ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**СТБ EN 50366-2007**

# Бытовые и аналогичные электрические приборы
# ПОЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ
## Методы оценки и измерения

# Бытавыя і аналагічныя электрычныя прыборы
# ПАЛІ ЭЛЕКТРАМАГНІТНЫЯ
## Метады ацэнкі і вымярэнні

**(EN 50366:2003, IDT)**

**Издание официальное**

БЗ 10-2007



Госстандарт
Минск

gost.e-ecolog.ru

УДК 621.316.717.027.2-791(083.74)(476) МКС 17.220.20 КП 03 IDT

**Ключевые слова:** поле электромагнитное, норма базовая предельная, уровень контрольный, расстояние до объекта измерений, поверхность тела человека, участок максимальной плотности

## Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

1 ПОДГОТОВЛЕН открытым акционерным обществом «Испытания и сертификация бытовой и промышленной продукции «БЕЛЛИС»

ВНЕСЕН Госстандартом Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 23 октября 2007 г. № 53

3 Настоящий стандарт идентичен европейскому стандарту EN 50366:2003 Household and similar electrical appliances – Electromagnetic fields – Method for evaluation and measurement (Бытовые и аналогичные электрические приборы. Электромагнитные поля. Методы оценки и измерения), включая его изменение A1:2006.

Перевод с английского языка (en).

Официальные экземпляры европейского стандарта, на основе которого подготовлен настоящий государственный стандарт, и стандартов, на которые даны ссылки, имеются в Национальном фонде ТНПА.

Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным европейским стандартам приведены в дополнительном приложении Д.А.

Степень соответствия – идентичная (IDT)

4 Настоящий государственный стандарт взаимосвязан с техническим регламентом ТР 2007/001/BY «Низковольтное оборудование. Безопасность» и реализует его существенные требования безопасности.

Соответствие взаимосвязанному государственному стандарту обеспечивает выполнение существенных требований безопасности технического регламента.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта Республики Беларусь

Издан на русском языке

## Содержание

Введение ..... IV
1 Область применения ..... 1
2 Нормативные ссылки ..... 1
3 Термины и определения ..... 1
4 Методы измерений ..... 2
4.1 Электрические поля ..... 2
4.2 Магнитные поля ..... 2
4.3 Неопределенность измерений ..... 6
5 Протокол испытаний ..... 6
6 Критерии соответствия ..... 6
Приложение А (обязательное) Условия испытаний при проведении измерений плотности магнитного потока ..... 7
Приложение В (справочное) Базовые предельные нормы и контрольные уровни ..... 15
Приложение С (обязательное) Определение поправочных коэффициентов ..... 16
Приложение D (справочное) Пример расчета поправочного коэффициента ..... 20
Приложение Е (справочное) Форма представления тела человека и магнитного поля ..... 22
Приложение F (справочное) Методика расчета значений плотности тока для сравнения с базовой предельной нормой ..... 24
Библиография ..... 29
Приложение Д.А (справочное) Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным европейским стандартам ..... 30

## Введение

В настоящем стандарте изложен метод оценки для определения соответствующих электромагнитных полей в пространстве вокруг бытовых и аналогичных электрических приборов и определены типовые условия эксплуатации приборов и расстояния до объекта измерений. В стандарте приведена методика подтверждения соответствия изделий положениям Рекомендации № 1999/519/ЕС, касающейся воздействия электромагнитных полей на организм человека.

Примечания

1 Следует принимать во внимание неоднородность магнитных полей в пространстве, окружающем бытовой прибор. У бытовых приборов плотность магнитного потока имеет наибольшее значение на поверхности прибора, уменьшаясь по мере увеличения расстояния $r$ от поверхности прибора обратно расстоянию, как минимум $1/r$.

При оценке риска, связанного с плотностью магнитного потока, уменьшение амплитуды обратно пропорционально расстоянию $r$ и представляет собой наиболее неблагоприятный случай. Плотность магнитного потока определяется по формуле

$$B(r) = \frac{c}{r + r_0},$$

где $B(r)$ – плотность магнитного потока;
$c$ – константа;
$r$ – расстояние от поверхности прибора;
$r_0$ – расстояние между источником магнитного поля и поверхностью прибора.

2 Контрольные уровни, приведенные в Рекомендации, рассчитаны для однородных полей и касаются воздействия на всю поверхность тела человека более крупных источников магнитного излучения, таких как высоковольтные линии электропередачи. Магнитные поля вокруг бытовых приборов воздействуют ограниченно небольшими участками на тело человека (например, верхние и нижние конечности).

Настоящий стандарт разработан с учетом того, что исполнение его положений должно возлагаться на лиц, обладающих соответствующей квалификацией и опытом.

В настоящем стандарте приняты следующие шрифтовые выделения:

– текст требований и методов испытаний – светлый шрифт;

– примечания – петит;

– термины – полужирный шрифт.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

# Бытовые и аналогичные электрические приборы ПОЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ Методы оценки и измерения

# Бытавыя і аналагічныя электрычныя прыборы ПАЛІ ЭЛЕКТРАМАГНІТНЫЯ Метады ацэнкі і вымярэнні

Household and similar electrical appliances
Electromagnetic fields
Methods for evaluation and measurement

Дата введения 2008-05-01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на бытовые и аналогичные электрические приборы и устанавливает методы оценки электрического и магнитного полей вокруг них в диапазоне частот до 300 ГГц.

Данные методы применяются и в отношении приборов, не имеющих непосредственного бытового назначения, однако которые могут быть доступны для населения. Примером могут служить приборы, предназначенные для эксплуатации в сфере торговли, легкой промышленности и сельском хозяйстве лицами, не имеющими специальной подготовки.

Примечание – Данные методы не подходят для проведения сравнительного анализа полей вокруг различных приборов.

## 2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения).

EN 55014-1 Электромагнитная совместимость. Требования к бытовым электрическим приборам, электрическим инструментам и аналогичным приборам. Часть 1. Помехоэмиссия (CISPR 14-1)

EN 60335 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность (серия стандартов)

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 базовая предельная норма** (basic restriction): Предельная норма, основанная на эффектах влияния на здоровье человека при воздействии электрического, магнитного и электромагнитного поля, включая фактор безопасности.

**3.2 контрольный уровень** (reference level): Среднеквадратическое значение напряженности магнитных однородных полей, полученное из базовой предельной нормы, которому может подвергаться человек без негативных последствий для здоровья.

**3.3 расстояние до объекта измерений** (measuring distance): Расстояние между поверхностью прибора и ближайшей точкой на поверхности датчика.

**3.4 расстояние от оператора до объекта измерений** (operator distance): Расстояние между поверхностью прибора и ближайшей точкой на поверхности головы или туловища оператора.

**3.5 участок максимальной плотности** (hot spot): Определенный участок с максимальной напряженностью поля в силу неравномерности распределения поля в пространстве.

**3.6 поправочный коэффициент** (coupling factor): Коэффициент, учитывающий неравномерность магнитных полей вокруг приборов и размеры части тела человека.

Издание официальное

## 4 Методы измерений

### 4.1 Электрические поля

Метод измерения в стадии рассмотрения.

Приборы, не имеющие внутреннего напряжения свыше 1000 В, считаются соответствующими настоящему стандарту без испытаний.

### 4.2 Магнитные поля

#### 4.2.1 Диапазон частот

Рассматриваемый диапазон частот – от 10 Гц до 400 кГц.

Примечание 1 – Методы измерения в частотном диапазоне от 0 до 10 Гц находятся в стадии рассмотрения.

Оцениваемый частотный диапазон должен включать в себя все частоты магнитных полей, генерируемых прибором, в том числе достаточное число гармонических составляющих. Если это не может быть выполнено в процессе одного измерения, тогда должны быть сложены взвешенные результаты по каждому измеренному диапазону частот.

В частотном диапазоне свыше 400 кГц соответствие приборов признается без испытаний.

Примечание 2 – Рабочая частота микроволновых печей рассматривается в EN 60335-2-25 или EN 60335-2-90.

#### 4.2.2 Расстояния до объекта измерений, месторасположение датчика и условия эксплуатации

**Расстояния до объекта измерений**, месторасположение датчика и условия эксплуатации определены в приложении А.

#### 4.2.3 Датчик магнитного поля

Измеренные значения плотности магнитного потока усредняются на участке площадью 100 $см^2$ в каждом направлении. С целью обеспечения изотропной чувствительности контрольный датчик состоит из трех взаимно перпендикулярных концентрических рамок и имеет область измерения (100 ± 5) $см^2$. Внешний диаметр контрольного датчика не должен превышать 13 см.

При определении **поправочных коэффициентов** согласно приложению С используется изотропный датчик с областью измерения (3 ± 0,3) $см^2$.

Примечание – Конечное значение плотности магнитного потока представляет собой векторную сумму значений, полученных при измерении в каждом направлении. Таким образом, обеспечивается независимость измеренного значения от направления магнитного поля.

#### 4.2.4 Порядок проведения измерения магнитных полей

Приборы имеют не менее одного независимого источника магнитного поля, каждый из которых генерирует основную частоту и может генерировать гармонические составляющие.

Плотность магнитного потока измеряется в порядке, изложенном в 4.2.4.1. Для приборов, генерирующих только линейчатые спектры, в качестве альтернативы может использоваться порядок, изложенный в 4.2.4.2. Упрощенный порядок измерений, изложенный в 4.2.4.3, может применяться в отношении приборов, генерирующих магнитные поля только с частотой сети электропитания и ее гармоническими составляющими. Алгоритм методик измерений приведен на рисунке 3.

Плотность магнитного потока измеряется при помощи исправного соответствующего оборудования. В случае сомнений применяется контрольный датчик, описанный в 4.2.3.

Кратковременные магнитные поля длительностью менее 200 мс, например, генерируемые в процессе переключения, во внимание не принимаются. Если переключение произошло в ходе выполнения измерений, то измерение необходимо провести повторно.

Измерительное оборудование должно иметь уровень помех собственного шума до 5 % предельного значения. Все измеренные значения ниже максимального уровня собственного шума во внимание не принимаются.

Фоновый уровень должен быть менее 5 % предельного значения.

Время отклика измерительного оборудования, необходимое для достижения 90 % конечного значения, не должно превышать 2 с.

