

# МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Отчет МСЭ-R SM.2303-1  
(06/2015)

## Беспроводная передача энергии с использованием технологий, не предусматривающих передачу с помощью радиочастотного луча

Серия SM  
Управление использованием спектра

### Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

### Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

### Серии Отчетов МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REP/en>.)

Серия	Название
<b>VO</b>	Спутниковое радиовещание
<b>BR</b>	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
<b>BS</b>	Радиовещательная служба (звуковая)
<b>BT</b>	Радиовещательная служба (телевизионная)
<b>F</b>	Фиксированная служба
<b>M</b>	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы
<b>P</b>	Распространение радиоволн
<b>RA</b>	Радиоастрономия
<b>RS</b>	Системы дистанционного зондирования
<b>S</b>	Фиксированная спутниковая служба
<b>SA</b>	Космические применения и метеорология
<b>SF</b>	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
<b>SM</b>	<b>Управление использованием спектра</b>

*Примечание.* – Настоящий Отчет МСЭ-R утвержден на английском языке Исследовательской комиссией в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация  
Женева, 2015 г.

© ITU 2015

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

## ОТЧЕТ МСЭ-R SM.2303-1

**Беспроводная передача энергии с использованием технологий,  
не предусматривающих передачу с помощью радиочастотного луча**

(2014-2015)

## СОДЕРЖАНИЕ

*Стр.*

1	Введение.....	2
2	Применения, разработанные для использования технологий БПЭ.....	2
2.1	Переносные и мобильные устройства.....	2
2.2	Бытовые приборы и логистические применения.....	3
2.3	Электромобиль.....	3
3	Технологии, используемые в применениях БПЭ или связанные с ними.....	4
3.1	Для портативных и мобильных устройств.....	4
3.2	Для бытовых приборов.....	6
3.3	Для электромобилей.....	7
4	Состояние стандартизации БПЭ в мире.....	10
4.1	Национальные организации по разработке стандартов.....	10
4.2	Международные организации.....	12
5	Статус спектра.....	19
5.1	БПЭ, различие между полосами для промышленных, научных и медицинских применений и устройств малого радиуса действия.....	19
5.2	Не относящиеся к ПНМ полосы, используемые на национальной основе для БПЭ.....	20
5.3	Полосы ПНМ, используемые на национальной основе для БПЭ.....	21
6	Статус национального регулирования.....	24
7	Состояние исследований сосуществования БПЭ и служб радиосвязи, включая радиоастрономическую службу.....	33
8	Опасность БПЭ для человека.....	42
9	Резюме.....	43
10	Справочные документы.....	43
	Приложение 1 – Методики оценки воздействия РЧ.....	44
	Приложение 2 – Пример обеспечения использования полосы 6765–6795 кГц, предназначенной для ПНМ, для беспроводной зарядки мобильных устройств.....	49
	Приложение 3 – Данные измерений излучаемого шума и шума проводимости систем БПЭ....	52

## 1 Введение

Настоящий Отчет касается диапазонов частот и относящихся к ним потенциальным уровням внеполосных излучений, которые не согласованы в МСЭ-R и требуют дальнейшего изучения с целью установить, обеспечивают ли они требуемую защиту служб радиосвязи на основе критериев работы в совмещенном канале, соседнем канале и соседней полосе. В Отчете приведен обзор существующих НИОКР и работ, проводимых в некоторых регионах.

Технологии, предназначенные для беспроводной передачи электроэнергии, разрабатываются с XIX века, и первой стала технология на основе индукции. После инновационных решений в области технологий беспроводной передачи энергии без использования луча, предложенных в 2006 году Массачусетским технологическим институтом, началась разработка различных технологий беспроводной передачи энергии (БПЭ), например передача с помощью радиочастотного луча, индукции магнитного поля, передача на основе резонанса и т. д. Расширился диапазон применений БПЭ, охватив мобильные и переносные устройства, бытовые приборы и офисное оборудование, а также электромобили. Появились новые возможности, например свобода выбора местоположения зарядного устройства. Некоторые технологии обеспечивают одновременную зарядку нескольких устройств. В настоящее время технологии БПЭ на основе индукции широко доступны на рынке. На потребительский рынок выходят технологии БПЭ на основе резонанса. Автомобильная промышленность рассматривает БПЭ для электромобилей (ЭМ) в качестве будущих применений.

Подходящие для БПЭ частоты, позволяющие обеспечивать требуемый уровень мощности передачи и КПД, приемлемые физические размеры катушки/антенны, в основном определены. Однако в настоящее время тщательно исследуется возможность сосуществования БПЭ с действующими радиосистемами и определяются вопросы, которые следует оперативно решить. В ряде стран и международных организациях, занимающихся вопросами радиосвязи, обсуждаются регламенты радиосвязи, которые необходимы для внедрения технологий БПЭ. Некоторые результаты дискуссий и ведущиеся обсуждения в настоящее время доступны для всеобщего ознакомления.

Например, Отчет об исследовании АТСЭ по БПЭ [1] и Отчет об исследовании АТСЭ по БПЭ [9] содержат новую информацию о дискуссиях, ведущихся в странах – членах Азиатско-Тихоокеанского сообщества электросвязи (АТСЭ) по регламентарным вопросам внедрения БПЭ.

В настоящем Отчете представлена информация об использовании БПЭ на основе технологий, не предусматривающих передачу с помощью радиочастотного луча, в рамках ответов на Вопрос МСЭ-R 210-3/1.

Настоящий Отчет содержит информацию о национальных нормативных базах, но эта информация не имеет международного регуляторного воздействия.

## 2 Применения, разработанные для использования технологий БПЭ

### 2.1 Переносные и мобильные устройства

#### 2.1.1 БПЭ на основе индукции для мобильных устройств, таких как сотовые телефоны и переносные мультимедийные устройства

В БПЭ на основе индукции применяются индукционные технологии, и такая БПЭ используется для следующих применений:

- мобильные и переносные устройства: сотовые телефоны, смартфоны, планшетные и портативные компьютеры;
- аудиовидеоаппаратура: цифровые фотокамеры;
- производственное оборудование: ручные цифровые инструменты, настольные системы заказа блюд;
- другие: осветительное оборудование (например, светодиоды), роботы, игрушки, устанавливаемые на автомобилях устройства, медицинское оборудование, устройства медицинского назначения и т. д.

Некоторые технологии этого типа могут потребовать точного расположения устройства относительно источника питания. В целом подлежащее зарядке устройство должно контактировать с источником питания как батарейный блок. Принимается, что рабочая мощность излучения находится в диапазоне от нескольких до десятков ватт.

### **2.1.2 БПЭ на основе резонанса для мобильных устройств, таких как сотовые телефоны и переносные мультимедийные устройства, например смартфоны, планшетные компьютеры, переносные мультимедийные устройства**

В БПЭ на основе резонанса используются резонансные технологии и по сравнению с технологией на основе индукции эта технология обеспечивает большую пространственную свободу. Данная технология используется для следующих применений для любой ориентации ( $x$ - $y$  и  $z$ ) без применения методов совмещения:

- сотовые телефоны, смартфоны, планшетные и портативные компьютеры, носимые устройства;
- цифровые фотокамеры, цифровые видеокамеры, музыкальные проигрыватели, переносные ТВ;
- ручные цифровые инструменты, настольные системы заказа блюд, осветительное оборудование (например, светодиоды), роботы, игрушки, устанавливаемые на автомобилях устройства, медицинское оборудование, устройства медицинского назначения и т. д.

В Приложении 2 описан пример технологии БПЭ этого вида.

## **2.2 Бытовые приборы и логистические применения**

Для этих применений могут потребоваться функции и характеристики, аналогичные применению БПЭ для переносных и мультимедийных устройств. Однако в целом они используют более высокую мощность. Следовательно, для этих применений в некоторых странах может потребоваться соответствие дополнительным регламентарным положениям.

Рабочая мощность устройств клиентской части, например ТВ приемников с большим экраном, возрастает, поэтому БПЭ для таких продуктов требует более высокой энергии зарядки, более 100 Вт, в результате чего может быть не получена сертификация в текущей регламентарной категории и политике в области радиосвязи ряда стран.

Методы на основе магнитной индукции и магнитного резонанса могут применяться в соответствии с типом бытового или логистического применения БПЭ. Существуют следующие применения:

- применения бытового назначения: домашние электроприборы, инвентарь, варочные аппараты, миксеры, телевизоры, малые роботы, аудиовизуальное оборудование, осветительная аппаратура, устройства медицинского назначения и т. д.;
- применения логистического назначения: накопитель на складе материально-технического обеспечения, медицинское оборудование, воздушные линии электропередачи для линейек продуктов на ЖК и полупроводниковых материалах, система автоматической управляемой тележки (AGV) и т. д.

Ожидается, что рабочая мощность будет находиться в диапазоне от нескольких сотен ватт до нескольких киловатт, что обусловливается энергопотреблением устройств-применений. С учетом излучения и воздействия РЧ и характеристик системы пригодной является полоса частот ниже 6780 кГц.

## **2.3 Электромобиль**

Концепция БПЭ для ЭМ, включая подзаряжаемые гибридные электромобили (ПГЭМ), заключается в зарядке автомобиля без использования кабеля электропитания везде, где возможна БПЭ.

Энергия зарядки может зависеть от требований пользователя. Для пассажирских автомобилей, которые находятся в собственном домашнем гараже, в большинстве сценариев использования может быть принята величина 3,3 кВт или эквивалентная энергия зарядки. Однако некоторые пользователи могут

пожелать произвести зарядку быстрее или их автомобиль может потребовать для конкретных целей большей энергии. В настоящее время рассматривается также величина 20 кВт и диапазон более высоких значений энергии.

Энергия зарядки может зависеть от требований, обуславливаемых грузовыми автомобилями. Для сценариев использования для грузовых автомобилей в качестве начальной может потребоваться величина, эквивалентная 75 кВт энергии зарядки. Рассматривается также величина 100 кВт и диапазон более высоких значений энергии.

Если БПЭ для ЭМ станет повсеместно распространенным источником энергии, результатом может стать уменьшение размеров аккумулятора ЭМ и неограниченное время вождения.

Энергия зарядки в автомобиле будет использоваться для вождения, питания дополнительных автомобильных устройств, воздушного кондиционирования и удовлетворения других потребностей в автомобиле.

Рассматриваются технологии и применения БПЭ как на стоянке, так и в процессе вождения.

### 3 Технологии, используемые в применениях БПЭ или связанные с ними

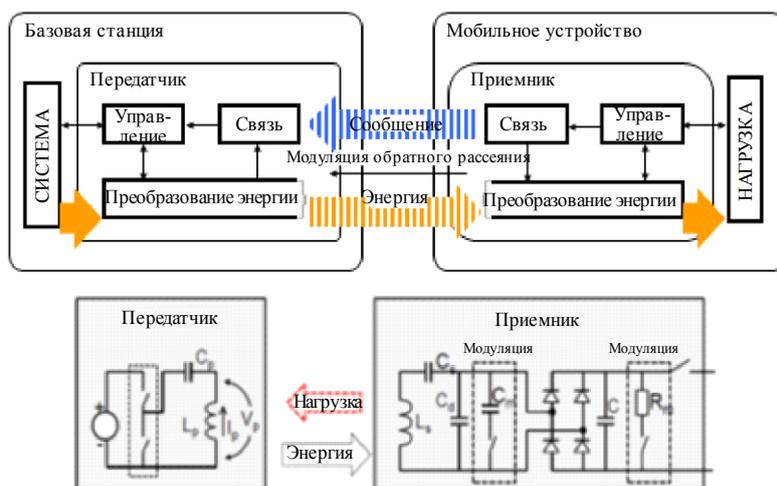
#### 3.1 Для портативных и мобильных устройств

##### 3.1.1 Технология БПЭ на основе магнитной индукции

БПЭ на основе магнитной индукции – это широко известная технология, которая издавна применяется в трансформаторах, где первичная и вторичная катушки индукционно связаны, например благодаря использованию общего магнитного проницаемого сердечника. Передача энергии на основе индукции по воздуху с физически разделенными первичной и вторичной катушками также является технологией, известной на протяжении более ста лет, и называется БПЭ с сильной связью. Особенность этой технологии заключается в том, что эффективность передачи энергии падает, если воздушный зазор превышает диаметр катушки и если катушки не выровнены в пределах расстояния смещения. Эффективность передачи энергии зависит от коэффициента связи ( $k$ ) между индукторами и их качества ( $Q$ ). Эта технология может обеспечить более высокую эффективность по сравнению с методом на основе магнитного резонанса. Данная технология была выведена на рынок для зарядки смартфонов. При наличии решетки катушек данная технология обеспечивает также гибкость местоположения катушки приемника относительно передатчика.

РИСУНОК 3.1

#### Пример блок-схемы системы БПЭ на основе магнитной индукции



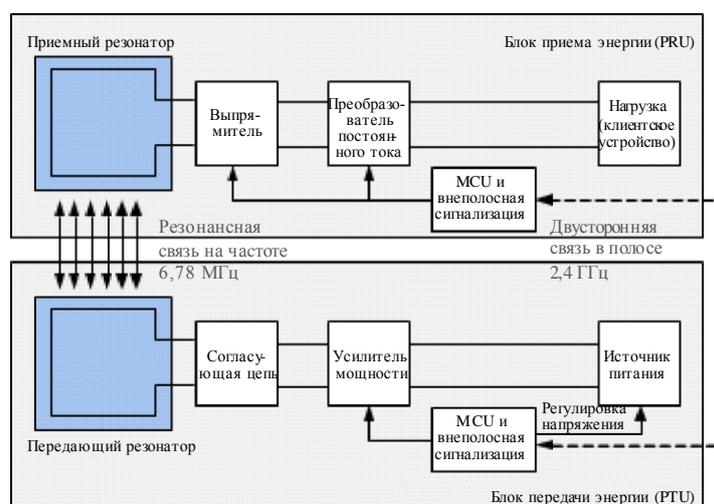
### 3.1.2 Технология БПЭ на основе магнитного резонанса

БПЭ на основе магнитного резонанса называется также БПЭ со слабой связью. Теоретическая основа данного метода на основе магнитного резонанса была впервые разработана в 2005 году в Массачусетском технологическом институте, и эти теории были экспериментально подтверждены в 2007 году [3]. В этом методе используются катушка и конденсатор в качестве резонатора, передающего электрическую энергию в момент электромагнитного резонанса между катушкой передатчика и катушкой приемника (связь по магнитному резонансу). При согласовании частоты резонанса обеих катушек с высоким коэффициентом  $Q$  электроэнергия может передаваться на большое расстояние при слабой связи между катушками. Используя БПЭ на основе магнитного резонанса, можно осуществлять передачу электроэнергии на расстояние до нескольких метров.

Эта технология обеспечивает также гибкость размещения катушки приемника относительно катушки передатчика. Практические технические подробности освещены в различных технических документах, например в [3] и [4].

РИСУНОК 3.2

Пример блок-схемы системы БПЭ на основе магнитного резонанса



Report SM.2303-3-02

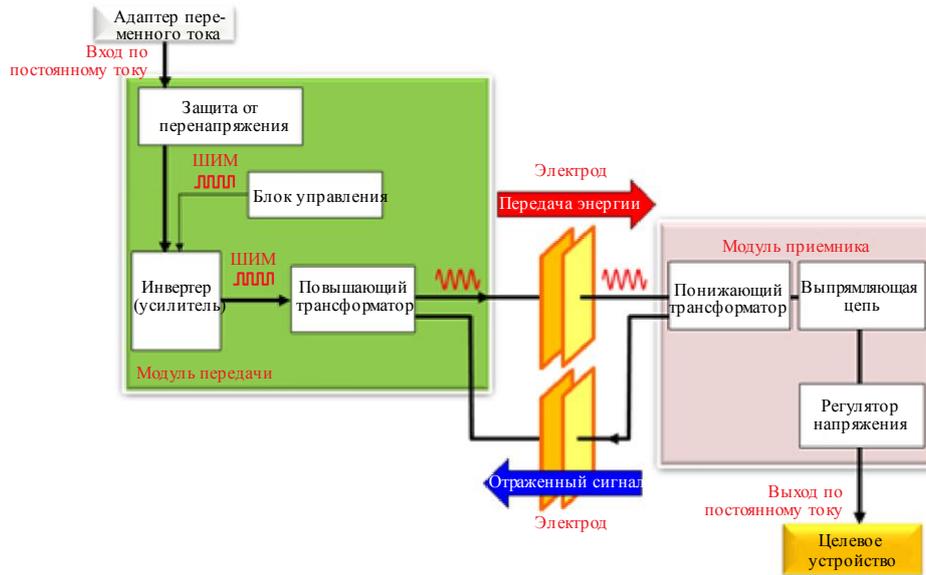
### 3.1.3 БПЭ на основе емкостной связи

Система БПЭ на основе емкостной связи имеет в своем составе два набора электродов и в ней не используются катушки, как в системах БПЭ магнитного типа. Энергия передается через поле индукции, создаваемое связью двух наборов электродов. Система на основе емкостной связи обладает следующими преимуществами. На рисунках 3.3 и 3.4 приведены, соответственно, блок-схема системы и ее типовая структура.

- 1) Система на основе емкостной связи обеспечивает свободу горизонтального положения с простой в использовании системой зарядки для конечных потребителей.
- 2) В системе между передатчиком и приемником может использоваться очень тонкий (менее 0,2 мм) электрод, что делает возможным интеграцию в тонкие мобильные устройства.
- 3) В зоне беспроводной передачи энергии не происходит нагрева. Это означает, что в зоне беспроводной передачи энергии температура не поднимается, то есть аккумулятор защищен от нагрева, даже если устройство размещено поблизости.
- 4) Уровень излучения электрического поля низкий благодаря структуре системы связи. Электрическое поле создается электродами для передачи энергии.

РИСУНОК 3.3

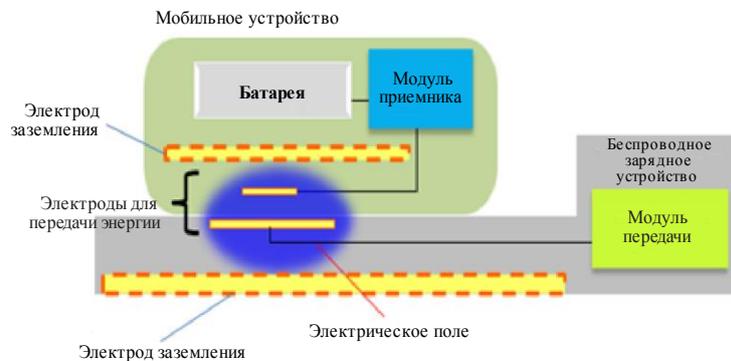
## Блок-схема системы БПЭ на основе емкостной связи



Report SM.2303-3-03

РИСУНОК 3.4

## Типовая структура системы на основе емкостной связи



Report SM.2303-3-04

### 3.2 Для бытовых приборов

Индукционные источники питания (передатчики) могут быть отдельными устройствами или встраиваться в кухонные столешницы или обеденные столы. В этих передатчиках может сочетаться БПЭ к прибору с традиционным индукционным нагревом.

Для бытового применения уровень мощности, как правило, составляет величину до нескольких киловатт, нагрузка может быть с электроприводом или нагревательного типа. Будущие продукты будут поддерживать мощность более 2 кВт, и в настоящее время исследуются новые проектные предложения для беспроводных кухонных приборов.

Учитывая использование высокой мощности в быту, предпочтительными являются частоты порядка десятков кГц, с тем чтобы снизить воздействие электромагнитного поля на организм человека. Как правило, используются высоконадежные устройства, такие как БТИЗ, и эти устройства работают в диапазоне частот 10–100 кГц.

Изделие, применяемое на кухне, должно отвечать требованиям по безопасности и электромагнитным полям (ЭМП). И основной вопрос заключается в том, что передатчик должен быть легким и небольшим по размеру, пригодным для размещения на кухне, наряду с тем, что он должен быть недорогим. Расстояние между передатчиком и приемником, как предполагается, будет меньше 10 см.

На следующих ниже рисунках показаны примеры беспроводных кухонных электроприборов, которые вскоре появятся на рынке.

РИСУНОК 3.5

**Беспроводные кухонные электроприборы**



Миксер с сильной связью



Рисоварка с сильной связью

Report SM.2303-3-05

Системы БПЭ уже интегрируются в линейки продуктов, оснащенных панелями на полупроводниках и ЖК, примеры которых показаны на нижеследующих рисунках.

РИСУНОК 3.6

**Варианты использования для линеек продуктов с панелями на полупроводниках и ЖК и кухонных систем БПЭ**



(Воздушная линия электропередачи с БПЭ линейки продуктов на ЖК)

(Воздушная линия электропередачи с БПЭ линейки продуктов на полупроводниковых материалах)

(Зона кухни с БПЭ в квартире)

Report SM.2303-3-06

**3.3 Для электромобилей**

Беспроводная передача энергии с помощью магнитного поля (МП-БПЭ) составляет один из главных вопросов стандартизации, например IEC PT61980 и SAE J2954TF относительно БПЭ для ЭМ, включая ПГЭМ, хотя существует несколько типов методов БПЭ. МГ-БПЭ для ЭМ и ПГЭМ включает и индукционный, и магнитно-резонансный типы. Электроэнергия может эффективно передаваться от первичной на вторичную катушку с помощью магнитного поля, используя резонанс между катушкой и конденсатором.

Для ожидаемых применений типа пассажирских автомобилей принимаются следующие аспекты.

- 1) Применение БПЭ: передача электроэнергии от электрической розетки в жилом помещении и/или от общественного источника электроэнергии на ЭМ и ПГЭМ.
- 2) Место использования БПЭ: в жилых домах, многоквартирных домах, на общественных стоянках и т. д.
- 3) Использование электричества в автомобилях: все электрооборудование, такое как аккумуляторы, компьютеры, воздушные кондиционеры и т. д.

- 4) Примеры места использования БПЭ. Пример для пассажирских автомобилей представлен на нижеследующем рисунке.
- 5) Метод БПЭ: система БПЭ для ЭМ/ПГЭМ имеет в своем составе не менее двух катушек. Одна является первичным устройством, другая – вторичным устройством. Электроэнергия передается от первичного на вторичное устройство с помощью магнитного потока/поля.
- 6) Местоположения устройства (местоположение катушки):
  - а) первичное устройство: на земле/в углублении на земле;
  - б) вторичное устройство: нижняя поверхность автомобиля.
- 7) Воздушный зазор между первичной и вторичной катушками: менее 30 см.
- 8) Пример класса мощности передачи: 3 кВт, 6 кВт и 20 кВт.
- 9) Безопасность: первичное устройство может начинать передачу энергии, только если вторичное устройство расположено в надлежащей для БПЭ зоне. Первичное устройство должно прекратить передачу, если сложно поддерживать безопасность передачи.

РИСУНОК 3.7

## Пример системы БПЭ для ЭМ/ПГЭМ

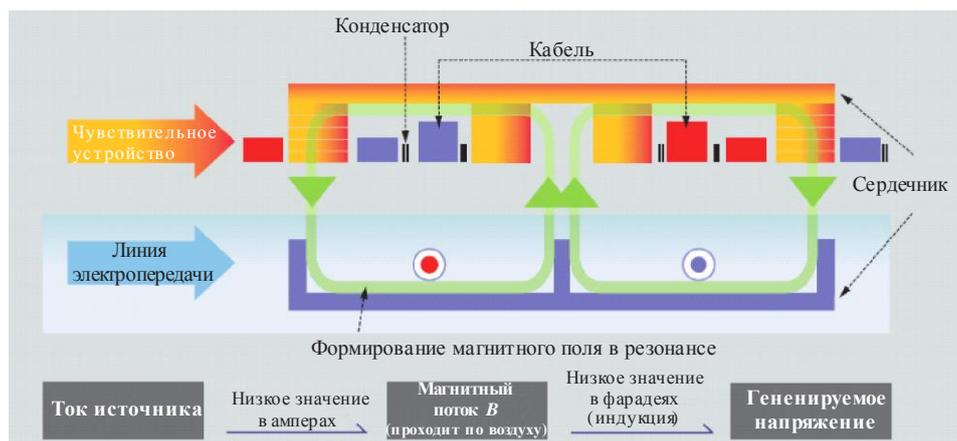


Report SM.2303-3-07

Для вождения большегрузных автомобилей, таких как электробусы, инфраструктура системы должна быть встроена в пластины из полосовой электротехнической стали в дорожном полотне, которые передают с помощью магнитного поля энергию на вышеуказанные автомобили, питаемые от аккумуляторной батареи. Такой автобус может перемещаться по электротехническим пластинам, не делая остановок для зарядки энергией, и он называется электромобилем с бесконтактной зарядкой (ЭМБЗ). Кроме того, автобус может заряжаться в неподвижном положении на автобусной остановке или в автобусном парке. Автобус с бесконтактной зарядкой в парке отдыха или в городе является первой в мире системой, в которой ЭМ работает в качестве большегрузного транспортного средства.

РИУНОК 3.8

Технические характеристики электромобиля с бесконтактной зарядкой



ReportSM.2303-3-08

Ключевым для системы БПЭ в аспекте увеличения мощности и эффективности является конструирование магнитного поля от передающей к приемной катушке.

Во-первых, для обеспечения высокой мощности и эффективности магнитное поле должно быть в резонансе, который получается путем использования резонансных передающей и приемной катушек.

Во-вторых, следует контролировать форму магнитного поля, используя для этого магнитный материал, такой как ферритовые сердечники, с тем чтобы обеспечить минимальный магнитный резонанс на пути магнитного поля для уменьшения утечки магнитного поля и достижения более высокой мощности передачи.

Эта технология называется формированием магнитного поля в резонансе – SMFIR (shaped magnetic field in resonance).

РИСУНОК 3.9

Пример электромобиля с бесконтактной зарядкой



ReportSM.2303-3-09

## 4 Состояние стандартизации БПЭ в мире

### 4.1 Национальные организации по разработке стандартов

#### 4.1.1 Китай

В Китае CCSA (Китайская ассоциация по стандартам в области связи) вырабатывает стандарты для переносных устройств, таких как мобильные станции. В 2009 году ТК9 CCSA был начат новый проект, предусматривающий отчет по результатам исследований "Исследования технологии беспроводной подачи энергии в ближнем поле". Этот проект был завершен в марте 2012 года, и по его итогам был составлен проект по исследованию технологии беспроводной подачи энергии. В 2011 году ТК9 CCSA было разработано два новых проекта стандартов: 1) методы оценки электромагнитных полей (ЭМП) для беспроводной подачи энергии (WPS); 2) нормы электромагнитной совместимости (ЭМС) и методы измерений для WPS. Эти два стандарта будут вскоре опубликованы.

В настоящее время существуют три новых стандарта, касающихся технических требований и методов испытаний (Часть 1: Общее; Часть 2: Сильная связь; Часть 3: Беспроводная передача энергии на основе резонанса), и на завершающем этапе находится составление проекта требований к безопасности. Число реализуемых проектов по разработке стандартов, связанных с беспроводной передачей энергии, будет увеличиваться. Целевыми продуктами являются аудио-, видео- и мультимедийные устройства, оборудование на основе информационных технологий и устройства электросвязи.

Предметами этих стандартов являются характеристики, радиоспектр и интерфейс. Планируется, что эти стандарты не будут затрагивать прав интеллектуальной собственности. В целом мала вероятность того, что эти стандарты станут обязательными.

Стандарты могут определять новые логотипы, указывающие, к какой части стандарта (Части 2/3) относится данный продукт.

Комиссия национальной администрации Китая по стандартизации (SAC) планирует создать Технический комитет национальной стандартизации (ТК) по WPS. Содействие оказывает Китайская академия исследований в области электросвязи (CAIT) Министерства промышленности и информационных технологий (МИИТ). На этот ТК возложена задача разработки национальных стандартов по WPS для мобильных телефонов, оборудования на основе информационных технологий, аудио-, видео- и мультимедийных устройств.

Учитывая план и/или график разработки стандартов/руководящих указаний/нормативных актов в CCSA, стандарты по ЭМС и ЭМП будут вскоре опубликованы. Утверждена Часть 1 стандартов технических требований, а Часть 2, Часть 3 и стандарты требований к безопасности будут завершены в 2014 году.

В ноябре 2013 года в Китае была создана национальная ОРС, ориентированная на бытовые устройства с беспроводным питанием, и в ее планах разработка национальных стандартов. Кроме того, в этой организации обсуждаются также и другие вопросы, например безопасность и рабочие характеристики.

#### 4.1.2 Япония

Рабочая группа по БПЭ Форума по широкополосной беспроводной связи Японии (BWF) занимается составлением проектов технических стандартов БПЭ с использованием проектов протоколов ARIB (Ассоциации промышленных и коммерческих предприятий в области радиосвязи). Проект стандарта, разработанный BWF, направляется на утверждение ARIB. BWF провел углубленное техническое исследование спектра БПЭ для всех применений и технологий. На текущий момент в график стандартизации включены следующие технологии БПЭ. Первые три, в которых предполагается мощность передачи менее 50 Вт, планируется представить на утверждение в 2015 году.

