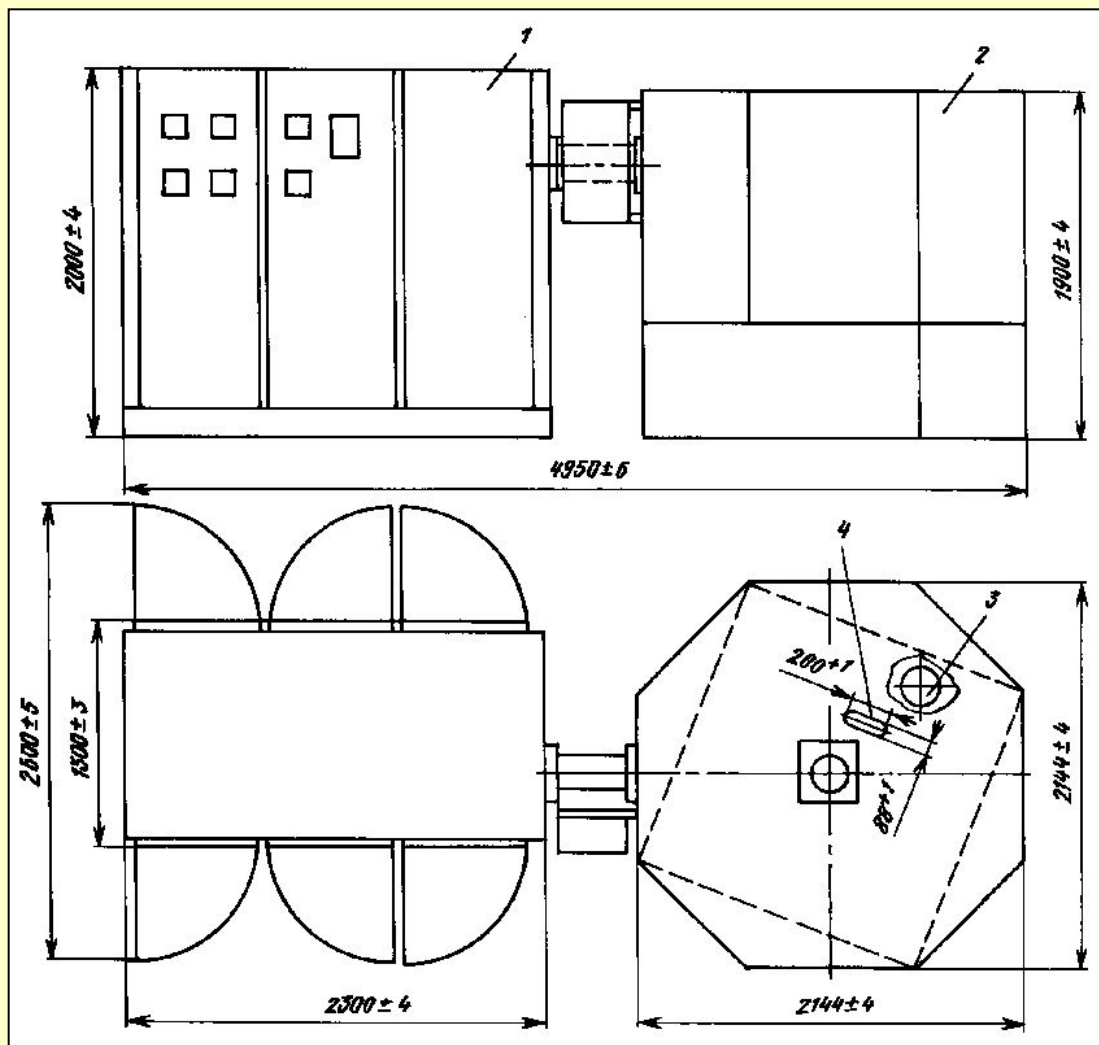
- предназначена для получения монокристаллов фианитов и плавленных керамических материалов методом прямого высокочастотного плавления в холодном контейнере.

Внутренний диаметр контейнера, мм	200 ± 5
Длина контейнера, мм	400 ± 10
Длина рабочего хода контейнера, мм, не менее	350
Частота рабочая, МГц	5,28 ± 0,132
Мощность, потребляемая от сети, кВт, не более	90
Мощность колебательная, кВт, не менее	60
Расход воды, м³/ч, не менее	6
Производительность по монокристаллам фианитов, кг/ч, не менее	0,3
Габаритные размеры, мм	
В плане	4300×800
Высота	2200

УСТАНОВКА ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ВЧД12-60/13

Установка предназначена для сушки непрерывным методом сыпучих порошкообразных диэлектрических материалов.

Мощность колебательная, 60 кВт; Частота рабочая, 13 МГц;



Установка для СВЧ сушки порошкообразных материалов



Данный тип оборудования широко используется для сушки и стерилизации в пищевой и фармацевтической промышленности и химической промышленности – для сушки продукции



Установка для сушки древесины "СВЧ-ЛЕС"

Объем загрузки древесины в установку – 6-9 куб. м.

Размеры штабеля (предельные (ДхШхВ) – 6,2х1х1,8 м.

Время сушки бревен и бруса (порода сосна) от влажности 80% до влажности 18% - 22 часа.

Производительность 160-200 м3 бревен или бруса в месяц.

Затраты электроэнергии на сушку бревен и бруса 180-230 кВтч/м3.

СВЧ генератор – 50 кВт, 915 МГц.

Электропитание: 380В, 50 Гц, 45-70* кВт.

Установка для ВЧ сварки труб и профилей

Установка предназначена для высокочастотной сварки прямо- и спиралешовных труб и профилей различного сечения.



Индукционные нагреватели для термообработки, пайки, сварки и плавки металлов

Мощность **3 ~ 500 кВт**

Частота **0,5 кГц ~ 1,1 МГц**

Среднечастотные: 1 - 20 кГц, предназначены в основном для плавки металлов и глубокого нагрева заготовок при кузнечнопрессовой обработке.

Высокочастотные: 20 - 100 кГц, предназначены для термообработки деталей на глубину несколько мм.

Сверхвысокочастотные: 100 кГц – 1,1 МГц, предназначены для быстрого нагрева тонкостенных деталей и поверхностной термообработки крупных деталей.

СВЧ-40АВ Индукционный нагреватель 01:45



**Осветительные плазменные лампы с СВЧ накачкой.
Частота 800-2500 МГц, мощность 1-3 кВА**



Аппарат для УВЧ терапии ULTRATHERM 908i



- мощный высокочастотный генератор ориентированный на терапевтическое применение, частота 27,12МГц + 0,6%
- высокочастотная мощность при непрерывном режиме – 200Вт, пульсирующем - 30Вт
- параметры импульса: максимальная мощность – 400Вт, частота следования импульсов - 70/350Гц, длительность импульса - 2/4мсек
- постоянный высокочастотный генератор для глубокого прогревания при расстоянии электродов от кожи 2 см.
- широкий выбор установки выходной мощности

Установка для локальной СВЧ-гипертермии злокачественных новообразований с системой автоматической стабилизации температуры в зоне облучения "Яхта-3"



Параметры	Ед. изм.	Характеристики
Рабочая частота	МГц	$915 \pm 12,8$
Выходная мощность	Вт	5 – 180
Точность измерения температуры	°С	$\pm 0,3$
Питание	В, Гц	220; 50
Потребляемая мощность, не более	кВт	1,0

Дарсонвализация

является самым «старым» методом ВЧ - терапии, предложенным Жаком Арсением д`Арсонвалем в 1891 году и основана на воздействии на тело пациента током высокой частоты (110-400 кГц), а так же высокого напряжения (10-100 кВ) и малой силы (0,01 мА).



Аппарат дарсонвализации
дарсонваль Ультратон АМП-2 ИНТ



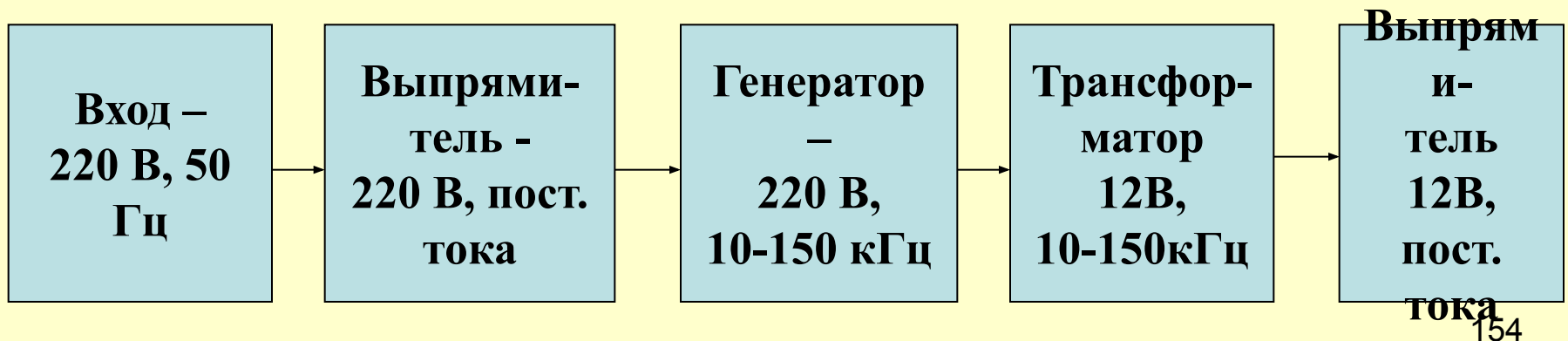
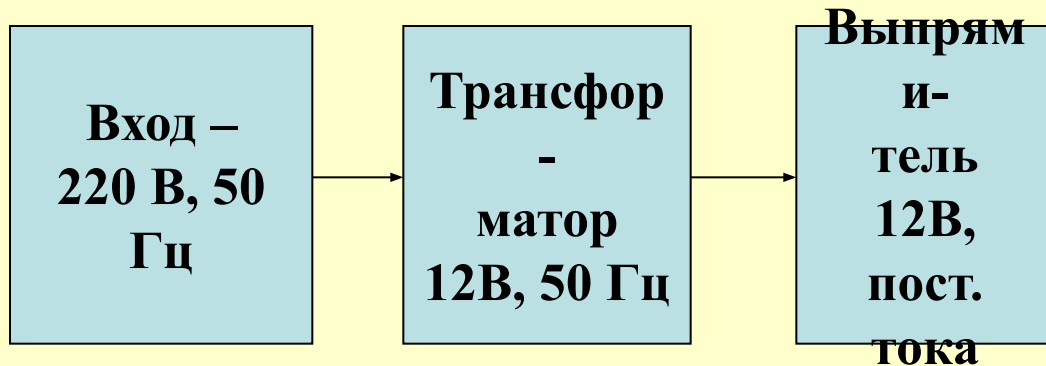
Аппарат для электрохирургии
Частота излучения 0.2-5.5 МГц
Мощность до 100 Вт