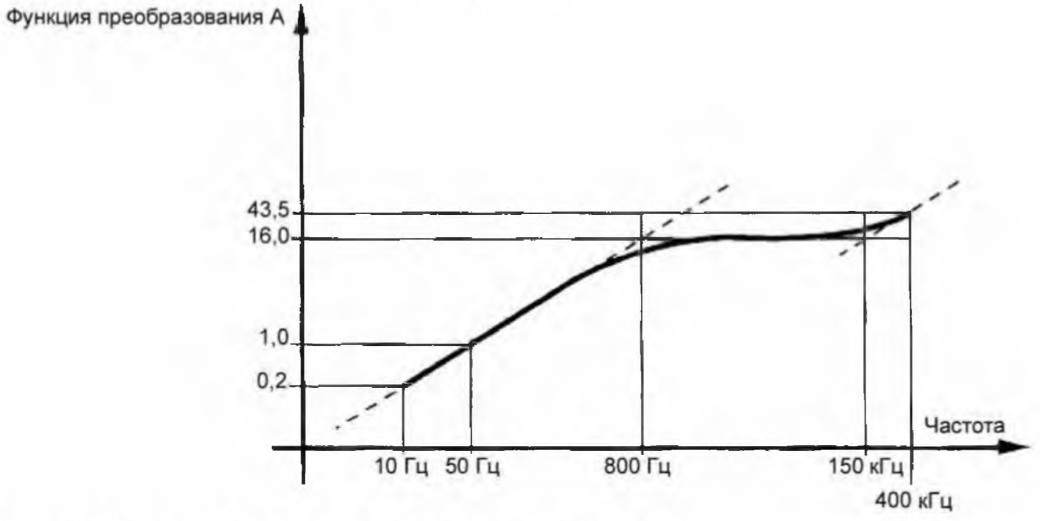
Плотность магнитного потока определяется с применением времени усреднения, равного 1 с.

##### 4.2.4.1 Оценка обычной временной области

Этот метод является контрольным и используется в случае возникновения сомнений.

Измерение временной области плотности магнитного потока может быть выполнено независимо от типа сигнала. Для полей, имеющих несколько частот, частотная характеристика функции преобразования принимает во внимание частотную зависимость **контрольных уровней**.

Функция преобразования должна определяться с использованием фильтра первого порядка и должна иметь характеристики, показанные на рисунке 1.




Примечание – Для обеих осей используются логарифмические шкалы.

**Рисунок 1 – Функция преобразования**

Измерения проводятся в следующей последовательности:
– отдельное измерение сигнала каждой рамки;
– взвешивание значения сигнала посредством функции преобразования;
– возведение значений сигналов в квадрат;
– сложение возведенных в квадрат значений сигналов;
– усреднение суммы возведенных в квадрат значений сигналов;
– извлечение квадратного корня из усредненного значения.
Результатом является среднеквадратическое значение плотности магнитного потока.
Схематически данный порядок показан на рисунке 2.

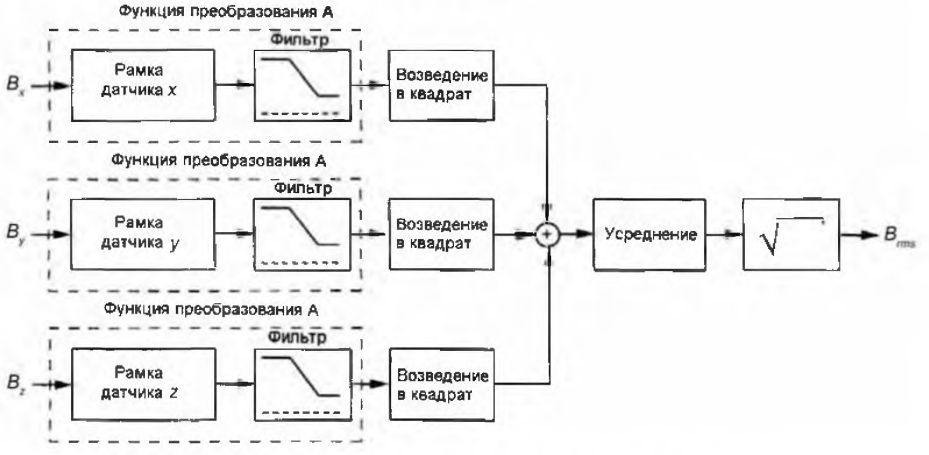



**Рисунок 2 – Схематическая диаграмма контрольного метода**

Измеренное значение не должно превышать **контрольный уровень** плотности магнитного потока на частоте 50 Гц. Тем не менее, если **контрольный уровень** превышен, значение пересчитывается с учетом **поправочного коэффициента** $a_c(r_1)$, приведенного в приложении A.

Взвешенный результат получают по следующей формуле:

$$W = \frac{a_c(r_1)B_{rms}}{B_{RL}},$$

где $W$ – взвешенный (окончательный) результат;
$B_{rms}$ – среднеквадратическое значение плотности магнитного потока;
$B_{RL}$ – **контрольный уровень** плотности магнитного потока на частоте 50 Гц;
$a_c(r_1)$ – **поправочный коэффициент.**

Значение $W$ не должно превышать 1.

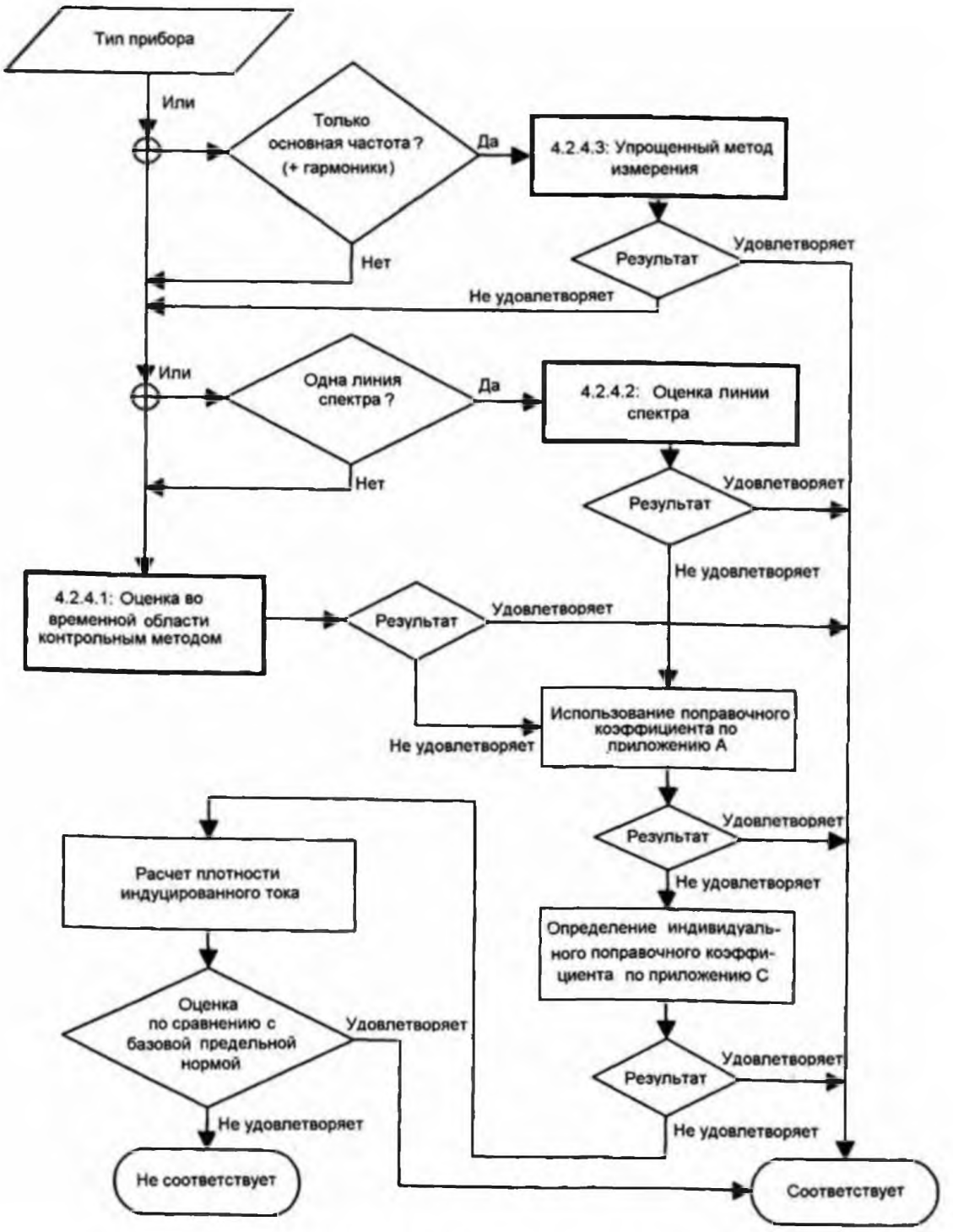



**Рисунок 3 – Алгоритм выбора методик измерений**

**4.2.4.2 Определение линейчатого спектра**

Настоящий метод может использоваться при наличии только линейчатых спектров, например магнитных полей с основной частотой 50 Гц и рядом гармонических составляющих.

Плотность магнитного потока измеряется на каждой соответствующей частоте. Это может быть выполнено путем записи временного сигнала плотности потока и использования преобразования ряда Фурье для оценки составляющих спектра.

Измерения проводятся в следующей последовательности:

– отдельное измерение сигнала каждой рамки;

– преобразование ряда Фурье для сигнала каждой рамки с целью оценки спектра;

– векторное сложение всех трех спектров для каждой дискретной частоты.

Примечание – Если частота ступеней при преобразовании Фурье сравнительно велика, например порядка 10 %, может потребоваться дополнительный расчет дискретных спектральных линий.

Плотность магнитного потока $B_f$ имеет вид

$$B_f = \sqrt{B_{xf}^2 + B_{yf}^2 + B_{zf}^2} ,$$

где $B_f$ – плотность магнитного потока на частоте $f$;

$B_{xf}$, $B_{yf}$ и $B_{zf}$ – отдельные значения плотности потока по трем рамкам на любой одной частоте.

Взвешенный результат извлекается из суммы частотных составляющих по следующей формуле:

$$W = \sqrt{\sum_{1}^{n} \left( \frac{B_f}{B_{RLf}} \right)^2} ,$$

где $W$ – взвешенный результат;

$B_{RLf}$ – **контрольный уровень** плотности магнитного потока при частоте $f$ согласно приложению В;

$n$ – число соответствующих частот (гармонических составляющих).

Значение $W$ не должно превышать 1. Тем не менее, если эта величина превышена, взвешенный результат умножается на соответствующий **поправочный коэффициент** $a_c(r_1)$, приведенный в приложении А. Результат не должен превышать 1.

**4.2.4.3 Упрощенные методы испытаний**

Приборы, которые в силу своей конструкции могут генерировать только магнитные поля на частоте сети электропитания и гармониках, подлежат испытанию в диапазоне частот менее 2 кГц.

Приборы считаются соответствующими требованиям настоящего стандарта, если соблюдены все перечисленные ниже условия:

– известны величины токов, в том числе гармонических составляющих токов, генерирующих магнитные поля;

– непрерывно уменьшаются по всему диапазону частот все гармонические составляющие токов с амплитудой более 10 % амплитуды тока частоты сети электропитания;

– плотность магнитного потока, измеренная на частоте сети электропитания, составляет менее 50 % **контрольного уровня**, установленного для частоты сети электропитания;

– при подавленной частоте сети электропитания плотность магнитного потока, измеренная в ходе широкополосного измерения по всему диапазону частот, составляет менее 15 % **контрольного уровня**, установленного для частоты сети электропитания.