- БПЭ на основе емкостной связи.
- БПЭ с использованием микроволнового двунаправленного волноводного полотна.
- БПЭ на основе магнитного резонанса с использованием полосы 6765–6795 кГц для мобильных/переносных устройств.
- БПЭ на основе магнитного резонанса для бытовых приборов и офисного оборудования.
- БПЭ для ЭМ/ПГЭМ.

Наряду с разработкой и оценкой спецификаций радиоволн для передачи энергии рассматриваются также механизмы передачи сигнализации управления. Если предусматривается выход на глобальный рынок, тщательно изучается вопрос глобального согласования спектра.

В июне 2013 года для цели Министерства внутренних дел и связи (MIC) по руководству разработкой новых нормативных актов для БПЭ в рамках Подкомитета MIC по электромагнитному излучению для использования радиоволн была создана рабочая группа по беспроводной передаче энергии (РГ-БПЭ). Основными задачами РГ-БПЭ являются исследования полос частот для БПЭ и сосуществования БПЭ с действующими системами. С учетом результатов работы РГ, Совет MIC по информации и связи утвердил отчет по регламентации БПЭ, который был опубликован в 2005 году. Более подробная информация представлена в главе 6. Результаты отражены в разработке стандартов БПЭ.

#### 4.1.3 Корея

Министерство науки, ИКТ и перспективного планирования (MSIP) и его Национальное агентство исследований в области радиосвязи (RRA) являются государственными учреждениями, ответственными за регулирование БПЭ в Корее. Основные организации по стандартизации, разрабатывающие стандарты для БПЭ, указаны в таблице 4.1.

ТАБЛИЦА 4.1

#### Состояние работы по стандартизации в Корее

Наименование	URL	Состояние
KATS	<a href="http://www.kats.go.kr/en_kats/">http://www.kats.go.kr/en_kats/</a>	Продолжается – Управление зарядкой нескольких устройств
KBTRF	<a href="http://www.kwpf.org">http://www.kwpf.org</a>	Продолжается – Спектр, относящийся к БПЭ – Регулирование, относящееся к БПЭ – БПЭ на основе магнитного резонанса – БПЭ на основе магнитной индукции Завершено – Сценарии использования – Сценарии обслуживания – Функциональные требования – Связь в пределах полосы для БПЭ – Контроль в целях управления БПЭ
TTA	<a href="http://www.tta.or.kr/English/index.jsp">http://www.tta.or.kr/English/index.jsp</a>	Завершено – Сценарии использования – Сценарии обслуживания – Эффективность – Оценка – Связь в пределах полосы для БПЭ – Контроль в целях управления БПЭ Продолжается – БПЭ на основе магнитного резонанса – БПЭ на основе магнитной индукции

#### 4.2 Международные организации

В таблице 4.2 указан ряд международных организаций, занимающихся стандартизацией БПЭ, и их соответствующая деятельность.

ТАБЛИЦА 4.2

#### Международные организации, занимающиеся вопросами БПЭ

Наименование организации	Деятельность
СИСР (Международный специальный комитет по радиопомехам)	Обсуждением вопросов БПЭ занимается SC-B СИСР (Помехи, относящиеся к радиочастотной ПНМ аппаратуре и к воздушным линиям электропередачи, и т. д.). Другие научные комитеты рассматривают БПЭ по мере их принятия. В июне 2014 года SC-B создал целевую группу для разработки спецификаций.
ТК 100 МЭК	Обследования для технических отчетов, касающихся БПЭ: – этап 0 проекта ТК 100 МЭК; – обследование завершено: июль 2012 года; – составление проектов технических отчетов.
МЭК 61980 (ТК 69 МЭК)	РГ 4 ТК 69 МЭК (Электромобили и грузовые электрокары) совместно с ТК 22 МЭК (Автомобили) обсуждает БПЭ для автотранспорта. – МЭК 61980-1: Общие требования – МЭК 61980-2: Связь – МЭК 61980-3: Передача энергии с помощью магнитного поля
МЭК 19363 (ИСО (ТК 22/ПК 21))	МЭК 19363: Беспроводная передача энергии с помощью магнитного поля – Требования по безопасности и функциональной совместимости (общедоступная спецификация, PAS) – Создан в начале 2014 года – Предназначен для разработки стандарта, в котором указываются требования к боковым частям автомобилей – Тесная синхронизация с МЭК 61980 и SAE J2954
ОТК 1/ПК 6 ИСО/МЭК	Внутриполосный протокол уровней РНУ и МАС БПЭ – ОТК 1/ПК 6 ИСО/МЭК – в январе 2012 года утверждено направление работы. – Распространяется вместе с рабочим документом (WD).
СЕА (Ассоциация потребительской электроники)	R6-TG1CEA (Целевая группа по беспроводной зарядке) обсуждает БПЭ и связанные вопросы.
SAE (Общество автомобильных инженеров)	Активные работы по стандартизации БПЭ начались в 2010 году. Пересмотрены спецификации, предложенные производителями комплектного оборудования. Стандартизация должна быть завершена в 2013–2014 годах согласно планам МЭК. В настоящее время рассматривается выбор конкретных полос частот для принятия дальнейшего решения. В ноябре 2013 года Целевая группа SAE International J2954™ по беспроводной передаче энергии (БПЭ) в автомобилях малой грузоподъемности, электромобилях и подзаряжаемых электромобилях согласовала работу в "диапазоне 85 кГц" и три класса мощности для автомобилей малой грузоподъемности
A4WP	Неизлучающая связь на основе магнитного резонанса малой и средней дальности (сильная связь на основе резонанса) (БПЭ слабой связи). – Основная техническая спецификация завершена в 2012 году. – Выпущена техническая спецификация (версия 1) в январе 2013 года.

ТАБЛИЦА 4.2 (окончание)

Наименование организации	Деятельность
WPC	<p>Основанные на индукционной связи решения с сильной связью в широком диапазоне уровней мощности.</p> <p>На веб-сайте перечислено более 120 членов и 80 сертифицированных продуктов, включая аксессуары, зарядные устройства и средства.</p> <p>– Выпущена техническая спецификация (версия 1) в июле 2010 года</p>
РГ-БПЭ СJK (Китай-Япония-Корея)	<p>Рабочая группа по БПЭ собрания СJK по информационным технологиям.</p> <p>Распространение информации в регионе для изучения и обследования БПЭ малой и высокой мощности.</p> <p>– Выпущен технический отчет 1 СJK по БПЭ в апреле 2013 года.</p> <p>– Весной 2014 года планируется выпуск технического отчета 2 СJK по БПЭ.</p> <p>– В мае 2015 года выпущен технический отчет 3 СJK по БПЭ</p>

#### 4.2.1 СИСПР МЭК

С регуляторной точки зрения СИСПР МЭК может подразделить применения БПЭ следующим образом:

- a) применения БПЭ, обеспечивающие беспроводную передачу энергии на конкретной рабочей частоте без дополнительной функции передачи данных;
- b) применения БПЭ, в которых частота (полоса частот) БПЭ используется для дополнительной функции передачи данных или связи с вторичным устройством;
- c) применения БПЭ, в которых используются другие частоты, отличные от используемых для БПЭ, для дополнительной функции передачи данных или связи с вторичным устройством.

С точки зрения СИСПР (защита приема радиосигналов) не существует необходимости в проведении различий между применениями БПЭ, указанными в а) и б). В обоих случаях основу потенциала радиочастотных помех (РЧП) таких применений БПЭ составит только их основная функция, то есть беспроводная передача энергии на данной частоте (или в данной полосе частот). Учитывая, что стандарты СИСПР уже обеспечивают полный комплект норм и методов измерений для контроля за полезными, нежелательными и побочными излучениями от применений БПЭ, указанных в пунктах а) и б), мы убеждены, что достаточно просто применять эти стандарты. Очевидно, что эти стандарты могут использоваться в нормативах, касающихся общей ЭМС электрического и электронного оборудования, как например для ПНМ применений.

Для применений БПЭ, указанных в пункте с) выше, существующие нормы, касающиеся общей ЭМС, должны по-прежнему применяться в отношении основной функции БПЭ (включая дополнительную функцию передачи данных, если таковая выполняется, согласно пункту б), выше. Независимо от этого, также могут применяться регламенты радиосвязи к любой радиопередаче данных или радиосвязи на частотах, отличающихся от частоты БПЭ. В этом случае могут учитываться в том числе стандарты ЭМС и функциональные стандарты для радиооборудования. Всегда должна выполняться оценка общего потенциала радиочастотных помех применений БПЭ, указанных в пункте с), выше, в интересах защиты радиоприема в целом и совместимости/сосуществования с другими применениями или службами радиосвязи. Эта оценка должна включать применение соответствующего стандарта СИСПР и стандарта(ов) ЭМС и функциональных стандартов в отношении предназначенных для радиосвязи компонентов или модулей системы БПЭ.

Обычным порядком применения этих стандартов будет использование их для сертификационных испытаний. В зависимости от национальной или региональной нормативной базы результаты таких сертификационных испытаний могут далее использоваться в качестве основы для одобрения типа сертификационным учреждением или для других типов оценок соответствия или заявлений о соответствии.

Предложение СИСПР по классификации электронного оборудования электропитания, осуществляющего БПЭ, и для применения стандартов излучения СИСПР МЭК в региональной и/или национальной нормативной базе приведено в таблице 4.3. Это предложение действительно также для применений БПЭ в рамках СИСПР 14-1 (бытовые приборы, электроинструменты и аналогичная аппаратура), СИСПР 15 (осветительное оборудование) и СИСПР 32 (мультимедийное и вещательное приемное оборудование). Для них ссылка на СИСПР 11 (ПНМ оборудование) должна быть заменена на ссылку на эти соответствующие стандарты СИСПР.

СИСПР намерен расширить сферу применения требований к электронному оборудованию электропитания с БПЭ в рамках СИСПР 11, предусматривая определенные соответствующие поправки в будущем, с тем чтобы охватить применения БПЭ в рамках СИСПР 14-1, СИСПР 15 и СИСПР 32. В настоящее время только СИСПР 11 обеспечивает полный набор требований к излучениям для сертификационных испытаний применений БПЭ в диапазоне от 150 кГц до 1 ГГц или до 18 ГГц, соответственно.

СИСПР знает об общем разрыве в своих стандартах СИСПР, который связан с контролем наводимых и излучаемых помех от оборудования БПЭ в диапазоне 9–150 кГц. Контроль этих излучений является важным вопросом, если рассматриваемое оборудование БПЭ фактически использует основные или рабочие частоты, распределенные в данном диапазоне частот.

Для сведения: СИСПР/В принял решение уточнить классификацию группы 2 в СИСПР 11, с тем чтобы включить оборудование БПЭ, следующим образом:

Оборудование группы 2: группа 2 включает все радиочастотные ПНМ устройства, в которых намеренно создается и используется или только используется радиочастотная энергия в диапазоне частот от 9 кГц до 400 ГГц в форме электромагнитного излучения, индукционной и/или емкостной связи для целей обработки материалов, инспекции/анализа или для передачи электромагнитной энергии.

Это измененное определение содержится в документе СИСПР/В/598/CDV, одобренном в ходе национального голосования в 2014 году. Документ охватывает проект общего обслуживания (GM) для СИСПР 11 изд. 5.1 (2010) и обеспечит СИСПР 11 изд. 6.0. В случае утверждения – это шестое издание СИСПР 11 будет опубликовано летом 2015 года. Оно будет включать:

- a) расширенное и законченное определение оборудования группы 2, содержащей также все типы электронного оборудования электропитания с БПЭ;
- b) набор норм излучения и методов измерения, согласованный для выполнения сертификационных испытаний электронного оборудования электропитания с БПЭ.

Следует отметить, что стандарты СИСПР представляют собой сочетание пригодных методов измерений и соответствующих норм для допустимых наводимых и/или излучаемых помех в применяемом радиочастотном диапазоне. Для оборудования группы 2 СИСПР 11 в настоящее время такие требования определены в диапазоне от 150 кГц до 18 ГГц. Они применяются также ко всем типам электронного оборудования электропитания с БПЭ, в настоящее время автоматически.

СИСПР настоятельно рекомендует признавать отчеты о сертификационных испытаниях при проверке соответствия этим требованиям СИСПР к излучению в качестве одобрения типа для применений БПЭ, оснащенных и неоснащенных дополнительной функцией передачи данных или связи на той же частоте БПЭ (см. также случаи 1 и 2 в таблице 4.3).

ТАБЛИЦА 4.3

**Рекомендация СИСПР по классификации электронного оборудования электропитания, обеспечивающего беспроводную передачу энергии (БПЭ), и использованию стандартов ЭМС излучений СИСПР в региональной и/или национальной нормативной базе**

Случай	Соответствующая нормативная база	Другие спецификации, также применяемые регуляторными органами	Применимые обязательные требования/стандарты		
			ЭМП	ЭМС	Радиосвязь
1 Системы БПЭ без функции передачи данных или связи	ЭМС РР МСЭ-R для ПНМ оборудования	Рекомендация МСЭ-R SM.1056-1	МЭК 63211 (МЭК 62479)	МЭК/СИСПР 11 группа 2 (или более специальный стандарт МЭК на продукты, если имеется)	Н/Д
2 Системы БПЭ с функцией передачи данных или связи на частоте	ЭМС РР МСЭ-R для ПНМ оборудования	Рекомендация МСЭ-R SM.1056-1	МЭК 62311 (МЭК 62479)	МЭК/СИСПР 11 группа 2 (или более специальный стандарт МЭК на продукты, если имеется)	Применение не обязательно
3 Системы БПЭ с функцией передачи данных или связи на частоте, отличной от частоты передачи энергии	ЭМС РР МСЭ-R для ПНМ оборудования	Для окончательной оценки потенциала радиочастотных помех, обусловливаемого функцией БПЭ электронной системы электропитания с БПЭ рекомендуется применение правил для случая 1 и/или случая 2.			
	Эффективное использование РЧ спектра РР МСЭ-R для ПНМ оборудования	Для окончательной оценки функции (на основе радиосвязи) передачи сигналов/управления и/или связи электронной системы электропитания с БПЭ могут в дополнение применяться национальная и/или региональная нормативная база (например, оценка для лицензирования и/или соответствия), относящаяся к эффективному использованию радиочастотного спектра. Для испытаний типа могут использоваться соответствующие национальные и региональные стандарты оборудования радиосвязи, например согласно Отчету МСЭ-R SM.2153-1 (устройства радиосвязи малого радиуса действия).			

Случай 3: если работа оборудования БПЭ сопровождается передачей данных или связью с использованием частоты, отличающейся от частоты, используемой для БПЭ, тогда:

- a) следует рассматривать соответствие функции БПЭ требованиям к излучениям по ЭМС, определенным в стандарте СИСПР на соответствующее оборудование, в целях установления презумпции соответствия существующей национальной и/или региональной нормативной базе по ЭМС согласно Рекомендации МСЭ-R SM.1056-1, в отношении любых полезных, нежелательных и побочных излучений, являющихся результатом БПЭ в радиочастотном диапазоне;
- b) следует рассматривать соответствие функции передачи данных и/или связи требованиям по ЭМС и функциональным требованиям для радиооборудования, определенного в национальных и/или региональных спецификациях и стандартах для контроля за эффективным использованием радиочастотного спектра, в целях установления презумпции соответствия существующей национальной и/или региональной нормативной базе для радиоустройств и радиомодулей, являющихся частью испытываемой системы БПЭ, в отношении любых полезных, нежелательных и побочных излучений, которые могут быть отнесены к функции радиопередачи данных и/или радиосвязи.

В случае 3 испытываемая система БПЭ рассматривается как многофункциональное оборудование. Одобрение типа следует выдавать при условии подтверждения того, что конкретный тип оборудования БПЭ соответствует обязательным требованиям по ЭМС к излучениям (и защищенности), определенным в соответствующих стандартах СИСПР (или других стандартах МЭК), в части его функции БПЭ, см. пункт а). Другим предварительным условием получения одобрения типа должно быть подтверждение того, что радиоустройство или радиомодуль, являющиеся неотъемлемой частью систем БПЭ, соответствуют обязательным требованиям по ЭМС и функциональным требованиям в отношении радиооборудования, определенного в соответствующих национальных или региональных спецификациях и стандартах для радиооборудования.

В настоящее время СИСПР отмечает двойственный подход национальных и/или региональных регуляторных органов к одобрению типа, оценке соответствия и лицензированию наряду с разрешением работы и использования применений БПЭ на практике.

В то время как европейские органы могут ясно представить единое применение Европейской нормативно-правовой базы в отношении устройств малого радиуса действия (SRD) для случая 2, Федеральная комиссия по связи (ФКС) Соединенных Штатов Америки указала, что устройства БПЭ, работающие на частотах выше 9 кГц, должны рассматриваться как радиопередатчики и, следовательно, к ним применяются правила Части 15 и/или Части 18 правил ФКС. Конкретная применяемая часть зависит от порядка работы устройства, а также наличия связи между зарядным устройством и заряжаемым устройством.

В таблице 4.4 представлен обзор текущей нормативной базы Европы. Следует заметить, что ТСАМ, Комитет по оценке соответствия и наблюдению за рынком в области электросвязи Европейской комиссии, утвердил на своем собрании в феврале 2013 года эти предложения, внесенные европейскими ОРС CENELEC и ETSI. Таким образом ТСАМ указал, что действующая европейская нормативная база применяется ко всем существующим и будущим применениям БПЭ.

Для случая 2, заявления о соответствии (DoC) с единственной ссылкой на Директиву по ЭМС будут приниматься для типа электронного оборудования питания БПЭ, оснащенного и неоснащенного дополнительной функцией передачи данных на частоте БПЭ, и с любой номинальной проходной мощностью, при условии что демонстрируется соответствие оборудования БПЭ требованиям к излучению для оборудования группы 2, определенного в EN 55011 (см. случай 2а). Наряду с этим случай 2b открывает возможности для DoC с единственной ссылкой на Директиву R&TTE, если демонстрируется соответствие рассматриваемого оборудования БПЭ требованиям соответствующих согласованных стандартов ЭМС и функциональных стандартов ETSI для оборудования радиосвязи.

ТАБЛИЦА 4.4

## Европейская нормативная база по ЭМС и эффективному использованию радиочастотного спектра (TCAM, CEPT/ERC, OPC ETSI и CENELEC)

Случай	Соответствующая нормативная база	Другие спецификации, также применяемые регуляторными органами	Применимые обязательные требования/стандарты		
			ЭМП	ЭМС	Радиосвязь
1 Системы БПЭ без функции передачи данных или связи	Директива по ЭМС	Отсутствуют	EN 62311 (EN 62479) или другие применимые стандарты из Официального журнала ЕС, перечисленные в разделе Директивы по маломощным устройствам	EN 55011 группа 2 (или более специальный стандарт CENELEC на продукты, если имеется)	Н/Д
2а Системы БПЭ с функцией передачи данных или связи на частоте передачи энергии (Любой диапазон передачи энергии)	Директива по ЭМС	Отсутствуют	См. выше	См. выше	Применение не обязательно
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – В настоящее время испытания типа для электронного оборудования электропитания с БПЭ, оснащенного/неоснащенного дополнительной функцией передачи данных или связи на той же частоте в диапазоне радиочастот, могут выполняться на основании EN 55011. Не существует ограничений на величину проходной мощности, при условии что демонстрируется соответствие рассматриваемого типа продукта требованиям к излучению, определенным в EN 55011.</p> <p>Ожидается, что CENELEC начнет ликвидировать разрыв в пределах, указанных в EN 55011, для наводимых и излучаемых помех в диапазоне 9–150 кГц, в частности для электронного оборудования электропитания с БПЭ, использующего основные рабочие частоты, распределенные в этом диапазоне частот. Ожидается также, что CENELEC начнет вводить пределы излучений для оборудования БПЭ также и в других стандартах на ЭМС продуктов.</p>					
2б Системы БПЭ с функцией передачи данных или связи на частоте передачи энергии (Ограниченный диапазон передачи энергии)	Директива R&TTE	Отсутствуют	Стандарты на ЭПМ для устройств радиосвязи	Стандарты на ЭПМ для устройств радиосвязи	Функциональные стандарты для устройств радиосвязи
		9 кГц < полоса < 30 МГц	EN 62311 (EN 62479)	EN 301 489-1/3	EN 300 330
		30 МГц < полоса < 1 ГГц			EN 300 220
		1 ГГц < полоса < 40 ГГц			EN 300 440
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – При возможности для испытаний типа устройств малого радиуса действия (SRD), которые обеспечивают БПЭ и радиопередачу данных или радиосвязь на той же радиочастоте, может использоваться сочетание стандартов ETSI EN 3-1 489-1/3 и соответствующего функционального стандарта радиосвязи ETSI.</p> <p>В настоящее время возможности испытаний типа для SRD с функцией БПЭ по-прежнему ограничены достаточно низкими уровнями проходной мощности. В ETSI ведется работа по применению EN 300 330 для испытаний типа SRD с функцией БПЭ и диапазоном проходной мощности до нескольких десятков ватт.</p>					

ТАБЛИЦА 4.4 (окончание)

Случай	Соответствующая нормативная база	Другие спецификации, также применяемые регуляторными органами	Применимые обязательные требования/стандарты		
Системы БПЭ с функцией передачи данных или связи на частоте, отличной от частоты передачи энергии	Директива по ЭМС	Для окончательной оценки потенциала радиочастотных помех, обусловливаемого функцией БПЭ с передачей или без передачи данных на той же частоте, применяются правила для случая 1 или случая 2.			
	Директива R&TTE (функция радиосвязи)	Отсутствуют	Стандарты на ЭПМ для устройств радиосвязи	Стандарты на ЭПМ для устройств радиосвязи	Функциональные стандарты для устройств радиосвязи
		9 кГц < полоса < 30 МГц	EN 62311 (EN 62479)	EN 301 489-1/3	EN 300 330
		30 МГц < полоса < 1 ГГц			EN 300 220
	1 ГГц < полоса < 40 ГГц	EN 300 440			
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – Сочетание стандартов ЕТСИ EN 301 489-1/3 является лишь примером и должно использоваться для испытаний типа в отношении модулей SRD, обеспечивающих функцию передачи данных и/или связи для продукта БПЭ, проходящего испытания типа. В принципе, может использоваться любой иной тип применения радиосвязи, отвечающий цели местной передачи данных и/или радиосвязи между устройствами, образующими местную систему беспроводной передачи энергии (БПЭ). В этом случае применяются иные сочетания согласованных функциональных стандартов и стандартов на ЭМС ЕТСИ, например Bluetooth → EN 300 328 и EN 301 489-1/17, в зависимости от технологии связи.</p>					

СИСПР, заинтересованный в согласовании всемирной практики с дополнительными нормативными базами регионального и национального уровня для применений БПЭ, рекомендует внедрять подход, предложенный в рамках случаев 1, 2 и 3.

Как указано выше, в СИСПР 11 существует разрыв в обязательных требованиях к излучениям в диапазоне частот 9–150 кГц. Однако на текущий момент очевидный разрыв был подтвержден только для электронных устройств электропитания с БПЭ в той части СИСПР 11, в которой используются рабочие (или основные) частоты в диапазоне ниже 150 кГц. Следовательно, если пределы определяются в этом диапазоне частот, они будут предпочтительно применяться только к такому электронному оборудованию электропитания с БПЭ.

СИСПР/В рекомендует применение существующих пределов для группы 2 к любым электронным устройствам электропитания с БПЭ. Действуя таким образом, СИСПР/В не определяет необходимости консультаций с МСЭ-R о возможном распределении дополнительных полос частот ПНМ.

#### 4.2.2 МКЗНИ

Установленные Международной комиссией по защите от неонизирующего излучения (МКЗНИ) уровни являются принятыми на всемирном уровне контрольными уровнями, и пороговые значения стран сравниваются с уровнем воздействия, определенным МКЗНИ. Данный материал относится к соответствующим полосам частот БПЭ. Дополнительный материал приводится в главе 8.

МКЗНИ опубликовала руководящие указания по воздействию электромагнитных полей на человека. Два издания руководящих указаний МКЗНИ 1998 года [7] и 2010 года [8] применяются к БПЭ. Эти руководящие указания описывают основные ограничения и контрольные уровни. Основными ограничениями называются ограничения по воздействию на человека, базирующиеся на физических величинах, непосредственно относящихся к доказанному влиянию на здоровье человека.

В руководящих указаниях МКЗНИ физической величиной, используемой для определения основных ограничений на воздействие ЭМП, является напряженность внутреннего электрического поля, так как именно это электрическое поле воздействует на нервные клетки и другие чувствительные к электричеству структуры организма человека. Однако напряженность внутреннего электрического поля сложно оценить. Вследствие этого, для практической оценки воздействия устанавливаются контрольные уровни.

Соответствие контрольному уровню гарантирует соблюдение соответствующего основного ограничения. Если измеренное или вычисленное значение превышает значение контрольного уровня, это необязательно означает, что основное ограничение будет превышено. Однако в каждом случае превышения контрольного уровня необходимо провести проверку на соответствие основному ограничению и определить, следует ли принять дополнительные меры защиты. Контрольные уровни МКЗНИ воздействия электрических и магнитных полей приняты во всем мире, и пороговые значения стран сравниваются с контрольными уровнями МКЗНИ.

Операторы БПЭ могут принять меры для обеспечения адекватной защиты населения от воздействия ЭМП.

Проведенные недавно измерения излучения магнитного поля при БПЭ, связанные с воздействием РЧ, в Японии приведены в Приложении 3. Рекомендуется провести дополнительные измерения напряженности поля вблизи действия систем БПЭ.

## 5 Статус спектра

### 5.1 БПЭ, различие между полосами для промышленных, научных и медицинских применений и устройств малого радиуса действия

Положения п. 1.15 РР – промышленные, научные и медицинские (ПНМ) применения (радиочастотной энергии): работа оборудования или приборов, предназначенных для генерирования и местного использования радиочастотной энергии для промышленных, научных, медицинских, бытовых или подобных целей, за исключением применения в области электросвязи. Полосы частот ПНМ в основном предназначены для использования этими применениями, которые не являются применениями в области электросвязи. Поэтому БПЭ является SRD только при наличии электросвязи (для передачи данных), такой как Bluetooth или ZigBee. БПЭ является источником полезного сигнала.

Функция передачи энергии БПЭ – это ПНМ: промышленные, научные, медицинские цели; передача данных в устройствах малого радиуса действия. СИСПР уже предложил рассматривать функцию БПЭ отдельно от функции электросвязи, которая может быть SRD; см. раздел 4.2 Отчета МСЭ-R SM.2303. В зависимости от национальных нормативных правил, устройства SRD как правило действуют на основе нелицензионных и незащищенных правил.

В пп. 5.138 и 5.150 Регламента радиосвязи МСЭ определены полосы частот для ПНМ. Кандидатная полоса для устройств малого радиуса действия (SRD) отличается от полосы ПНМ. Согласно Приложениям 1 и 2 к Рекомендации МСЭ-R SM.1896 "Диапазоны частот для согласования на глобальном или региональном уровне устройств малого радиуса действия (SRD)", на практике полоса ПНМ является достаточным, но необязательным условием для согласования работы SRD. Все полосы ПНМ обслуживают устройства малого радиуса действия и электронные устройства. Но SRD работают также в полосах, не относящихся к ПНМ. Полосы ПНМ могут служить БПЭ для передачи энергии; полосы SRD потенциально могут служить в качестве предпочтительных полос частот для использования БПЭ на национальном, региональном или глобальном уровнях. На представленном ниже рисунке показаны полосы ПНМ в различных регионах МСЭ и кандидатные полосы, не относящиеся к ПНМ, для устройств SRD в различных регионах.

РИСУНОК 5.1

Полосы ПНМ и кандидатные полосы, не относящиеся к ПНМ, для устройств SRD\*



\* Источник: Mazar, 2015 [12]

## 5.2 Не относящиеся к ПНМ полосы, используемые на национальной основе для БПЭ

42–48 кГц

52–58 кГц

79–90 кГц

100 кГц до 205 кГц

425 кГц до 524 кГц

Исследуемые полосы частот и основные параметры для этих применений приведены в таблице 5.1. В этой таблице указаны также действующие системы, для которых требуется обеспечение сосуществования.

### (i) Магнитная индукция

Для применений на основе магнитной индукции предполагается диапазон частот 100–205 кГц. Учитывая текущие сценарии использования и технические условия, планируется, что действие БПЭ будет соответствовать местным и международным правилам и руководящим указаниям в отношении норм на излучение и предельного воздействия РЧ.

В ряде стран уже внедрены некоторые продукты, в которых используются технологии на основе магнитной индукции.

### (ii) Магнитная индукция высокой мощности

Диапазон частот тот же, что и для применений ЭМ (см. ниже).