Физиотерапевтический аппарат Волна 2.1
Частота излучения 460 МГц
Мощность 100 Вт

Импульсные вторичные источники электропитания как источники электромагнитных полей

- Блоки питания телевизоров и др. аппаратуры
- Электронные трансформаторы
- Зарядные устройства и сетевые адаптеры
- Инверторные сварочные аппараты



Импульсные источники электропитания



Встраиваемые модули электропитания
мощность 0,1 – несколько кВт



Аппараты для дуговой электросварки (4 – 5 кВт)
«Традиционные» - масса 36 кг
импульсные – масса 4-6 кг

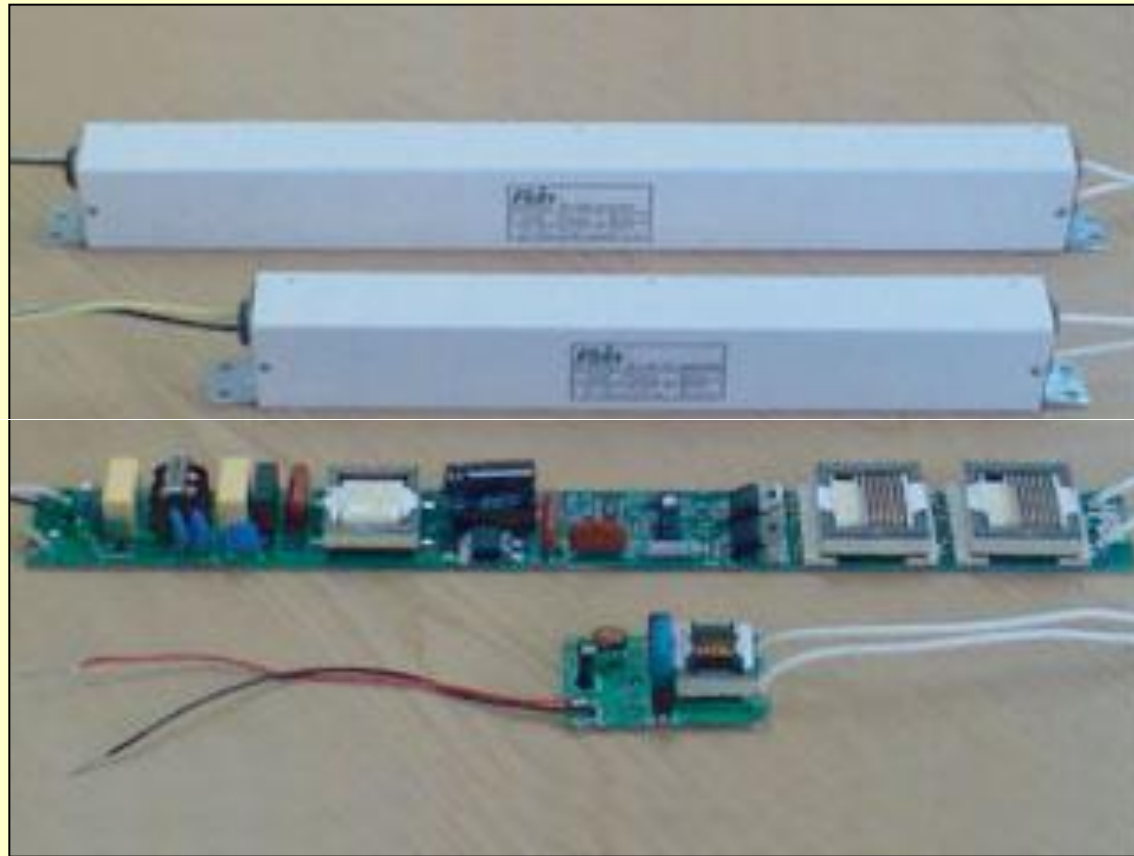


Энерго-сберегающие лампы

Электронные трансформаторы
мощность 60-250 Вт,
Частота генератора 40 кГц

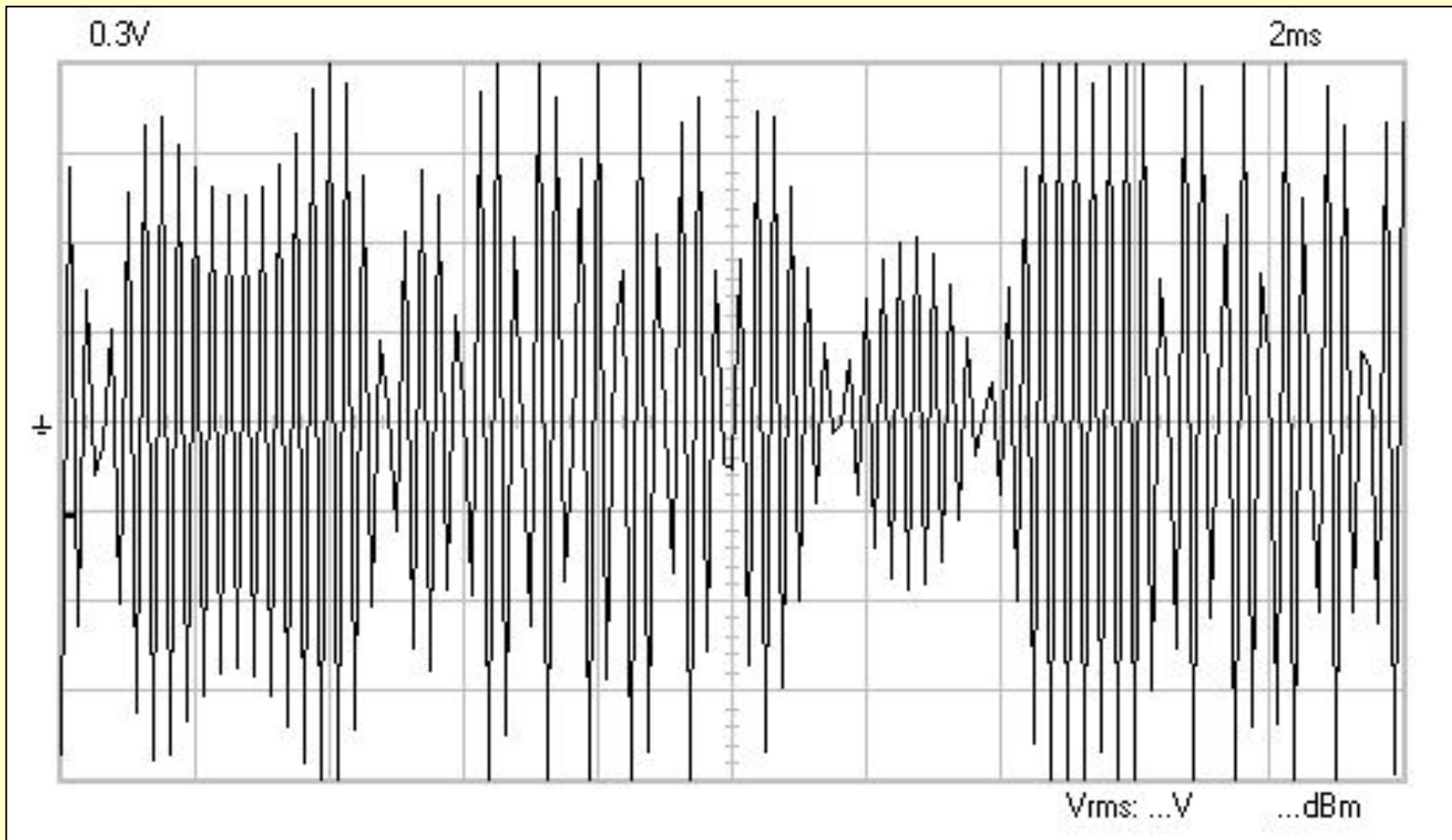
Электронные пуско-регулирующие аппараты

Электронные балласты для питания люминесцентных ламп с внешними электродами (EEFL)