Примечание – Активный узкополосный режекторный фильтр является подходящим средством подавления частоты электропитания.

Приборы, которые в силу своей конструкции генерируют только очень слабые магнитные поля в условиях преобладающей частоты сети электропитания, считаются соответствующими требованиям настоящего стандарта, если соблюдены все перечисленные ниже условия:

– известны величины токов, в том числе гармонические составляющие токов, генерирующих магнитные поля;

– непрерывно уменьшаются по всему диапазону частот все гармонические составляющие токов с амплитудой более 10 % амплитуды частоты сети электропитания;

– измеренная по всему диапазону частот плотность магнитного потока составляет менее 30 % **контрольного уровня**, определенного для частоты сети электропитания.

### 4.3 Неопределенность измерений

**4.3.1** Неточность измерений может привести к ошибкам в расчетных значениях плотности магнитного потока и во взвешенном результате. Общая погрешность конечного результата не должна превышать 25 %.

Примечание – Общая неопределенность измерений может учитывать такие аспекты, как месторасположение датчика, условия эксплуатации, фоновый шум или сигнал, превышающий динамический диапазон измерительного прибора.

**4.3.2** Когда результат должен сравниваться с предельным значением, неопределенность измерений применяется следующим образом:

– установить, создает ли прибор поля ниже предельного значения; тогда неопределенность измерений должна быть прибавлена к результату и данную сумму необходимо сравнить с предельным значением.

Примечание 1 – Относится к измерениям, выполняемым производителем;

– установить, создает ли прибор поля выше предельного значения; тогда неопределенность измерений необходимо вычесть из результата и разницу сравнить с предельным значением.

Примечание 2 – Относится к измерениям, выполняемым органами, отвечающими за надзор за размещенной на рынке продукцией.

## 5 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен (по меньшей мере) включать в себя следующие данные:

– идентификацию прибора;

– номинальное напряжение прибора;

– метод измерений;

– **расстояние до объекта измерений**, месторасположение датчика и условия эксплуатации в случае, если эти данные не указаны в приложении А;

– максимальное значение плотности магнитного потока, взвешенное с учетом **поправочного коэффициента**, если применимо.

## 6 Критерии соответствия

Приборы считаются соответствующими **базовой предельной норме**, если **контрольные уровни** не превышены (см. приложение В).

Если значение превышает **контрольный уровень**, может быть применен **поправочный коэффициент** в целях уточнения соответствия базовой предельной норме. **Поправочный коэффициент** определен с целью отражения наиболее неблагоприятных условий для одного и того же типа прибора.

При необходимости **поправочный коэффициент** может быть пересчитан в соответствии с приложением С. Данный порядок необходимо использовать в отношении приборов, перечисленных в таблице А.1. Пример расчета **поправочного коэффициента** приведен в приложении D.

Если значение продолжает превышать **контрольный уровень**, это необязательно означает, что превышена **базовая предельная норма**. Могут быть использованы расчетные методики для проверки соблюдения **базовой предельной нормы** (см. приложение F).

## Приложение А
(обязательное)

## Условия испытаний при проведении измерений плотности магнитного потока

### А.1 Общие положения

**А.1.1** Измерения проводят при условиях, указанных в таблице А.1. Прибор при этом размещают так же, как при нормальной эксплуатации.

Если прибор не указан в таблице А.1, то измерения проводят в режиме функционирования прибора, как определено в EN 55014-1, при этом плотность магнитного потока измеряют вокруг прибора на расстоянии, равном **расстоянию от оператора до объекта измерения**.

**А.1.2** Время приработки не устанавливается, но перед проведением испытаний прибор должен функционировать в течение достаточного промежутка времени, чтобы обеспечить такие же условия, как при нормальной эксплуатации.

**А.1.3** Прибор работает при номинальном напряжении питания и номинальной частоте в условиях нормальной эксплуатации. Если номинальный частотный диапазон включает в себя 50 Гц, то испытания проводят при 50 Гц.

Приборы, имеющие более одного значения номинального напряжения, испытывают при наибольшем номинальном напряжении. Если диапазон напряжения включает 230 В, в этом случае испытания проводят при 230 В. Многофазные приборы испытывают при 400 В.

**А.1.4** Средства управления устанавливаются на максимальные значения, если иное не указано в таблице А.1. Однако предварительно установленные средства управления оставляют в заданной позиции. Измерения проводят в то время, когда прибор активно функционирует.

**А.1.5** Испытания проводят при температуре окружающей среды (20 ± 5) °С.

### А.2 Условия эксплуатации определенных типов приборов

#### А.2.1 Приборы со вспомогательными устройствами

Приборы, имеющие вспомогательные устройства, испытывают с таким вспомогательным устройством, с которым достигается максимальная нагрузка.

#### А.2.2 Приборы, работающие от батарей

Приборы, получающие питание от батарей, испытывают с полностью заряженной батареей.

**Таблица А.1 – Расстояния до объектов измерений, месторасположение датчика, условия эксплуатации и поправочные коэффициенты**

| Тип прибора | Расстояние до объекта измерения $r_1$, см | Место-расположение датчиков[a)] | Условия эксплуатации | Поправочный коэффициент $a_c(r_1)$ σ = 0,1 см/м 8 – 800 Гц[b)] |
|---|---|---|---|---|
| Приборы, не указанные в данной таблице | Расстояние от оператора до объекта измерения | Все поверхности | Как определено в EN 55014-1 | См. приложение С |
| Воздухоочистители | 30 | Все поверхности | Непрерывно | 0,17 |
| Кондиционеры воздуха | 30 | Вокруг | Непрерывно. Когда температура охлаждения минимальная. Когда нагрев достигает максимальной температуры | 0,18 |
| Зарядные устройства батарей (содержащие индуктивности) | 30 | Все поверхности | При зарядке полностью разряженной аккумуляторной батареи с максимальной емкостью, указанной изготовителем | 0,15 |

**Продолжение таблицы А.1**

| Тип прибора | Расстояние до объекта измерения $r_1$, см | Место-расположение датчиков[a)] | Условия эксплуатации | Поправочный коэффициент $a_c(r_1)$ σ = 0,1 см/м 8 – 800 Гц[b)] |
|---|---|---|---|---|
| Электроодеяла | 0 | Верх | В развернутом виде и разложенные на листе термоизоляции | 0,19 |
| Миксеры | 30 | Вокруг | Непрерывно, без нагрузки | 0,16 |
| Соковыжималки для цитрусовых | 30 | Вокруг | Непрерывно, без нагрузки | 0,15 |
| Часы | 30 | Вокруг | Непрерывно | 0,15 |
| Кофеварки | 30 | Вокруг | Как указано в EN 60335-2-15 (пункт 3.1.9) | 0,16 |
| Кофемолки | 30 | Все поверхности | Как указано в EN 60335-2-14 (пункт 3.1.9.108) | 0,15 |
| Нагреватели конвекторного типа | 30 | Вокруг | При максимальной выходной мощности | 0,20 |
| Фритюрницы | 30 | Вокруг | Как указано в EN 60335-2-13 (пункт 3.1.9) | 0,16 |
| Приборы для гигиены полости рта | 0 | Все поверхности | Как указано в EN 60335-2-52 (пункт 3.1.9) | 0,19 |
| Депиляторы | 0 | Напротив режущих элементов | Непрерывно, без нагрузки | 0,21 |
| Посудомоечные машины | 30 | Верхняя поверхность, передняя поверхность | Без посуды, в режимах мойки и сушки | 0,18 |
| Яйцеварки | 30 | Вокруг | Как указано в EN 60335-2-15 (пункт 3.1.9) | 0,15 |
| Электрические и электронные устройства для модели детской железной дороги и аналогичного оборудования | 30 | Все поверхности | Непрерывно | 0,17 |
| Приборы «паровая баня» для лица | 10 | Верхняя поверхность | Непрерывно | 0,12 |
| Вентиляторы | 30 | Передняя поверхность | Непрерывно | 0,16 |
| Тепловентиляторы | 30 | Передняя поверхность | Непрерывно. С максимальной теплоотдачей | 0,16 |
| Полотеры | 30 | Все поверхности | Непрерывно, без какой-либо механической нагрузки на полировальные щетки | 0,19 |
| Кухонные комбайны | 30 | Вокруг | Непрерывно, без нагрузки, работающие на максимальной скорости вращения | 0,17 |

**Продолжение таблицы А.1**

| Тип прибора | Расстояние до объекта измерения $r_1$, см | Место-расположение датчиков[a)] | Условия эксплуатации | Поправочный коэффициент $a_c(r_1)$ σ = 0,1 см/м 8 – 800 Гц[b)] |
|---|---|---|---|---|
| Шкафы для нагрева пищи | 30 | Передняя поверх-ность | Непрерывно, без нагрузки, работающие с максимальной теплоотдачей | 0,15 |
| Обогреватели ступней (ног) | 30 | Верхняя поверх-ность | Непрерывно, без нагрузки, работающие с максимальной теплоотдачей | 0,15 |
| Газовые приборы, устанавливаемые на полу | 30 | Передняя, правая и левая стороны | Непрерывно, режим максимального нагрева с работающим насосом | 0,20 |
| Газовые приборы, монтируемые на стенах | 30 | Передняя, правая и левая стороны | Непрерывно, режим максимального нагрева с работающим насосом | 0,16 |
| Устройства розжига | 30 | Все поверх-ности | Непрерывно | 0,15 |
| Грили | 30 | Вокруг | Непрерывно, без нагрузки, в режиме максимального нагрева | 0,16 |
| Машинки для стрижки волос | 0 | Напротив режущих элементов | Непрерывно, без нагрузки | 0,21 |
| Фены | 10 | Все поверх-ности | Непрерывно, в режиме максимального нагрева | 0,12 |
| Тепловые насосы | 30 | Вокруг | Непрерывно. При установке минимальной температуры в режиме охлаждения. При установке максимальной температуры в режиме нагрева. | 0,17 |
| Нагревающие коврики | 30 | Верхняя поверх-ность | В развернутом виде и разложенные на термоизоляционном листе | 0,15 |
| Электрогрелки | 0 | Верхняя поверх-ность | В развернутом виде и разложенные на термоизоляционном листе | 0,14 |
| Конфорочные панели | 30 | Верхняя поверх-ность, передняя поверх-ность | Как указано в EN 60335-2-6 (пункт 3.1.9), но при установке регулятора на максимальную температуру каждого нагревательного элемента по отдельности | 0,18 |
| Электрические плитки | 30 | Вокруг | Как указано в EN 60335-2-9 (пункт 3.1.9), но при установке регулятора на максимальный нагрев каждого нагревательного элемента по отдельности | 0,17 |
| Мороженицы | 30 | Вокруг | Непрерывно, без нагрузки, при установке на минимальную температуру | 0,18 |
| | | | | |