Существует большое число действующих устройств и систем, включая радиоприемники сигналов точного времени и железнодорожные радиосистемы, которые работают на тех же частотах, что и применения на основе магнитной индукции высокой мощности и, следовательно, потребуются исследования возможности сосуществования.

(iii) Емкостная связь

Системы БПЭ на основе емкостной связи первоначально разрабатывались для использования в диапазоне частот 425–524 кГц. Уровень мощности передачи менее 100 Вт. Ниже приведены некоторые основания для выбора частоты.

Первым основанием является баланс эффективности и размеров оборудования. Для использования в этой полосе частот разработано большое число элементов, например инверторы, выпрямители и т. д., которые расширяют диапазон компонентов с низкими потерями, что способствует оптимизации проектирования БПЭ. Основной частью системы БПЭ на основе емкостной связи являются трансформаторы. Характеристики трансформатора зависят от показателя добротности ферритового материала, который может быть оптимизирован в этом диапазоне частот. Следовательно, общая эффективность системы на основе емкостной связи составляет примерно от 70% до 85%.

Вторым основанием является возможность подавления нежелательных излучений электрического поля для обеспечения сосуществования с действующими системами, работающими в соседних полосах частот, например АМ-радиовещание. Была исследована и показана спектральная маска систем БПЭ на основе емкостной связи в диапазоне частот 425–524 кГц для обеспечения выполнения условий сосуществования с АМ-радиовещанием и другими службами.

(iv) Пассажирские электромобили

В настоящей главе ЭМ означает электромобили и подзаряжаемые гибридные электромобили (ПГЭМ).

БПЭ для ЭМ, находящихся на стоянке, рассматривается WLF, IEC, SAE и JARI. Было в целом согласовано, что диапазон частот 20–200 кГц обеспечивает преимущества по достижению эффективности передачи большой энергии в схемах с высокой мощностью.

В Японии в ходе исследований совместного использования спектра и обсуждения возможности сосуществования с действующими применениями рассматривались подполосы 42–48 кГц, 52–58 кГц, 79–90 кГц и 140,91–148,5 кГц. Было проведено интенсивное обследование существующих сейчас в мире видов использования спектра для сужения кандидатного спектра в целях максимального уменьшения возможных помех существующим применениям. По состоянию на май 2015 года для беспроводной зарядки ЭМ был выбран диапазон 79–90 кГц. Аналогичным образом, Целевая группа J2954 SAE International согласовала для БПЭ в автомобилях малой грузоподъемности полосу 81,38–90,00 кГц.

(v) Грузовые электромобили

В мае 2011 года правительство Кореи осуществило распределение частот 20 кГц (19–21 кГц) и 60 кГц (59–61 кГц) для электромобилей с бесконтактной зарядкой (ЭМБЗ). Эти частоты могут использоваться в Корее для любого типа автомобилей – грузовых или пассажирских. В настоящее время система ЭМБЗ проходит испытания и лицензирована в одном пункте.

### 5.3 Полосы ПНМ, используемые на национальной основе для БПЭ

6765–6795 кГц

13,56 МГц

(i) Магнитный резонанс

В ряде стран полоса 6765–6795 кГц поддерживает БПЭ на основе магнитного резонанса малой мощности. Полоса 6765–6795 кГц предусмотрена в качестве полосы ПНМ в п. 5.138 Регламента радиосвязи.

В Японии ПНМ оборудование, предельная передаваемая РЧ мощность которого составляет 50 Вт, может использоваться в этой полосе без специального разрешения. Рассматривается новое правило одобрения типа для оборудования БПЭ, которое может разрешить мощность передачи более 50 Вт.

Ниже приведены причины, по которым полоса 6765–6795 кГц может оказаться предпочтительной для технологии БПЭ на основе магнитного резонанса:

- полоса ПНМ;
- ряд организаций по разработке стандартов разрабатывают стандарты БПЭ для использования в полосе 6765–6795 кГц.
- возможны небольшие физические размеры компонентов БПЭ, например катушек передатчика и катушек приемника энергии.

В Корее полоса 13,56 МГц используется для БПЭ в целях зарядки 3D очков для просмотра 3D ТВ.

ТАБЛИЦА 5.1

**Исследуемые диапазоны частот, основные параметры, действующие системы в системах БПЭ для мобильных/переносных устройств и бытового/офисного оборудования**

	<b>Магнитная индукция (малая мощность)</b>	<b>Связь на основе магнитного резонанса</b>	<b>Магнитная индукция (высокая мощность)</b>	<b>Емкостная связь</b>
Типы применения	Мобильные устройства, планшетные, портативные компьютеры	Мобильные устройства, планшетные, портативные компьютеры	Бытовые приборы, офисное оборудование (включая применения высокой мощности)	Переносные устройства, планшеты, портативные компьютеры
Принцип технологии	Индукция на основе магнитного резонанса	Высокий резонанс		БПЭ с помощью электрического поля
Рассматриваемые страны	Коммерчески доступно в Японии, Корее	Япония, Корея	Япония	Япония
Рассматриваемые диапазоны частот	Япония: 110–205 кГц	Япония: 6 765–6 795 кГц	Япония: 20,05–38 кГц, 42–58 кГц, 62–100 кГц	Япония: 425–524 кГц
Диапазоны частот, присвоенные на национальном уровне	Корея: 100–205 кГц	Корея: 6 765–6 795 кГц		
Рассматриваемый диапазон мощности		Япония: несколько Вт – 100 Вт	Япония: несколько Вт – 1,5 кВт	Япония: до 100 Вт
Преимущества	Согласованный на глобальном уровне спектр. Эффективность передачи более высокой мощности.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Возможно наличие спектра на глобальном уровне.</li> <li>– Гибкость размещения и удаленности приемной стороны.</li> <li>– Передатчик может обеспечивать мощность для нескольких приемников широкого современного диапазона.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Более высокая мощность</li> <li>– Гибкость размещения и удаленности приемной стороны.</li> <li>– Передатчик может обеспечивать мощность для нескольких приемников широкого современного диапазона.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Высокая эффективность (70–85%)</li> <li>– без нагрева электрода;</li> <li>– низкий уровень излучений;</li> <li>– свобода положения по горизонтали.</li> </ul>

ТАБЛИЦА 5.1 (окончание)

	<b>Магнитная индукция (малая мощность)</b>	<b>Связь на основе магнитного резонанса</b>	<b>Магнитная индукция (высокая мощность)</b>	<b>Емкостная связь</b>
Области применения	Переносные устройства, клиентская часть, промышленные области, специальные области	Переносные устройства, планшетные, портативные компьютеры, бытовые приборы (малая мощность)	Бытовые потребители (высокая мощность), офисное оборудование	Переносные устройства, планшетные, портативные компьютеры, бытовое/офисное оборудование
Соответствующие стандарты объединений/международные стандарты	Консорциум бес-проводной электро-магнитной энергии (Wireless Power Consortium, WPC) [6]	A4WP [4]		
Участники, заинтересованные в совместном использовании спектра		Япония: системы подвижной/фиксированной радиосвязи Корея: полоса ПНМ	Япония: радиоприемники сигналов точного времени (40 кГц, 60 кГц) железнодорожные радиосистемы (10–250 кГц)	Япония: АМ-радио-вещание (525–1 606,5 кГц), морская связь/NAVTEX (405–526,5 кГц) и любительская радиосвязь (472–479 кГц).

ТАБЛИЦА 5.2

**Исследуемые диапазоны частот, основные параметры, действующие системы в системах БПЭ для применений ЭМ**

	<b>Магнитный резонанс и/или индукция для пассажирских электромобилей</b>	<b>Магнитная индукция для грузовых автомобилей</b>
Типы применения	Зарядка ЭМ на стоянке (статическое состояние)	Электромобиль с бесконтактной зарядкой (ЭМБЗ) (зарядка ЭМ в движении, включая остановку/стоянку)
Принцип технологии	Магнитный резонанс и/или индукция	Магнитная индукция
Рассматриваемые страны	Япония	Корея
Диапазон частот	79–90 кГц	19–21 кГц, 59–61 кГц
Диапазон мощности	3,3 кВт и 7,7 кВт; классы приняты для пассажирских автомобилей	– Минимальная мощность: 75 кВт – Номинальная мощность: 100 кВт – Максимальная мощность: определяется – Воздушный зазор: 20 см – Экономия времени и затрат

ТАБЛИЦА 5.2 (окончание)

	Магнитный резонанс и/или индукция для пассажирских электромобилей	Магнитная индукция для грузовых автомобилей
Преимущество	Эффективность передачи более высокой мощности.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Эффективность передачи более высокой мощности</li> <li>– Максимально увеличенный воздушный зазор</li> <li>– Сниженный низкочастотный шум</li> <li>– Эффективная конструкция защитного экрана</li> <li>– Экономия времени и затрат</li> </ul>
Соответствующие стандарты объединений/международные стандарты	МЭК 61980-1 (ТК 69) ИСО 19363 (ИСО (ТК 22/ПК 21)) SAE J2954	
Участники, заинтересованные в совместном использовании спектра	Радиоприемники сигналов точного времени (40 кГц, 60 кГц) Железнодорожные радиосистемы (10–250 кГц) Любительская радиосвязь (135,7–137,8 кГц) АМ-радиовещание (526,5–1 606,5 кГц)	Фиксированная морская подвижная связь (20.05–70 кГц) → Судовые станции для радиотелеграфии Ограничено гиперболической радионавигацией (DECCA) (84–86 кГц)

## 6 Статус национального регулирования

Для Китая, Японии и Кореи страновые правила и условия, применяемые к частоте БПЭ, и текущие вопросы разработки правил представлены в [1] и [5].

### i) В Корее

Все оборудование радиосвязи, включая устройства БПЭ, должно соответствовать трем нормативным актам в рамках Закона о радиоволнах: 1) нормативный акт по техническим характеристикам, 2) нормативный акт по ЭМС, 3) нормативный акт по ЭМП. Далее приведены пояснения, касающиеся технических нормативов в Корее.

К оборудованию БПЭ применяется регулирование, относящееся к ПНМ оборудованию, и оборудование мощностью выше 50 Вт должно иметь лицензию на эксплуатацию. Для оборудования мощностью ниже 50 Вт требуется соответствие нормативу по электрическим полям слабой напряженности и техническому нормативу по испытаниям на ЭМС. Недавно правительство пересмотрело следующим образом требования к соответствию и рабочие характеристики, и все устройства БПЭ рассматриваются как ПНМ оборудование.

- В диапазоне 100–205 кГц напряженность электрического поля устройств БПЭ ниже или равна 500 мкВ/м на расстоянии 3 м. Это значение должно быть получено на основании руководства по измерениям со ссылкой на СИСПР/I/417/PAS.
- В диапазоне 6 765–6 795 кГц напряженность электрического поля побочных излучений должна соответствовать приведенным в таблице 6.1 значениям.
- В диапазоне 19–21 кГц, 59–61 кГц напряженность электрического поля ниже и равна 100 мкВ/м на расстоянии 100 м.

ТАБЛИЦА 6.1

## Пределы напряженности поля, применяемые для БПЭ в Корее

Диапазон частот	Предел напряженности поля (квазипиковое значение)	Ширина полосы измерения	Расстояние измерения
9–150 кГц	78,5–10 log(f в кГц/9) дБмкВ/м	200 Гц	10 м
150–10 МГц		9 кГц	
10–30 МГц	48 дБмкВ/м	120 кГц	
30–230 МГц	30 дБмкВ/м		
230–1 000 МГц	37 дБмкВ/м		

ТАБЛИЦА 6.2

## Нормативы, применяемые к БПЭ в Корее

Уровень мощности	Наименование применения	Применяемые технические нормативы	Соответствующая технология БПЭ
Малая мощность (≤ 50 Вт)	ПНМ оборудование – устройство БПЭ, использующее диапазон частот 100–205 кГц	Слабая напряженность электрического поля	– Имеющиеся на рынке продукты, в которых используется индукционная технология
	ПНМ оборудование устройство БПЭ, использующее диапазон частот 6 765–6 795 кГц	ПНМ	– Учитывая продукты, в которых используется резонансная технология
Высокая мощность (≥ 50 Вт)	ПНМ оборудование, использующее диапазон частот 19–21 кГц, 59–61 кГц	ПНМ	– Устанавливается в определенных зонах – SMFIR (формированием магнитного поля в резонансе)

ii) В Японии

a) Пределы излучений

В 2015 году Совет по информации и связи МСЭ утвердил Отчет по регламентации систем БПЭ для мобильных устройств, использующих частоту 6,78 МГц (магнитная связь), использующих полосу 400 кГц (емкостная связь), а также для ЭМ. В Отчете представлены пределы излучений с результатами оценки, полученными с помощью моделирования параметров БПЭ и измерений, проведенных в период с четвертого квартала 2013 года по третий квартал 2014 года. Кроме того, для обследования параметров и по регуляторным соображениям были представлены модели измерения излучений и методики измерений. На основе моделированных и измеренных данных были проведены исследования сосуществования (совместного использования спектра) с действующими системами, наравне с подтверждением того, что генерируемые помехи не являются вредными.

В январе 2015 года было показано, что технологии БПЭ для мобильных устройств, использующих частоту 6,78 МГц и использующих полосу 400 кГц, могут сосуществовать с действующими системами, и Отчет был утвержден.

В мае 2015 года было показано, что технологии БПЭ для ЭМ совместимы с действующими системами при условном согласии. БПЭ для бытового/офисного оборудования с более высокой мощностью (< 1,5 Вт) пока еще не соответствует требованиям для совместного сосуществования.

Когда в Отчете указываются пределы кондуктивного и эмиссионного излучений, они относятся в основном к стандартам СИСПР с учетом международного согласования нормативных баз, как это показано в таблице 6.3. Результаты последних обсуждений в СИСПР могут быть упомянуты и включены в пределы излучений БПЭ, действующие в Японии. Для некоторых особых случаев были согласованы дополнительные внутренние условия сосуществования.

Для пределов излучений БПЭ для мобильных устройств в качестве основного контрольного предельного значения принимается во внимание класс В СИСПр 11; а СИСПр 32 может быть принят, если это необходимо, в случае всесторонней оценки излучений мультимедийных устройств. В Таблицах 6.4, 6.5 и 6.6 кратко приводятся эти конкретные пределы излучений.

Согласно действующей в Японии нормативной базе, для эксплуатации любых устройств с мощностью передачи, не превышающей 50 Вт, не требуется разрешение администратора. До настоящего времени для технологий БПЭ для мобильных устройств, использующих частоту 6,78 МГц и использующих полосу 400 кГц, предполагались такие сценарии использования, при которых мощность передачи не превышает 50 Вт. Ожидается, что при этих технологиях мощность передачи превысит 50 Вт, как только вступит в силу новое правило, возможно в 2015 году.

ТАБЛИЦА 6.3

## Справочные стандарты и условия для определения пределов излучений в Японии

Предлагаемая технология	Кондуктивное излучение		Эмиссионное излучение			
	9–150 кГц	150 кГц – 30 МГц	9–150 кГц	150 кГц – 30 МГц	30 МГц – 1 ГГц	1–6 ГГц
(а) БПЭ для ЭМ (класс 3 кВт и класс 7 кВт)	Не указано для ближайшей перспективы (*1)	СИСПр 11, Группа 2 (Изд. 5.1)	РГ по условиям сосуществования (*1)	СИСПр 11, Группа 2 (Изд. 5.1) (*4) РГ по условиям сосуществования	СИСПр 11, Группа 2 (Изд. 5.1)	Не указано
(б) БПЭ для мобильных устройств, использующих частоту 6,78 МГц (< 100 Вт)	Не указано, так как диапазон не соответствует затрагиваемым полосам частот	СИСПр 11, Группа 2 (Изд. 5.1) (*2) СИСПр 32 (Изд. 1.0)	Не указано	СИСПр 11, Группа 2 (Изд. 5.1) (*2), (*3), (*4) РГ по условиям сосуществования	СИСПр 11, Группа 2 (Изд. 5.1) (*2) СИСПр 32 (Изд. 1.0) РГ по условиям сосуществования	СИСПр 32 (Изд. 1.0)
(с) БПЭ для бытового/офисного оборудования (< 1,5 кВт)	СИСПр 14-1, Приложение В (Изд. 5.2)	СИСПр 11, Группа 2 (Изд. 5.1) СИСПр 14-1, Приложение В (Изд. 5.2)	СИСПр 14-1 Приложение В (Изд. 5.2) РГ по условиям сосуществования	СИСПр 11, Группа 2 (Изд. 5.1) (*2), (*3), (*4) СИСПр 14-1, Приложение В (Изд. 5.2) РГ по условиям сосуществования	СИСПр 11, Группа 2 (Изд. 5.1) (*2) СИСПр 14-1 (Изд. 5.2)	Не указано
(д) БПЭ для мобильных устройств 2 (емкостная связь) (< 100 Вт)	Не указано, так как диапазон не соответствует затрагиваемым полосам частот	СИСПр 11, Группа 2 (Изд. 5.1) (*2) СИСПр 32 (Изд. 1.0)	Не указано	СИСПр 11, Группа 2 (Изд. 5.1) (*2), (*3), (*4) РГ по условиям сосуществования	СИСПр 11, Группа 2 (Изд. 5.1) (*2) СИСПр 32 (Изд. 1.0)	СИСПр 32 (Изд. 1.0)

## ПРИМЕЧАНИЯ:

(\*1) Повторное обсуждение спецификаций, когда в будущем будет указано в СИСПр 11.

(\*2) В случае, когда устройство с функцией БПЭ работает без хост-устройства, стандарт СИСПр 11 должен применяться в качестве основного; затем применяются другие стандарты в качестве вторичных.

(\*3) Если иное не указано в отношении конкретной полосы, которая должна использоваться, стандарт СИСПр 11 должен применяться в качестве основного; затем применяются другие стандарты в качестве вторичных.

(\*4) Для стандарта СИСПр 11, группа 2, класс В, указываются пределы излучений на расстоянии 10 м на основе предела излучений на расстоянии 3 м.

(\*5) Классификация классов А/В не противоречит определению СИСПр.

(\*6) Для случаев, отмеченных как СИСПр 32 в (b) и (d), применяется, при необходимости, СИСПр 32, поскольку подходит СИСПр 32.

TABLE 6.4

**Пределы излучений для мобильных устройств БПЭ, использующих частоту 6,78 МГц (магнитная связь) в Японии**

Целевое применение БПЭ	Пределы кондуктивных излучений		Пределы эмиссионных излучений от основной гармоники	Пределы эмиссионных излучений в других полосах			
	9–150 кГц	150 кГц – 30 МГц	6,765–6,795 МГц	9–150 кГц	150 кГц – 30 МГц	30 МГц – 1 ГГц	1–6 ГГц
(b) БПЭ для мобильных устройств, использующих частоту 6,78 МГц	Не указано	0,15–0,50 МГц: Квазипиковое значение 66–56 дБмкВ (линейное снижение при $\log(f)$ ) Среднее значение 56–46 дБмкВ (линейное снижение при $\log(f)$ ) 0,50–5 МГц: Квазипиковое значение 56 дБмкВ, Среднее значение 46 дБмкВ 5–30 МГц: Квазипиковое значение 60 дБмкВ, Среднее значение 50 дБмкВ, за исключением полос ПНМ	6,765–6,776 МГц: 44,0 дБмкА/м при 10 м (квазипиковое значение); 6,776–6,795 МГц: 64,0 дБмкА/м при 10 м (квазипиковое значение)	Не указано	На основе СИСПР 11, Изд. 5.1, при преобразовании в значения для расстояния 10 м предел излучения линейно снижается при $\log(f)$ от 39 дБмкА/м на 0,15 МГц до 3 дБмкА/м на 30 МГц. Исключение 1: 20,295–20,385 МГц: 4,0 дБмкА/м на 10 м (квазипиковое значение). Исключение 2: 526,5–1 606,5 кГц: –2,0 дБмкА/м на 10 м (квазипиковое значение)	На основе СИСПР 11, Изд. 5.1, применяются следующие значения: 30–80,872 МГц: 30 дБмкВ/м; 80,872–81,88 МГц: 50 дБмкВ/м; 81,88–134,786 МГц: 30 дБмкВ/м; 134,786–136,414 МГц: 50 дБмкВ/м; 136,414–230 МГц: 30 дБмкВ/м; 230–1 000 МГц: 37 дБмкВ/м В случае, если должен применяться СИСПР 32 (Изд. 1.0), применяются пределы для расстояния 3 м, указанные в таблице А.5. Исключение: 33,825–33,975 МГц: 49,5 дБмкВ/м на 10 м (квазипиковое значение)	В случае, если должен применяться СИСПР 32 (Изд. 1.0) (1), применяются пределы для расстояния 3 м, указанные в таблице А.5 (1).

ТАБЛИЦА 6.5

**Пределы излучений для мобильных устройств БПЭ, использующих полосу 400 кГц  
(емкостная связь) в Японии**

Целевое применение БПЭ	Пределы кондуктивных излучений		Пределы эмиссионных излучений от основной гармоника	Пределы эмиссионных излучений в других полосах			
	9–150 кГц	150 кГц – 30 МГц		9–150 кГц	150 кГц – 30 МГц	30 МГц – 1 ГГц	1–6 ГГц
(d) БПЭ для мобильных устройств, использующих полосу 400 кГц (емкостная связь)	Не указано	0,15–0,50 МГц: Квазипиковое значение 66–56 дБмкВ (линейное снижение при $\log(f)$ ) Среднее значение 56–46 дБмкВ (линейное снижение при $\log(f)$ ) 0,50–5 МГц: Квазипиковое значение 56 дБмкВ, Среднее значение 46 дБмкВ 5–30 МГц: Квазипиковое значение 60 дБмкВ, Среднее значение 50 дБмкВ, за исключением полос ПНМ	На основе СИСПР 11, Изд. 5.1, при преобразовании в значения для расстояния 10 м предел излучения линейно снижается при $\log(f)$ от 39 дБмкА/м на 0,15 МГц до 3 дБмкА/м на 30 МГц	Не указано	На основе СИСПР 11, Изд. 5.1, при преобразовании в значения для расстояния 10 м предел излучения линейно снижается при $\log(f)$ от 39 дБмкА/м на 0,15 МГц до 3 дБмкА/м на 30 МГц. Исключение: 526,5 кГц – 1606,5 кГц: применяется – 2,0 дБмкА/м на 10 м (квазипиковое значение)	На основе СИСПР 11, Изд. 5.1, применяются следующие значения: 30–80,872 МГц: 30 дБмкВ/м; 80,872–81,88 МГц: 50 дБмкВ/м; 81,88–134,786 МГц: 30 дБмкВ/м; 134,786–136,414 МГц: 50 дБмкВ/м; 136,414–230 МГц: 30 дБмкВ/м; 230–1 000 МГц: 37 дБмкВ/м В случае, если должен применяться СИСПР 32 (Изд. 1.0), применяются пределы для расстояния 3 м, указанные в таблице А.5	В случае, если должен применяться СИСПР 32 (Изд. 1.0) (1) применяются пределы для расстояния 3 м, указанные в таблице А.5 (1)

TABLE 6.6

## Пределы излучений БПЭ для применений ЭМ в Японии

Целевое применение БПЭ	Пределы кондуктивных излучений		Пределы эмиссионных излучений от основной гармоника	Пределы эмиссионных излучений в других полосах			
	9–150 кГц	150 кГц–30 МГц		79–90 кГц	9–150 кГц	150 кГц–30 МГц	30 МГц–1 ГГц
БПЭ для зарядки ЭМ	Не указано	0,15–0,50 МГц: Квазипиковое значение 66–56 дБмкВ (линейное снижение при $\log(f)$ ) Среднее значение 56–46 дБмкВ (линейное снижение при $\log(f)$ ), 0,50–5 МГц: Квазипиковое значение 56 дБмкВ, Среднее значение 46 дБмкВ 5–30 МГц: Квазипиковое значение 60 дБмкВ, Среднее значение 50 дБмкВ, за исключением полос ПНМ	68,4 дБмкА/м на расстоянии 10 м (квазипиковое значение)	23,1 дБмкА/м на расстоянии 10 м (квазипиковое значение), за исключением 79–90 кГц	На основе СИСР 11, Изд. 5.1, при преобразовании в значения для расстояния 10 м линейное снижение при $\log(f)$ от 39 дБмкА/м на 0,15 МГц до 3 дБмкА/м на 30 МГц (1). Исключение 1: Для 158–180 кГц, 237–270 кГц, 316–360 кГц и 3 965–450 кГц, пределы излучений выше, чем указано ранее (1), на 10 дБ. Исключение 2: Для 526,5–1 606,5 кГц, –2.0 дБмкА/м (квазипиковое значение)	На основе СИСР 11 Изд. 5.1, применяются следующие значения: 30–80,872 МГц: 30 дБмкВ/м; 80,872–81,88 МГц: 50 дБмкВ/м; 81,88–134,786 МГц: 30 дБмкВ/м; 134,786–136,414 МГц: 50 дБмкВ/м; 136,414–230 МГц: 30 дБмкВ/м; 230–1 000 МГц: 37 дБмкВ/м	Не указано

## b) Оценка воздействия РЧ

В Японии при оценке соответствия требованиям в отношении воздействия РЧ на организм человека со стороны систем БПЭ применяются Руководящие указания по защите от радиоизлучения (RRPG). В RRPG содержатся рекомендуемые руководящие указания, которые применяются, когда человек использует радиоволны и его организм подвергается воздействию электромагнитного поля (в диапазоне частот от 10 кГц до 300 ГГц), для того чтобы электромагнитное поле было безопасным и не приводило к излишнему биологическому воздействию на организм человека. Эти руководящие указания включают цифровые показатели напряженности электромагнитного поля, метод оценки электромагнитного поля и метод защиты для уменьшения излучения электромагнитного поля.

Нормативные значения, применяемые к системам БПЭ, представляют собой приведенные в RRPG административные руководящие указания относительно общей среды в случае, когда воздействие электромагнитных полей на организм человека не может быть определено, нельзя ожидать надлежащего контроля и существуют изменчивые факторы. Например, к этому случаю относится положение, когда жители подвергаются воздействию электромагнитных полей в обычных жилых районах.

Но в случае, когда организм человека расположен на расстоянии 20 см от системы БПЭ, работающей в диапазоне частот от 10 кГц до 100 кГц, для которого не могут применяться руководящие указания по поглощению различными частями тела, применяются базовые руководящие указания, приведенные в RRPГ.

В базовых руководящих указаниях не выделяются общая среда и профессиональная среда; поэтому при применении общих руководящих указаний в значениях подсчитывается фактор безопасности в размере  $1/5$  ( $1/\sqrt{5}$  для напряженности электромагнитного поля и плотности электрического тока), который применяется в административных руководящих указаниях.

В методике оценки приводятся схемы оценки для проведения оценки соответствия RRPГ, в которых представлены нормативные значения и руководящие указания. Для каждой целевой технологии БПЭ (например, БПЭ с использованием частоты 6,78 МГц, БПЭ для мобильных устройств, БПЭ для ЭМ) имеется своя независимая схема оценки.

- 1) Возможность расположения организма человека на расстоянии  $< 20$  см от системы БПЭ или между передающей и приемной катушками;
- 2) защита от риска контакта;
- 3) состояние незаземленности;
- 4) среднее значение для SAR всего тела;
- 5) SAR части тела;
- 6) плотность индуцированного тока;
- 7) контактный ток;
- 8) внешнее электрическое поле, и
- 9) внутреннее электрическое поле.

Наиболее простая схема оценки для всех целевых технологий БПЭ включает перечисленные выше пункты 8) и 9), которые представляют собой минимальную числовую комбинацию параметров. При оценке считается, что эта самая простая схема приводит к получению наихудшего (максимального) значения поглощения энергии радиоволн организмом человека. Другими словами, оценивается воздействие РЧ, существенно превышающее фактическое значение воздействия на организм человека; а затем оценка приведет к гораздо более низкой допустимой мощности излучения от системы БПЭ.

Другие схемы включают большее число параметров. По мере роста числа принятых параметров, методика оценки требует более детальной оценки, которая приводит к более точному определению воздействия РЧ. В некоторых схемах, разработанных для подробной оценки, применяется коэффициент связи, который увеличивается вместе с измеренным максимальным значением напряженности магнитного поля для подтверждения того, что воздействие РЧ меньше нормативных значений. Также представлен расчет коэффициента связи.

Система считается соответствующей RRPГ, если продемонстрировано соответствие системы, использующей одну из целевых технологий БПЭ, нормативным значениям, указанным в любой из схем.

Если новая методика оценки, предназначенная для проведения оценки, будет соответствовать в будущем условиям надлежащих инженерно-технических подходов или если можно подтвердить улучшение применимых методик оценки в соответствующих случаях, то такая методика может применяться для этой цели.