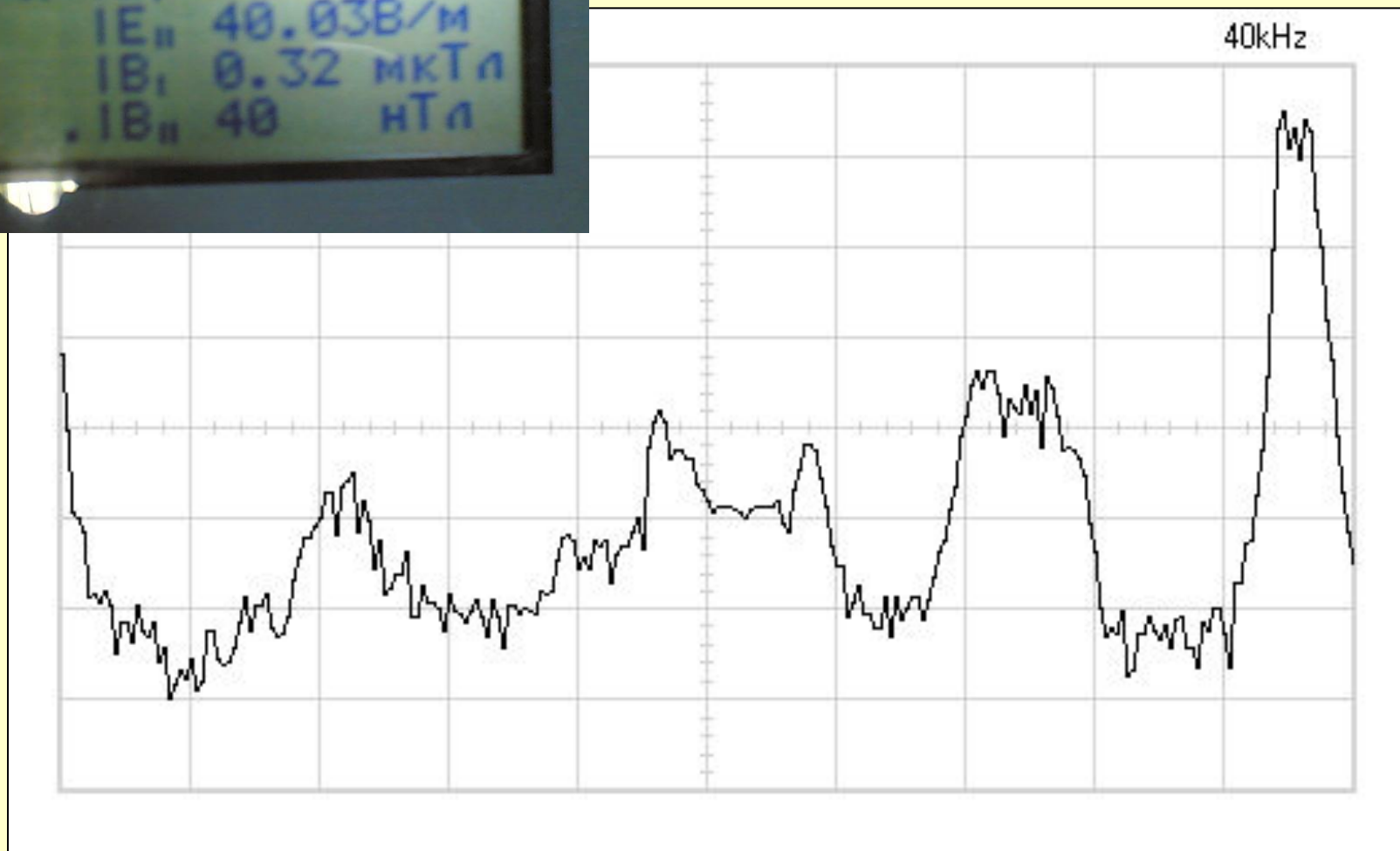


Общие технические характеристики:

Входное питающее напряжение	~176...242В, 50Гц
Эффективные значения выходных напряжений, В	750...1600
Выходные частоты, кГц	40...80



Осциллограмма электрического поля энергосберегающей лампы



Спектр электрического поля энергосберегающей лампы

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА

ПИСЬМО

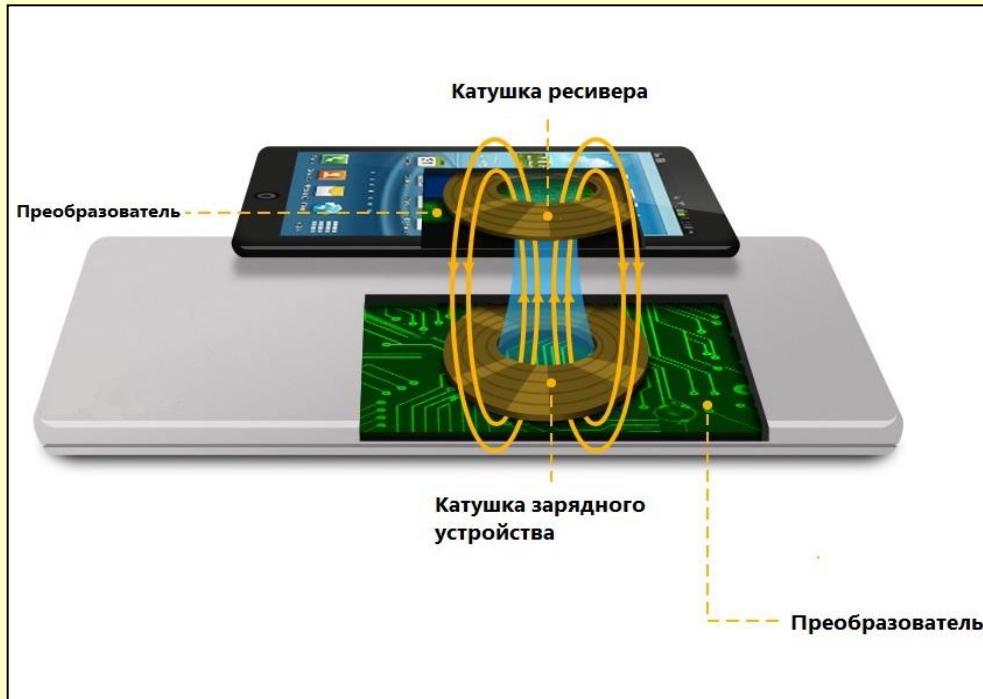
от 7 декабря 2009 г. N 01/18608-9-32

ОБ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЛАМПАХ

..... Однако опыт массового применения таких ламп в быту выявил целый ряд нерешенных проблем следующего характера:

- спектр излучения компактной люминесцентной лампы, в отличие от лампы накаливания, носит дискретный линейчатый характер, в связи с чем такое освещение может вызвать искажения в цветопередаче и приводить к повышенной усталости глаз;
- возможность повышенного излучения в ультрафиолетовом спектре;
- **генерируемые электромагнитные излучения, создаваемые встроенным электронным пускорегулирующим аппаратом (ЭПРА), в связи с чем не рекомендуется использовать КЛЛ для настольных ламп и в детских комнатах.**

Беспроводные зарядные устройства



Частота 80-40 кГц

Мощность от единиц Вт до нескольких кВт

Расстояние действия от нескольких см до нескольких м.

Гигиеническая характеристика источников ЭМИ радиочастотных диапазонов (Передающие радиотехнические объекты - ПРТО)

- вещания (радио, -теле);**
- связи (сотовой, транкинговой, спутниковой, посредством беспроводных цифровых сетей и т. д.);**
- радионавигации (радиомаяки, радиолокаторы)**

Передающие радиотехнические объекты

Объекты радиовещания (148 кГц – 108 МГц)

Мощность (сотни Вт – сотни кВт)

Модуляция АМ, ЧМ, DRM

Объекты служебного вещания (различные диапазоны частот)

Службы частот и времени, метеослужбы

Объекты телевизионного вещания (48,5 – 790 МГц)

(часто совместно с УКВ-ЧМ радиовещанием 64 – 108 МГц)

Мощность (сотни Вт – сотни кВт)

Модуляция ЧМ, DVBT

Объекты радио- телевещания могут занимать большую территорию. Санитарно-защитная зона и зона ограничения могут иметь значительные размеры. В гигиеническом отношении это наиболее значимые объекты. Они могут располагаться в черте жилой застройки.

Электромагнитная обстановка в зоне их расположения может характеризоваться значительной неравномерностью уровней.

Передающие радиотехнические объекты

Объекты связи (Частоты: 9 кГц – десятки ГГц)

Модуляция ЧМ, цифровая

- Фиксированной связи (единицы – тысячи Вт)

Радиоцентры

Базовые (стационарные) радиостанции, включая станции спутниковой связи

Радиорелейные линии передачи

- Подвижной связи (доли Вт – сотни Вт)

Базовые станции - ретрансляторы подвижной радиосвязи (сотовой, транкинговой, спутниковой)

Радиостанции на транспортных средствах в местах постоянного или временного базирования

Передающие радиотехнические объекты

Объекты радионавигации (сотни Вт – десятки кВт)

Назначение: авиационные – для наведения воздушных судов (СВ, ДВ- глиссальный радиомаяк, 145 МГц- курсовой радиомаяк) при посадке.

Судовые – для ориентации судов и аварийной связи («Морской район», рабочие частоты 2-6 МГц).

Мощности передатчиков до нескольких сотен Ватт, модуляция импульсная амплитудная.