**Продолжение таблицы А.1**

| Тип прибора | Расстояние до объекта измерения $r_1$, см | Место-расположение датчиков[a)] | Условия эксплуатации | Поправочный коэффициент $a_c(r_1)$ $\sigma$ = 0,1 см/м 8 – 800 Гц[b)] |
|---|---|---|---|---|
| Кипятильники | 30 | Вокруг | С полностью погруженным в воду нагревательным элементом | 0,16 |
| Индукционные конфорки и электрические панели | См. А.3.1 | Передняя и боковые стороны | См. А.3.2 | |
| Утюги | 30 | Все поверхности | Как указано в EN 60335-2-3 (пункт 3.1.9) | 0,15 |
| Гладильные машины | 30 | Все поверхности | Как указано в EN 60335-2-44 (пункт 3.1.9) | 0,19 |
| Соковыжималки | 30 | Вокруг | Непрерывно, без нагрузки | 0,17 |
| Электрочайники | 30 | Вокруг | Наполненные водой наполовину | 0,17 |
| Кухонные весы | 30 | Вокруг | Непрерывно, без нагрузки | 0,14 |
| Электроножи | 30 | Все поверхности | Непрерывно, без нагрузки | 0,16 |
| Приборы для массажа | 0 | Напротив поверхности массажной головки | Непрерывно, без нагрузки, при установке регулирующего элемента на максимальную скорость | 0,21 |
| Микроволновые печи | 30 | Верхняя поверхность, передняя поверхность | Непрерывно, с установкой регулятора мощности микроволновой печи на максимум. Обычные нагревательные элементы с установкой на максимальное значение (при наличии) должны функционировать одновременно. Нагрузка – 1 л водопроводной воды в емкости, размещенной в центре печи. Емкость должна быть из непроводящего электричества материала, например стекла или пластика | 0,17 |
| Миксеры | 30 | Все поверхности | Непрерывно, без нагрузки, с настройкой на максимальную скорость | 0,16 |
| Масляные радиаторы | 30 | Вокруг | Непрерывно, без нагрузки, при установке на максимальную температуру | 0,20 |
| Духовки | 30 | Верхняя поверхность, передняя поверхность | Духовки должны быть пустыми с закрытой дверью, установка терморегулятора максимальная. Также в режиме очистки, если имеется, в соответствии с руководством по эксплуатации | 0,20 |
| | | | | |

**Продолжение таблицы А.1**

| Тип прибора | Расстояние до объекта измерения $r_1$, см | Место-расположение датчиков[a)] | Условия эксплуатации | Поправочный коэффициент $a_c(r_1)$ σ = 0,1 см/м 8 – 800 Гц[b)] |
|---|---|---|---|---|
| Кухонные плиты | 30 | Верхняя поверх-ность, передняя поверх-ность | Каждая функция в отдельности | 0,20 |
| Кухонные вытяжки | 30 | Нижняя поверх-ность, передняя поверх-ность | Управляющее устройство установить на максимум | 0,19 |
| Холодильное оборудование | 30 | Верхняя поверх-ность, передняя поверх-ность | Непрерывно, с закрытой дверью. Терморегулятор установлен в минимальное положение. Камера должна быть пустой. Измерение проводят после достижения установившегося состояния, но во время активного охлаждения во всех отделениях | 0,18 |
| Рисоварки | 30 | Вокруг | Наполненные водой наполовину, без крышки с установкой регулятора на максимальную температуру | 0,16 |
| Электробритвы | 0 | Напротив режущих элементов | Непрерывно, без нагрузки | 0,42 |
| Ломтерезки | 30 | Все поверх-ности | Непрерывно, без нагрузки, с установкой максимальной скорости | 0,17 |
| Солярии:<br>– части, соприкасающиеся с телом<br>– другие части | <br>0<br><br>30 | <br>Вокруг<br><br>Вокруг | Непрерывно, с установкой на максимальные значения. Непрерывно с установкой на максимальные значения | <br>0,18<br><br>0,20 |
| Соковыжималки | 30 | Верхняя поверх-ность, передняя поверх-ность | Непрерывно, без нагрузки | 0,18 |
| Радиаторы, аккумулирующие тепло | 30 | Вокруг | Непрерывно, при установке регулятора на максимальную температуру | 0,20 |
| Чайники | 30 | Вокруг | Непрерывно, без нагрузки | 0,16 |
| Тостеры | 30 | Вокруг | Без нагрузки, при установке регулятора на максимальную температуру | 0,16 |
| | | | | |

**Продолжение таблицы А.1**

| Тип прибора | Расстояние до объекта измерения $r_1$, см | Место-располо-жение датчиков[a)] | Условия эксплуатации | Поправочный коэффициент $a_c(r_1)$ $\sigma$ = 0,1 см/м 8 – 800 Гц[b)] |
|---|---|---|---|---|
| Инструменты с руч-ным управлением | 30 | Вокруг (кроме случаев, когда ин-струмент повернут к пользо-вателю всегда одной стороной) | Без нагрузки, все регуляторы, например скорости, установле-ны на максимум | 0,15 |
| Переносной инст-румент | 30 | Верхняя поверх-ность и сторона, повернута-я к пользова-телю | Без нагрузки, все регуляторы, например скорости, установле-ны на максимум | 0,16 |
| Инструмент с эле-ментами нагрева | 30 | Вокруг (кроме случаев, когда ин-струмент повернут к пользо-вателю всегда одной стороной) | Установка регулятора на мак-симальную температуру. В пистолетах для склеивания наконечник должен быть в ра-бочем положении | 0,15 |
| Барабанные сушилки | 30 | Фронталь-ная и верхняя поверхно-сти | Барабан заполняется текстиль-ным материалом весом 50 % от установленной загрузки. Тек-стильный материал состоит из вдвое сшитых и сложенных вдвое хлопчатобумажных про-стыней размером примерно 70 × 70 см, имеющих массу от 140 до 175 г/м$^2$ в сухом состоянии. Ма-териал замачивается водой массой 60 % от веса материала | 0,18 |
| Ранцевые пылесосы | 0 | Все поверх-ности | Как указано в EN 60335-2-2 (пункт 3.1.9) | 0,13 |
| Переносные пыле-сосы | 30 | Все поверх-ности | Как указано в EN 60335-2-2 (пункт 3.1.9) | 0,16 |
| | | | | |

**Окончание таблицы А.1**

| Тип прибора | Расстояние до объекта измерения $r_1$, см | Место-расположение датчиков[a)] | Условия эксплуатации | Поправочный коэффициент $a_c(r_1)$ $\sigma$ = 0,1 см/м 8 – 800 Гц[b)] |
|---|---|---|---|---|
| Пылесосы других видов | 30 | Фронтальная и верхняя поверхности | Как указано в EN 60335-2-2 (пункт 3.1.9) | 0,16 |
| Стиральные машины и сушилки стиральных машин | 30 | Фронтальная и верхняя поверхности | Без тканей, в режиме вращения при максимальной скорости | 0,18 |
| Нагреватели для кроватей с водяным матрасом | 10 | Верхняя поверхность | В развернутом виде и расположенном на термоизоляционном листе | 0,14 |
| Нагреватели воды | 30 | Вокруг | Установленные на максимальный поток воды | 0,17 |
| Водоворотные ванны:<br>– внутри,<br>– снаружи | <br>0<br>30 | <br>Вокруг<br>Вокруг | <br>Непрерывно<br>Непрерывно | <br>0,18<br>0,20 |

[a)] Датчик размещают на указанном расстоянии от внешней стороны прибора. Его перемещают в плоскости так, чтобы охватить всю поверхность указанного прибора. Если в графе «Месторасположение датчиков» указывается «вокруг», то датчик перемещают вокруг прибора в одной плоскости на соответствующей высоте.

[b)] Самые жесткие условия определения поправочного коэффициента на частоте 800 Гц. Для основной проверяемой частоты выше 800 Гц поправочный коэффициент будет $a_c(r_1) \cdot 1{,}27$.

## А.3 Условия испытаний индукционных конфорочных панелей и электрических плиток

### А.3.1 Расстояния до объекта измерений

Для каждой рабочей зоны измерения проводят вдоль четырех вертикальных линий (A, B, C, D) на расстоянии 30 см от краев прибора (см. рисунок А.1). Измерения проводят на расстоянии до 1 м над рабочей зоной и 0,5 м под ней. Если правила эксплуатации прибора предусматривают его размещение вплотную к стене, то измерения сзади прибора не проводят.

### А.3.2 Режим работы

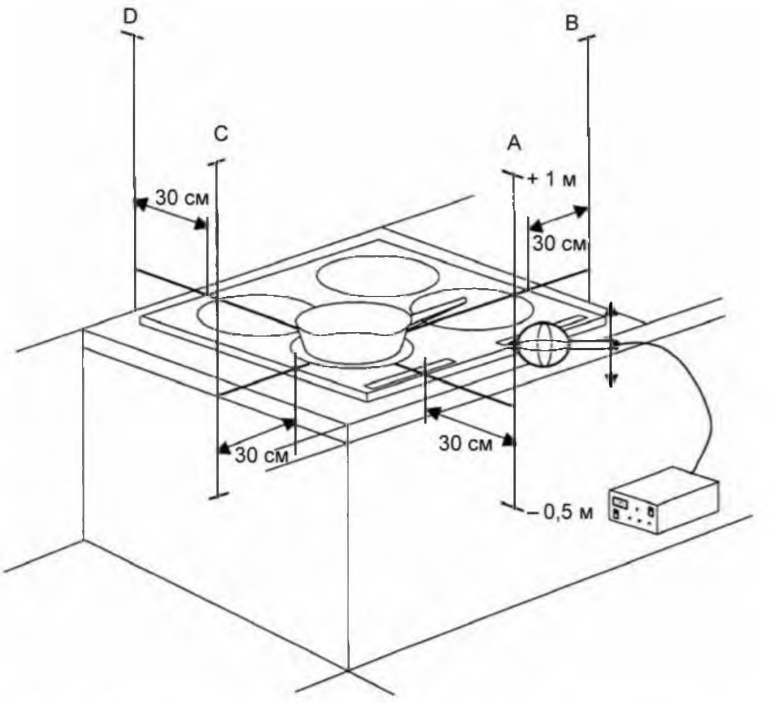
В эмалированный стальной кухонный сосуд наливается с крана вода до 50 % емкости. Сосуд устанавливается в центр зоны измерений.

Используют самый маленький сосуд, рекомендуемый в инструкции по эксплуатации. Если рекомендации не представлены, то используют наименьший стандартный сосуд, покрывающий площадь обозначенной рабочей зоны. Диаметры дна стандартных сосудов для приготовления пищи составляют 110, 145, 180, 210, 300 мм.

Элементы индукционного нагрева включают по очереди на максимальную потребляемую мощность, при этом другие рабочие зоны должны оставаться свободными.