В конце этого раздела отметим, что для RRPГ были согласованы руководящие указания МКЗНИ 2010 в целях принятия для низких диапазонов частот. Поэтому воздействие на человека следует проверять на соответствие количественным показателям воздействия, чтобы предотвратить стимуляцию нервов, а также нагрев тканей на SAR в диапазоне частот 100 кГц – 10 МГц.

## iii) В Китае

В настоящем разделе приводятся классификация и анализ регулирования для устройств БПЭ в действующей сейчас в Китае системе регулирования радиосвязи применительно к устройствам БПЭ и части БПЭ при беспроводной связи в соответствии с определениями, диапазонами частот и ограничениями для различных устройств радиосвязи.

## а) Классификация и анализ регулирования для устройств БПЭ

В Китае не существует официальных нормативных положений для БПЭ. Сейчас все полосы частот БПЭ охватываются регулированием для SRD. Поэтому для защиты действующих систем радиосвязи устройство БПЭ должно пройти испытание при выходе на рынок, которое аналогично испытанию для SRD. Но в долгосрочной перспективе нецелесообразно регулировать устройства БПЭ так же, как и SRD. Поэтому классификация и регуляторное изучение БПЭ осуществляются описанным ниже образом. Поскольку изучение находится на раннем этапе, не исключаются различные методы регулирования и классификации.

## а-1) Устройство ПНМ

*а-1-1) Анализ с точки зрения диапазона частот и определения*

В китайской системе регулирования радиосвязи устройство ПНМ определяется следующим образом: оборудование или аппаратура, в которых радиочастотная энергия используется для промышленных, научных, бытовых и аналогичных целей и которые не включают оборудование, используемое в электросвязи, информационных технологиях и других национальных стандартах. Устройство ПНМ – это оборудование, применяемое в домохозяйствах или в промышленной сфере для использования радиочастотной энергии. Поэтому устройство БПЭ может быть отнесено к устройству ПНМ.

Согласно нормативным положениям для ПНМ в Китае<sup>[10]</sup>, устройства ПНМ подразделяются на две группы на основе их применений: 1) все устройства ПНМ, в которых намеренно производится и/или применяется с использованием гальванической связи радиочастотная энергия для выполнения собственной функции; 2) все устройства ПНМ, включая оборудование EDM и оборудование дуговой сварки, в которых намеренно производится или применяется электромагнитная радиочастотная энергия для обработки материалов. Кроме того, эта группа подразделяется на две категории согласно сценариям применения: А) устройства ПНМ, которые не используются в домах или не подключены напрямую к бытовым устройствам питания низкого напряжения; В) устройства ПНМ, которые используются в домах или напрямую подключены к бытовым устройствам питания низкого напряжения.

Согласно нормативным положениям для ПНМ в Китае<sup>[10]</sup>, которые эквивалентны стандарту СИСПР 11:2003, вопрос о принадлежности полосы частот БПЭ 6,675–6,795 МГц к диапазону частот ПНМ должен определяться на основе специального решения регуляторного органа радиосвязи Китая. Тем не менее, другие полосы частот БПЭ не принадлежат к диапазону частот ПНМ.

Таким образом, на основе указанного выше анализа, при наличии разрешения устройство БПЭ, работающее в полосе 6,675–6,795 МГц, принадлежит к устройству ПНМ категории В группы 2.

*а-1-2) Анализ с точки зрения ограничений*

Согласно нормативным положениям для ПНМ в Китае<sup>[10]</sup>, рассматривается вопрос об ограничении мощности передачи внутри полосы устройства ПНМ, работающего в полосе 6,675–6,795 МГц. Кроме того, необходимо, чтобы его побочное излучение соответствовало ограничениям по помехам от электромагнитного излучения, приведенным в таблице 6.7.

ТАБЛИЦА 6.7

**Ограничения по помехам от электромагнитного излучения  
для устройства ПНМ категории В группы 2**

Полоса частот/МГц	Ограничения по помехам для устройства ПНМ категории В группы 2/дБ(мкВ/м) (измерено на расстоянии 10 м)
0,15–30	–
30–80,872	30
80,872–81,848	50
81,848–134,768	30
134,768–136,414	50
136,414–230	30
230–1 000	37

(Применяемый в Китае стандарт ПНМ, GB 4824-2004, аналогичен стандарту СИСПР 11:2003. Группа 1 предназначена для оборудования ПНМ, в котором генерируется и/или применяется с использованием гальванической связи радиочастотная энергия. Группа 2 включает оборудование ПНМ, в котором радиочастотная энергия намеренно генерируется и/или используется в форме электромагнитного излучения.)

На основе изложенного выше анализа, при наличии разрешения устройства БПЭ, работающие в полосе частот 6,675–6,795 МГц, могут в Китае управляться в соответствии с устройствами ПНМ категории В группы 2. Кроме того, БПЭ, работающие в других полосах частот, не могут управляться в соответствии с оборудованием ПНМ, согласно действующему в Китае регулированию радиосвязи.

а-2) Устройство малого радиуса действия (SRD)

*а-2-1) Анализ с точки зрения диапазона частот и определения*

В системе регулирования радиосвязи Китая<sup>[11]</sup> имеется семь категорий SRD от А до G. Среди них рабочие полосы частот категорий А–D ниже 30 МГц. Полоса частот категории А составляет 9–190 кГц. Полосы частот категории В и рабочие полосы частот БПЭ не пересекаются. Полосы частот категории С включают 6,675–6,795 МГц. Категория D, рабочие полосы частот которой 315 кГц – 30 МГц, включает все SRD, за исключением категорий А, В и С. Поэтому все рабочие полосы частот БПЭ, за исключением полосы 190–205 кГц, принадлежат к диапазону частот SRD. Кроме того, полоса частот первого поколения устройств БПЭ консорциума WPC частично выходит за рамки полосы частот БПЭ категории А. Следовательно, с точки зрения частот все устройства БПЭ относятся к SRD, за исключением устройств БПЭ, работающих в полосе 190–205 кГц.

В действующей в Китае системе регулирования радиосвязи не имеется определения SRD. Тем не менее для обычного маломощного (малого радиуса действия) радиопередающего оборудования разработано существующее административное регулирование<sup>[11]</sup>. Передача мощности устройства БПЭ не относится к категории радиоизлучения. Подавляющее большинство мощности передается на приемник с помощью связывания, индукции и других технологий, а не путем излучения энергии в беспроводном пространстве. Поэтому, с точки зрения определения, устройства БПЭ не относятся к SRD.

В аспекте воздействия беспроводного сигнала на окружающую среду устройства БПЭ могут временно управляться в соответствии с методом регулирования для SRD. Такой метод управления может обеспечить, чтобы воздействие устройства БПЭ на беспроводную среду не превышало воздействия SRD в соответствующей полосе частот. Но в долгосрочной перспективе управление устройством БПЭ в соответствии с SRD не подходит.

## а-2-2) Анализ с точки зрения ограничений

Согласно нормативным положениям<sup>[6]</sup>, SRD должно соответствовать только пределу напряженности магнитного поля. В таблице 6.8 приведены пределы напряженности магнитного поля SRD категории А, SRD категории С и SRD категории D.

ТАБЛИЦА 6.8

**Пределы напряженности магнитного поля SRD категории А,  
SRD категории С и SRD категории D**

Категория	Соответствующая полоса частот устройств БПЭ	Ограничение по напряженности магнитного поля (10 м)
SRD категории А	9–190 кГц Полоса частот устройства БПЭ WPC первого поколения частично выходит за рамки полосы частот SRD категории А	72 дБмкА/м
SRD категории С	6 765–6 795 кГц	42 дБмкА/м
SRD категории D	425–524 кГц	–5 дБмкА/м

## а-3) Результаты анализа, посвященного классификации и административному регулированию устройств БПЭ

В заключение следует отметить, что при наличии разрешения устройства БПЭ, работающие в полосе частот 6,675–6,795 МГц, могут управляться в соответствии с устройствами ПНМ категории В группы 2, а устройства БПЭ, работающие в других полосах частот, могут временно управляться в соответствии с SRD. В долгосрочной перспективе необходимо по возможности скорее выделить полосу частот для БПЭ и разработать технические спецификации по ЭМС для устройств БПЭ.

## б) Анализ части устройства БПЭ, относящейся к беспроводной связи

Прежде чем начать передачу энергии, необходимо, чтобы основное устройство БПЭ осуществило процесс установления соединения посредством беспроводной связи, чтобы убедиться в наличии вторичного устройства. При этом процессе установления связи связь характеризуется малым радиусом действия, кратким сроком и малой мощностью, что соответствует характеристикам связи SRD. Следовательно, если рабочая полоса частот части устройства БПЭ, относящейся к беспроводной связи, не выходит за рамки полосы частот устройства SRD, то она регулируется как SRD.

## 7 Состояние исследований сосуществования БПЭ и служб радиосвязи, включая радиоастрономическую службу

Учитывая, что системы БПЭ могут создавать высокую напряженность поля, существует вероятность создания помех сигналам связи, передаваемым в близлежащих полосах. Определение требуемых характеристик РЧ сигналов БПЭ должно базироваться на исследованиях потенциальных помех от БПЭ другим службам. Такие исследования и определение по их итогам характеристик должно быть выполнено до присвоения частот для БПЭ.

На рисунках 7.1 и 7.2 показан спектр БПЭ, рассматриваемый в Японии и присвоенный в Корее [1]. Следует провести исследования совместного использования спектра существующими системами и системами БПЭ, с тем чтобы уточнить возможность сосуществования. Некоторое оборудование БПЭ классифицируется как ПНМ оборудование, которое не должно создавать помех другим станциям и требовать защиты от помех от других станций.

РИСУНОК 7.1

Рассматриваемый спектр БПЭ и действующие системы (10–300 кГц)

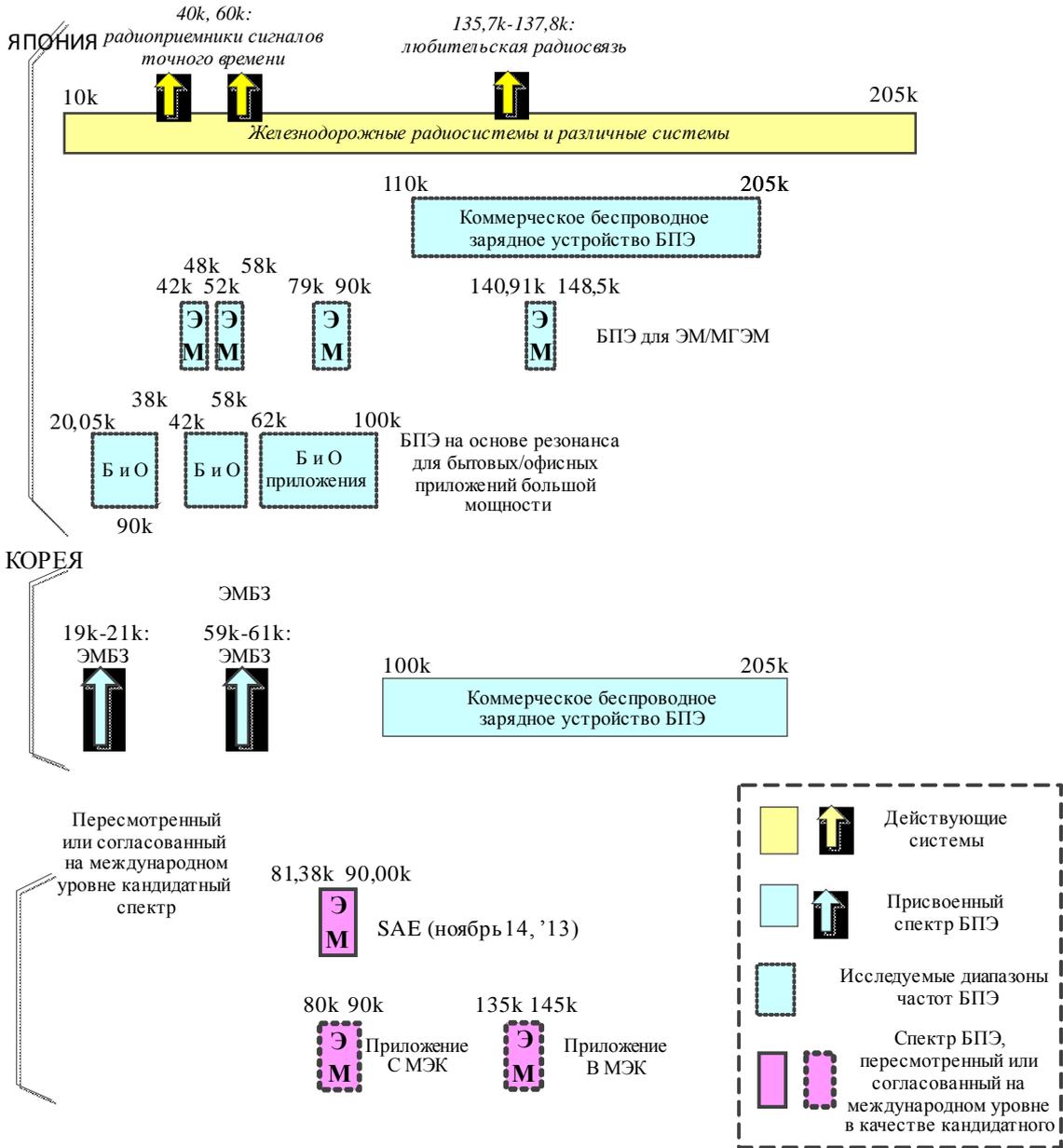
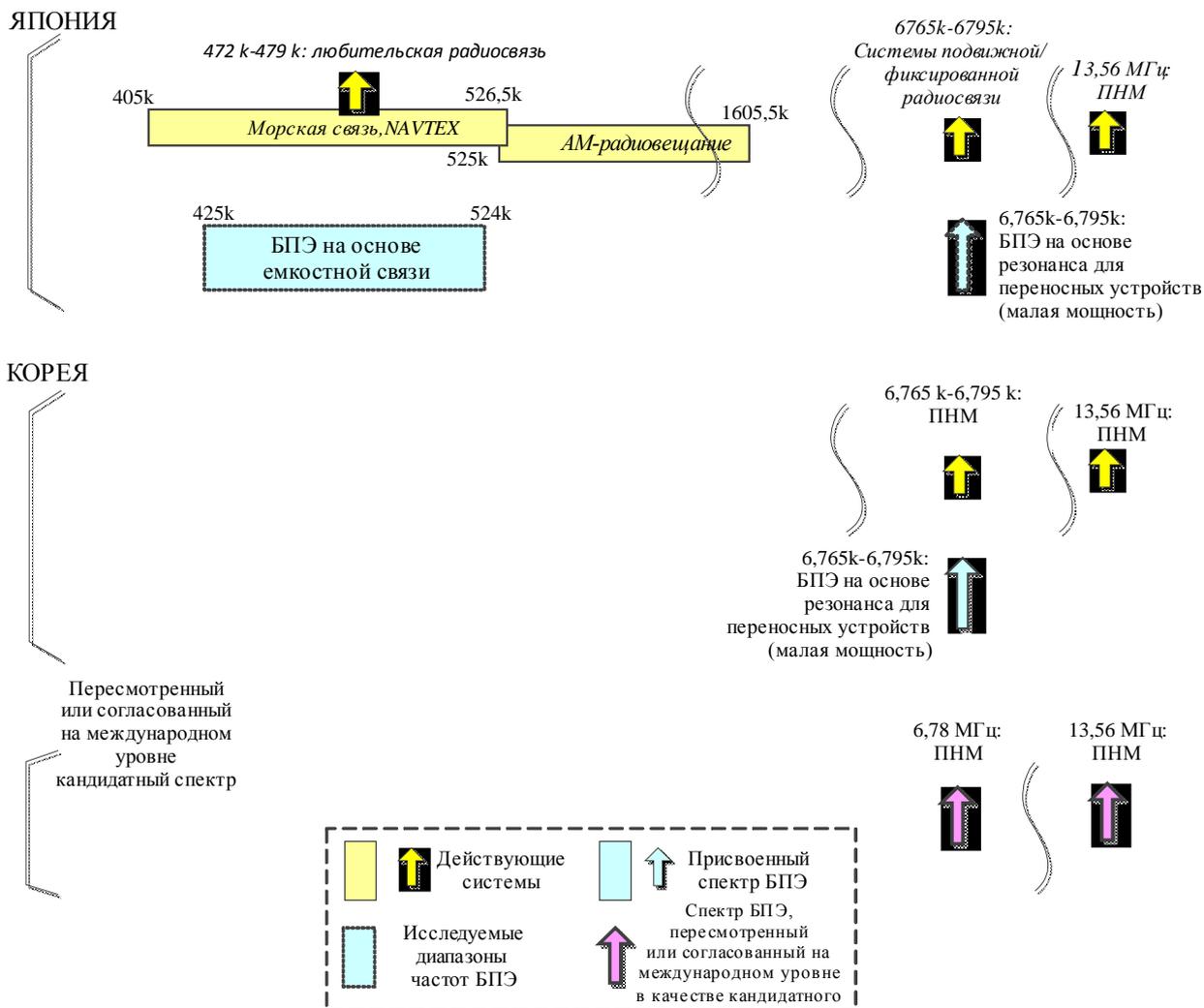


РИСУНОК 7.2

Рассматриваемый спектр БПЭ и действующие системы (400 кГц–13,56 МГц)



Report SM 2303-3-02

В Китае были созданы различные устройства БПЭ высокой мощности, в том числе БПЭ для бытовых приборов, работающих в полосе частот 47–53 кГц, и БПЭ для автомобилей малой и большой грузоподъемности, работающих в рабочих полосах частот 37–43 кГц и 82–87 кГц. С учетом требований рынка, неотложно требуется и необходимо достаточным образом исследовать возможность сосуществования, прежде чем приступать к соответствующему планированию частот. Учитывая нынешнее национальное планирование частот, введенную в действие систему беспроводной связи и другие потребности в беспроводной связи, проводятся исследования совместного существования, в том числе выделенной полосы частот, совместно используемой полосы частот, расстояния разнеса и др. В 2015 году РГ8 ТК5 CCSA приступит к осуществлению нового проекта для изучения вопросов сосуществования БПЭ с действующими системами радиосвязи. Частичные результаты исследования будут представлены в 2016 году.

В Японии обсуждаются технологии БПЭ, указанные в таблице 7.1. В таблице кратко представлены рассмотренные кандидатные диапазоны частот и целевые системы БПЭ и их основные параметры.

ТАБЛИЦА 7.1

## Технологии БПЭ, которые обсуждались в Рабочей группе по БПЭ МС Япони

Целевые применения БПЭ	а) БПЭ для ЭМ	б) БПЭ для мобильных и переносных устройств (1)	с) БПЭ для бытовых приборов и офисного оборудования	д) БПЭ для мобильных и переносных устройств (2)
Технология БПЭ	Передача энергии с помощью магнитного поля (индукционная, резонансная)			Емкостная связь
Мощность передачи	До примерно 3 кВт (макс. 7,7 кВт)	Несколько Вт – примерно 100 Вт	Несколько Вт – примерно 1,5 кВт	Примерно 100 Вт
Кандидатные диапазоны частот для БПЭ	42–48 кГц (полоса 45 кГц), 52–58 кГц (полоса 55 кГц), 79–90 кГц (полоса 85 кГц), 140,91–148,5 кГц (полоса 145 кГц)	6 765–6 795 кГц	20,05–38 кГц, 42–58 кГц, 62–100 кГц	425–524 кГц
Расстояние передачи	0 – примерно 30 см	0 – примерно 30 см	0 – примерно 10 см	0 – примерно 1 см

Информация, приведенная в настоящей таблице, может измениться под влиянием тенденций в области стандартизации БПЭ на местном и глобальном уровне.

### Япония

Для исследований в области совместного использования спектра и сосуществования Рабочая группа (РГ) по БПЭ в рамках Комитета МСЭ по электромагнитной среде для использования радиоволн подобрала много возможных и практических сочетаний действующих радиосистем и целевых систем БПЭ, которые могли бы причинять вредные помехи при конкретных сценариях использования. В каждом случае основная радиоволна БПЭ может оказаться в спектре действующих радиосистем при размещении на минимальном требуемом расстоянии разнеса от устройства БПЭ или когда не принимаются необходимые меры по ослаблению мощности. В другом случае гармоническая волна БПЭ может попадать в спектр действующих радиосистем, приводя к ухудшению качества сигнала на действующем радиоприемнике. Таких случаев может быть очень много. РГ определила условия наихудшего случая для оценки сосуществования. Были рассмотрены сценарии использования; затем были проведены моделирование и эксперименты на местах. Условия сосуществования, которые обеспечивают критерии использования системы БПЭ, были определены РГ на основе существующих пределов неприемлемых вредных излучений действующим системам и предполагаемых случаев фактического использования.

В декабре 2014 года было продемонстрировано сосуществование в определенных условиях БПЭ с магнитной связью на частоте 6,78 МГц и БПЭ с емкостной связью.

Была проведена оценка сосуществования устройств БПЭ с магнитной связью на частоте 6,78 МГц и систем общественного радио, использующих небольшие сегменты частот в диапазоне 6,765–6,795 МГц. Предполагалось, что максимальная мощность передачи составляет 100 Вт. Были рассчитаны и указаны для небольшого сегмента в диапазоне конкретные пределы излучений (см. таблицу 6.4), удовлетворяющие требованиям сосуществования.

Сосуществование устройств БПЭ с емкостной связью оценивалось с помощью теоретических расчетов и экспериментов на местах. Результаты показали гораздо меньшую напряженность магнитных излучений по сравнению с требованием по пределу излучений для сосуществования с соответствующими действующими системами. Таким образом, было подтверждено сосуществование устройств БПЭ с емкостной связью с мощностью передачи менее 100 Вт. Тем не менее, следует отметить, что диапазоны частот, используемые для морских радиоприемных устройств и любительских радиоприемных устройств, были исключены из кандидатных рабочих диапазонов частот, поскольку принимается во внимание использование спектра на международном уровне.

Другая технология БПЭ с магнитной связью, при которой используется диапазон в кГц для бытовых устройств, пока еще не продемонстрировала сосуществование всех определенных случаев, проверяемых в рамках оценки.

БПЭ для приложений ЭМ, использующих частоты 79–90 кГц, продемонстрировали сосуществование с радиоприемными устройствами, принимающими сигналы точного времени, устройствами АМ-радиовещания и любительским радио. Приложения, использующие другие кандидатные диапазоны частот, отличающиеся от 79–90 кГц, все еще не соответствуют требованиям. Таким образом, кандидатные диапазоны частот для ЭМ были сведены к диапазону 79–90 кГц.

РГ провела дальнейшую оценку для подтверждения сосуществования с железнодорожными беспроводными системами, а именно системами автоматической остановки поездов (ATS), установленными по всем железнодорожным сетям Японии, и системами индукционной поездной радиосвязи (ITRS) для весьма конкретных случаев фактического использования. РГ в конце концов согласовала технические требования по сосуществованию с железнодорожными беспроводными системами.

В результате исследования сосуществования Япония хотела бы сделать дополнительный акцент на всеобщем внимании исследованию сосуществования с железнодорожными беспроводными системами, в частности ATS. В настоящее время ATS эксплуатируются на частотах около 100 кГц и развернуты не только в рамках железнодорожной сети Японии, но и во многих странах, а также в региональных железнодорожных сетях по всему миру. В будущем может случиться так, что многие страны, развертывающие ATS, столкнутся с аналогичными проблемами для подтверждения сосуществования с системами БПЭ в целях обеспечения безопасности пассажиров. Это исследование следует принимать во внимание во всем мире, а не только в рамках конкретного для той или иной страны подхода. Япония считает, что МСЭ-R следует предложить принять меры по этому исследованию в сотрудничестве с СИСПР.

Железнодорожные беспроводные системы с механизмом электромагнитного управления имеют важнейшее значение для безопасного функционирования. Обеспечение устойчивости систем к мешающим радиоволнам является важнейшей мерой, и в каждом случае могут иметься независимые характеристики. Соответственно, критерии сосуществования систем различаются в зависимости от страны или региона. Поэтому в пределах излучений, которые будут приводиться в СИСПР, следует принимать во внимание такое разнообразие и надежность систем.

Краткий обзор результатов исследований и ведущихся обсуждений по вопросу сосуществования приводится в таблице 7.2 (А), (В), (С) и таблице 7.3.

ТАБЛИЦА 7.2

**Краткий обзор результатов исследований и ведущихся обсуждений по вопросу сосуществования БПЭ для мобильных устройств и бытовых приборов в Японии**

**(А) Сосуществование с радиоустройствами, принимающими сигналы точного времени, системами автоматической остановки поездов и системами индукционной поездной радиосвязи**

БПЭ для мобильных устройств и бытовых приборов		Действующие системы		
Технологии	Кандидатные диапазоны частот	Радиоустройства, принимающие сигналы точного времени (SCRD) (*1) (40 кГц, 60 кГц)	ATS (*2) (10–250 кГц)	ITRS (*3) (10–250 кГц)
Магнитная связь (малой мощности для мобильных устройств)	6 765–6 795 кГц	Н/П	Н/П	Н/П
Магнитная связь (малой мощности для бытовых приборов)	20,05–38 кГц	Отвечает условиям сосуществования с указанными ниже примечаниями: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-я и 3-я гармоники не попадают в рабочие диапазоны SCRD</li> <li>• Привлечение внимания пользователей к возможности помех устройствам SCRD</li> </ul>	Необходимая дальнейшая оценка сосуществования. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Необходимо рассчитать требуемое расстояние разноса, чтобы не причинять вредных помех</li> </ul>	Отвечает условиям сосуществования
	42–58 кГц			Отвечает условиям сосуществования
	62–100 кГц			Необходимая дальнейшая оценка. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Необходимо рассчитать требуемое расстояние разноса, чтобы не причинять вредных помех</li> </ul>
Емкостная связь (малой мощности для мобильных устройств)	425–524 кГц	Н/П	Отвечает условиям сосуществования при уменьшении напряженности магнитного поля на 12 дБ	Н/П

Условия сосуществования при оценке:

- (\*1) Радиоустройства, принимающие сигналы точного времени: устройства БПЭ не должны причинять вредных помех в моделируемых сценариях использования.
- Расстояние разноса в 10 м использовалось в качестве одного из критериев сосуществования. Наряду с характеристиками основной гармоники исследовались также целочисленные гармоники в случае их попадания в рабочие диапазоны радиоустройств, принимающих сигналы точного времени.
  - Рассматриваются дополнительные меры, касающиеся условия времени работы, так как не ожидается или не наблюдается уменьшения частоты работы БПЭ бытового/офисного оборудования в полночь, когда происходит частый прием сигналов радиоустройствами, принимающими сигналы точного времени. Объявление об опасности радиопомех от БПЭ для бытовых устройств может обусловить уменьшение помех при совместном

использовании того же спектра в силу отсутствия полного перекрытия времени использования.

- Гармоники БПЭ, вырабатывающие основные гармоники на частоте 20,05 кГц и 30 кГц, попадают в рабочий спектр радиоустройств, принимающих сигналы точного времени. Это имеет важнейшее значение для обеспечения отсутствия вредных помех.

(\*2) (\*3) ATS и ITRS: Устройства БПЭ не должны причинять вредных помех в работе при фактических сценариях использования. Критерии для сосуществования являются следующими:

- Полоса частот БПЭ не должна перекрываться с частотой, используемой для систем сигнализации и связи при движении поездов, включая ATS, или
- Расстояние разноса до устройств ATS/ITRS, на котором устройство БПЭ не причиняет вредных помех, должно быть меньше самого критического порогового уровня (примерно 1,5 м), указанного в стандартах создания систем движения поездов.
- указанные выше требования должны выполняться при всех типах планировки создания железных дорог в Японии.