Связь передатчиков с антенной для ДВ, СВ и КВ диапазонов частот – фидерная. Фидер, как и сама антенна может быть источником ЭМ излучения.



Объекты радионавигации (продолжение)

Радиолокационные станции (РЛС) навигационные

РЛС и имеют узконаправленную диаграмму излучения (несколько градусов).

РЛС работают в основном на частотах 500 МГц – 15 ГГц.

Излучение РЛС характеризуется пространственной и временной прерывистостью, обусловленной цикличностью излучения. Время наработки РЛС может составлять от нескольких часов до суток. Длительность облучения за период обзора составляет десятки миллисекунд.

Мощность излучения в импульсе – мегаватты. средняя мощность значительно меньше. РЛС аэропортов создают ППЭ $\sim 0,5 \text{ Вт/м}^2$ на расстоянии 60 м.

Судовые РЛС обычно имеют мощность передатчика на порядок меньше.

РЛС другого назначения

Оборонные РЛС - наиболее мощные.

РЛС метеорологического назначения могут создавать значительные уровни ППЭ: до 100 Вт/м^2 за каждый цикл облучения на удалении 1 км.

Связь передатчика РЛС с антенной – волноводная или (в небольших РЛС) передатчик может располагаться непосредственно в антенне.

Диаграмма направленности излучения кроме основного лепестка может иметь боковые и задний лепестки.

Нормирование ЭМИ радиочастотных диапазонов

В условиях производства, для лиц, профессионально связанных с воздействием ЭМП РЧ, используется дозовый подход с учетом возможного общего или локального воздействия.

Оценка воздействия ЭМП в условиях производства осуществляется по энергетической экспозиции электрического поля - $\mathcal{E}\mathcal{E}_E$, магнитного поля - $\mathcal{E}\mathcal{E}_H$, плотности потока энергии в диапазоне частот ≥ 300 МГц – $\mathcal{E}\mathcal{E}_{ППЭ}$:

$$\mathcal{E}\mathcal{E}_E = E^2 \cdot T, (B/m)^2 \cdot ч, \quad \mathcal{E}\mathcal{E}_H = H^2 \cdot T, (A/m)^2 \cdot ч, \quad \mathcal{E}\mathcal{E}_{ППЭ} = ППЭ \cdot T$$

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

H – напряженность магнитного поля (А/м),

$ППЭ$ – плотность потока энергии (мкВт/см²)

T – время воздействия за смену (ч).

Для населения и лиц, профессионально не связанных с воздействием ЭМП РЧ, используются нормативные значения по воздействию ниже пороговых. Оценка воздействия ЭМП РЧ на население осуществляется: в диапазоне частот 30 кГц—300 МГц - по эффективным значениям напряженности электрического поля (E), В/м; в диапазоне частот 300 МГц—300 ГГц - по средним значениям плотности потока энергии (ППЭ), мкВт/см².

Предельно допустимые уровни энергетических экспозиций за рабочий день

Таблица 5.11

Параметр	ЭЭ _{ПДУ} в диапазонах частот (МГц)				
	≥ 0,03-3,0	≥ 3,0-30,0	≥ 30,0-50,0	≥ 50,0-300,0	≥ 300,0 МГц - 300 ГГц
ЭЭ _Е , (В/м) ² ×ч	20000	7000	800	800	–
ЭЭ _Н , (А/м) ² ×ч	200	–	0,72	–	–
ЭЭ _{ППЭ} , (мкВт/см ²)×ч	–	–	–	–	200

Максимально допустимые уровни напряженности и плотности потока энергии электромагнитных полей

Для кратковременного воздействия (<0,2 ч за рабочую смену)

Таблица 5.12

Параметр	Максимально допустимые уровни в диапазонах частот (МГц)				
	$\geq 0,03—3,0$	$\geq 3,0—30,0$	$\geq 30,0—50,0$	$\geq 50,0—300,0$	$\geq 300,0—300000,0$
Е, В/м	500	300	80	80	—
Н, А/м	50	—	3,0	—	—
ППЭ, мкВт/см ²	—	—	—	—	1000 5000*

* для условий локального облучения кистей рук.

Для случаев облучения от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования и локального облучения рук при работах с микрополосковыми устройствами предельно допустимый уровень плотности потока энергии для соответствующего времени облучения (ППЭпду) рассчитывается по формуле:

$$\text{ППЭпду} = \text{К} \times \text{ЭЭпду} / \text{Т}, \text{ где}$$

К - коэффициент снижения биологической активности воздействий;

К = 10 - для случаев облучения от вращающихся и сканирующих антенн;

К = 12,5 - для случаев локального облучения кистей рук (при этом уровни воздействия на другие части тела не должны превышать 10 мкВт/см²).

ПДУ ЭМИ РЧ для населения

(непрерывное круглосуточное воздействие)

Таблица 5.42

Диапазон частот	30—300 кГц	0,3—3 МГц	3—30 МГц	30—300 МГц	0,3—300 ГГц
Нормируемый параметр	Напряженность электрического поля (В/м)				Плотность потока энергии (мкВт/см ²)
Предельно допустимые уровни	25	15	10	3*	10 25**
** – для случаев облучения от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования.					

Оценка излучения от нескольких источников, для разных частотных диапазонов

$$\left(\sum_{i=1}^n E_i^2 \right)^{1/2} \leq E_{\text{ПДУ}} \quad \sum_{i=1}^n \text{ППЭ}_i \leq \text{ППЭ}_{\text{ПДУ}}$$

E_i – напряженность электрического поля, создаваемая источником ЭМП под i - тым номером;

ППЭ_i – плотность потока энергии, создаваемая источником ЭМП под i -тым номером;

$E_{\text{пду}}$ – ПДУ напряженности электрического поля нормируемого диапазона;

$\text{ППЭ}_{\text{пду}}$ – ПДУ плотности потока энергии нормируемого диапазона;

n – количество источников ЭМП.

Оценка излучения от нескольких источников, для разных частотных диапазонов

$$\sum_{j=1}^m (E_{\text{сумм } j} / E_{\text{ПДУ } j})^2 + \sum_{k=1}^q (\text{ППЭ}_{\text{сумм } k} / \text{ППЭ}_{\text{ПДУ } k}) \leq 1$$

$E_{\text{сумм } j}$ – суммарная напряженность электрического поля, создаваемая источниками ЭМП j -того нормируемого диапазона;

$E_{\text{пду } j}$ – ПДУ напряженности электрического поля j -того нормируемого диапазона;

$\text{ППЭ}_{\text{сумм } k}$ – суммарная плотность потока энергии, создаваемая источниками ЭМП k -го нормируемого диапазона;

$\text{ППЭ}_{\text{пду } k}$ – ПДУ плотности потока энергии k -того нормируемого диапазона;

m – количество диапазонов, для которых нормируется E ;

q – количество диапазонов, для которых нормируется ППЭ.

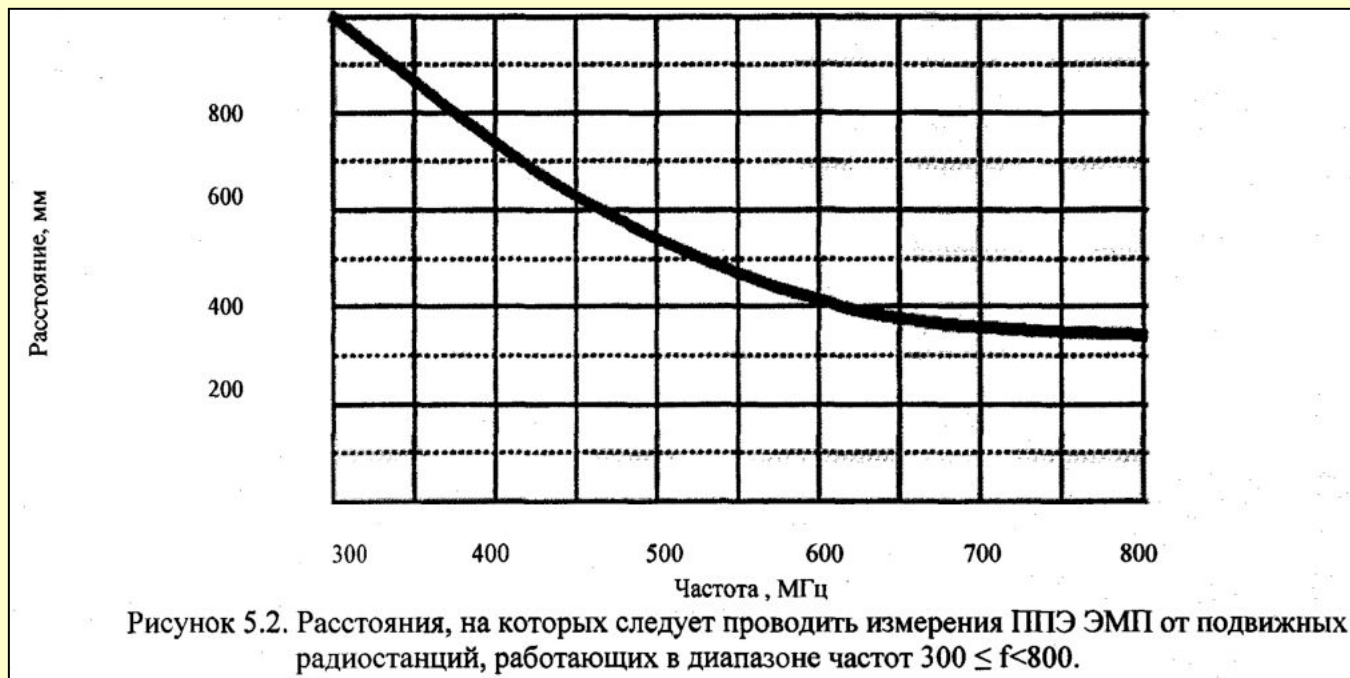
1 – допустимый уровень суммарной интенсивности воздействия (СИВ)

Допустимые уровни ЭМП, создаваемые подвижными станциями сухопутной радиосвязи непосредственно у головы пользователя (п. 125)

в диапазоне частот $27 \text{ МГц} < f < 30 \text{ МГц}$ - 45,0 В/м;

в диапазоне частот $30 \text{ МГц} < f < 300 \text{ МГц}$ - 15,0 В/м;

в диапазоне частот $300 \text{ МГц} < f < 2600 \text{ МГц}$ - 100,0 мкВт/см².