Измерения проводят при достижении устойчивых эксплуатационных режимов. Если устойчивое состояние не может быть достигнуто, измерение проводят через 30 с, при этом уровень помех определяется по максимальному уровню флюктуации источника поля.

Примечание – Так как мощность распределяется между индукционными нагревательными блоками, то наибольшее непрерывное магнитное поле получается, когда нагревательный блок работает отдельно.




Линиями A, B, C и D обозначены позиции датчика при проведении измерений.

На данном рисунке показана работа переднего левого индукционного нагревательного элемента четырехконфорочной панели.

**Рисунок А.1 – Расстояния до объекта измерений для индукционных конфорочных панелей и электрических плиток**

## Приложение В
(справочное)

## Базовые предельные нормы и контрольные уровни

Применяются следующие **базовые предельные нормы** и **контрольные уровни**, приведенные в Рекомендации Совета 1999/519/ЕС.

**Таблица В.1 – Базовые предельные нормы электрических, магнитных и электромагнитных полей (0 – 300 ГГц)**

| Частотный диапазон | Плотность магнитного потока, мТл | Плотность тока (среднеквадратическое значение), мА/м$^2$ | Среднее значение SAR (вся поверхность тела), Вт/кг | Локализованный SAR (голова и тело), Вт/кг | Локализованный SAR (конечности), Вт/кг | Плотность мощности $S$, Вт/м$^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 Гц | 40 | | | | | |
| > 0 – 1 Гц | | 8 | | | | |
| 1 – 4 Гц | | 8/*f* | | | | |
| 4 – 1 000 Гц | | 2 | | | | |
| 1 000 Гц – 100 кГц | | *f*/500 | | | | |
| 100 кГц – 10 МГц | | *f*/500 | 0,08 | 2 | 4 | |
| 10 МГц – 10 ГГц | | | 0,08 | 2 | 4 | |
| 10 – 300 ГГц | | | | | | 10 |
| *f* – частота, Гц.<br>SAR – удельная поглощенная мощность. | | | | | | |

**Таблица В.2 – Контрольные уровни электрических, магнитных и электромагнитных полей (0 – 300 ГГц, невозмущенные среднеквадратические значения)**

| Частотный диапазон | Напряженность электрического поля, В/м | Напряженность магнитного поля, А/м | Плотность магнитного потока, мкТл | Эквивалентная плотность мощности плоской волны $S_{eq}$, Вт/м$^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 0 – 1 Гц | – | $3{,}2 \cdot 10^4$ | $4 \cdot 10^4$ | – |
| 1 – 8 Гц | 10000 | $3{,}2 \cdot 10^4/f^2$ | $4 \cdot 10^4/f^2$ | – |
| 8 – 25 Гц | 10000 | 4000/f | 5000/*f* | – |
| 0,025 – 0,8 кГц | 250/*f* | 4/*f* | 5/f | – |
| 0,8 – 3 кГц | 250/*f* | 5 | 6,25 | – |
| 3 – 150 кГц | 87 | 5 | 6,25 | – |
| 0,15 – 1 МГц | 87 | 0,73/*f* | 0,92/*f* | – |
| 1 – 10 МГц | $87/f^{1/2}$ | 0,73/*f* | 0,92/*f* | – |
| 10 – 400 МГц | 28 | 0,073 | 0,092 | 2 |
| 400 – 2000 МГц | $1{,}375f^{1/2}$ | $0{,}0037f^{1/2}$ | $0{,}0046f^{1/2}$ | *f*/200 |
| 2 – 300 ГГц | 61 | 0,16 | 0,20 | 10 |
| Значения *f* приведены в графе «Частотный диапазон». | | | | |

Примечание – Данные нормы не применяются в целях обеспечения защиты персонала от облучения электромагнитными полями.

## Приложение С
(обязательное)

## Определение поправочных коэффициентов

### Введение

**Контрольные уровни** $B_{RL}$, указанные в Рекомендации Совета (1999/519/ЕС), установлены для однородных полей. Значительная неоднородность магнитных полей вокруг приборов учитывается при помощи коэффициентов $a_c(r_1)$, приведенных в приложении А. В них также учтен размер части тела, находящейся под воздействием поля.

Затем из измеренного значения $B_m$ выводится скорректированное измерительное значение $B_{mc}(r_1)$, которое сравнивается с **контрольным уровнем** $B_{RL}$ Определение $B_{mc}(r_1)$ проводится по формуле

$$B_{mc}(r_1) = a_c(r_1)B_m.$$

### С.1 Определение поправочных коэффициентов методом расчета

Определение коэффициента $a_c(r_1)$ осуществляется в четыре этапа (шага) на основной рабочей частоте.

#### Этап 1. Определение размера участка максимальной плотности

Плотность магнитного потока $B(r_0)$ измеряется по касательной к поверхности вдоль линии наименьшего градиента, начинающегося в **участке максимальной плотности** с $r_0 = 0$. Измерение прекращают в $r_0 = X$, где плотность магнитного потока снижается до 10 % от максимального значения на **участке максимальной плотности**, как показано на рисунках С.1 и С.2.

Расстояние между точками измерений составляет 5 – 10 мм.

Примечания

1 Оценка поправочного коэффициента может быть сделана в узкой полосе, например рабочего диапазона частот.

2 Рекомендуется использовать маленький датчик, например датчик с возможностью измерения поля площадью в 3 см$^2$, который определен в 4.2.3.

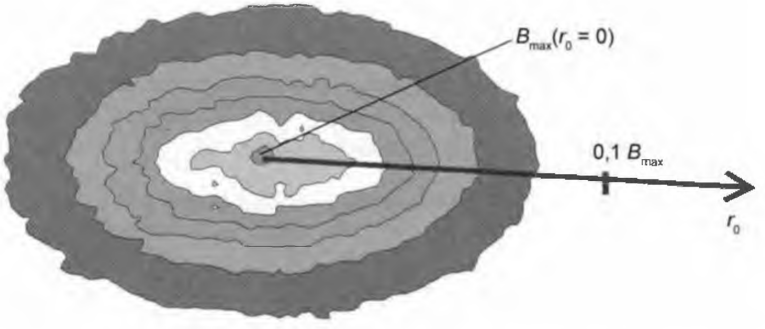



**Рисунок С.1 – Участок максимальной плотности**

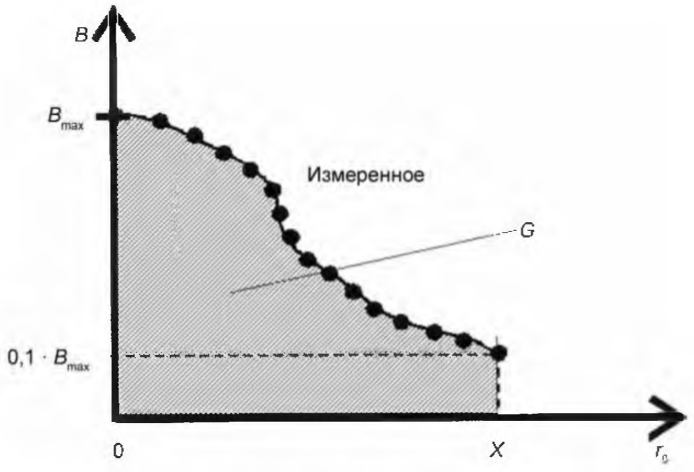



**Рисунок С.2 – Градиент плотности магнитного потока**

**Этап 2. Определение радиуса эквивалентной рамки**

Результаты измерений из этапа 1 применяются для определения радиуса эквивалентной рамки, которая обеспечивает аналогичный интеграл G. Используя данную калиброванную рамку на определенных расстояниях $l_{рамки}$ от участка максимальной плотности, определяется затухание магнитного поля внутри прибора (см. рисунок С.3).

Примечание 1 – Принято считать, что в маленьких приборах источник магнитного поля находится в центре прибора. Что касается более крупных приборов, то расположение каждого источника магнитного поля определяется в ходе проверки прибора.

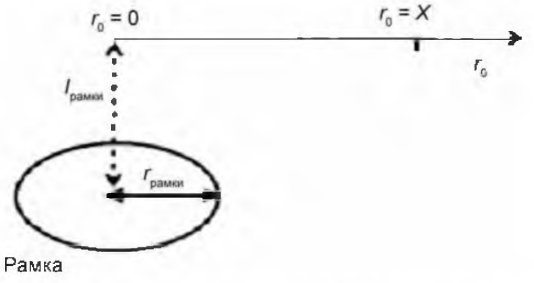



**Рисунок С.3 – Месторасположение эквивалентной рамки**

В результате интегрирования нормированной измеренной плотности магнитного потока получается единое значение *G*, которое может быть использовано для определения радиуса $r_{рамки}$ эквивалентной рамки (см. таблицу С.1). Для определения других значений $r_{рамки}$, которые не должны превышать значения $l_{рамки}$, можно использовать линейную интерполяцию.

Значение *G* рассчитывают по следующей формуле:

$$G\left(r_{рамки}, l_{рамки}\right) = \int_{r_0=0}^{r_0=X} \frac{B(r_0)}{B(r_0=0)}\, dr_0.$$

**Таблица С.1 – Значения *G* для различных рамок**

| Расстояние $l_{рамки}$, мм | Значение *G* для радиуса $r_{рамки}$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 мм | 20 мм | 30 мм | 50 мм | 70 мм | 100 мм |
| 10 | 0,01354 | | | | | |
| 15 | 0,01562 | | | | | |
| 20 | 0,01848 | 0,02703 | | | | |
| 25 | 0,02168 | 0,02880 | | | | |
| 30 | 0,02511 | 0,03117 | 0,04051 | | | |
| 35 | 0,02861 | 0,03390 | 0,04217 | | | |
| 40 | 0,03222 | 0,03689 | 0,04429 | | | |
| 50 | 0,03955 | 0,04334 | 0,04941 | 0,06750 | | |
| 70 | 0,05448 | 0,05718 | 0,06164 | 0,07535 | 0,09444 | |
| 100 | 0,07711 | 0,07905 | 0,08219 | 0,09213 | 0,10644 | 0,13493 |
| 200 | 0,15317 | 0,15415 | 0,15573 | 0,16085 | 0,16845 | 0,18420 |
| 300 | 0,22953 | 0,23012 | 0,23119 | 0,23461 | 0,23971 | 0,25054 |

**Этап 3. Определение коэффициента *k***

Коэффициент *k* представляет собой соотношение эквивалентной рамки и тела человека и определяется по следующей формуле:

$$k(r, r_{рамки}, f, \sigma = \frac{f}{50\ Гц} \cdot \frac{\sigma}{0{,}1 \frac{См}{м}} \cdot \frac{J_{max}(r, r_{рамки})}{B_{max\ датчика}(r, r_{рамки}, A_{датчика})},$$

где $r$ – расстояние между эквивалентной рамкой и телом человека, мм;
$J_{max}$ – плотность тока в тканях человека, А/м$^2$;
$A_{датчик}$ – площадь поверхности датчика, см$^2$;
$B_{max\ датчика}$ – максимальная напряженность магнитного поля, измеренная датчиком, Тл;
$\sigma$ – электропроводность однородной модели тела человека, См/м.