ТАБЛИЦА 7.2

**(В) Исследование сосуществования с устройствами АМ-радиовещания и морскими радиоустройствами**

БПЭ для мобильных устройств и бытовых приборов		Действующие системы	
Технологии	Кандидатные диапазоны частот	АМ-радиовещание (*1) (526,5–1 606,5 кГц)	Морские радиоустройства (*2) (405–526,5 кГц)
Магнитная связь (малой мощности для мобильных устройств)	6 765–6 795 кГц	Н/П	Н/П
Магнитная связь (малой мощности для бытовых приборов)	20,05–38 кГц	Не отвечает условиям сосуществования, поскольку обнаруженное требуемое расстояние разноса намного превышает 10 м в качестве целевого требования	Н/П
	42–58 кГц		Н/П
	62–100 кГц		Отвечает условиям сосуществования при следующем: <ul style="list-style-type: none"> <li>• не допускается использование систем БПЭ, излучающих мощность в диапазоне частот LORAN-C (*3)</li> </ul>
Емкостная связь (малой мощности для мобильных устройств)	425–524 кГц	Отвечает условиям сосуществования с указанными ниже примечаниями. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Привлечение внимания к возможности помех АМ-радиоустройствам.</li> <li>• Для устранения отмеченных вредных помех в связи с устройствами БПЭ необходимо принимать надлежащие меры</li> </ul>	Отвечает условиям сосуществования при следующем: <ul style="list-style-type: none"> <li>• не допускается использование систем БПЭ, излучающих мощность в диапазонах частот NAVTEX и NAVDAT</li> </ul>

Условия сосуществования при оценке:

- (\*1) АМ-радиовещание: Устройство БПЭ не должно причинять вредных помех приемнику АМ-радиовещания на расстоянии по крайней мере 10 м на основе условий СИСПР для жилых районов. Модель системы предполагает наличие множества устройств БПЭ и находящихся в зданиях АМ-радиоприемников. Были проведены испытания на местах в согласованных наихудших условиях сценариев использования с использованием разных частот, числа устройств БПЭ, расстояний разноса, а также районов с высоким и низким уровнями фонового городского шума. Кроме того, упоминался класс в СИСПР 11.
- (\*2) Морские радиоустройства: Устройство БПЭ не должно причинять вредных помех. Оценка показала, что предложенная система БПЭ в основном может сосуществовать с морскими радиосистемами. Но необходимо отметить, что следующие частоты в диапазоне частот, рассматриваемом в данном исследовании, используются для обеспечения безопасности морской навигации. Поэтому эти частоты были исключены для использования. (i) NAVTEX: 518 кГц (424 кГц, 490 кГц) (ii) NAVDAT: 495–505 кГц. Кроме того, гармоники не должны попадать в полосу морской радиосвязи ОБЧ (156–162 МГц), которая используется на международной основе.
- (\*3) LORAN-C, eLORAN (90–100 кГц): Операторы морской радиосвязи отмечают, что этот спектр не должен предоставляться для использования БПЭ.

ТАБЛИЦА 7.2

**(С) Сосуществование любительских радиоустройств и систем общественного радио**

БПЭ для мобильных устройств и бытовых приборов		Действующие системы	
Технологии	Кандидатные диапазоны частот	Любительские радиоустройства (*1) (135,7–137,8 кГц, 472–479 кГц)	Системы общественного радио (*2) (6 765–6 795 кГц)
Магнитная связь (малой мощности для мобильных устройств)	6 765–6 795 кГц	Отвечает условиям сосуществования при следующем: <ul style="list-style-type: none"> <li>не допускается использование систем БПЭ, передающих мощность в диапазонах частот любительского радио</li> </ul>	Отвечает условиям сосуществования при обеспечении конкретных пределов излучений
Магнитная связь (малой мощности для бытовых приборов)	20,05–38 кГц		Нет данных
	42–58 кГц		Нет данных
	62–100 кГц		Нет данных
Емкостная связь (малой мощности для мобильных устройств)	425–524 кГц	Нет данных	

Условия сосуществования при оценке:

- (\*1) Любительские радиоустройства: Для емкостной связи полоса 472–479 кГц относится к внутриполосному использованию (совместное использование одного и того же спектра). Для любительского радио не обнаружено никаких официальных требований или правил в отношении уровня помех от других систем. Но достигнуто соглашение об исключении этой полосы, распределенной любительскому радио, из рабочего диапазона частот БПЭ и установлении соответствующего сдвига частоты.
- (\*2) Системы общественного радио: В Японии полоса 6765–6795 кГц не обозначена как полоса ПНМ. Но нормативными положениями разрешается использование приложений БПЭ в этой полосе. Были согласованы новые пределы излучений для продуктов БПЭ в этой полосе, которые могут дать возможность сосуществования с действующими системами и возможность более высокой мощности передачи в этой полосе.

ТАБЛИЦА 7.3

**Краткий обзор результатов исследований и ведущихся обсуждений  
по вопросу сосуществования БПЭ для ЭМ в Японии**

БПЭ для ЭМ	Действующие системы				
	SCRD (*1) (40 кГц, 60 кГц)	ATS (*2) (10–250 кГц)	ITRS (*3) (10–250 кГц)	АМ-радиовещание (*4) (526,5– 1 606,5 кГц)	Любительские радиоустройства (*5) (135,7– 137,8 кГц)
42–48 кГц	Не отвечает условиям сосуществования	Оценка не проводилась, поскольку не выполнено другое условие	Отвечает условиям сосуществования	Отвечает условиям сосуществования с указанными ниже примечаниями:	Отвечает условиям сосуществования с указанным ниже примечанием:
52–58 кГц	Не отвечает условиям сосуществования	Оценка не проводилась, поскольку не выполнено другое условие	Отвечает условиям сосуществования	<ul style="list-style-type: none"> <li>Привлечение внимания пользователей к возможности помех приемникам АМ-радиовещания</li> <li>Для устранения отмеченных вредных помех в связи с устройствами БПЭ необходимо принимать надлежащие меры</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Не допускается использование систем БПЭ, передающих мощность в диапазонах частот любительского радио</li> </ul>
79–90 кГц	Отвечает условиям сосуществования с указанным ниже примечанием. <ul style="list-style-type: none"> <li>Привлечение внимания пользователей к возможности помех радиоустройствам, принимающим сигналы точного времени</li> </ul>	Отвечает условиям сосуществования со следующим требованием: <ul style="list-style-type: none"> <li>Следует сохранять минимальное расстояние разноса в 4,8 м от железнодорожных рельсов</li> </ul>	Отвечает условиям сосуществования со следующими требованиями: <ul style="list-style-type: none"> <li>Следует сохранять минимальное расстояние разноса в 45 м от железнодорожных рельсов</li> <li>Это техническое требование следует применять только к работе однопутевых путей с использованием частот 80 кГц и 92 кГц</li> </ul>		
140,91– 148,5 кГц		Оценка не проводилась, поскольку не выполнено другое условие	Не отвечает условиям сосуществования		

Условия сосуществования при оценке:

- (\*1) Радиоприемники, принимающие сигналы точного времени: Устройства БПЭ не должны причинять вредных помех, определяемых с помощью отношения  $C/I$ , которое в согласованных сценариях использования рассчитывается на основе минимальной чувствительности приемника радиоприемников, принимающих сигналы точного времени. Расстояние разнесения в 10 м использовалось в качестве одного из критериев сосуществования. Были приняты во внимание дополнительные меры в отношении времени работы, когда отсутствует перекрытие между БПЭ и радиоприемником, принимающим сигналы точного времени, изменения направленности распространения радиоволн и возможного улучшения качества работы.
- (\*2) (\*3) ATS и ITRS: Устройства БПЭ не должны причинять вредных помех в работе при фактических сценариях использования. Критерии для сосуществования являются следующими: (i) полоса частот БПЭ не должна перекрываться с частотой, используемой для систем сигнализации и связи при движении поездов, включая ATS, или (ii) расстояние разнесения до устройств ATS/ITRS, на котором устройство БПЭ не причиняет вредных помех, должно быть меньше самого критического порогового уровня (примерно 1,5 м), указанного в стандартах создания систем движения поездов. Эти требования (i) и (ii) должны выполняться при всех типах планировки создания железных дорог в Японии.
- (\*4) AM-радиовещание: Устройство БПЭ не должно причинять вредных помех приемнику AM-радиовещания на расстоянии по крайней мере 10 м на основе условий СИСПР для жилых районов. Были проведены испытания на местах с использованием передатчика и приемника БПЭ, установленных на имитации вагона, в согласованных наихудших условиях сценариев использования, при которых седьмые гармоники БПЭ частотой  $F_c = 85,106$  кГц попадают в канал 594 кГц службы AM-радиовещания, покрывающий обширную область региона Канто в Японии. Также была проведена слуховая оценка.
- (\*5) Любительские радиоприемники: В этом случае имеет место использование спектра за пределами полосы (а не совместное использование одного и того же спектра). Кандидатные диапазоны частот для БПЭ для ЭМ имеют надлежащие смещенные частоты (защитную полосу) для отстройки от полос любительской радиосвязи. Поэтому снижение чувствительности приемника под действием (внеполосных) помех не учитывается, однако учитываются уровни эмиссионных излучений гармоник (побочных излучений) от устройств БПЭ, в случае если они попадают в полосы любительской радиосвязи. Если в качестве критериев взять нормы на уровни излучений, приведенные в законе Японии о радио, и другие соответствующие правила, то текущие допущения относительно систем БПЭ для ЭМ указывают на приемлемые параметры систем, что свидетельствует о возможности непричинения вредных помех любительским радиоприемникам.

## 8 Опасность БПЭ для человека

БПЭ могут работать в непосредственной близости к человеку; поэтому поставщики и операторы БПЭ должны продемонстрировать соответствие требованиям по воздействию РЧ. Необходимо оценить потенциал воздействия согласно рабочим конфигурациям системы БПЭ и условия воздействия на пользователей или находящихся вблизи людей.

Операторам БПЭ следует принимать меры для надлежащей защиты населения от воздействия ЭМП. Поставщики и операторы БПЭ должны исходить из наихудших случаев.

Опасность РЧ для человека является глобальной, а не региональной или национальной проблемой; опасности не признают каких бы то ни было границ; поэтому следует использовать руководящие указания МКЗНИ международного уровня, МКЗНИ 1998 и МКЗНИ 2010.

## 9 Резюме

В настоящем Отчете содержатся предлагаемые диапазоны частот и относящиеся к ним потенциальные уровни внеполосных излучений, которые не согласованы в рамках МСЭ-R и требуют дальнейшего изучения с целью установить, обеспечивают ли они защиту служб радиосвязи на основе критериев работы в совмещенном канале, соседнем канале и соседней полосе. В Отчете приведен обзор существующих НИОКР и работ, проводимых в некоторых Регионах.

Переносные и мобильные устройства, бытовые приборы и электромобили являются кандидатными применениями для использования технологий БПЭ. В настоящее время исследуются и разрабатываются технологии на основе магнитной индукции, магнитного резонанса и емкостной связи. В некоторых странах проводятся и выполнены исследования сосуществования.

В технологиях БПЭ на основе магнитной индукции, как правило, используются диапазоны частот 100–205 кГц, при этом мощность находится в пределах от нескольких ватт до 1,5 кВт. В данном диапазоне частот также проводятся исследования в отношении бытовых приборов и офисного оборудования, использующих технологии БПЭ.

Исследование технологий БПЭ на основе магнитной индукции для пассажирских электромобилей проводится в кандидатных диапазонах частот, сведенных примерно к 85 кГц. Такое исследование для большегрузных электромобилей проводится в кандидатных полосах частот 19–21 кГц и 59–61 кГц. Типовые значения мощности для пассажирских электромобилей равны 3,3 кВт и 7,7 кВт. Типовые значения мощности для грузовых электромобилей находятся в пределах 75–100 кВт.

В технологиях БПЭ на основе магнитного резонанса используется полоса 6765–6795 кГц, предназначенная для ПНМ, при типовых значениях мощности от нескольких ватт до 100 Вт.

В технологиях БПЭ на основе емкостной связи используется диапазон частот 425–524 кГц, а типовые значения мощности могут быть до 100 Вт.

## 10 Справочные документы

- [1] Документ 1A/133, Заявление о взаимодействии в адрес Рабочей группы 1A МСЭ-R от Азиатско-Тихоокеанского сообщества электросвязи.
- [2] BWF "Guidelines for the use of Wireless Power Transmission/Technologies, Edition 2.0" in April 2013. <http://bwf-yrp.net/english/update/docs/guidelines.pdf>.
- [3] [http://www.mit.edu/~soljadic/wireless\\_power.html](http://www.mit.edu/~soljadic/wireless_power.html).
- [4] <http://www.rezence.com/>.
- [5] Документ 1A/135, Ответ от ТТА на заявление о взаимодействии, направленное Рабочей группой 1A в адрес внешних организаций, по Вопросу МСЭ-R 210-3/1 "Беспроводная передача энергии".
- [6] <http://www.wirelesspowerconsortium.com/>.
- [7] ICNIRP 1998 Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), <http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>.
- [8] ICNIRP 2010 Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz), <http://www.emfs.info/Related+Issues/limits/specific/icnirp2010/>.
- [9] Документ 1A/198, Заявление о взаимодействии в адрес Рабочей группы 1A МСЭ-R, направленное Азиатско-Тихоокеанским сообществом электросвязи.
- [10] The State Standard of People's Republic of China, "Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment Electromagnetic disturbance characteristics Limits and methods of measurement", GB 4824-2004.
- [11] National Radio Administration Bureau of MIIT No 423, "Micro Power (short) Radio Equipment Technology Requirements".
- [12] Mazar (Madjar) H. 2015 "Radio Spectrum Management: Policies, Regulations and Techniques", John Wiley & Sons.

## Приложение 1

### Методики оценки воздействия РЧ

В апреле 2013 года РГ-БПЭ BWF выпустила "Руководящие указания по использованию технологий беспроводной передачи энергии", издание 2.0. Версия на английском языке доступна для загрузки с веб-сайта BWF по следующему адресу:

<http://bwf-yrp.net/english/update/2013/10/guidelines-for-the-use-of-wireless-power-transmission-technologies.html>

Ниже представлены следующие аспекты, касающиеся методик оценки воздействия РЧ, а также подробные выдержки из нормативных актов и руководящих указаний.

В разделе "Аспекты руководящих указаний по защите от радиоизлучения" [2] представлены подробные руководящие указания в соответствии со сценариями использования, определенными РГ-БПЭ BWF и технико-биологическими аспектами, такими как применимые диапазоны частот БПЭ. Приводится описание стимулирующего и теплового воздействия на ткани организма человека, а также контактного и индуцированного тока в этих тканях. Кроме того, представлены рекомендуемые алгоритмы выбора методики оценки и методики измерения, так как традиционные методики измерения могут и не обеспечивать оценку воздействия РЧ для устройств БПЭ.

В Приложениях А–G [2] содержатся выдержки из национальных и международных нормативных актов и руководящих указаний, касающихся вопросов воздействия РЧ и безопасности, а также разъясняются порядок их толкования и использования. В этих приложениях представлены нормативные акты Японии, руководящие указания МКЗНИ и руководящие указания IEEE. Кроме того, в справочных целях недавно опубликован ряд документов в области оценки SAR на основе моделирования.

Помимо указанного выше документа в "Отчете по обследованию АТСЭ в области БПЭ" [1] представлена информация по данной теме, полученная в странах – членах АТСЭ.

#### **Воздействие РЧ**

В каждой стране существуют свои руководящие указания или нормативные акты по оценке воздействия РЧ в соответствии с документом МКЗНИ 98, в который еще не включены устройства БПЭ и подходящий метод измерения.

ТАБЛИЦА [3.10]

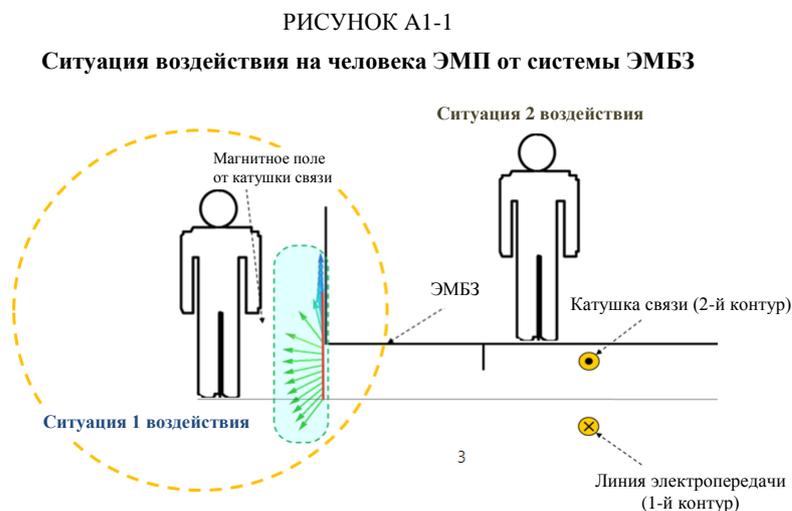
## Регламентарный статус воздействия РЧ

Страна	Воздействие РЧ	Оценка РЧ
Австралия	<ul style="list-style-type: none"> <li>– АСМА отвечает за управление имеющим обязательный характер <i>Стандартом по радиосвязи (Электромагнитное излучение – воздействие на человека) 2003 года</i> (включение поправок в Стандарт радиосвязи (Электромагнитное излучение – воздействие на человека) с внесенными поправками 2011 года (№ 2)), <ul style="list-style-type: none"> <li>• определяющим пределы воздействия РЧ для большинства передатчиков мобильных и переносных устройств радиосвязи со встроенными антеннами, работающих в диапазоне 100 кГц ~ 300 ГГц</li> </ul> </li> <li>– Стандартом по защите от излучения для уровней максимального воздействия радиочастотных полей – от 3 кГц до 300 ГГц (RPS3), <ul style="list-style-type: none"> <li>• устанавливаемым ARPANSA (Австралийское агентство по защите от излучения и ядерной безопасности)</li> </ul> </li> </ul>	<p>Такие устройства должны демонстрировать соответствие с использованием методов испытаний, например, EN 62209-2</p> <p>(Воздействие радиочастотных полей от портативных и носимых на теле беспроводных устройств связи – Модели человека, измерительные приборы и процедуры – Часть 2: Процедуры определения удельного коэффициента поглощения (SAR) для беспроводных устройств связи (диапазон частот от 30 МГц до 6 ГГц) <a href="http://infostore.saiglobal.com/store/details.aspx?ProductID=1465960">http://infostore.saiglobal.com/store/details.aspx?ProductID=1465960</a>. АСМА требует соблюдения пределов воздействия РЧ и ЭМИ, устанавливаемых Австралийским агентством по защите от излучения и ядерной безопасности (ARPANSA). Основным источником информации о пределах воздействия РЧ является устанавливаемый ARPANSA <i>Стандарт по защите от излучения для уровней максимального воздействия радиочастотных полей – от 3 кГц до 300 ГГц (RPS3)</i> – <a href="http://www.arpansa.gov.au/Publications/codes/rps3.cfm">http://www.arpansa.gov.au/Publications/codes/rps3.cfm</a>.</p>
Япония	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Руководящие указания по воздействию РЧ <a href="http://bwf-yrp.net/english/">http://bwf-yrp.net/english/</a>: требования о соответствии</li> <li>– Ссылка на Руководящие указания по защите от радиоизлучения и руководящие указания МКЗНИ <ul style="list-style-type: none"> <li>• предел воздействия РЧ</li> </ul> </li> </ul>	<p>Форум BWF Японии рассматривает следующие подходы к оценке воздействия РЧ.</p> <p>Предполагаются конкретные сценарии наихудшего случая, например, случай, когда какая-либо часть тела человека касается передатчика или расположена между передатчиком и приемником. Должны учитываться дополнительные меры безопасности, если безопасность не может быть заявлена.</p> <p>Изделия БПЭ создают неоднородные магнитные поля, и ожидается, что воздействие РЧ носит локальный характер. Поэтому руководящие указания МКЗНИ могут быть более надежными справочными документами. Предлагается учитывать методики оценки с использованием моделирования, такие как радиационная дозиметрия, если возможно участие экспертов по дозиметрии излучения.</p> <p>Метод оценки не должен занимать чрезмерно много времени и не рассчитан на определение точного воздействия РЧ. Это должен быть обоснованный метод, который было бы целесообразно использовать в процедурах сертификации и приемочных испытаниях.</p>
Республика Корея	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Существующее регулирование по ЭМП упоминается в руководящих указаниях МКЗНИ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Планируется внедрение в 2015 году методов оценки, определенных для БПЭ</li> </ul>

### Оценка воздействия на человека ЭМП от электромобилей в Корее

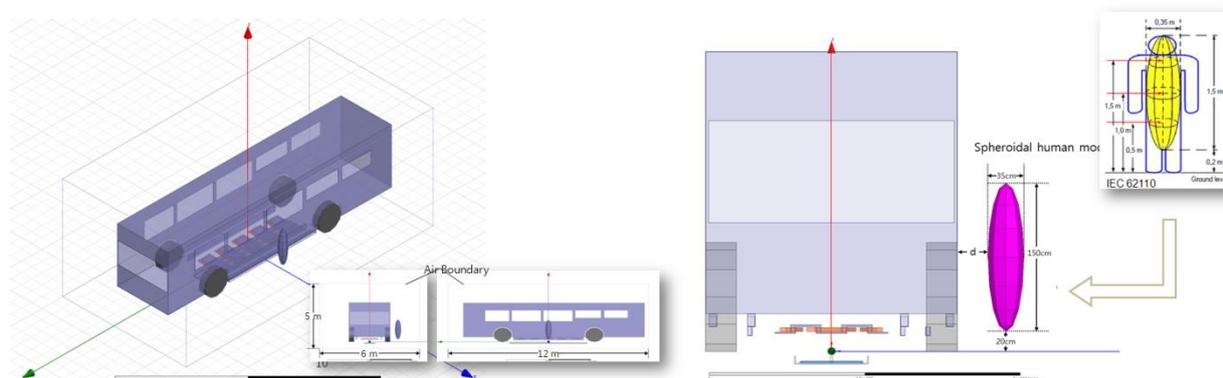
В 2013 году Республика Корея изучила метод оценки магнитных полей, создаваемых электромобилем с бесконтактной зарядкой (ЭМБЗ) с использованием технологии беспроводной передачи энергии, эксплуатируемым в общедоступных районах. Линии электропередачи в дорожном полотне (1-й контур) и пять сегментов катушек связи в ЭМБЗ (2-й контур) рассматриваются как источник поля, в котором резонансная частота составляет 20 кГц, а мощность на выходе – 75 кВт.

На рисунке А1-1 показана ситуация воздействия на человека ЭМП от линий электропередачи и катушек связи системы ЭМБЗ.



Когда поле при ситуации 1 воздействия ЭМБЗ считается неоднородным, что аналогично системе энергоснабжения переменного тока (IEC 62110), уровень поля в представляющем интерес положении рассчитывается и измеряется на трех высотах: 0,5 м, 1,0 м и 1,5 м над уровнем земли.

РИСУНОК А1-2  
Модель в поле, генерируемом ЭМБЗ

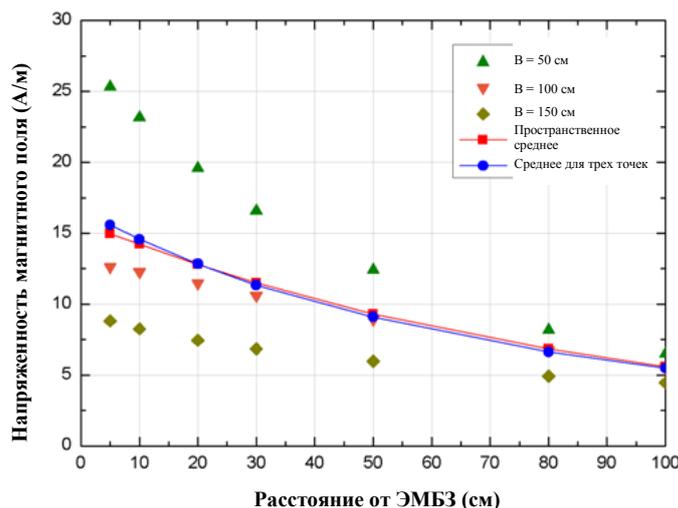


Средний уровень воздействия рассчитывается с использованием сфероидальной модели человека, вертикальная и горизонтальная оси которой в размере 1,5 м и 0,35 м расположены на высоте 0,2 м над уровнем земли.

Отклонение составляет 4% на расстоянии 5 см от ЭМБЗ и –2% на расстоянии 100 см, доступном для населения. На рисунке А1-3 показано, что вертикальное распределение магнитных полей является однородным. Мы можем увидеть, что в трех точках средний уровень воздействия практически соответствует среднему уровню воздействия при ситуации 1 воздействия электромобиля (ЭМБЗ).

РИСУНОК А1-3

Рассчитанные распределения магнитных полей на каждом расстоянии от ЭМБЗ

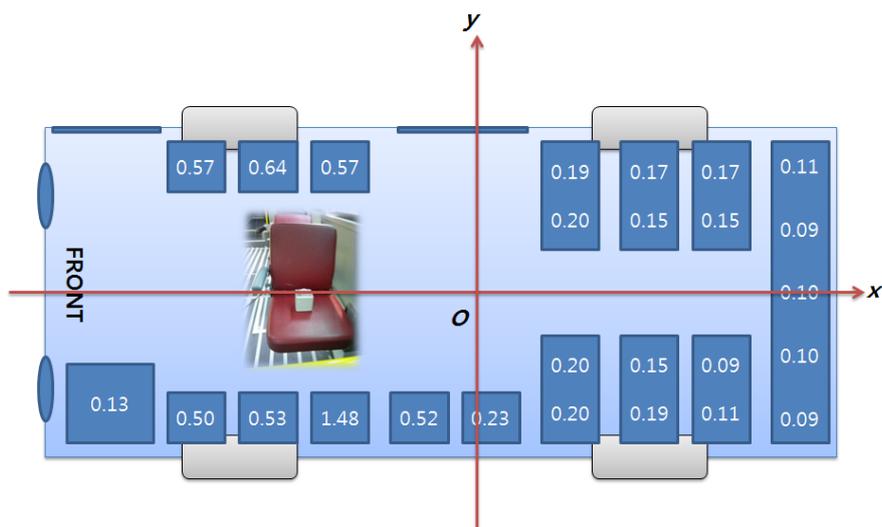


По результатам численного анализа средний уровень излучений для трех точек (на трех высотах 0,5 м, 1,0 м и 1,5 м над уровнем земли) представляет собой средний уровень излучений для всего человеческого организма, который оценивается в размере 2,1 А/м, на 40% меньше технического критерия воздействия РЧ.

Оценивается напряженность магнитного поля при воздействии при ситуации 2 для каждого места внутри ЭМБЗ, и оценочные значения приводятся на рисунке А1-4.

РИСУНОК А1-4

Рассчитанные распределения магнитных полей на каждом расстоянии от ЭМБЗ



## РИСУНОК А1-5

## Рассчитанные распределения магнитных полей на каждом расстоянии от ЭМБЗ

&lt; Моделированные данные (S.D.: 72 см) &gt;

Точки измерения	Измеренные значения	Принятые значения
P1	1.07	
P2	1.93	
P3	3.96	X
P4	2.12	X
P5	3.99	X

&lt; Измеренные данные (S.D.: 60 см) &gt;

Точки измерения	Измеренные значения (A/m)	Принятые значения
P1	3.82	X
P2	3.41	X
P3	1.96	X
P4	0.90	
P5	1.08	

По результатам численного анализа с использованием метода усреднения по пяти точкам получают значение 3,36 А/м, но в той же самой ситуации измерение показывает 3,06 А/м. Но при использовании метода усреднения по трем точкам получают моделированные данные и измеренные данные в размере 0,53 А/м и 0,57 А/м, соответственно. Учитывая сложные ситуации воздействия, такие как внутренняя архитектура экранирования, различные высоты и положения, при измерении наихудшего случая воздействия РЧ метод усреднения по пяти точкам представляется более оптимальным, чем метод усреднения по трем точкам.

## Приложение 2

### Пример обеспечения использования полосы 6765–6795 кГц, предназначенной для ПНМ, для беспроводной зарядки мобильных устройств

Осуществлена разработка технологии и спецификации беспроводной передачи энергии на основе принципов магнитного резонанса с использованием полосы 6765–6795 кГц, предназначенной для ПНМ, для беспроводной зарядки мобильных устройств. Данная технология обладает рядом не имеющих аналогов преимуществ для экосистемы беспроводной зарядки.



#### РАСШИРЕННОЕ ПРОСТРАНСТВО ЗАРЯДКИ

Расширенное пространство зарядки, позволяющее открыть для себя реальную возможность простой и удобной зарядки через большинство поверхностей и материалов, часто встречающихся в доме, офисе и коммерческих условиях.



#### ЗАРЯДКА НЕСКОЛЬКИХ УСТРОЙСТВ

Возможность одновременно заряжать несколько устройств с разными требованиями по электропитанию, таких как смартфоны, планшетные компьютеры, портативные компьютеры и гарнитура Bluetooth®.



#### ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ К РЕАЛЬНОМУ МИРУ

Заряжающие поверхности будут работать в присутствии металлических объектов, таких как ключи, монеты и посуда, обеспечивая идеальный выбор для применения в домашних условиях, офисе, на автозаправочной станции, в пункте питания и в гостиницах.



#### СВЯЗЬ ПО ТЕХНОЛОГИИ BLUETOOTH

Используется существующая технология Bluetooth Smart, что сводит к минимуму требования к аппаратному обеспечению производителя, а также открывает возможности для будущих зон "умной" зарядки.

### Техническая спецификация

Цель спецификации заключается в том, чтобы обеспечить удобный, безопасный и необычный опыт использования в реальных ситуациях с зарядкой устройств и при этом определить для отраслевых организаций техническую основу создания совместимых продуктов. Технология – это спецификация интерфейса для беспроводных передатчика и приемника энергии, взаимной связи и взаимной индуктивности, при этом разработчикам доступно большинство возможностей.