Расстояния, на которых следует проводить измерения напряженности ЭМП (ППЭ) от подвижных средств связи, и величина контролируемого уровня ЭМП

Частота ЭМП	Расстояние от аппарата до точки измерения*	Контролируемый уровень ЭМП
27 – 30 МГц	0,38 м	1,5 В/м
≥30 – 40 МГц	0,2 м	1,5 В/м
150 МГц	4,9 м	1,5 В/м
180 МГц	4,2 м	1,5 В/м
300 МГц	2,5 м	1,5 В/м
300 - 800 МГц	0,62 м	3 мкВт/см²
800 - 2400 МГц	0,37 м	3 мкВт/см²

*В интервалах между частотами, представленными в таблице, расстояние от аппарата до точки измерения определяется линейной интерполяцией.

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей на рабочих местах и местах размещения обслуживающего персонала в помещениях локомотивов, моторвагонного и специального самоходного подвижного состава, подвижного состава метрополитена

Таблица 5.72

Наименование показателя	Значение показателя
Напряженность электрического поля в радиочастотном диапазоне: - от 0,03 до 3 МГц, В/м, не более; - от 3 до 30 МГц, В/м, не более; - от 30 до 300 МГц, В/м, не более	50 30 10
Напряженность магнитного поля в радиочастотном диапазоне: - от 0,03 до 3 МГц, Н, А/м, не более; - от 30 до 50 МГц, Н, А/м, не более	5,0 0,3

Предельно допустимые уровни электромагнитных полей на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях плавательных средств и морских сооружений

Таблица 5.74

Наименование фактора	Наименование параметра	Нормируемые уровни	
		Рабочие места	Жилые, общественные помещения
ЭМП диапазона частот от 0,03 до 3 МГц	Напряженность электрического поля (E), В/м (максимально допустимая)	42,0 (500,0)	25,0 -
	Напряженность магнитного поля (H), А/м (максимально допустимая)	4,0 (50,0)	-
ЭМП диапазона частот от 3 до 30 МГц	Напряженность электрического поля (E), В/м (максимально допустимая)	25,0 (300)	15,0 -
ЭМП диапазона частот от 30 до 50 МГц	Напряженность электрического поля (E), В/м (максимально допустимая)	8 (80,0)	10 -
	Напряженность магнитного поля (H), А/м (максимально допустимая)	0,25 (3,0)	-
ЭМП диапазона частот от 50 до 300 МГц	Напряженность электрического поля (E), В/м (максимально допустимая)	8,5 (80,0)	3,0 -
ЭМП диапазона частот от 300 МГц до 300 ГГц	Плотность потока энергии (ППЭ), мкВт/см ² (максимально допустимый уровень)	18,0 (1000,0)	10,0 -

К организации и проведению контроля уровней ЭМП в диапазоне ≥ 30 кГц - 300 ГГц в условиях производства предъявляются следующие требования

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

Не допускается проведение измерений при наличии атмосферных осадков, а также при температуре и влажности воздуха, выходящих за пределы рабочих параметров средств измерений.

Контроль уровней ЭМП должен осуществляться на рабочих местах персонала, обслуживающего производственные установки, генерирующее, передающее и излучающее оборудование радио- и телевизионных центров, радиолокационных станций, базовых станций, станций спутниковой связи, физиотерапевтические аппараты и другое оборудование.

Измерения уровней ЭМП должны проводиться для всех рабочих режимов установок при максимальной используемой мощности. В случае измерений при неполной излучаемой мощности делается перерасчет до уровней максимального значения путем умножения измеренных значений на соотношение W_{max}/W , где W_{max} - максимальное значение мощности, W - мощность при проведении измерений.

Измерения проводят на высоте 0,5; 1,0 и 1,7 м (рабочая поза "стоя") и 0,5; 1,0 и 1,4 м (рабочая поза "сидя") от опорной поверхности с определением максимального значения E и H или ППЭ для каждого рабочего места.

Контроль интенсивности ЭМП в случае локального облучения рук персонала следует дополнительно проводить на уровне кистей, середины предплечья.

Контроль интенсивности ЭМП, создаваемых вращающимися или сканирующими антеннами, осуществляется на рабочих местах и местах временного пребывания персонала при всех рабочих значениях угла наклона антенн.

Для измерения интенсивности ЭМП в диапазоне частот до 300 МГц используются приборы, предназначенные для определения среднеквадратического значения напряженности электрического и/или магнитного полей с допустимой относительной погрешностью не более 30% (для антенн направленного действия).

Для измерений уровней ЭМП в диапазоне частот ≥ 300 МГц - 300 ГГц используются приборы, предназначенные для оценки среднеквадратического значения плотности потока энергии. Допустимая величина погрешности приборов для измерения плотности потока энергии не регламентирована, однако оценку результатов измерения следует осуществлять с учетом диапазона расширенной неопределенности, с уровнем значимости $p < 0,05$.

13.06.2012 № 01/6620-12-32

На № _____ от _____

Об оценке данных, получаемых при
инструментальных измерениях физических
факторов неионизирующей природы

4. При организации и проведении измерений электромагнитных полей радиочастотных диапазонов на территории и в жилых и общественных зданиях следует учитывать, что допустимая погрешность СИ, $\pm 30\%$ относится только к СИ, с направленной антенной, предназначенным для измерения напряженности электрического поля. В остальных случаях допустимая величина погрешности не регламентирована, однако оценку результатов измерения следует осуществлять с учетом диапазона расширенной неопределенности, с уровнем значимости $p \leq 0,05$.

При применении широкополосных СИ следует обращать внимание на возможное присутствие полей, мешающих выполнению измерений.

Не следует проводить измерения в условиях атмосферных осадков;

Необходимо проводить измерения в пределах возможностей СИ: диапазона частот, амплитуд измеряемых показателей и температуры окружающей среды.

Измерения следует проводить несколько раз и вычислять среднее значение и расширенную неопределенность измерения.

Сведения, вносимые в записи по результатам измерений (условия производства)

- Данные о рабочем месте (должность работающего, связан ли работающий профессионально с воздействием ЭМП РЧ, является ли воздействие ЭМП РЧ генерализованным или локальным, время воздействия ЭМП РЧ - или прилагается хронометраж о пребывании работающего на различных рабочих местах - , другие сведения о режиме работы).
- Данные об источнике ЭМП РЧ (тип, мощность максимальная, мощность в момент измерения, коэффициент коррекции по мощности, рабочая частота, излучает ли источник в пространство, углы наклона и углы сканирования антенн).
- Сведения о наличии средств индивидуальной и коллективной защиты и их расположении по отношению к рабочему месту.
- Сведения об используемых основных и вспомогательных средствах измерений
- Сведения о параметрах окружающей среды.
- Результаты всех измерений во всех точках на 3 высотах по несколько раз.
- Сведения об обработке и результаты обработки первичных данных с учетом погрешности, отношения максимальной мощности к фактической.

Для обработки выбираются наибольшие из измеренных значений (средние величины), результаты обработки которых будут в дальнейшем вноситься в протокол измерения. В протоколе указывается, что представленные результаты измерений – это максимальные средние значения.

Приводятся значения неопределенности измерений и уровень доверия.

Испытания абонентской радиостанции сотовой связи



Измерение уровня ЭМП на территории

Инструментальный контроль уровней ЭМП проводится с целью определения фактического состояния электромагнитной обстановки в районах размещения ПРТО и служит средством оценки достоверности результатов расчета или в качестве контрольного мероприятия.

Измерения проводятся:

- перед вводом ПРТО в эксплуатацию, в том числе после реконструкции, то есть при изменении технических характеристик или режимов работы (мощности излучения, антенно-фидерного тракта, направлений излучения и т. п.);
- при изменении ситуационных условий размещения ПРТО (изменение расположения антенн, высот их установки, азимута или угла места максимального излучения, застройки прилегающих территорий);
- после проведения мероприятий, направленных на снижение уровней ЭМП;
- в порядке плановых контрольных измерений, в том числе с целью надзора и производственного контроля (не реже одного раза в год);
- при расследовании жалоб населения.

Измерение уровня ЭМП на территории

Подготовка к проведению измерений:

- согласование с заинтересованными предприятиями и организациями цели, времени и условий проведения измерений;
- планирование, выбор точек, трасс (маршрутов) измерения на основании имеющихся документов, а если необходимо, путем рекогносцировки района проведения измерений с учетом реальной ситуации в зоне расположения ПРТО (характера местности, застройки); и цели измерений;
- организация связи для обеспечения взаимодействия между персоналом ПРТО и специалистами, проводящими измерения;
- обеспечение измерений расстояний с целью идентификации положения точки измерений;
- определение необходимости использования средств индивидуальной защиты;
- подготовка необходимых средств измерений и вспомогательного оборудования.