Примечание 2 – Для неоднородных полей наибольшие значения напряженности поля возникают на поверхности тела человека. Электропроводность поверхности тела человека составляет 0,1 См/м.

Расстояние *r* получают по следующей формуле:

$$r = r_1 + l_{рамки},$$

где $r_1$ – **расстояние до объекта измерений**, указанное в таблице А.1, выраженное в миллиметрах.

Значения коэффициента *k* на частоте 50 Гц указаны в таблице С.2 для всей поверхности тела человека. Они были установлены с помощью моделей тела человека и магнитного поля, описанных в приложении Е, и сравниваются с результатами, полученными при измерениях с помощью контрольного датчика, описанного в 4.2.3.

**Таблица С.2 – Значения коэффициента $k\left[\frac{A/m^2}{T}\right]$ при 50 Гц для всей поверхности тела человека**

| Расстояние *r*, см | Значение коэффициента *k* для радиуса $r_{рамки}$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 мм | 20 мм | 30 мм | 50 мм | 70 мм | 100 мм |
| 1 | 21,354 | 15,326 | 8,929 | 5,060 | 3,760 | 3,523 |
| 5 | 4,172 | 3,937 | 3,696 | 3,180 | 2,858 | 2,546 |
| 10 | 2,791 | 2,735 | 2,696 | 2,660 | 2,534 | 2,411 |
| 20 | 2,456 | 2,374 | 2,369 | 2,404 | 2,398 | 2,488 |
| 30 | 2,801 | 2,735 | 2,714 | 2,778 | 2,687 | 2,744 |
| 40 | 3,070 | 2,969 | 2,933 | 3,042 | 2,865 | 2,916 |
| 50 | 3,271 | 3,137 | 3,086 | 3,251 | 2,989 | 3,040 |
| 60 | 3,437 | 3,271 | 3,206 | 3,429 | 3,079 | 3,134 |
| 70 | 3,588 | 3,388 | 3,311 | 3,595 | 3,156 | 3,216 |
| 100 | 3,940 | 3,659 | 3,601 | 4,022 | 3,570 | 3,604 |
| Примечание – Коэффициент *k* определяется с применением рамки как источника, который соответствует номеру модели для тела человека, как описано в D.2.3. | | | | | | |

**Этап 4. Расчет поправочного коэффициента**

**Поправочный коэффициент** $a_c(r)$ определяют по следующей формуле:

$$a_c(r) = k \cdot \frac{B_{RL}(f)}{J_{BR}(f)},$$

где $B_{RL}$ – **контрольный уровень** на частоте $f$;

$J_{BR}$ – **базовая предельная норма** при той же частоте.

Соотношение между **контрольным уровнем** и **базовой предельной нормой** приведено в таблице С.3.

**Таблица С.3 – Соотношение контрольного уровня и базовой предельной нормы для различных частот**

| Диапазон частот | $\frac{B_{RL}(f)}{J_{BR}(f)}\left[\frac{T}{A/m^2}\right]$ |
|---|---|
| Св. 0 до 1 Гц | 5 |
| 1 – 4 Гц | $5/f$ |
| 4 – 8 Гц | $20/f^2$ |
| 8 – 25 Гц | $2{,}5/f$ |
| 0,025 – 0,8 кГц | $2{,}5/f$ |
| 0,8 – 1 кГц | $3{,}175 \cdot 10^{-3}$ |
| 1 – 100 кГц | $3{,}175/f$ |
| Примечание – Частота $f$, Гц. | |

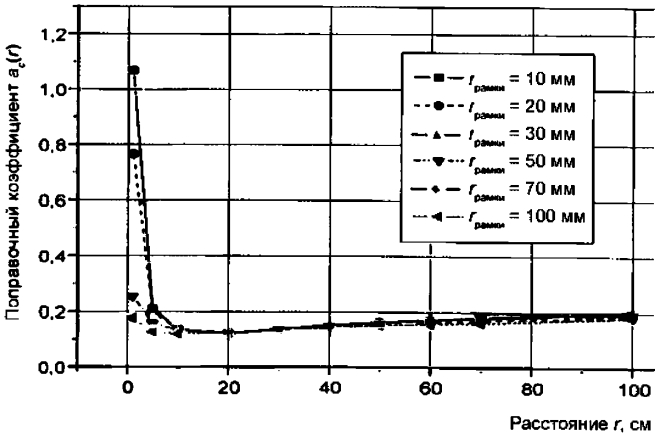
Если для расчета в качестве базовой величины используют частоту 50 Гц, например при проведении измерений в соответствии с 4.2.4.1 или 4.2.4.2, то **поправочный коэффициент** $a_c(r)$ можно рассчитать по следующей формуле:

$$a_c(r) = k \cdot 50 \cdot 10^{-3} \frac{T}{A/m^2}.$$

## С.2 Графический метод расчета поправочных коэффициентов

**Поправочный коэффициент** можно определить по рисунку С.4. Этот метод обеспечивает значение для поправочного коэффициента в зависимости от радиуса эквивалентной рамки ($r_{рамки}$).

Примечание – Данный метод был использован для определения **поправочных коэффициентов**, указанных в таблице А.1, применив в измерениях самую жесткую рамку с радиусом 10 мм.




Расстояние $r = r_1 + l_{рамки}$, где $r_1$ – **расстояние до объекта измерений**, указанное в таблице А.1.

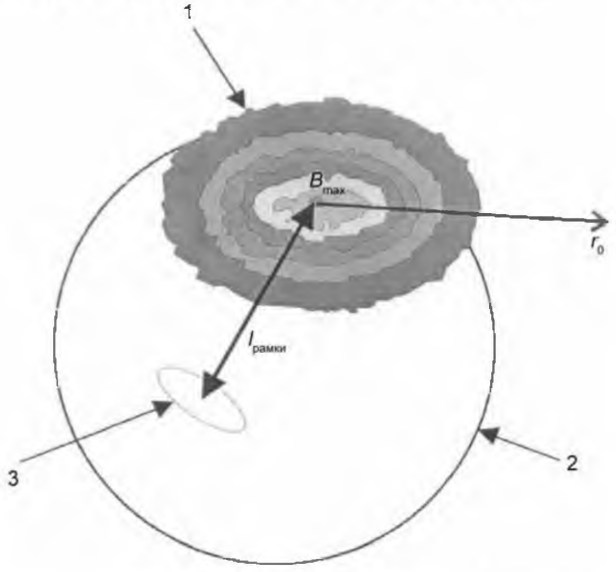
**Рисунок С.4 – Поправочные коэффициенты для различных расстояний**

## Приложение D
(справочное)

## Пример расчета поправочного коэффициента

Расчет **поправочного коэффициента** $a_c(r)$ проводится в четыре этапа, как указано в **С.1.**

**Этап 1. Определение размера участка максимальной плотности**




1 – измерение по касательной плоскости вокруг участка максимальной плотности;
2 – модель бытового прибора в виде сферы;
3 – рамка

**Рисунок D.1 – Измерение плотности магнитного потока**

**Этап 2. Определение радиуса эквивалентной рамки**

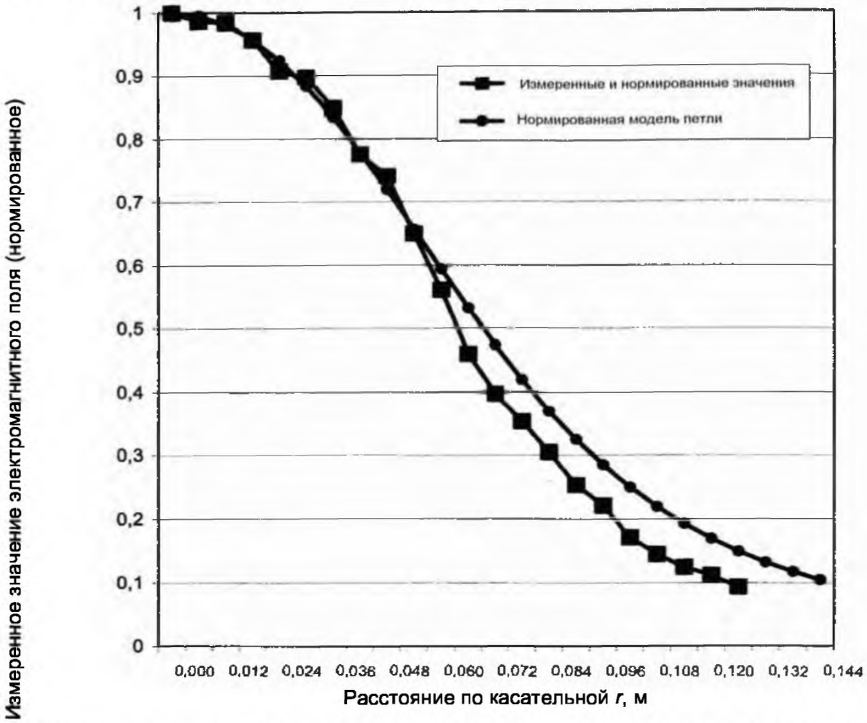



**Рисунок D.2 – Нормированное распределение поля вдоль касательного расстояния *r***

В результате интегрирования нормализованной измеренной плотности магнитного потока получается значение $G$ = 0,07166 м.

**Этап 3. Определение коэффициента *k***

Зная значение $G$, можно определить радиус $r_{рамки}$ эквивалентной рамки (см. таблицу С.1). В данном примере предполагается, что расстояние до рамки $l_{рамки}$ = 70 мм. Согласно таблице С.1 для расстояния $l_{рамки}$ = 70 мм значение $G$, ближайшее к значению, определенному в шаге 2, составляет 0,07535 м, а это соответствует радиусу $r_{рамки}$ = 50 мм. Эта рамка представлена в виде кривой нормированной модели петли на рисунке D.2 и демонстрирует, что является хорошей аппроксимацией.

Теперь можно определить значение коэффициента $k$, например для $r_1$ = 0, посмотрев таблицу С.2 для $r$ = 7 см, $r_{рамки}$ = 50 мм в зависимости от желаемой модели. Для всего тела человека ближайшим значением является $r$ = 5 см, тогда $k$ = 3,180 (с $\sigma$ = 0,1 См/м, $A_{датчика}$ = 100 см$^2$).

**Этап 4. Расчет поправочного коэффициента**

В 4.2.4.1 и 4.2.4.2 использовалась эквивалентная частота 50 Гц и соответствующая оценка была уже сделана. Следовательно, поправочный коэффициент $a_c(r)$ с $\sigma$ = 0,1 оценивают

$$a_c(r, \sigma) = k(r, f = 50 \text{ Гц}, \sigma) \cdot 50 \cdot 10^{-3}\ Tm^2/A.$$

Это есть окончательный результат поправочного коэффициента: $a_c(r)$ = 0,159 для всего тела человека.