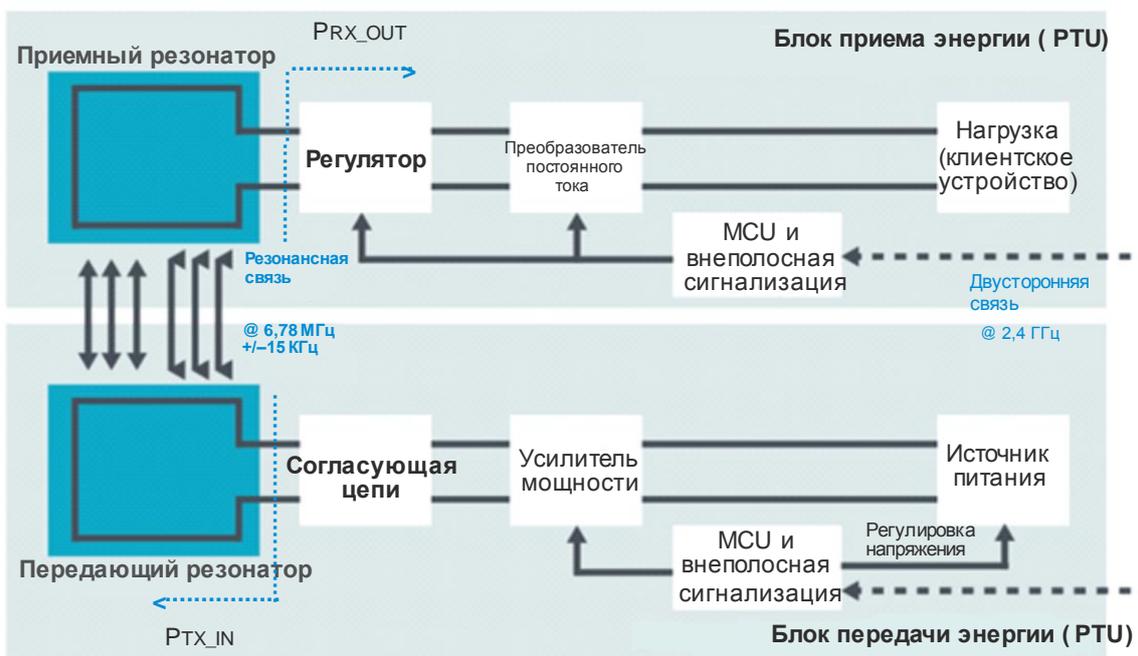
Пространственная свобода, увязывая беспроводную передачу энергии с реальными условиями, предусматривает большее разнообразие коэффициентов связи, размеров устройств, режимов нагрузки и разнеса между передатчиком и приемником энергии. Это обеспечивает разработчикам изделий беспроводной передачи энергии большой простор в реализации систем зарядки и приводит в превосходному потребительскому опыту.

В изделиях электронной техники, которые предполагается оснастить данной технологией, должны быть учтены несколько факторов:

- рассеяние энергии и компоновка;
- включение резонатора в устройство;
- миниатюризация;
- включение линии связи с бортовой радиостанцией.

Проектировщики могут определить и получить собственную реализацию требуемых внеполосных радиостанций, усилителей мощности, преобразователей постоянного тока, выпрямителей, микропроцессоров – отдельных и встроенных – и собрать их, как требуется.

При условии, что компоненты соответствуют спецификации, для них может использоваться любая топология. Спецификация закрепляет только интерфейсы и модель резонатора передатчика, которые должны использоваться в системе. Ниже на рисунке приведена базовая конфигурация системы беспроводной передачи энергии между блоком передачи энергии (PTU) и блоком приема энергии (PRU). Один блок PTU можно расширить для обслуживания нескольких независимых блоков PRU. PTU включает три основных функциональных блока: блок резонатора и согласования, блок преобразования энергии и блок сигнализации и управления (MCU). PRU включает три основных функциональных блока, как и PTU.



Как показано на рисунке, выше, в передающем резонаторе используется частота 6780 кГц ( $\pm 15$  кГц) для передачи энергии от PTU к PRU. Для двусторонней связи в канале, расположенном за пределами частот, используемых для передачи энергии, применяется технология Bluetooth Smart™ в диапазоне 2,4 ГГц, которая обеспечивает надежный канал связи между беспроводными приемниками энергии и зарядными поверхностями.

В спецификации предусматривается много категорий PRU и классов PTU на основе передачи энергии с использованием диапазона 6780 кГц, начиная от маломощных зарядных устройств для небольших устройств, которым может потребоваться лишь несколько ватт, до более крупных устройств, требующих много ватт. В таблице, ниже, показаны классы PTU и категории PRU на основе базовой спецификации системы, при этом разрабатываются новые категории/классификации.

**Категории PRU**

<b>PRU</b>	<b><math>P_{RX\_OUT\_MAX}</math>'</b>	<b>Примеры применений</b>
Категория 1	Подлежит определению	Гарнитура Bluetooth
Категория 2	3,5 Вт	Мобильный телефон
Категория 3	6,5 Вт	Смартфон
Категория 4	13 Вт	Портативный компьютер, планшет
Категория 5	25 Вт	Небольшой портативный компьютер
Категория 6	37,5 Вт	Обычный портативный компьютер
Категория 7	50 Вт	Высокопроизводительный портативный компьютер

$P_{RX\_OUT\_MAX}$ ' – максимальное значение  $P_{RX\_OUT}$  (Выходная мощность приемного резонатора).

**Классы PTU**

	<b><math>P_{TX\_IN\_MAX}</math>'</b>	<b>Минимальные требования к поддержке категории</b>	<b>Минимальное значение для максимального количества поддерживаемых устройств</b>
<b>Класс 1</b>	2 Вт	1 × Категория 1	1 × Категория 1
<b>Класс 2</b>	10 Вт	1 × Категория 3	2 × Категория 2
<b>Класс 3</b>	16 Вт	1 × Категория 4	2 × Категория 3
<b>Класс 4</b>	33 Вт	1 × Категория 5	3 × Категория 3
<b>Класс 5</b>	50 Вт	1 × Категория 6	4 × Категория 3
<b>Класс 6</b>	70 Вт	1 × Категория 7	5 × Категория 3

$P_{TX\_IN\_MAX}$ ' – максимальное значение  $P_{TX\_IN}$  (Входная мощность передающего резонатора).

При работе Bluetooth передача осуществляется с уровнем от  $-6$  дБм до  $+8,5$  дБм, измеряемым на разъеме антенны.

Спецификация для PTU и PRU позволяет создавать изделия в соответствии с нормативными требованиями страны, в которой они продаются. Например, в США работа в диапазоне 6785 кГц соответствует требованиям Части 18 Правил FCC, а двусторонняя связь в диапазоне 2,4 ГГц соответствует требованиям Части 15 Правил FCC.

### Приложение 3

## Данные измерений излучаемого шума и шума проводимости систем БПЭ

### СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение.....	53
2	Модели измерения и методы измерения.....	53
2.1	Модель измерения и метод измерения для систем БПЭ, предназначенных для зарядки ЭМ .....	53
2.2	Модель измерения и метод измерения для мобильных устройств, переносных устройств и бытовых приборов.....	56
3	Целевой предел излучения, установленный ВВФ .....	58
3.1	Целевой предел излучения для системы БПЭ, предназначенной для зарядки ЭМ .....	58
3.2	Целевой предел излучения для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе магнитного резонанса .....	59
3.3	Целевой предел излучения для бытовых приборов, в которых используется технология на основе магнитной индукции .....	59
3.4	Целевой предел излучения для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе емкостной связи.....	60
4	Результаты измерения излучаемого шума и шума проводимости .....	60
4.1	Результаты измерения систем БПЭ, предназначенных для зарядки ЭМ.....	61
4.2	Результаты измерения для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе магнитного резонанса .....	66
4.3	Результаты измерения для бытовых приборов, в которых используется технология на основе магнитной индукции .....	69
4.4	Результаты измерения для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе емкостной связи.....	73

## 1 Введение

В настоящем Приложении приводятся данные измерений излучаемого шума и шума проводимости систем БПЭ, учитываемых при разработке новых правил в Японии. Ниже перечислены системы, основные параметры которых приведены в таблице 7.1. Подробная информация об исследованиях сосуществования систем представлена в Документе 1А/152:

- (1) система БПЭ для зарядки пассажирского ЭМ (электромобиль);
- (2) система БПЭ для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе магнитного резонанса;
- (3) система БПЭ для бытовых приборов и офисного оборудования, в которых используется технология на основе магнитной индукции;
- (4) система БПЭ для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе емкостной связи.

## 2 Модели измерения и методы измерения

РГ-БПЭ, действующая в рамках Подкомитета по электромагнитным условиям использования радиоволн Министерства внутренних дел и связи (МИС), обсудила и определила модели измерения и методы измерения для излучаемого шума и шума проводимости систем БПЭ. Были проведены следующие измерения:

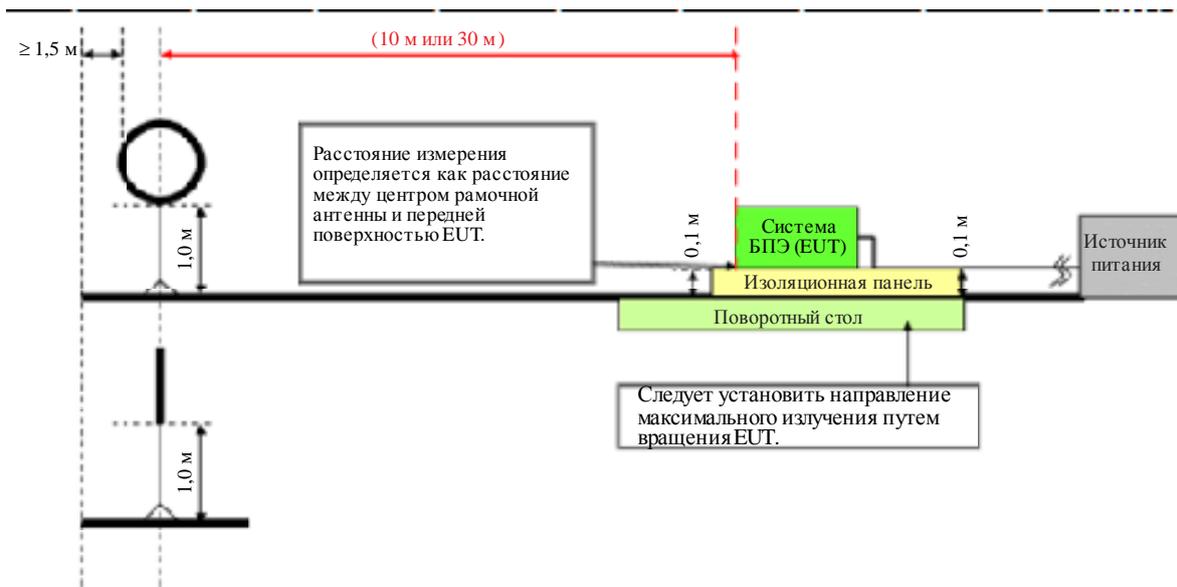
- (1) Излучаемый шум в диапазоне от 9 кГц до 30 МГц:  
Напряженность магнитного поля измеряется с помощью рамочных антенн. Напряженность электрического поля получается простым пересчетом с использованием характеристического полного сопротивления плоской волны, равного 377 Ом.
- (2) Излучаемый шум в диапазоне частот от 30 МГц до 1 ГГц:  
Напряженность электрического поля измеряется с помощью биконических антенн или логопериодических дипольных решеток. В случае применения переносных устройств диапазон измеряемых частот расширен до 6 ГГц.
- (3) Шум проводимости в диапазоне от 9 кГц до 30 МГц:  
Измеряется шум проводимости, излучаемый линиями подачи питания. В данном измерении EUT (испытываемое оборудование) должно быть подсоединено к AMN (эквивалент сети электропитания).

### 2.1 Модель измерения и метод измерения для систем БПЭ, предназначенных для зарядки ЭМ

На рисунках А3-1 и А3-2 приведены методы измерения излучаемого шума систем БПЭ, предназначенных для зарядки ЭМ. На рисунке А3-1 измерение проводится в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц. На рисунке А3-2 измерение проводится в диапазоне частот от 30 МГц до 1 ГГц. На рисунке А3-3 изображено EUT (вид сверху) и его размещение для измерения излучаемого шума. В данном методе измерения в качестве справочного документа используется СИСПР 16-2-3 "Измерение излучаемых помех". На рисунке А3-4 приведена имитация кузова автомобиля, используемая в данном измерении. Эта имитационная модель автомобиля была предложена ТК 69/ПГ 61980 МЭК, которая занимается международным стандартом по системам БПЭ для зарядки ЭМ. На рисунке А3-5 изображено EUT (вид сверху) и его размещение для измерения шума проводимости. В этих измерениях передаваемая мощность определяется как уровень мощности, измеренный на входе радиочастотного источника питания или на первичной обмотке.

РИСУНОК А3-1

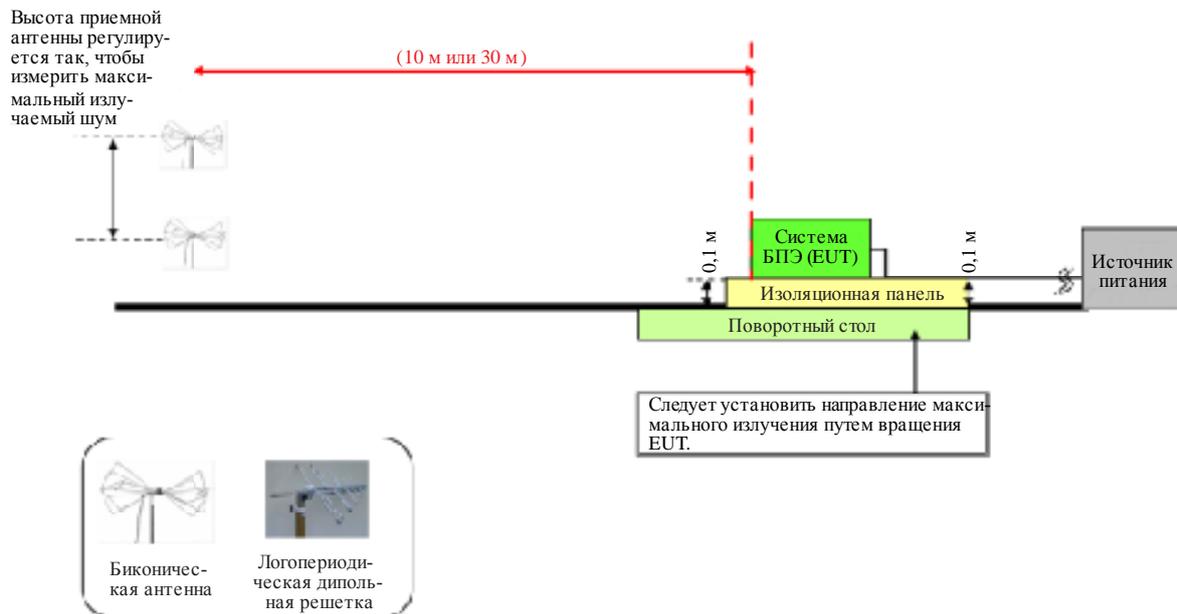
Методы измерения излучаемого шума систем БПЭ, предназначенных для зарядки ЭМ, в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц



Report SM.2303-A3-01

РИСУНОК А3-2

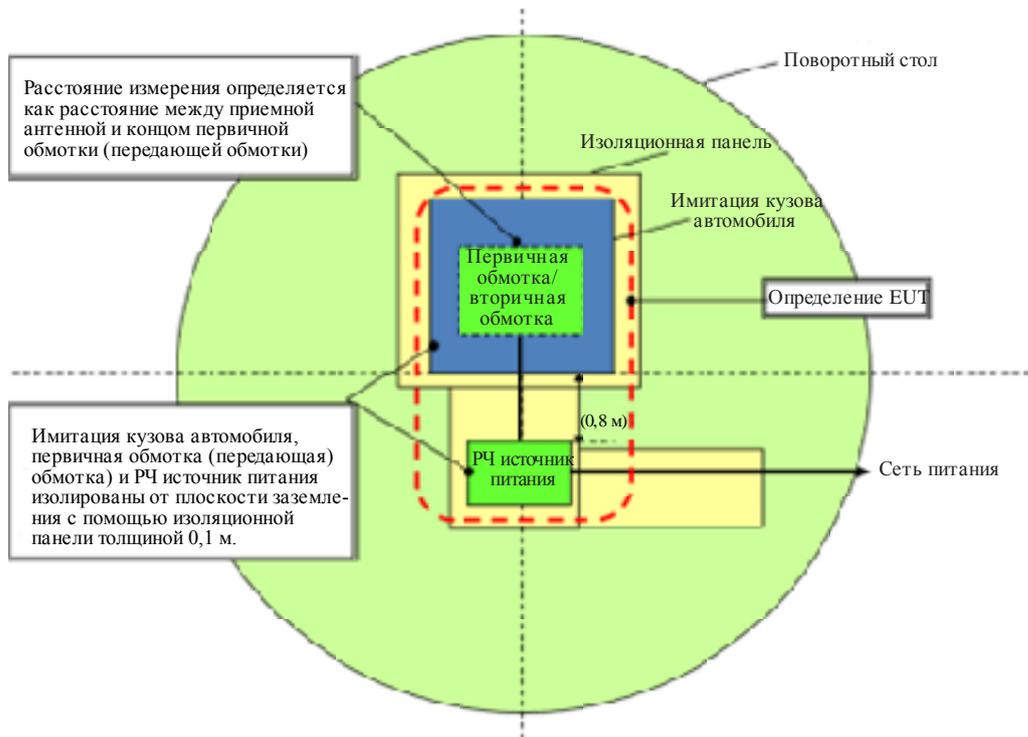
Методы измерения излучаемого шума систем БПЭ, предназначенных для зарядки ЭМ, в диапазоне частот от 30 МГц до 1 ГГц



Report SM.2303-A3-02

РИСУНОК А3-3

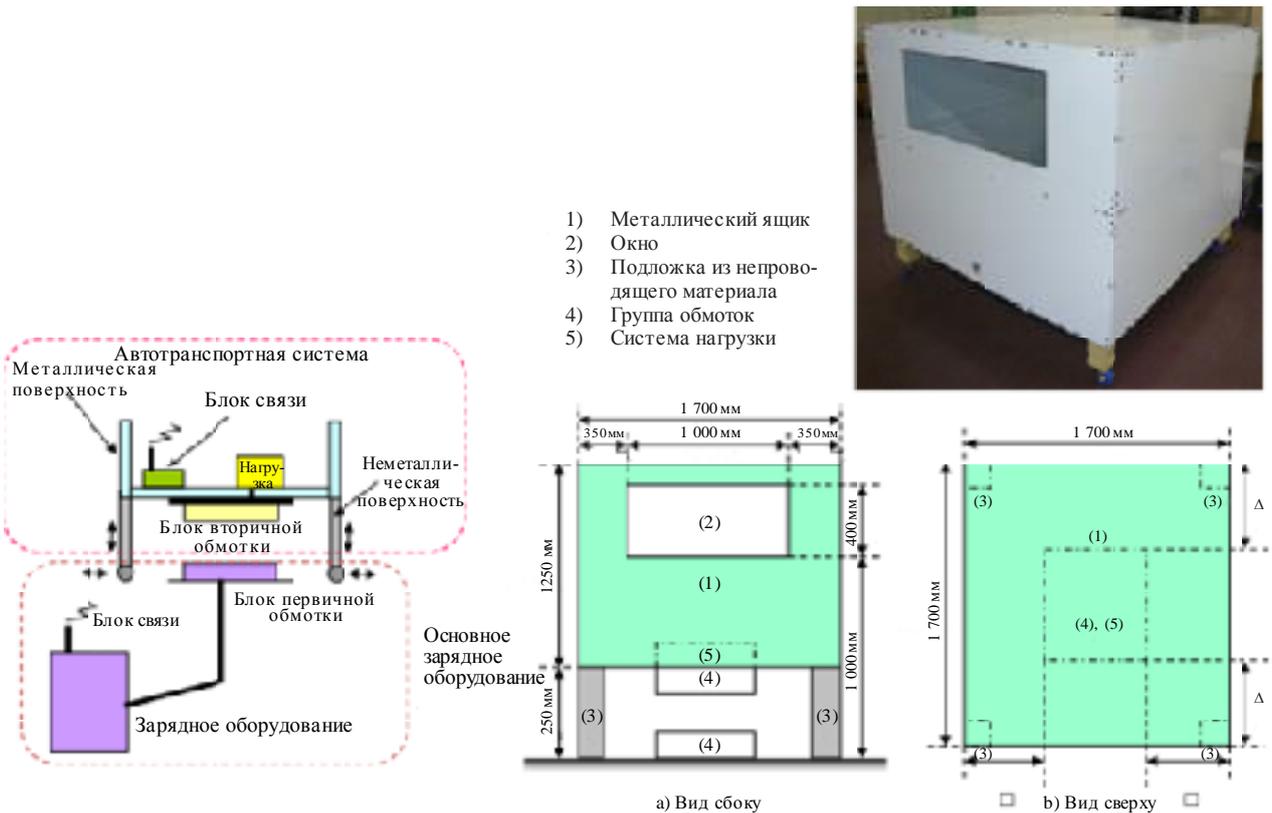
**EUT (вид сверху) и его размещение для измерения излучаемого шума**



Report SM.2303-A3-02

РИСУНОК А3-4

**Конфигурация имитации корпуса автомобиля**



Report SM.2303-A3-04

РИСУНОК А3-5

## EUT (вид сверху) и его размещение для измерения шума проводимости



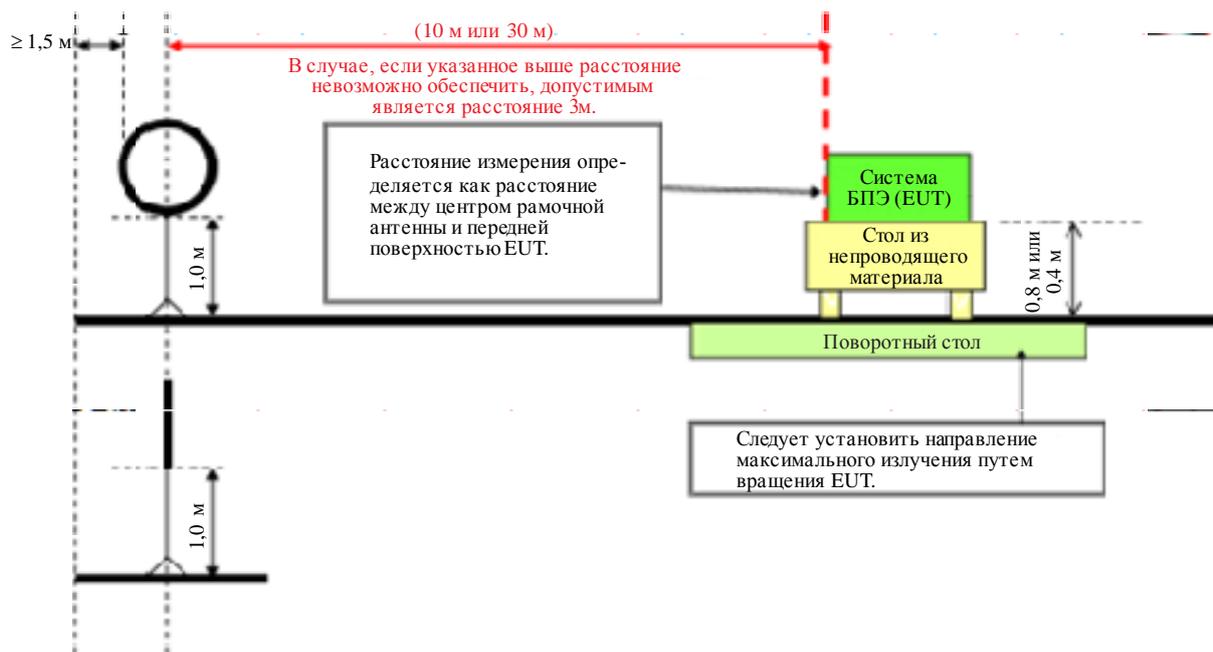
Report SM.2303-A3-05

## 2.2 Модель измерения и метод измерения для мобильных устройств, переносных устройств и бытовых приборов

На рисунках А3-6 и А3-7 приведены методы измерения излучаемого шума систем БПЭ, предназначенных для мобильных и переносных устройств, а также бытовых приборов. На рисунке А3-6 измерение проводится в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц. На рисунке А3-7 измерение проводится в диапазоне частот от 30 МГц до 6 ГГц. Следует отметить, что расширение диапазона частот до 6 ГГц имеет место только в случае мобильных и переносных устройств. Для бытовых приборов верхний предел диапазона измеряемых частот равен 1 ГГц. Это связано с тем, что в СИСПР 14-1 указан метод измерения для бытовых приборов, а в СИСПР 22 – для мобильных и переносных устройств. На рисунке А3-8 изображены методы измерения, предназначенные для измерения шума проводимости. В настоящем документе рассматриваются два метода измерения.

РИСУНОК А3-6

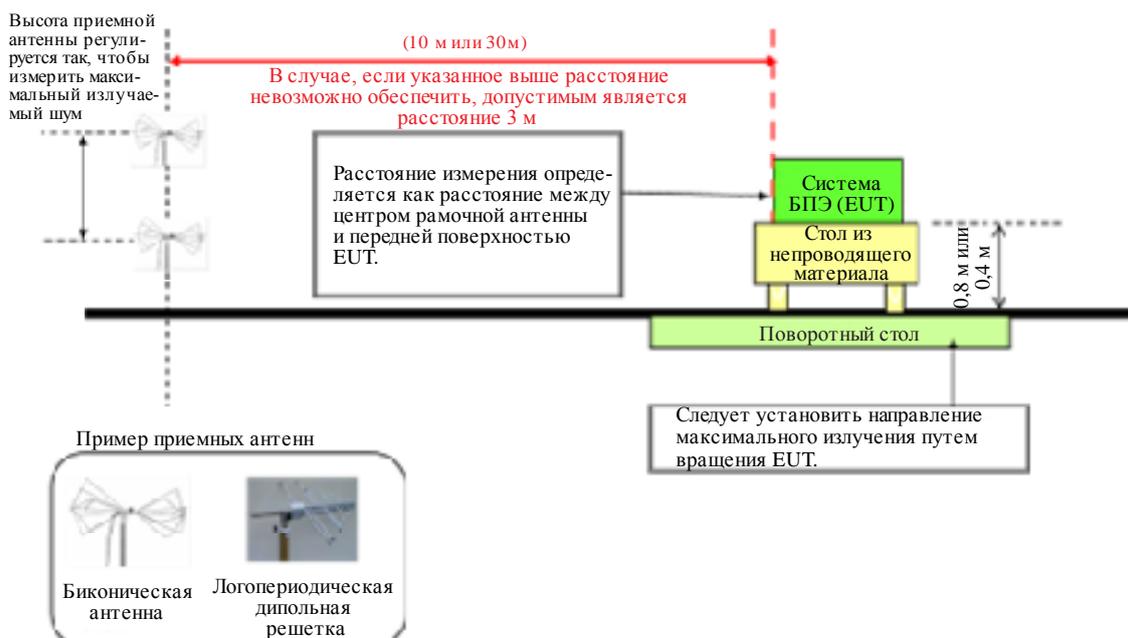
Методы измерения излучаемого шума систем БПЭ, предназначенных для мобильных и переносных устройств, а также бытовых приборов, в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц



Report SM.2303-A3-06

РИСУНОК А3-7

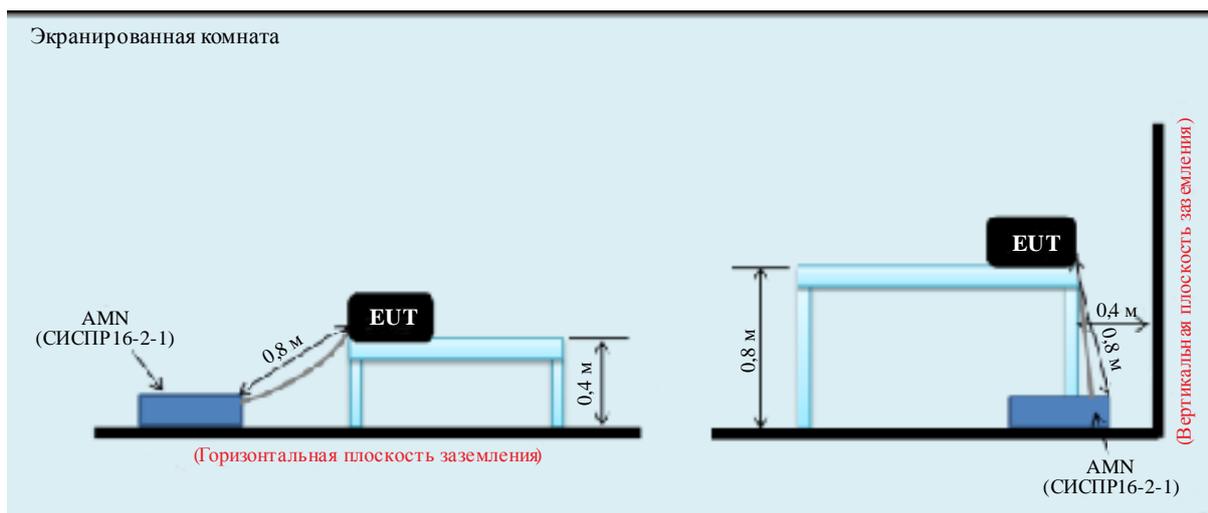
Методы измерения излучаемого шума систем БПЭ, предназначенных для мобильных и переносных устройств, а также бытовых приборов, в диапазоне частот от 30 МГц до 6 ГГц



Report SM.2303-A3-07

РИСУНОК А3-8

## Методы измерения, предназначенные для измерения шума проводимости



Report SM.2303-A3-07

### 3 Целевой предел излучения, установленный BWF

В рамках РГ-БПЭ МСЭ обсуждается предел излучения для нового нормативного акта Японии. Однако Форум по широкополосной беспроводной связи (BWF), Япония, уже установил целевой предел излучения в качестве ориентировочных значений для обсуждения условий сосуществования с другими беспроводными системами. Существуют следующие основные точки зрения на целевые пределы излучения:

- (1) Целевые пределы излучаемого шума устанавливаются только в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц. При этом приводятся как пределы напряженности электрического поля, так и пределы напряженности магнитного поля.
- (2) В первую очередь рассматриваются целевые пределы излучаемого шума по напряженности электрического поля, так как BWF пользуется существующим национальным регламентом радиосвязи Японии, и указанные в нем пределы излучаемого шума определяются в основном напряженностью электрического поля. Пересчет напряженности электрического поля в напряженность магнитного поля осуществляется с использованием характеристического полного сопротивления волны TEM (плоская волна), равного 377 Ом.
- (3) BWF не устанавливает целевые пределы излучаемого шума для частот выше 30 МГц и для шума проводимости.