Планировать измерения необходимо с учётом возможного суммирования ЭМП других ПРТО.

Измерение уровня ЭМП на территории

Выбор точек измерения (ТИ) зависит от поставленной цели и характеристик ПРТО. При планировании ТИ следует ориентироваться на результаты расчетов параметров электромагнитной обстановки.

При подтверждении границ СЗЗ для мощных ПРТО целесообразно планировать проведение измерений в ТИ вдоль трасс. При этом следует учитывать рельеф местности, наличие переизлучателей, затеняющих препятствий и отражающих объектов (например, застройки). Планирование ТИ следует осуществлять от границ технической территории объекта в сторону границ СЗЗ. Измерения рекомендуется проводить в точках, близких к границе СЗЗ, как внутри зоны, так и вне ее.

Методик подтверждения границ зоны ограничения (ЗО) путем измерений в действующих нормативных документах нет, но в то же время необходим контроль уровней ЭМП на объектах жилой застройки. В связи с этим такие измерения планировать необходимо с использованием доступных средств обеспечения измерений на различной высоте.

Таким образом, обоснование границ СЗЗ и ЗО мощных ПРТО может потребовать значительного объема измерений.

Расстояние между ТИ, приведенное в методических указаниях (МУК 4.3.044-96 и МУК 4.3.1677-03) от 5 до 100 м следует считать ориентировочным и устанавливать в зависимости от целей измерения и конкретной ситуации.¹⁸⁴

Измерение уровня ЭМП на территории

Выбор ТИ на территории жилой застройки и в жилых помещениях

осуществляется экспертом таким образом, чтобы проверить правильность определения размеров СЗЗ и ЗО и выявить реальную интенсивность ЭМП в зданиях и на территориях, в т. ч. возможные превышения допустимых уровней интенсивности ЭМП.

ТИ следует выбирать как в направлении максимума излучения, так и по другим направлениям.

При установке антенн ПРТО на крыше зданий, ТИ выбирают на крыше соответствующего здания с целью определения размеров безопасной зоны и на верхнем (обитаемом или техническом) этаже здания. В зависимости от результатов этих измерений выбираются ТИ на (в) соседних зданиях и на прилегающей территории.

При размещении антенн ПРТО на земле, мачтах и т. п. ТИ выбирают на территории и в зданиях с учётом расчётных данных.

Особому контролю подлежат жилые и общественные здания (лечебно-профилактические, образовательные и детские учреждения, интернаты и т. п.).

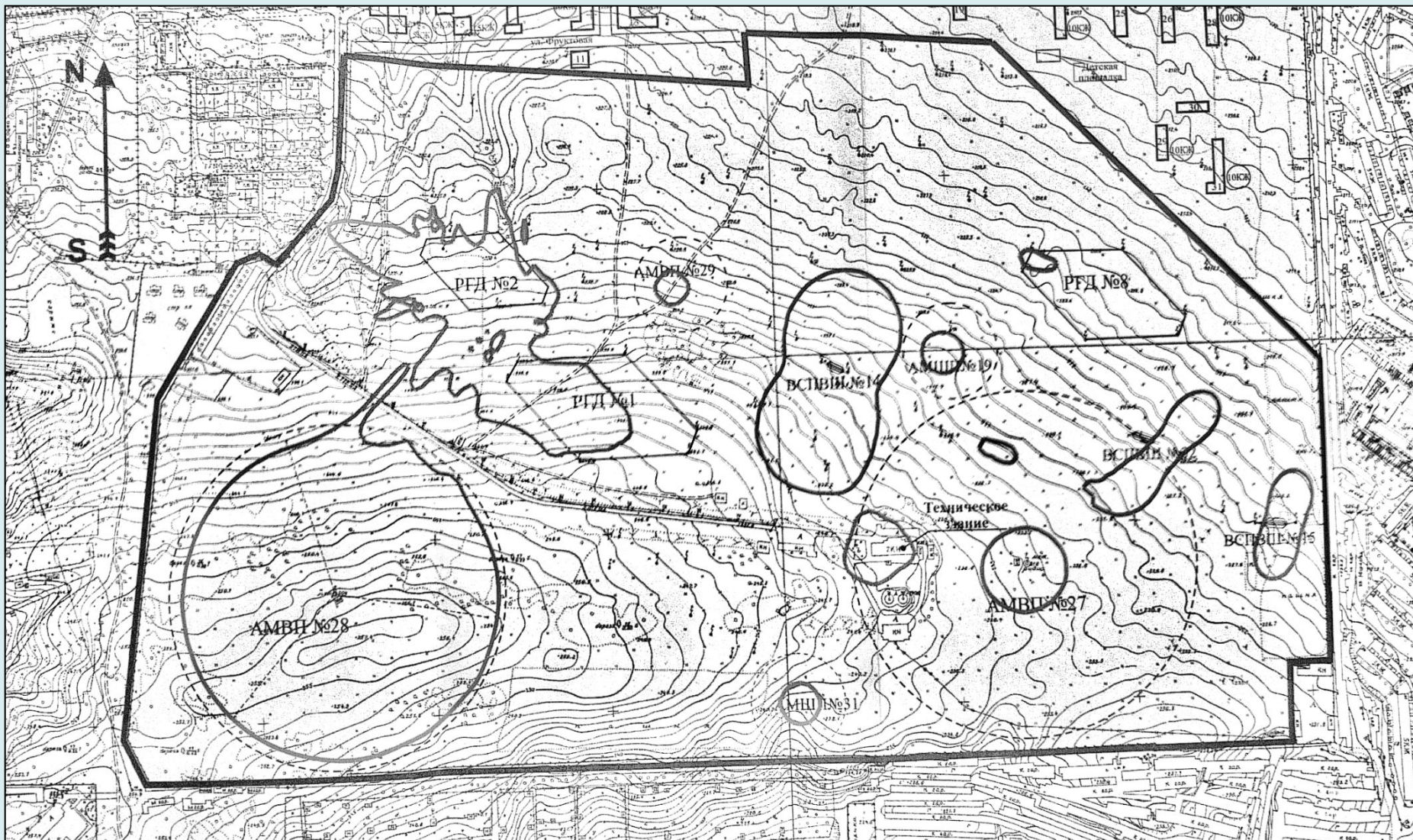
При необходимости программа (точки) измерений определяется (корректируется) управлениями Роспотребнадзора.

В черте жилой застройки не всегда возможно прокладывать трассы для выбора ТИ. При инструментальном контроле ЭМП в зоне маломощных ПРТО, расположенных на высоких мачтах вне жилой застройки это также нецелесообразно.

Измерение уровня ЭМП на территории



Измерение уровня ЭМП на территории



Измерение уровня ЭМП на территории

При плановых контрольных измерениях, с целью надзора и при расследовании жалоб населения расположение и число ТИ выбирают в зависимости от характера поставленной задачи.

При измерениях с целью производственного контроля расположение и число ТИ целесообразно указать в программе производственного контроля, разрабатываемой владельцем ПРТО.

Идентификация положения ТИ осуществляется путем измерения расстояний до значимых ориентиров: ограждения технической территории, стационарных объектов. Для измерения расстояний следует использовать средства измерения утвержденного типа, имеющие свидетельство о государственной поверке (теодолит, мерная лента, лазерные дальномеры и т.д.). В тех случаях, когда нет возможности установить координаты точки для привязки к ситуационному плану, целесообразно привлекать для этой цели специалистов-землеустроителей.

Наличие вблизи ТИ переизлучателей и различных объектов на расстоянии менее 10 м может оказать влияние на уровень ЭМП в данной ТИ.

При определении границ СЗЗ и зон ограничения следует учитывать необходимость защиты от воздействия вторичного ЭМП, переизлучаемого элементами конструкции здания, коммуникациями, внутренней проводкой и т. д. (п. 3.21. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383—03).

Измерение уровня ЭМП на территории

Выбор высоты ТИ.

Требования НД: СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383—03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов».

Границы СЗЗ определяются на высоте 2 м от поверхности земли по ПДУ. Зона ограничения представляет собой территорию, на внешних границах которой на высоте от поверхности земли более 2 м, уровни ЭМП превышают ПДУ.

СЗЗ и зона ограничений определяются в соответствии с методическими указаниями, с учетом возможного суммирования ЭМП, создаваемых отдельными источниками, входящим в состав ПРТО.

Границы СЗЗ и зон ограничения определяются расчетным методом и уточняются по результатам измерений уровней ЭМП.

При измерении уровня ЭМП от источников излучения кило-, гекто- и декаметрового диапазонов высота ТИ составляет 2 м (МУК 4.3.044-96).

При измерении уровня ЭМП от источников излучения в диапазоне частот свыше 30 МГц на высоте 0,5-2 м при измерении находят максимальное значение (МУК 4.3.1677-03).

Измерение уровня ЭМП на территории

Установление режима работы ПРТО.

Требования НД:

СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383—03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов».

4.1.4. Инструментальные методы используются для контроля уровней ЭМП, создаваемых ПРТО и его оборудованием. При использовании инструментальных методов контроля должно быть обеспечено **постоянство режимов и максимальной мощности излучающих средств.**

СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи».