В случае определения поправочного коэффициента $a_c(r)$ при $\sigma \neq 0{,}1$ См/м результат должен быть умноженным на $\sigma$/0,1 См/м.

Пример определения поправочного коэффициента для $\sigma$ = 0,3 См/м (для всего тела человека)

$$a_c(r)_{\sigma=0{,}3\ \text{См/м}} = 0{,}159 \cdot \frac{0{,}3}{0{,}1} = 0{,}477.$$

## Приложение E
(справочное)

## Форма представления тела человека и магнитного поля

На рисунке E.1 показаны размеры однородной модели тела человека, которая использовалась для получения значений, указанных в приложении C. На трехмерной модели указано начало координат для проведения расчетов.

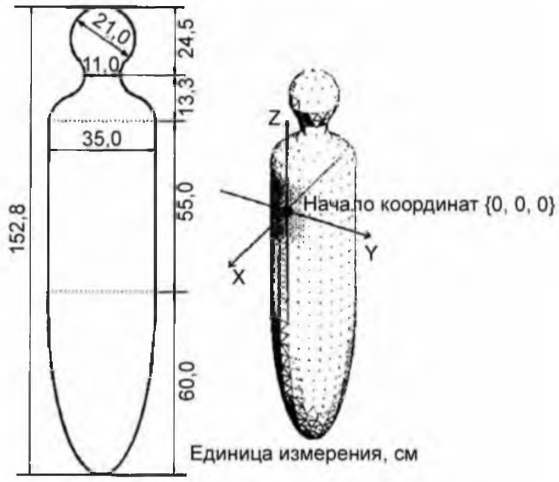



**Рисунок E.1 – Числовая модель тела человека**

Магнитное поле является неоднородным и может быть представлено круглой токовой петлей, которая использовалась в качестве основы для проведения расчетов в приложении C.

Круглые токовые петли, имеющие различные диаметры, размещали на расстоянии *r* от числовой модели и располагали так, чтобы создать наихудшие условия (см. рисунок E.2).

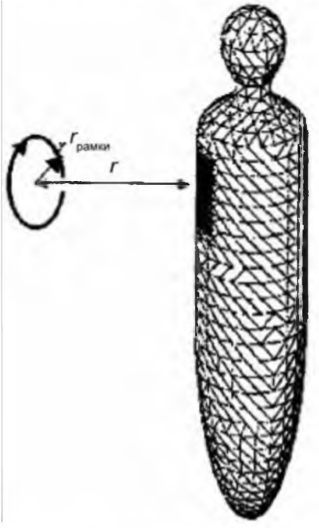



**Рисунок E.2 – Месторасположение источника магнитного поля по отношению к модели**

Коэффициент $k$, используемый в приложении С, показывает соотношение максимальной плотности наведенного электрического тока $J_{max}$ внутри числовой модели и максимальной плотности магнитного потока, измеренной в том же положении.

Примечание – Для определения коэффициента $k$ была использована методика, основанная на методе моментов.

## Приложение F
(справочное)

## Методика расчета значений плотности тока для сравнения с базовой предельной нормой

### F.0 Введение

Определение будет выполнено в четыре этапа:

1) Измерение распределения поля вокруг испытуемого прибора.

2) Расчет параметров эквивалентной модели источника, которая создает такое же поле, как и оригинальный прибор.

3) Расчет максимальной плотности индуцированного тока в теле однородной модели, создаваемой моделью источника на расстоянии *r*.

4) Сравнение результирующей плотности тока с заданной базовой нормой.

### F.1 Процесс создания эквивалентной модели источника

Применяя уникальную теорему теории поля и принцип Хайгенса, приводится в [1] эквивалентная модель источника, которая позволяет воспроизвести сложные неравномерные распределения магнитного поля вокруг прибора с полной общностью (т. е. поддерживает трехмерные векторные поля).

На рисунке F.1 изображена блок-схема метода, а на рисунке F.2 изображен процесс происхождения (зарождения) эквивалентной модели источника.

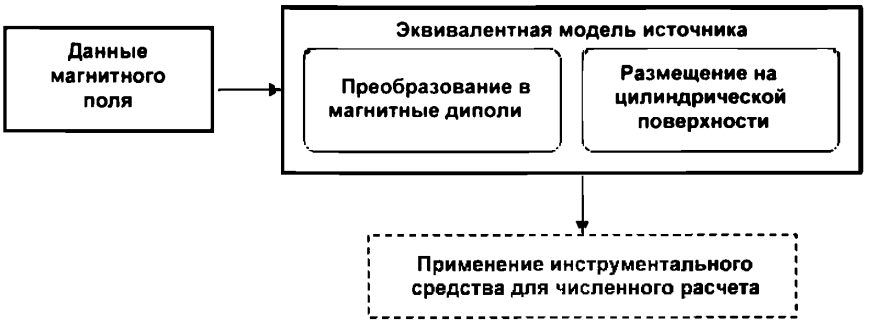



**Рисунок F.1 – Блок-схема метода**

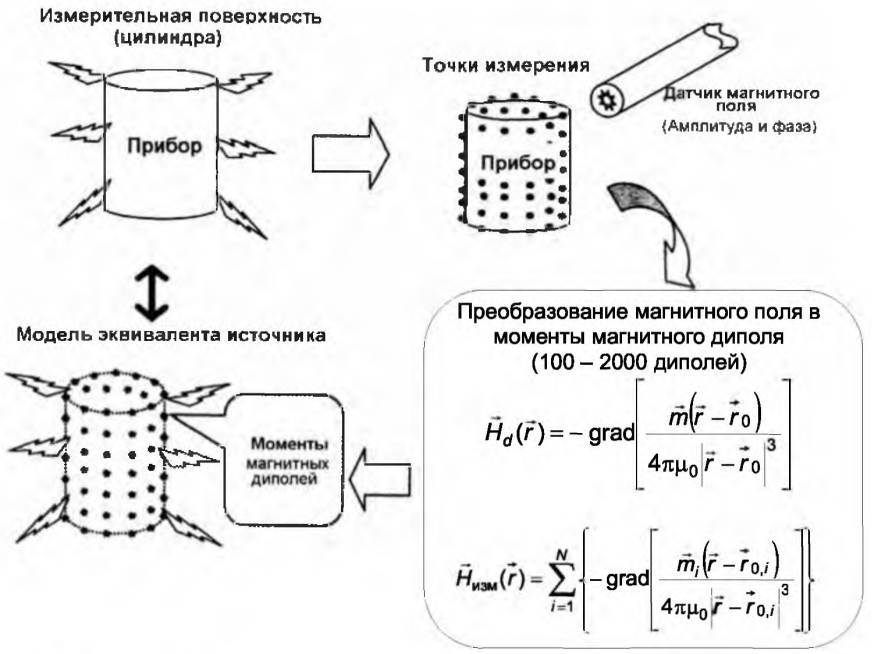



**Рисунок F.2 – Процесс создания эквивалентной модели источника**

Сначала измеряется магнитное поле (амплитуда магнитного поля *H* и фаза *P*) на цилиндрической поверхности вокруг прибора на частоте, представляющей интерес, например, используя трехмерное сканирование автоматической измерительной системой [2], которая измеряет магнитное поле с высокой точностью.

Во втором этапе величину поля рассчитываем по уравнению. Элементы магнитных диполей расположены по поверхности цилиндра, на котором данные магнитного поля были измерены. Эти неизвестные моменты $\vec{m}$ определяются размещением диполей в места измеренного магнитного поля $\vec{H}_{изм}(\vec{r})$. В следующих линейных уравнениях $\vec{r}$ – это точка наблюдения, в то время как $\vec{r}_0$, $\vec{r}_{0,i}$ представляют моменты позиций магнитных диполей.

$$\vec{H}_{изм}(\vec{r}) = \sum_{i=1}^{N}\left\{-\,\mathrm{grad}\left[\frac{\vec{m}_i\left(\vec{r}-\vec{r}_{0,i}\right)}{4\pi\mu_0\left|\vec{r}-\vec{r}_{0,i}\right|^3}\right]\right\} \quad \text{с} \quad \vec{H}_d(\vec{r}) = -\,\mathrm{grad}\left[\frac{\vec{m}\left(\vec{r}-\vec{r}_0\right)}{4\pi\mu_0\left|\vec{r}-\vec{r}_0\right|^3}\right].$$

Вычислив это численное линейное уравнение, неизвестные моменты магнитного диполя $\vec{m}_i$ будут решены. Эти моменты диполя (эквивалентной модели источника) приводят те же самые трехмерные векторы магнитного поля вокруг прибора (вне измеренного цилиндра) с полной общностью. Подробно преобразования численного значения поля указаны в [3].

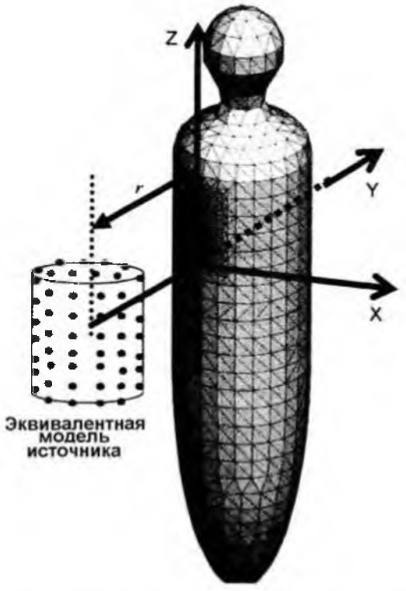
## F.2 Численная модель тела человека

Для расчетов рекомендуется использовать однородную модель тела, представленную в приложении Е.

## F.3 Расчет плотности индуцированного тока

Окончательно эквивалентная модель источника используется как инструмент численных расчетов, которые определяют индуцированную плотность тока внутри тела человека.

Как показано на рисунке F.3, эквивалентная модель источника расположена по вертикальной оси перед симметричной однородной моделью человеческого тела на расстоянии *r*[*m*] от поверхности тела.




Примечание – «*r*» – расстояние между поверхностью модели эквивалентного источника и поверхностью тела.

**Рисунок F.3 – Аксиально-симметричная однородная модель тела человека и эквивалентная модель источника**

Это основные применяемые численные методы, которые часто используются в расчетах поля как пакеты программ:

– IP (метод полного сопротивления);
– SPFD (метод скалярного электрического потенциала конечных разностей);
– MoM (метод моментов);
– BEM (метод предельных элементов);
– FEM (метод ограниченных элементов);
– FIT (конечная методика степени интеграции).