Далее приводятся целевые пределы излучения для каждой системы БПЭ. Следует отметить, что эти пределы являются ориентировочными и находятся на этапе обсуждения.

#### 3.1 Целевой предел излучения для системы БПЭ, предназначенной для зарядки ЭМ

Ориентировочный целевой предел излучаемого шума для диапазона частот БПЭ был предложен в соответствии с подразделом С Части 18 Правил FCC как международным правилом и по результатам измерения разработанных систем БПЭ. Ориентировочный предел излучаемого шума для другого диапазона частот был предложен на основе регламента радиосвязи Японии, применяемого в отношении индукционного оборудования для приготовления пищи как распространенной области применения магнитной индукции.

- (1) Ориентировочный целевой предел излучаемого шума по электрическому полю
  - (а) Диапазон частот БПЭ (диапазон частот, используемый для передачи энергии)
 

Мощность передачи – 3 кВт	: 36,7 мВ/м в 30 м (91,3 дБмкВ/м в 30 м)
Мощность передачи – 7,7 кВт	: 58,9 мВ/м в 30 м (95,4 дБмкВ/м в 30 м)

- (b) Диапазон частот 526,5–1606,5 кГц  
: 30 мкВ/м в 30 м (29,5 дБмкВ/м в 30 м)
- (c) Диапазон частот, не включающий указанный выше диапазон частот  
: 200 мкВ/м в 30 м (46,0 дБмкВ/м в 30 м)
- (2) Ориентировочный целевой предел излучаемого шума по магнитному полю
  - (a) Диапазон частот БПЭ (диапазон частот, используемый для передачи энергии)  
Мощность передачи – 3 кВт : 97,5 мкА/м в 30 м (39,8 дБмкА/м в 30 м)  
Мощность передачи – 7,7 кВт : 156 мкА/м в 30 м (43,9 дБмкА/м в 30 м)
  - (b) Диапазон частот 526,5–1606,5 кГц  
: 0,0796 мкА/м в 30 м (–22,0 дБмкА/м в 30 м)
  - (c) Диапазон частот, не включающий указанный выше диапазон частот  
: 0,531 мкА/м в 30 м (–5,51 дБмкА/м в 30 м)

### 3.2 Целевой предел излучения для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе магнитного резонанса

Ориентировочный целевой предел излучаемого шума для диапазона частот БПЭ был предложен на основе результатов измерения разработанных систем БПЭ. Ориентировочный предел излучаемого шума для другого диапазона частот был предложен на основе регламента радиосвязи Японии, применяемого в отношении индукционного оборудования для приготовления пищи как распространенной области применения магнитной индукции.

- (1) Ориентировочный целевой предел излучаемого шума по электрическому полю
  - (a) Диапазон частот БПЭ (диапазон частот, используемый для передачи энергии)  
: 100 мВ/м в 30 м (100 дБмкВ/м в 30 м)
  - (b) Диапазон частот 526,5–1606,5 кГц  
: 30 мкВ/м в 30 м (29,5 дБмкВ/м в 30 м)
  - (c) Диапазон частот, не включающий указанный выше диапазон частот  
: 100 мкВ/м в 30 м (40,0 дБмкВ/м в 30 м)
- (2) Ориентировочный целевой предел излучаемого шума по магнитному полю
  - (a) Диапазон частот БПЭ (диапазон частот, используемый для передачи энергии)  
: 265,3 мкА/м в 30 м (48,5 дБ дБмкА/м в 30 м)
  - (b) Диапазон частот 526,5–1606,5 кГц  
: 0,0796 мкА/м в 30 м (–22,0 дБмкА/м в 30 м)
  - (c) Диапазон частот, не включающий указанный выше диапазон частот  
: 0,265 мкА/м в 30 м (–11,5 дБ дБмкА/м в 30 м)

### 3.3 Целевой предел излучения для бытовых приборов, в которых используется технология на основе магнитной индукции

Ориентировочный целевой предел излучаемого шума для диапазона частот БПЭ был предложен на основе результатов измерения разработанных систем БПЭ. Ориентировочный предел излучаемого шума для другого диапазона частот был предложен на основе регламента радиосвязи Японии, применяемого в отношении индукционного оборудования для приготовления пищи как распространенной области применения магнитной индукции.

- (1) Ориентировочный целевой предел излучаемого шума по электрическому полю
  - (a) Диапазон частот БПЭ (диапазон частот, используемый для передачи энергии)  
: 1 мВ/м в 30 м (60 дБмкВ/м в 30 м)

- (b) Диапазон частот 526,5–1606,5 кГц  
: 30 мкВ/м в 30 м (29,5 дБмкВ/м в 30 м)
- (c) Диапазон частот, не включающий указанный выше диапазон частот  
: 173 мкВ/м в 30 м (44,8 дБмкВ/м в 30 м)
- (2) Ориентировочный целевой предел излучаемого шума по магнитному полю
  - (a) Диапазон частот БПЭ (диапазон частот, используемый для передачи энергии)  
: 2,66 мкА/м в 30 м (8,5 дБмкА/м в 30 м)
  - (b) Диапазон частот 526,5–1606,5 кГц  
: 0,0796 мкА/м в 30 м (–22,0 дБмкА/м в 30 м)
  - (c) Диапазон частот, не включающий указанный выше диапазон частот  
: 0,459 мкА/м в 30 м (–6,7 дБмкА/м в 30 м)

### 3.4 Целевой предел излучения для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе емкостной связи

Ориентировочный целевой предел излучаемого шума для диапазона частот БПЭ был предложен на основе результатов измерения разработанных систем БПЭ. Ориентировочный предел излучаемого шума для другого диапазона частот был предложен на основе регламента радиосвязи Японии, применяемого в отношении индукционного оборудования для приготовления пищи как распространенной области применения магнитной индукции.

- (1) Ориентировочный целевой предел излучаемого шума по электрическому полю
  - (a) Диапазон частот БПЭ (диапазон частот, используемый для передачи энергии)  
: 100 мкВ/м в 30 м (40 дБмкВ/м в 30 м)
  - (b) Диапазон частот 526,5–1606,5 кГц  
: 30 мкВ/м в 30 м (29,5 дБмкВ/м в 30 м)
  - (c) Диапазон частот, не включающий указанный выше диапазон частот  
: 100 мкВ/м в 30 м (40 дБмкВ/м в 30 м)
- (2) Ориентировочный целевой предел излучаемого шума по магнитному полю
  - (a) Диапазон частот БПЭ (диапазон частот, используемый для передачи энергии)  
: 0,265 мкА/м в 30 м (–11,5 дБмкА/м в 30 м)
  - (b) Диапазон частот 526,5–1606,5 кГц  
: 0,0796 мкА/м в 30 м (–22,0 дБмкА/м в 30 м)
  - (c) Диапазон частот, не включающий указанный выше диапазон частот  
: 0,265 мкА/м в 30 м (–11,5 дБмкА/м в 30 м)

### 4 Результаты измерения излучаемого шума и шума проводимости

Приводятся результаты измерения излучаемого шума и шума проводимости и описываются соответствующие измерения для каждой системы БПЭ. Измеряемые системы БПЭ являются испытательным оборудованием и оборудованием на этапе разработки.

**4.1 Результаты измерения систем БПЭ, предназначенных для зарядки ЭМ**

(1) Общие сведения об испытательном оборудовании

Для данного измерения были подготовлены два экземпляра испытательного оборудования, показанные в таблице А3-1. В испытательном оборудовании А частота БПЭ равна 120 кГц и используются планарные круговые передающая и приемная обмотки. В испытательном оборудовании В частота БПЭ равна 85 кГц и используются обмотки соленоидного типа как в передатчике, так и в приемнике. Кроме того, испытательное оборудование В включает устройства для подавления гармонических составляющих частоты БПЭ более высокого порядка. Фотографии каждого экземпляра испытательного оборудования приведены на рисунках А3-9 и А3-10, соответственно.

ТАБЛИЦА А3-1

**Общие сведения об испытательном оборудовании для зарядки ЭМ**

Система БПЭ	Зарядка ЭМ
Технология БПЭ	Магнитный резонанс
Частота БПЭ	Испытательное оборудование А: 120 кГц Испытательное оборудование В: 85 кГц
Условия БПЭ	Мощность передачи: 3 кВт Расстояние передачи энергии: 150 мм

РИСУНОК А3-9

**Испытательное оборудование А**



РИСУНОК А3-10

## Испытательное оборудование В



Report SM.2303-A3-10

## (2) Результаты измерения излучаемого шума

Измерения излучаемого шума от каждого экземпляра испытательного оборудования проводились в экранированной безэховой камере. Расстояние измерения составляет 10 м. Приводится напряженность поля на расстоянии 30 м, которая получается по следующему правилу пересчета, опубликованному в регламенте радиосвязи Японии.

[Коэффициент ослабления с учетом изменения расстояния измерения с 10 м до 30 м]

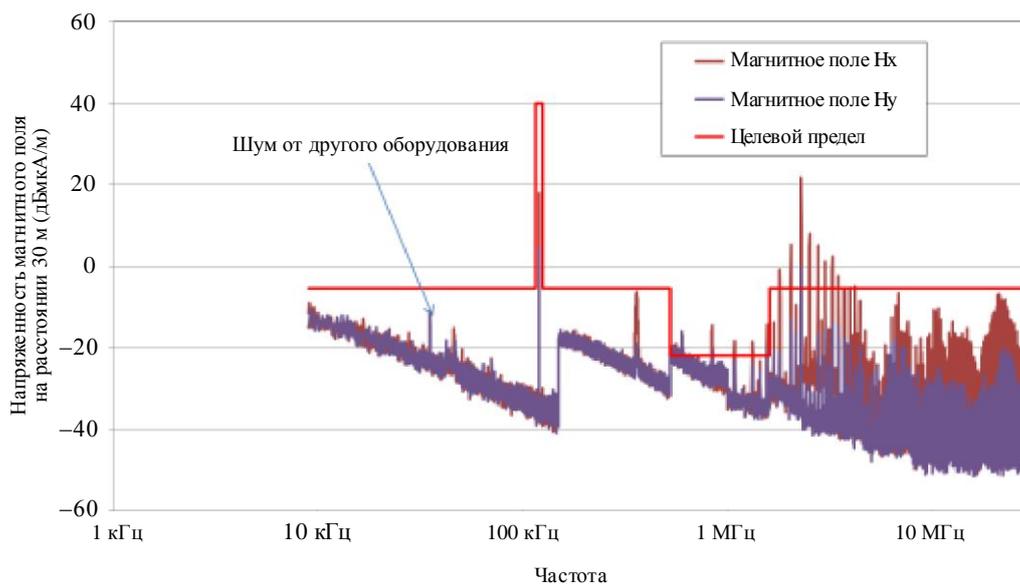
Частоты ниже 526,5 кГц:	1/27
526,5–1606,5 кГц:	1/10
Частоты выше 1606,5 кГц и до 30 МГц:	1/6

Результаты измерения в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц показаны на рисунках А3-11 и А3-12. На рисунке А3-13 приводится результат измерения гармонических составляющих более высокого порядка для каждого экземпляра испытательного оборудования. Результаты этих измерений показывают, что испытательное оборудование В удовлетворяет ориентировочному целевому пределу излучаемого шума. Испытательное оборудование А удовлетворяет ориентировочному целевому пределу для частоты БПЭ и не удовлетворяет ориентировочному целевому пределу для другого диапазона частот. Однако представляется, что при включении подходящих устройств подавления высокочастотного шума можно добиться соблюдения ориентировочного целевого предела.

Результаты измерения в диапазоне частот от 30 МГц до 1 ГГц показаны на рисунках А3-14 и А3-15.

РИСУНОК А3-11

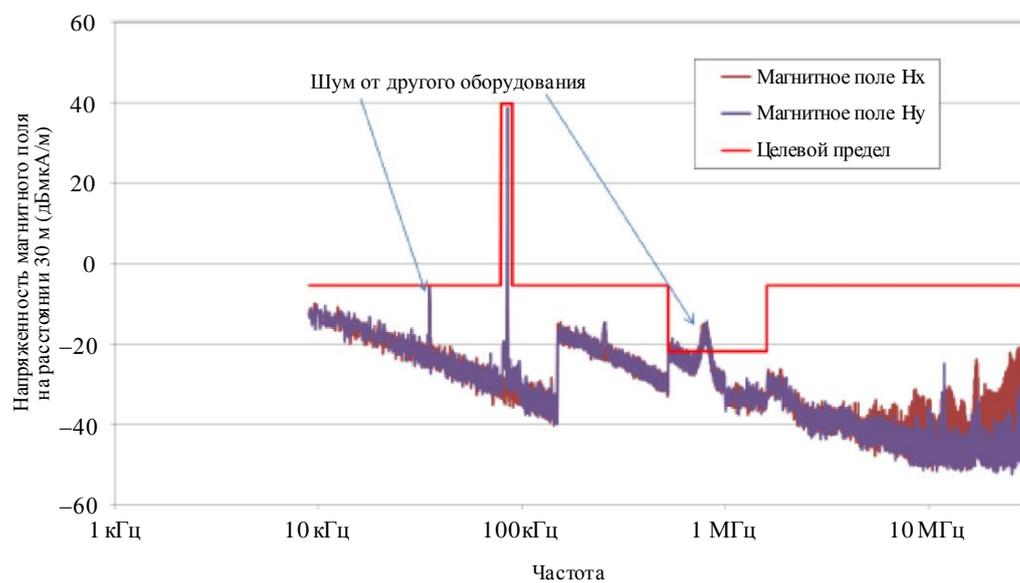
Излучаемый шум испытательного оборудования А (9 кГц – 30 МГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-11

РИСУНОК А3-12

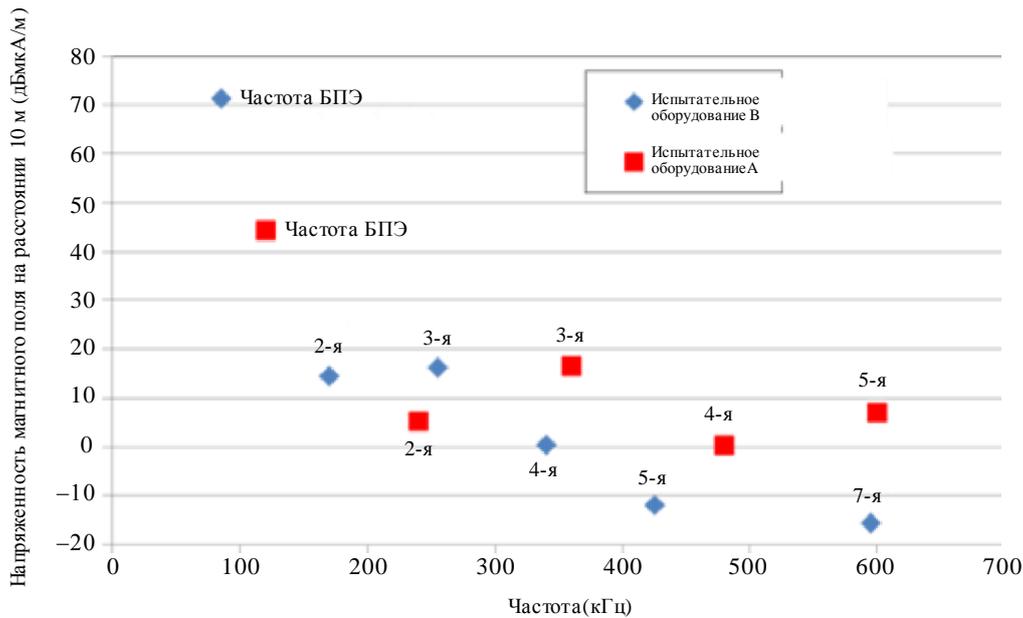
Излучаемый шум испытательного оборудования В (9 кГц – 30 МГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-12

РИСУНОК А3-13

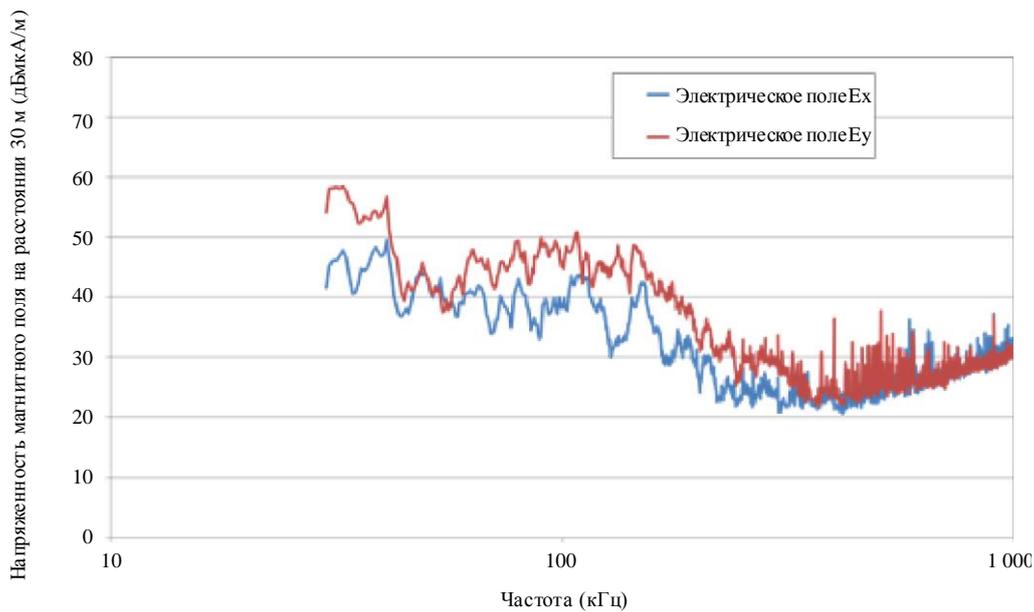
Результаты измерения гармонических составляющих более высокого порядка (квазипиковое значение)



Report SM.2303-A3-13

РИСУНОК А3-14

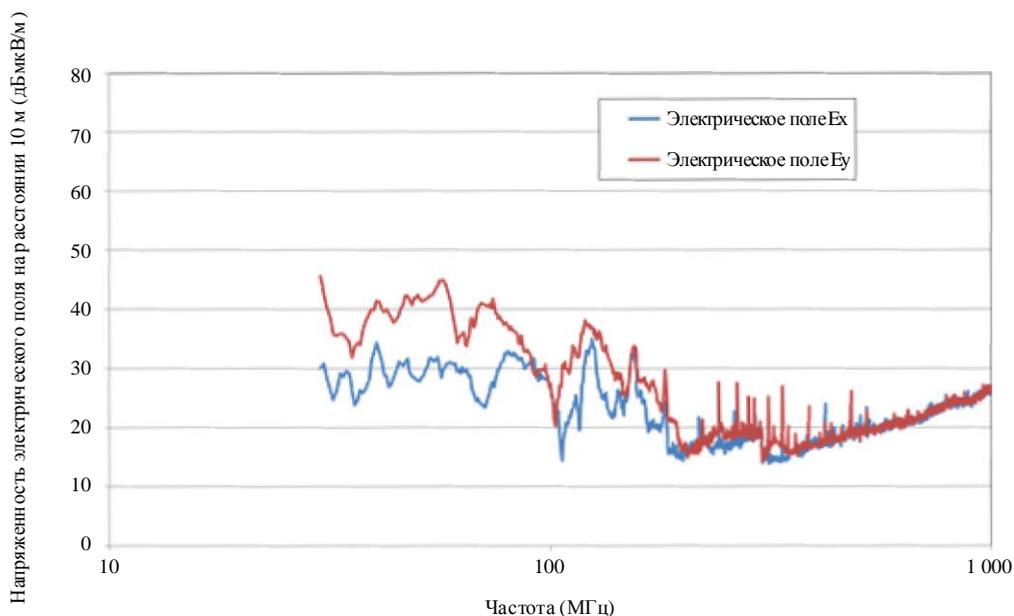
Излучаемый шум испытательного оборудования А (30 МГц – 1 ГГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-14

РИСУНОК А3-15

Излучаемый шум испытательного оборудования В (30 МГц – 1 ГГц, пиковое значение)



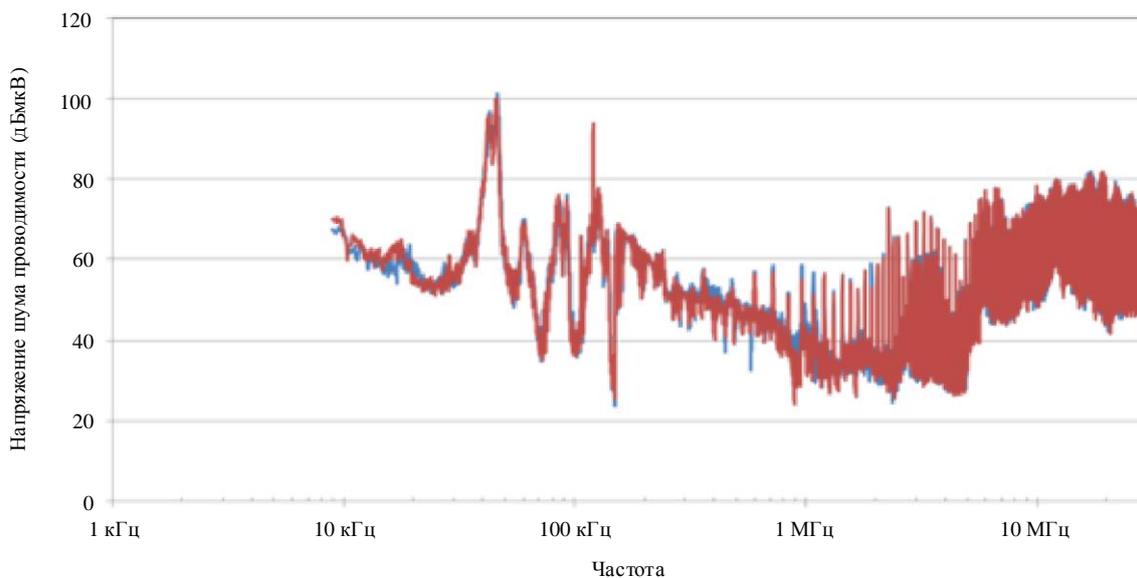
Report SM.2303-A3-15

(3) Результаты измерения шума проводимости

Результаты измерения шума проводимости в диапазоне частот от 30 МГц до 1 ГГц показаны на рисунках А3-16 и А3-17.

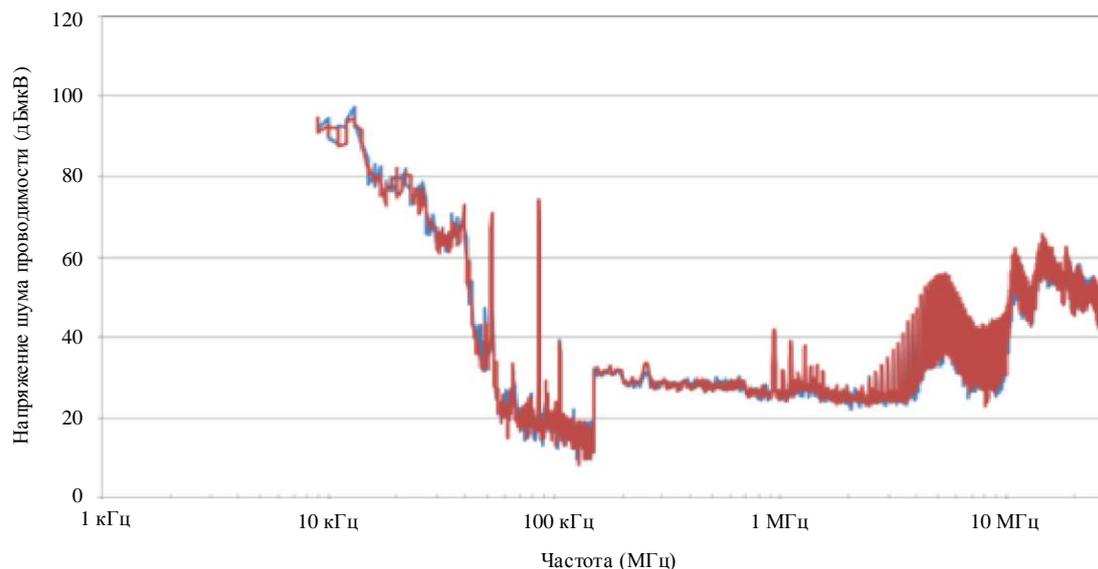
РИСУНОК А3-16

Шум проводимости испытательного оборудования А (9 кГц – 30 МГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-16

РИСУНОК А3-17

**Шум проводимости испытательного оборудования В (9 кГц – 30 МГц, пиковое значение)**

Report.SM.2303-A3-17

**4.2 Результаты измерения для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе магнитного резонанса****(1) Общие сведения об испытательном оборудовании**

В таблице А3-2 приведены общие сведения об испытательном оборудовании для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе магнитного резонанса. Частота БПЭ равна 6,78 МГц. На рисунке А3-18 изображена типовая структура обмотки для данного испытательного оборудования. Данная структура обмотки находится внутри измеряемого переносного устройства. Мощность передачи данного испытательного оборудования составляет 16,8 Вт. В приведенных ниже результатах измерения мощность передачи преобразована в 100 Вт, а расстояние измерения пересчитано в 30 м с использованием коэффициента пересчета, указанного в п. 4.1(2). Отметим, что испытательное оборудование не содержит устройств подавления гармонических составляющих частоты БПЭ более высокого порядка.