5.1.4. Инструментальные методы используются для контроля уровней ЭМП, создаваемых базовыми станциями, подвижными станциями и абонентскими терминалами спутниковой связи. При использовании инструментальных методов контроля должно быть обеспечено **постоянство максимальных режимов и мощности излучающих средств.**

Измерение уровня ЭМП на территории

Измерения от источников излучения кило-, гекто- и декаметрового диапазонов частот.

Измерения уровней напряженности поля должны проводиться с помощью широкополосных измерителей напряженности поля (NFM-1, ИПМ-101м, ПЗ-15 и др). В выбранных точках на высоте 2 м от поверхности земли, путем соответствующей ориентации антенны прибора проводятся измерения всех составляющих вектора напряженности электрического поля каждой антенны (в зависимости от излучаемой поляризации измеряются составляющие E_x , E_y , E_z или E_r , E_z) и рассчитывается значение модуля вектора напряженности поля. Приборы с изотропными антеннами измеряют сразу модуль вектора напряженности поля.

Измерения уровней напряженности электрического поля проводятся в каждой намеченной точке от каждой отдельно излучающей антенны. То есть, должно быть предусмотрено последовательное включение и измерение уровней напряженности поля от каждой из антенн ПРТО, работающих в данном направлении или оказывающих влияние на суммарное значение напряженности поля в данной точке (определяется по результатам расчета санитарных зон и оценки вклада каждой антенны ПРТО).

Обработка данных измерений напряженности поля проводится для определения суммарной напряженности поля или суммарной интенсивности воздействия.

Измерение уровня ЭМП на территории

Измерение от источников излучения в диапазоне частот свыше 30 МГц

Для средств телевизионного вещания измерения должны проводиться как на несущей частоте изображения, так и несущей частоте звукового сопровождения.

При одновременной работе источников электромагнитного излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ), излучающих в диапазонах частот с разными гигиеническими нормативами, измерения должны проводиться отдельно в каждом диапазоне частот.

Подготовка аппаратуры к измерениям и сам процесс измерений проводятся в соответствии с инструкцией по эксплуатации применяемых приборов. При этом необходимо учитывать тот факт, что измерения могут проводиться, как в ближней, так и дальней зоне передающего радиотехнического средства. Критерием определения границы между ближней и дальней зонами является соотношение (п. 2.3.1. МУК 4.3.1677-03):

$$R_{гр} = D_{max}^2 / 1,32\lambda, \text{ где}$$

$R_{гр}$ – расстояние от геометрического центра антенны до точки наблюдения;
 D_{max} - максимальный размер антенны

Измерение уровня ЭМП на территории

Измерение от источников излучения в диапазоне частот свыше 30 МГц

Измерение уровней ЭМП в дальней зоне селективными и широкополосными СИ с антеннами направленного приема.

Измерительная антенна прибора ориентируется в пространстве в соответствии с поляризацией измеряемого сигнала. Измерения проводятся в центре площадки на высоте от 0,5 до 2 м от уровня подстилающей поверхности (земли). В этих пределах отыскивается высота, при которой значение измеряемой величины (показание прибора) наибольшее. На этой высоте, плавно поворачивая измерительную антенну в плоскости поляризации измеряемого сигнала, вновь добиваются максимального показания прибора.

Измерение уровней ЭМП в дальней зоне широкополосными СИ с антеннами ненаправленного приема.

Измерения проводятся на высоте от 0,5 до 2 м от уровня подстилающей поверхности (земли). В этих пределах высот производится ориентация измерительной антенны на максимум приема. Максимум приема соответствует максимальному показанию измерительного прибора.

Измерение уровня ЭМП на территории

Измерение от источников излучения в диапазоне частот свыше 30 МГц

Измерение уровней ЭМП в ближней зоне селективными и широкополосными СИ с антеннами направленного приема.

В ближней зоне необходимо проводить измерение трех составляющих вектора напряженности электрического поля каждой антенны ПРТО в 3 взаимоперпендикулярных плоскостях путем соответствующей ориентации измерительной антенны. Значение модуля вектора напряженности поля рассчитывается как корень квадратный из суммы квадратов напряженности поля в каждой плоскости.

Измерение уровней ЭМП в ближней зоне широкополосными СИ с антеннами ненаправленного приема

Широкополосные СИ с антеннами ненаправленного приема измеряют сразу модуль вектора напряженности поля, поэтому достаточно провести ориентацию измерительной антенны на максимум приема.

Измерения напряженности поля технических средств телевидения и ЧМ-вещания должны проводиться только селективными приборами с антеннами направленного приема. При этом должно проводиться измерение эффективных значений на несущих частотах каналов изображения и звукового сопровождения.

Измерение уровня ЭМП на территории

Измерение от источников излучения в диапазоне частот свыше 300 МГц

В данном диапазоне частот производится измерение плотности потока энергии (ППЭ) ЭМП. Измерения проводятся широкополосными СИ ППЭ или селективными СИ напряженности поля.

В ближней зоне измерения проводятся только широкополосными СИ ППЭ. В дальней зоне измерения проводятся, как широкополосными измерителями ППЭ, так и селективными СИ с антеннами направленного приема.

Значение напряженности электрического поля, измеренное селективным прибором в дальней зоне, пересчитывается в ППЭ по формуле:

$$\text{ППЭ} = E^2 / 3,77 \text{ мкВт/см}^2, \text{ где}$$

E - значение напряженности электрического поля в В/м.

Измерения ППЭ от РЛС проводятся при остановленном излучателе. Угол места должен быть «рабочим». Поиск луча РЛС осуществляется или с использованием теодолита или с использованием индикатора (транзисторный приемник)

Перечень информации, включаемой в протоколы, измерений интенсивности ЭМИ,

1. Наименование и реквизиты центра гигиены и эпидемиологии или иной аккредитованной организации и сведения об аккредитации.
2. Номер протокола и дата проведения измерений.
3. Адрес (место) проведения измерений.
4. Цель проведения измерений.
5. Наименование источника ЭМИ (ПРТО).
6. Диапазон частот на передачу.
7. Предельно допустимые уровни ЭМИ и наименование нормативного док.
8. Типы и заводские номера СИ, их погрешность, номер и срок действия свидетельства о поверке.
9. Место (описание точек) проведения измерений, при необходимости оформляется эскиз.
10. Чувствительность средств измерений.
11. Результаты проведения измерений.
12. Должности, фамилии лиц, проводивших измерения и присутствовавших при измерениях.
13. Выводы по результатам измерений (не заменяют экспертного заключения).
14. Подписи лиц, проводивших измерения.
15. Подпись руководителя организации, проводившей измерения, или её структурного подразделения.

Измерение уровня ЭМП на территории

В протоколе следует также указать:

- режим работы радиопередающих средств;
- то, что приведены наибольшие измеренные значения на высоте 0,5-2 м;
- диапазон неопределенности измерений;
- результаты вычислений СИВ – при необходимости;
- результаты и диапазон неопределенности вспомогательных измерений:
температуры воздуха, расстояний и высоты ТИ;
- характер поляризации ЭМП – если необходимо;



ПЗ-90 Диапазон частот:
50 Гц-300 МГц; погрешность 30%



ПЗ-41, ПЗ-42



ИПМ-101

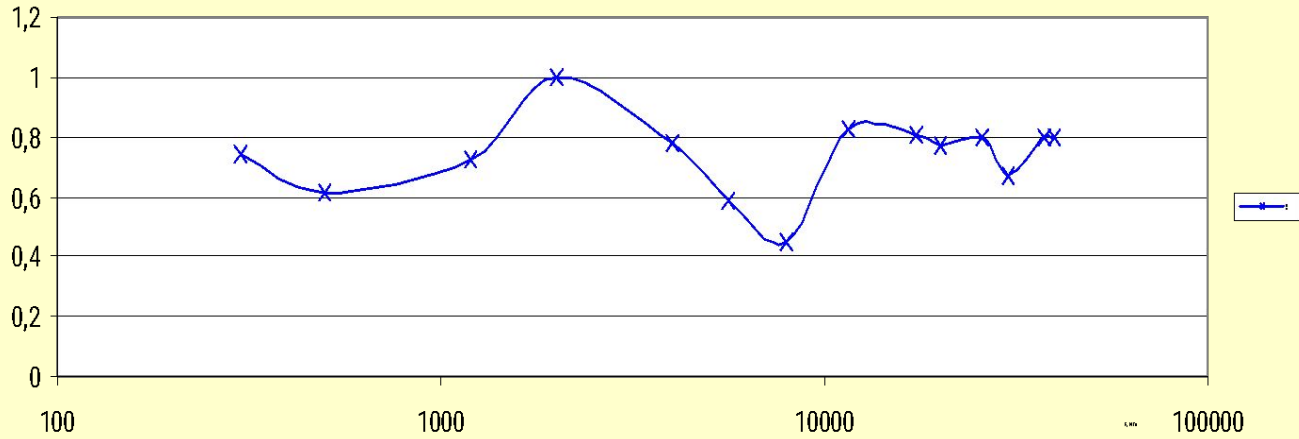
Измеритель плотности потока энергии электромагнитного поля ПЗ-31