Как пример, на рисунке F.4 показано распределение плотности индуцированного тока ($J$) на вид спереди и в координатном плане (плоскость XY), где самая высокая плотность тока $J_{max}$ находится для расстояния $r$, равном 0,0, 0,05 и 0,3 м. Как установлено, $J$ распределяется в координатной плоскости, максимальная плотность индуцированного тока $J_{max}$ находится на поверхности тела и с увеличением расстояния значение $J_{max}$ уменьшается. Из пространственных рисунков видно, что плотность тока $J$ концентрируется в пределах полукруглой зоны для малых расстояний $d$ = 0 и $d$ = 0,05 м. Это своеобразное распределение $J$ для малого расстояния вызвано действием основного луча, в котором напряженность магнитного поля сконцентрировалась по касательному направлению.

На рисунке F.5 показана зависимость влияния $r$ от максимальной плотности индуцированного тока $J_{max}$, который находится в поверхности модели тела, описанной выше. Эта зависимость, несмотря на определенную зависимость источника тока от рамки, не превышает 1 %.

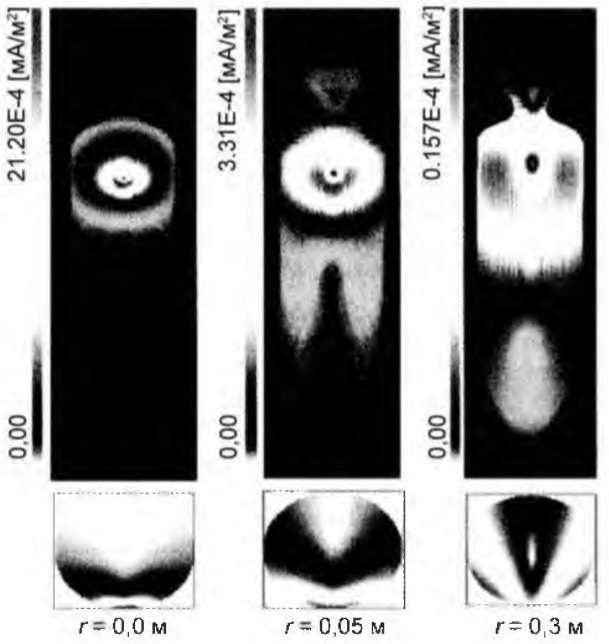



**Рисунок F.4 – Распределение плотности индуцированного тока**

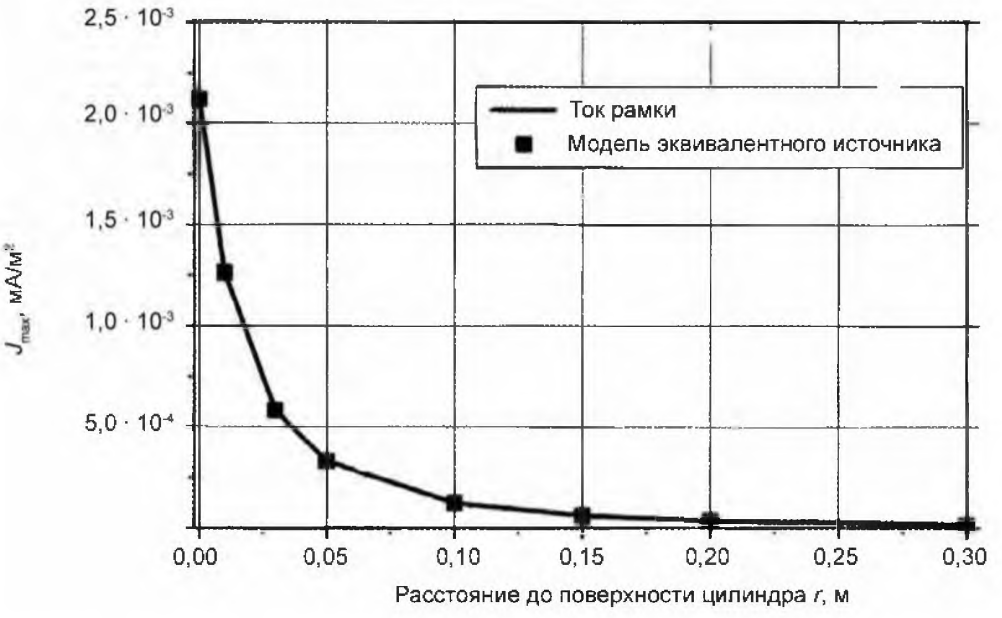



**Рисунок F.5 – Зависимость максимальной плотности тока $J_{max}$ от расстояния**

## F.5 Ссылки

[1] S.Nishizawa, H.-O. Ruoss, F. Landstorfer and O.Hashimoto, «Numerical study on an equivalent source model for inhomogeneous magnetic field dosimetry in the low frequency range», IEEE Transaction on Biomedical Engineering, IEEE Transaction on biomedical engineering, vol 51, № 4, April 2004

[2] U. Kampet und W. Hiller, «Measurement of magnetic flux densities in the space around household appliances», in: Proceedings of NIR 99, Nichtionisierende Strahlung, 31. Jahrestagung des Fachverbandes fur Strahlenschutz, Köin, vol. II, pp. 885 – 891, 1999.

[3] FEKO: EM Software & System, gost.e-ecolog.ru

## Библиография

Council Recommendation 1999/519/EC of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0Hz to 300 GHz)

EN 60335-2-25 Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-25: Particular requirements for microwave ovens and combination microwave ovens
(Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-25. Дополнительные требования к микроволновым печам, включая комбинированные микроволновые печи)
*Неофициальный перевод БЕЛЛИС*
*Перевод с английского языка (en)*

EN 60335-2-90 Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-90: Particular requirements for commercial microwave ovens
(Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-90. Частные требования к коммерческим микроволновым печам)
*Неофициальный перевод БЕЛЛИС*
*Перевод с английского языка (en)*

EN 61000-3-2 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions limits (equipment input current ≤ 16A per phase)
(Электромагнитная совместимость. Часть 3-2. Нормы. Нормы эмиссии гармонических составляющих тока для оборудования с потребляемым током ≤ 16 А в одной фазе)
*Неофициальный перевод БЕЛЛИС*
*Перевод с английского языка (en)*

H.-O. Ruoss, W. Spreitzer, S. Nishizawa, S.Messy and M. Klar, «Efficient determination of current densities induced in the human body from measured low-frequency inhomogeneous magnetic fields», Microwave and Optical Technology Letters, vol. 29, no. 4, pp. 211 – 213, May 20, 2001.

C.M. Furse and O.P. Gandhi, «Calculation of electric fields and currents induced in a millimeter-resolution human model at 60 Hz using the FDTD method», Bioelectromagnetics, vol. 19, pp. 293 – 299,1998.

U. Jakobus, «Erweiterte Momentenmethode zur Behandlung kompliziert aufgebauter und elektrisch grosser elektromagnetischer Streuprobleme», Fortschrittsberichte VDI, Reihe 21, Nr.171, VDI Verlag, Duesseldorf, 1995.

Programm EMPIRE, http://gost.e-ecolog.ru

J.R.Shewchuck, «An introduction to the conjugate gradient method without the agonizing pain», School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 1994.

H.-O. Ruoβ and U. Kampet «Numerical calculation of current densities induced in the human body caused by low frequency inhomogeneous magnetic sources», Kleinheubacher Berichte 2001, Band 144, pp. 155 – 162, 2001

IROE-CNR, gost.e-ecolog.ru Florence (Italy), 1997 – 2000

ICNIRP, «Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)», Health Phys., vol. 41, no. 4, pp. 449 – 552, 1998

Niel Orcutt and OM P. Gandhi: A 3-D Impedance Method to Calculate Power Deposition in Biological Bodies Subjected to Time Varying Magnetic Fields, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 35, № 8, August 1988

OM P.Gandhi, John F. Deford and Hiroshi Kanai: Impedance Method for Calculation of Power Deposition Patterns in Magnetically induced Hiperthermia, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. BME 31, № 10, October 1984

Dawson, T.W., K. Caputa and M.A. Stuchly, «Numerical evaluation of 60 Hz magnetic induction in the human body in complex occupational environments», Physics in Medicine & Biology, Vol. 44 (4), pp. 1025 – 1040, April 1999

## Приложение Д.А
(справочное)

## Сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным европейским стандартам

Таблица Д.А.1

| Обозначение и наименование международного стандарта | Степень соответствия | Обозначение и наименование государственного стандарта |
|---|---|---|
| EN 55014-1:2000 Электромагнитная совместимость. Требования к бытовым электрическим приборам, электрическим инструментам и аналогичным приборам. Часть 1. Помехоэмиссия | IDT | СТБ ЕН 55014-1-2005 Электромагнитная совместимость. Требования к бытовым электрическим приборам, электрическим инструментам и аналогичным приборам. Часть 1. Помехоэмиссия |
| EN 60335-1:2002 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 1. Общие требования | MOD | СТБ МЭК 60335-1-2003 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 1. Общие требования |
| EN 60335-2-2:2003+A1:2004+A2:2006 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-2. Дополнительные требования к пылесосам и водовсасывающим чистящим приборам | MOD | СТБ МЭК 60335-2-2-2005 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-2. Дополнительные требования к пылесосам и водовсасывающим чистящим приборам |
| EN 60335-2-3:2002 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-3. Дополнительные требования к электрическим утюгам | IDT | СТБ МЭК 60335-2-3-2005 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-3. Дополнительные требования к электрическим утюгам |
| EN 60335-2-6:2003 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-6. Дополнительные требования к стационарным кухонным плитам, конфорочным панелям, духовкам и аналогичным приборам | MOD | СТБ МЭК 60335-2-6-2006 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-6. Дополнительные требования к стационарным кухонным плитам, конфорочным панелям, духовкам и аналогичным приборам |
| EN 60335-2-13:2003 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-13. Дополнительные требования к фритюрницам, сковородам и аналогичным приборам | MOD | СТБ МЭК 60335-2-13-2005 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-13. Дополнительные требования к фритюрницам, сковородам и аналогичным приборам |
| EN 60335-2-14:2003 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-14. Дополнительные требования к кухонным машинам | MOD | СТБ МЭК 60335-2-14-2005 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-14. Дополнительные требования к кухонным машинам |
| EN 60335-2-15:2002 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-15. Дополнительные требования к приборам для нагревания жидкостей | IDT | СТБ МЭК 60335-2-15-2006 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-15. Дополнительные требования к приборам для нагревания жидкостей |
| EN 60335-2-44:2002 Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Часть 2-44. Дополнительные требования к гладильным машинам и гладильным прессам | IDT | СТБ МЭК 60335-2-44-2004 Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Дополнительные требования к гладильным машинам |

Ответственный за выпуск *В.Л. Гуревич*

Сдано в набор 12.11.2007. Подписано в печать 09.01.2008. Формат бумаги 60×84/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Arial. Печать ризографическая. Усл. печ. л. 3,72 Уч.- изд. л. 1,72 Тираж экз. Заказ

Издатель и полиграфическое исполнение
НП РУП «Белорусский государственный институт стандартизации и сертификации» (БелГИСС)
Лицензия № 02330/0133084 от 30.04.2004.
220113, г. Минск, ул. Мележа, 3.

gost.e-ecolog.ru