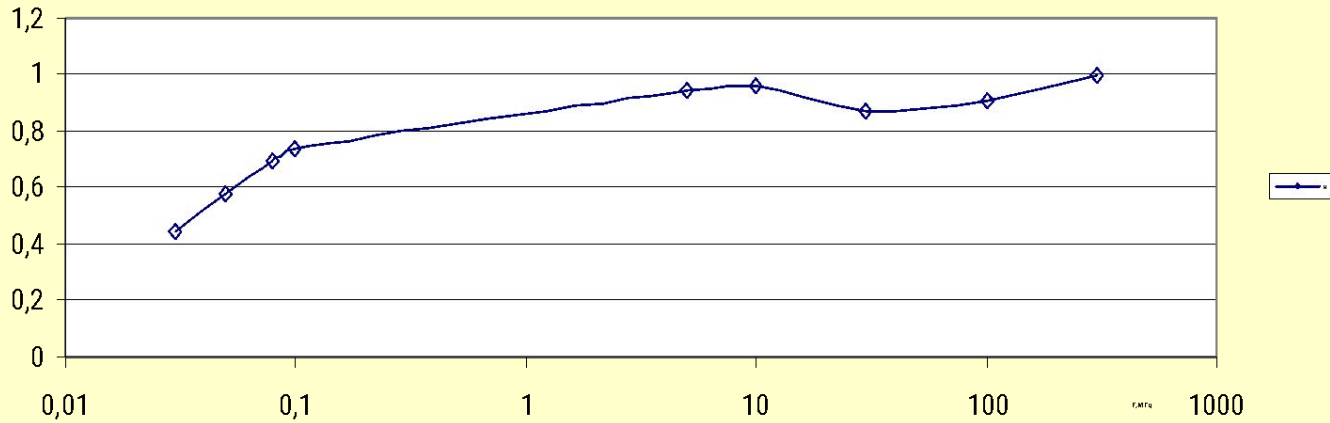
1. Антенна-преобразователь А1 ИУШЯ.411519.036	Для приема поля по электрической составляющей в диапазоне частот от 0,3 до 40 ГГц
2. Антенна-преобразователь А4 ИУШЯ.411519.034	Для приема поля по электрической составляющей в диапазоне частот от 0,03 до 300 МГц
3. Антенна-преобразователь А5 ИУШЯ.411519.035	Для приема поля по магнитной составляющей в диапазоне частот от 0,01 до 30 МГц

Амплитудно-частотные характеристики антенн прибора ПЗ-31

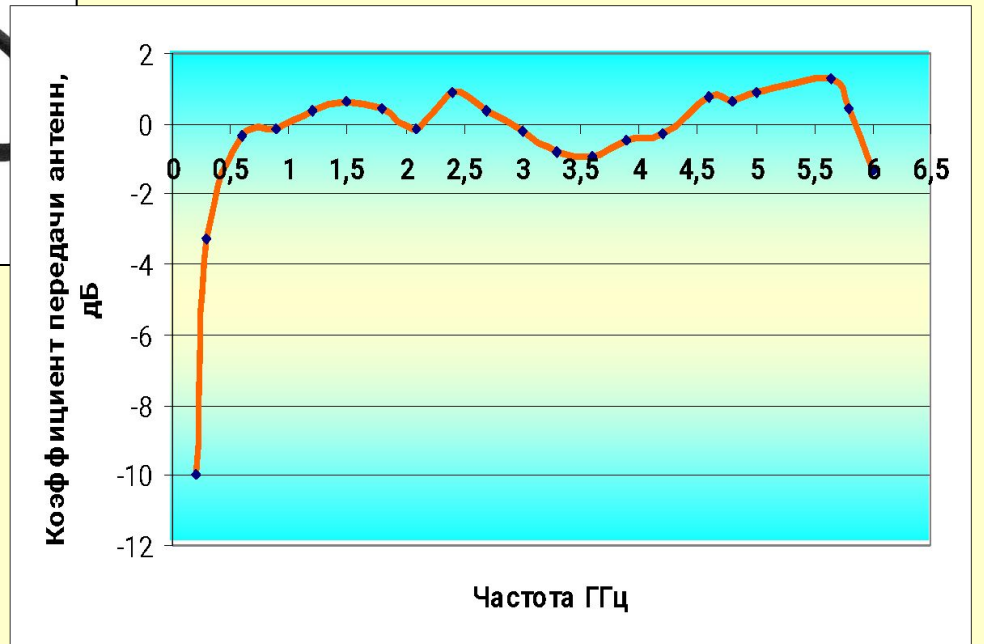
Антенна-преобразователь А1



Антенна-преобразователь А4



Измеритель плотности потока энергии электромагнитного поля ПЗ-33





Измерение магнитных и электрических полей

от высокочастотных
до микроволновых

- ▲ **Ненаправленное измерение с использованием изотропных зондов для диапазона от 100 кГц до 60 ГГц**
- ▲ **Большой графический дисплей позволяет легко считывать результаты**
- ▲ **Простота в обращении благодаря интеллектуальному интерфейсу, обеспечивающему автоматическое определение параметров подключенного зонда.**
- ▲ **Возможность сохранения до 5000 результатов измерений**

Опции

- ▲ **Автоматическое сохранение координатных данных с подключаемого GPS-приемника**
- ▲ **Возможность создания голосовых комментариев**

New
Launch in
2007



Селективное измерение высокочастотных электромагнитных полей

Законченная, легкая в использовании система, состоящая из основного модуля и измерительных антенн, для ненаправленного определения полей и их источников в диапазоне частот от 9 кГц до 6 ГГц

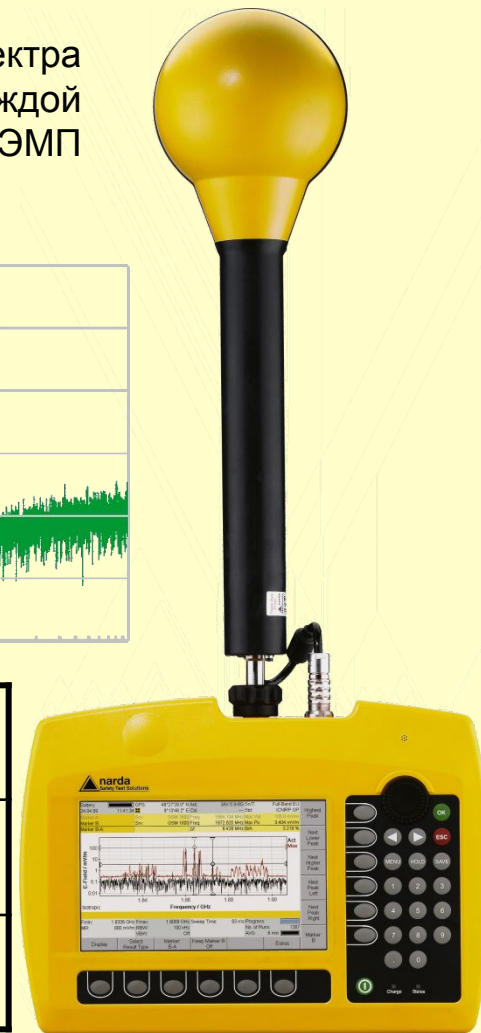
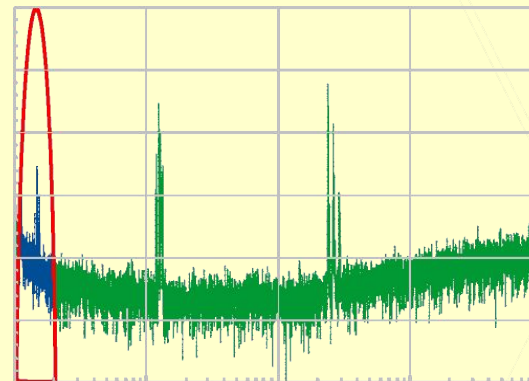
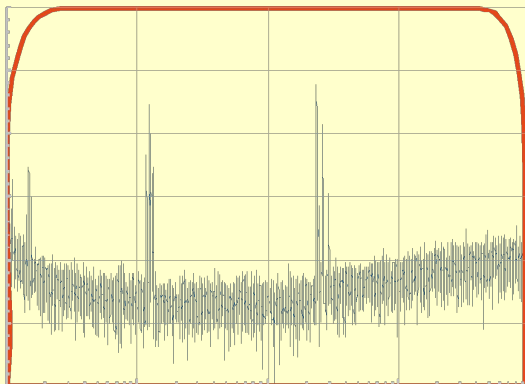
- ▲ Измерения проводятся в соответствии с ICNIRP и региональными стандартами, результаты отображаются прямо, в сравнении с допустимыми предельными значениями
- ▲ Быстрые, надежные результаты при помощи predetermined методик измерений, настроек и автоматических установок
- ▲ ПО для модификации таблиц и методик измерений, последующей оценки и оперирования большим количеством данных измерений
- ▲ Подходит для работы на открытом воздухе: Защищен от радиации, прочный, брызгозащитный, эргономичный; использует сменные аккумуляторы, оснащен встроенным GPS и диктофоном
- ▲ Сигналы анализируются при помощи прикладных режимов работы и особых функций оценки
- ▲ Прямое цифровое, графическое или табличное отображение результатов; большая разрешающая способность по полосе пропускания не допускает преобразований
- ▲ Редактируемые таблицы для автоматической корреляции результатов с телекоммуникационными сервисами (радиовещание, GSM, WiMAX)



Разница между широкополосными и селективными измерениями

- Широкополосный измеритель суммирует все составляющие спектра ЭМП в диапазоне

- Анализатор спектра измерят уровень каждой составляющей ЭМП



	NBM (с пробником EF0691)	SRM
Полоса пропускания	100 кГц до 6 ГГц	от 10 Гц до 20 МГц
Центральная частота	2.99995 ГГц	9 кГц до 6 ГГц

Благодарю за внимание!