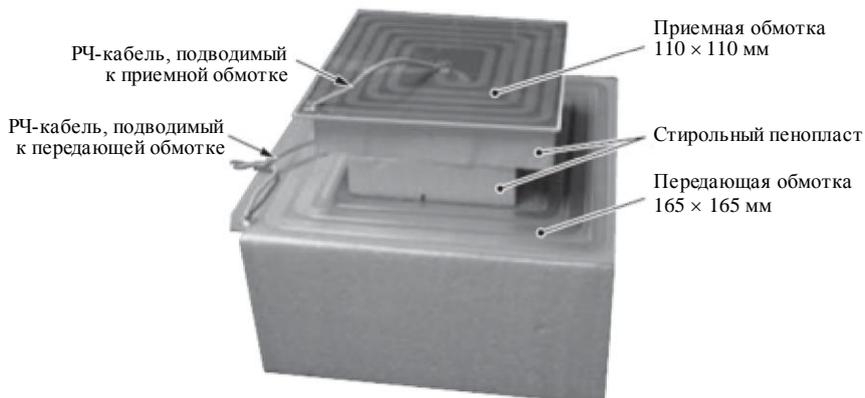
ТАБЛИЦА А3-2

**Общие сведения об испытательном оборудовании для мобильных и переносных устройств, использующих магнитный резонанс**

Система БПЭ	Мобильные устройства и ИТ-устройства
Технология БПЭ	Магнитный резонанс
Частота БПЭ	6,78 МГц
Условия БПЭ	Мощность передачи: 16,8 Вт Расстояние передачи энергии: несколько сантиметров

РИСУНОК А3-18

Типовая структура обмотки испытательного оборудования для мобильных и переносных устройств, использующих магнитный резонанс



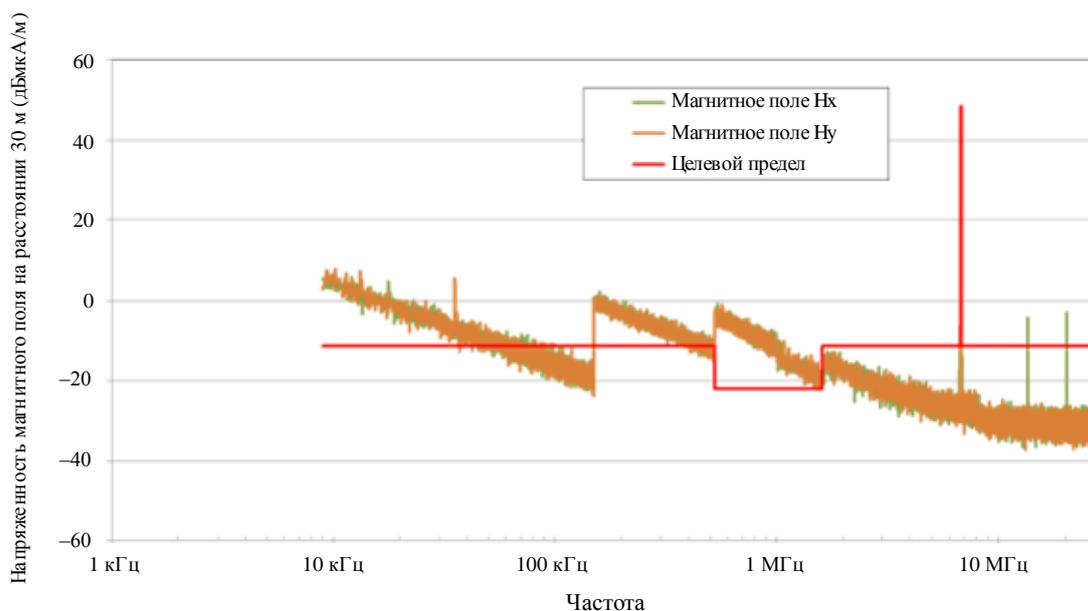
Report SM.2303-A3-18

## (2) Результаты измерения излучаемого шума

Измерения излучаемого шума от испытательного оборудования проводились в экранированной безэховой камере. Результаты измерения в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц, от 30 МГц до 1 ГГц и от 1 ГГц до 6 ГГц показаны на рисунках А3-19, А-20 и А3-21, соответственно. Кроме того, на рисунке А3-22 приводится результат измерения гармонических составляющих более высокого порядка данного испытательного оборудования. По результатам этих измерений установлено, что данное испытательное оборудование удовлетворяет ориентировочному целевому пределу излучаемого шума для частоты БПЭ. Кроме того, признано, что на частотах выше 1 ГГц шум излучения отсутствует.

РИСУНОК А3-19

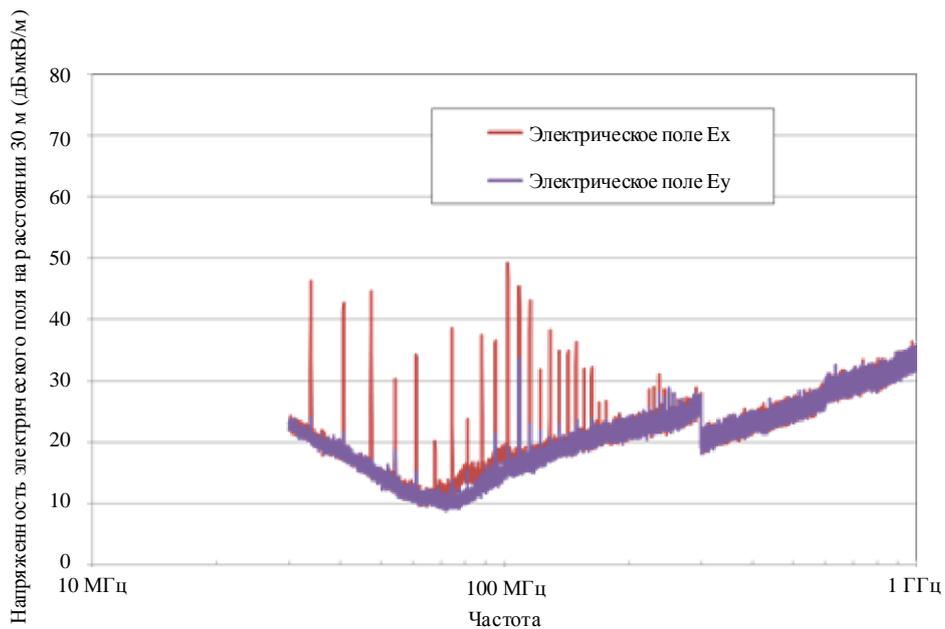
Излучаемый шум испытательного оборудования (9 кГц – 30 МГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-19

РИСУНОК А3-20

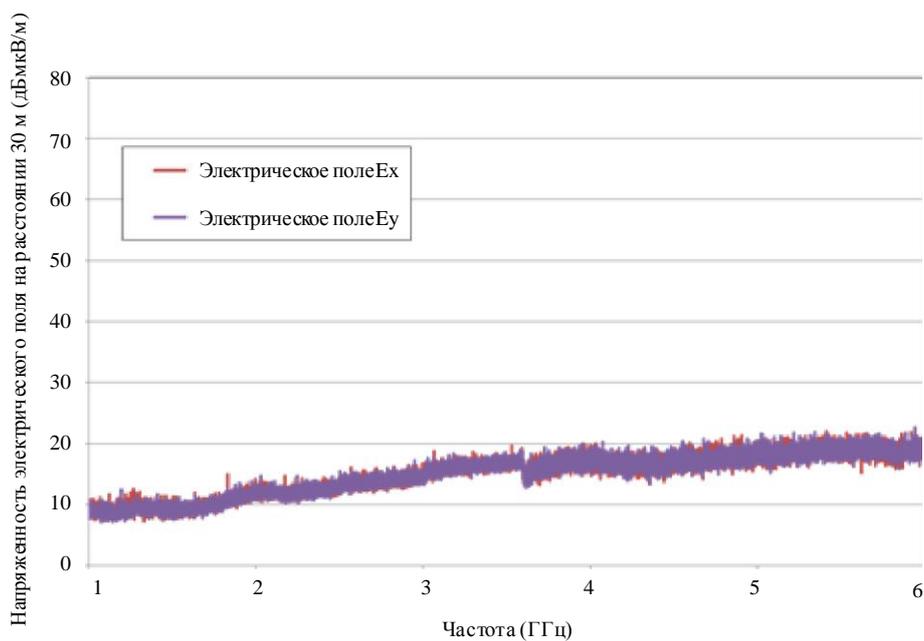
Излучаемый шум испытательного оборудования (30 МГц – 1 ГГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-20

РИСУНОК А3-21

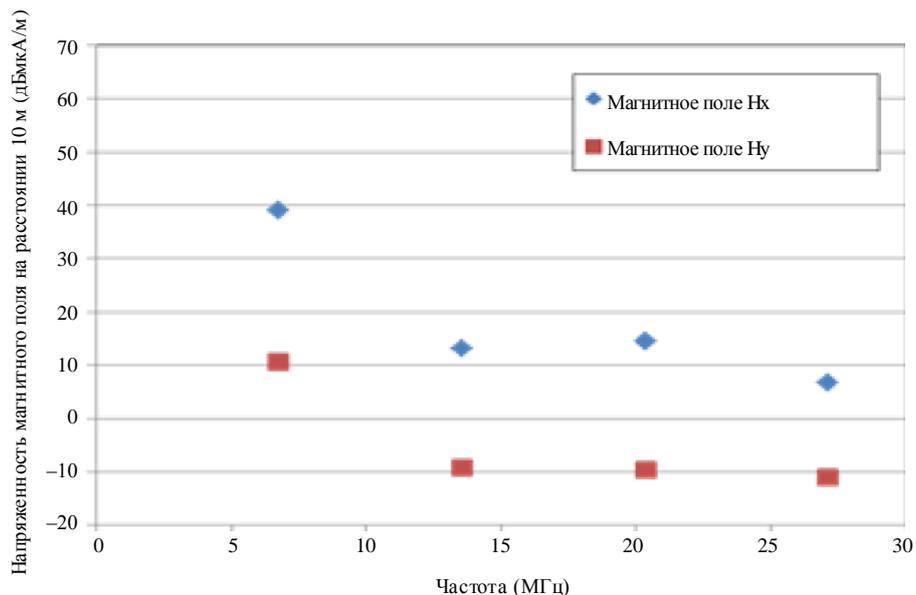
Излучаемый шум испытательного оборудования (1–6 ГГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-21

РИСУНОК А3-22

Результаты измерения гармонических составляющих более высокого порядка (квазипиковое значение)



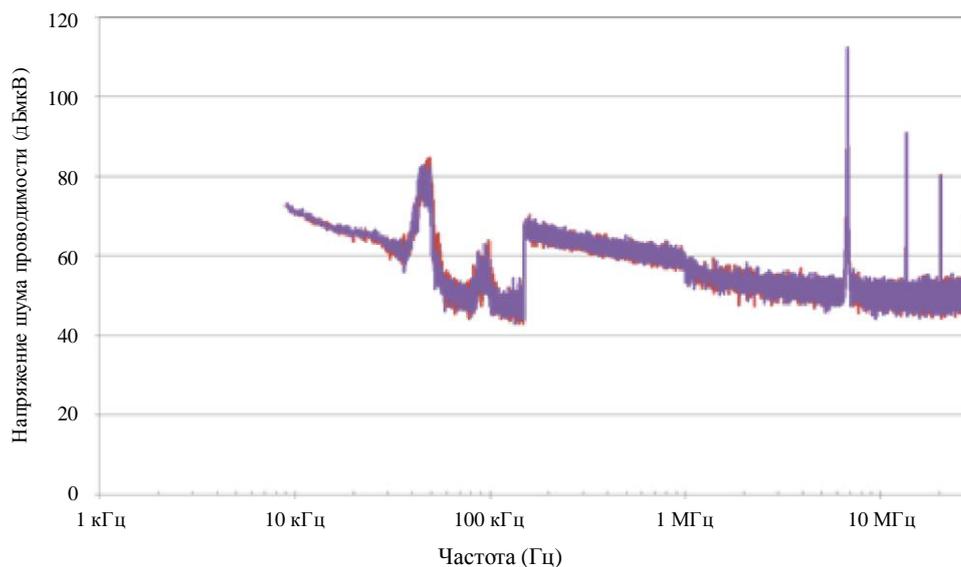
Report SM.2303-A3-22

(3) Результаты измерения шума проводимости

Результаты измерения шума проводимости в диапазоне частот от 30 МГц до 1 ГГц показаны на рисунке А3-23.

РИСУНОК А3-23

Шум проводимости испытательного оборудования (9 кГц – 30 МГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-23

**4.3 Результаты измерения для бытовых приборов, в которых используется технология на основе магнитной индукции**

(1) Общие сведения об испытательном оборудовании

В таблице А3-3 приведены общие сведения об испытательном оборудовании для бытовых приборов, в которых используется технология на основе магнитной индукции. В этой системе БПЭ имеются две структуры обмоток, показанные на рисунке А3-24. Частота БПЭ равна 23,4 кГц и 94 кГц. Мощности

передачи равны 1,5 кВт для испытательного оборудования А и 1,2 кВт для испытательного оборудования В, соответственно. Расстояние измерения пересчитано в 30 м с использованием коэффициента пересчета, указанного в п. 4.1(2). Отметим, что эти два экземпляра испытательного оборудования включают устройства подавления гармонических составляющих частоты БПЭ более высокого порядка.

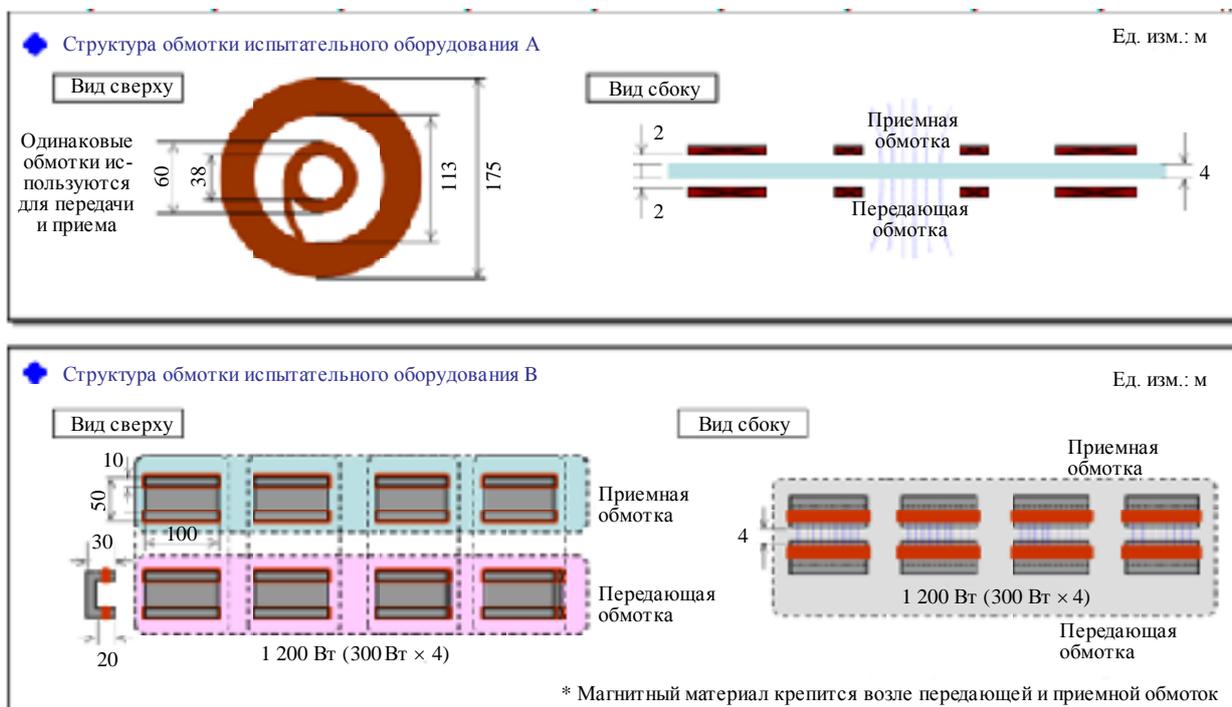
ТАБЛИЦА А3-3

**Общие сведения об испытательном оборудовании для бытовых приборов,  
использующих магнитную индукцию**

Система БПЭ	Бытовые приборы
Технология БПЭ	Технология на основе магнитной индукции
Частота БПЭ	Испытательное оборудование А: 23,4 кГц Испытательное оборудование В: 95 кГц
Условия БПЭ	Мощность передачи (Испытательное оборудование А): 1,5 кВт Мощность передачи (Испытательное оборудование В): 1,2 кВт Расстояние передачи энергии: менее 1 см

РИСУНОК А3-24

**Типовые структуры обмотки испытательного оборудования для бытовых приборов, в которых используется  
технология на основе магнитной индукции**



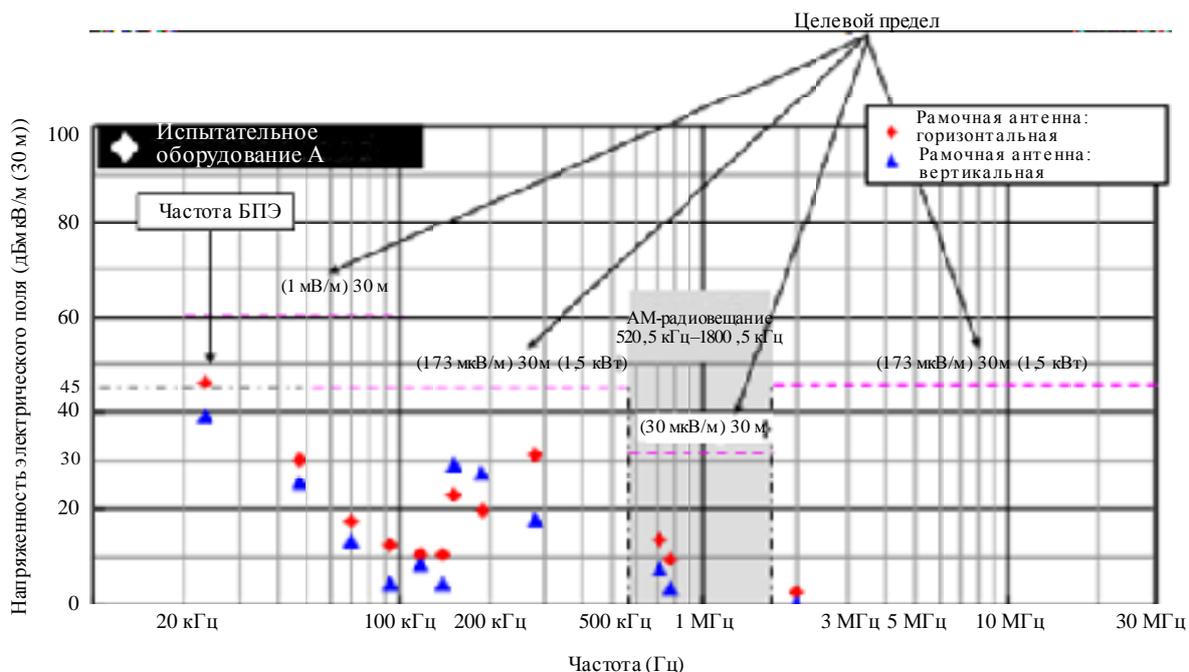
Report SM.2303-A3-24

(2) Результаты измерения излучаемого шума

Измерения излучаемого шума от каждого экземпляра испытательного оборудования проводились в экранированной безэховой камере. Результаты измерения в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц показаны на рисунках А3-25 и А3-26 для каждого экземпляра испытательного оборудования. Измерения в диапазоне частот от 30 МГц до 1 ГГц проводились только для испытательного оборудования А. Данный результат показан на рисунке А3-27. По результатам этих измерений установлено, что эти два экземпляра испытательного оборудования удовлетворяют ориентировочному целевому пределу излучаемого шума для частоты БПЭ и более высоких частот.

РИСУНОК А3-25

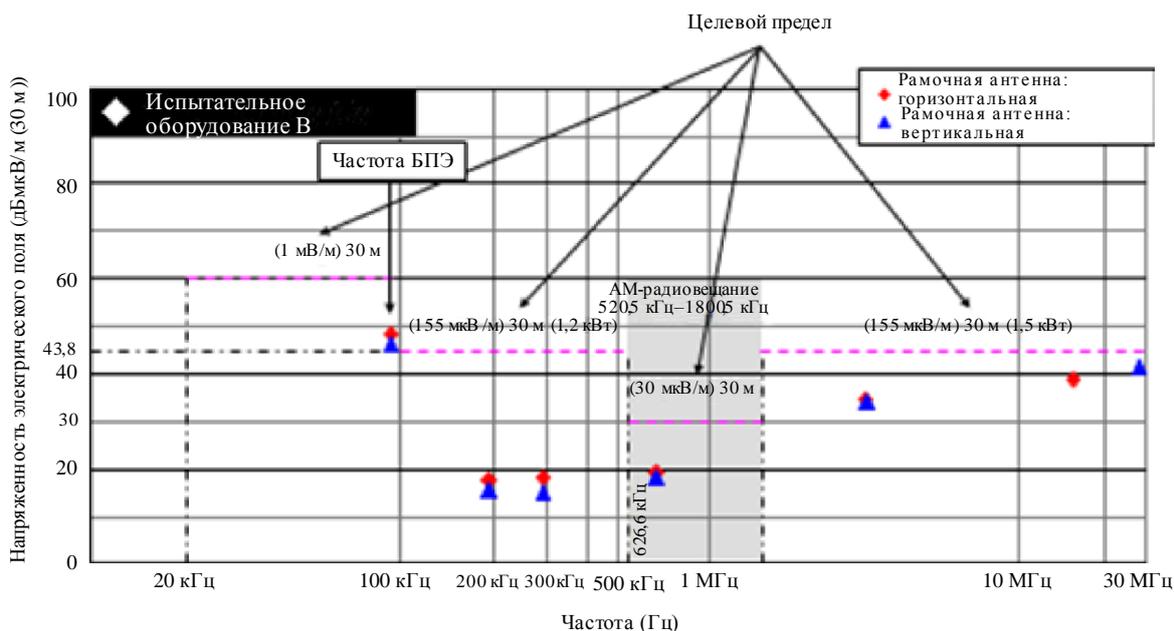
Излучаемый шум испытательного оборудования А (9 кГц – 30 МГц, квазипиковое значение)



Report SM.2303-A3-25

РИСУНОК А3-26

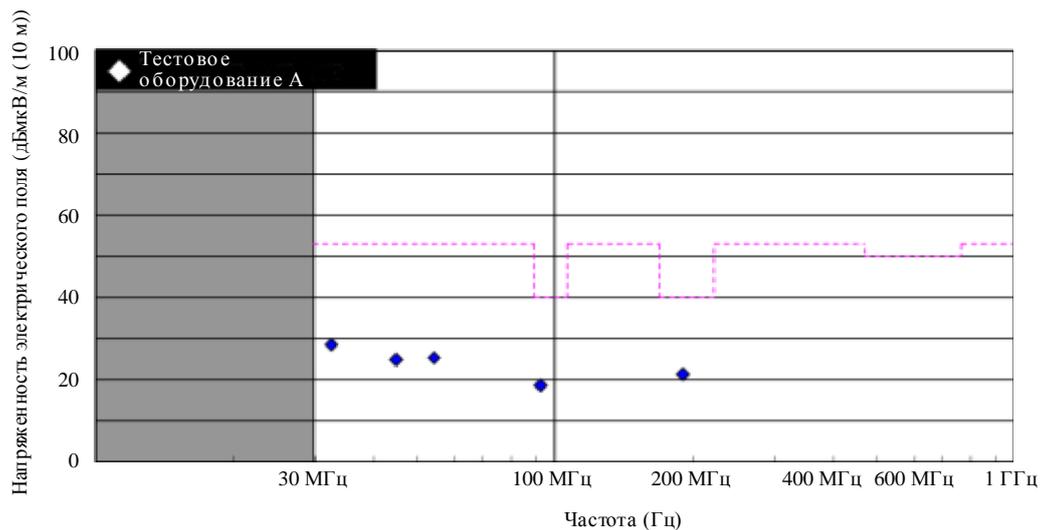
Излучаемый шум испытательного оборудования В (9 кГц – 30 МГц, квазипиковое значение)



Report SM.2303-A3-26

РИСУНОК А3-27

Излучаемый шум испытательного оборудования А (30 МГц – 1 ГГц, квазипиковый уровень)



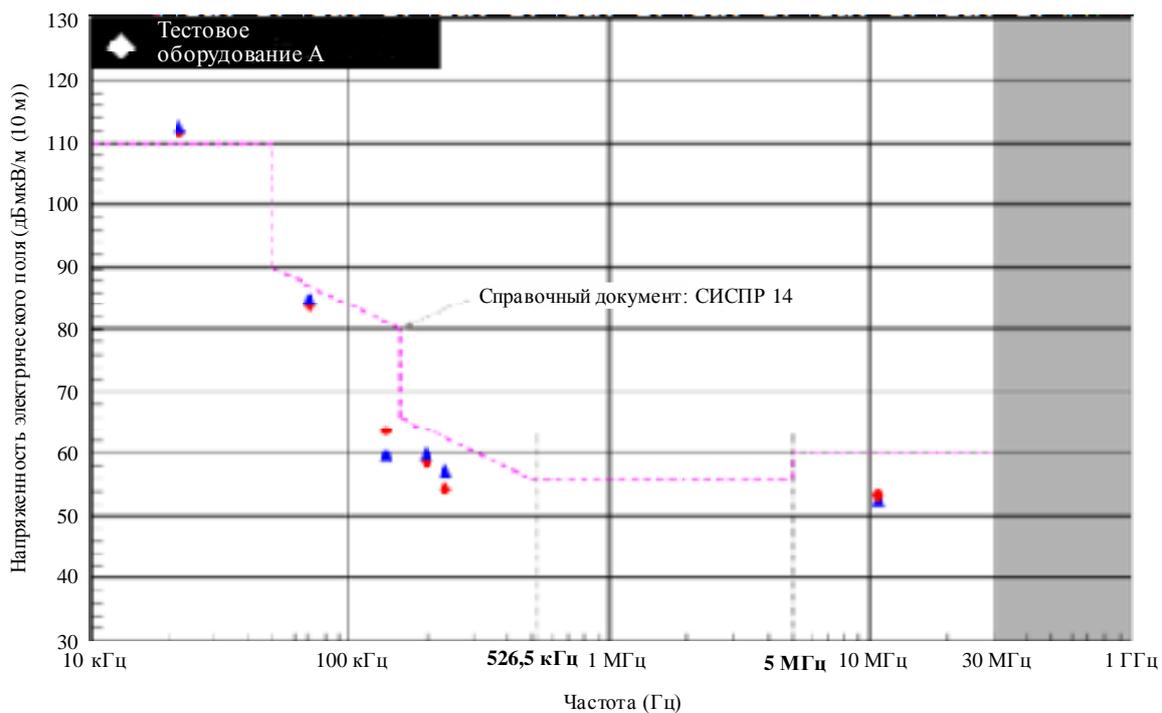
Report SM.2303-A3-27

### (3) Результаты измерения шума проводимости

Результаты измерения шума проводимости в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц показаны на рисунке А3-28.

РИСУНОК А3-28

Шум проводимости испытательного оборудования А (9 кГц – 30 МГц, квазипиковое значение)



Report SM.2303-A3-28

**4.4 Результаты измерения для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе емкостной связи**

(1) Общие сведения об испытательном оборудовании

В таблице А3-4 приведены общие сведения об испытательном оборудовании для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе емкостной связи. На рисунках А3-29 и А3-30 изображены испытательное оборудование для данного измерения и блок-схема системы БПЭ, соответственно. Частота БПЭ равна 493 кГц. Мощность передачи составляет максимум 40 Вт. Отметим, что данное испытательное оборудование соответствует максимально возможному количеству требований к коммерческим продуктам, в том числе к конструкции защитного экрана для подавления излучения и гармонических составляющих более высокого порядка.

ТАБЛИЦА А3-4

**Общие сведения об испытательном оборудовании для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе емкостной связи**

Система БПЭ	Мобильные устройства и устройства ИТ
Технология БПЭ	Связь по электрическому полю
Частота БПЭ	493 кГц
Условия БПЭ	Мощность передачи: максимум 40 Вт Расстояние передачи энергии: 2 мм

РИСУНОК А3-29

**Испытательное оборудование для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе емкостной связи**

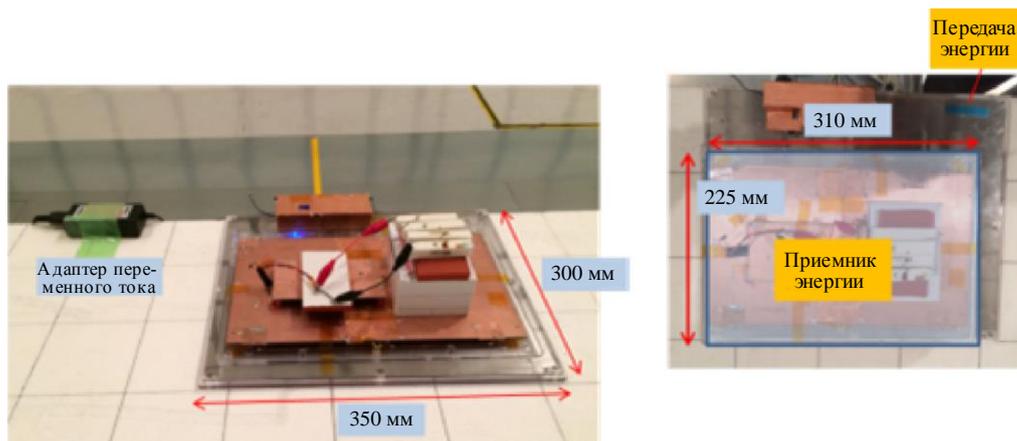
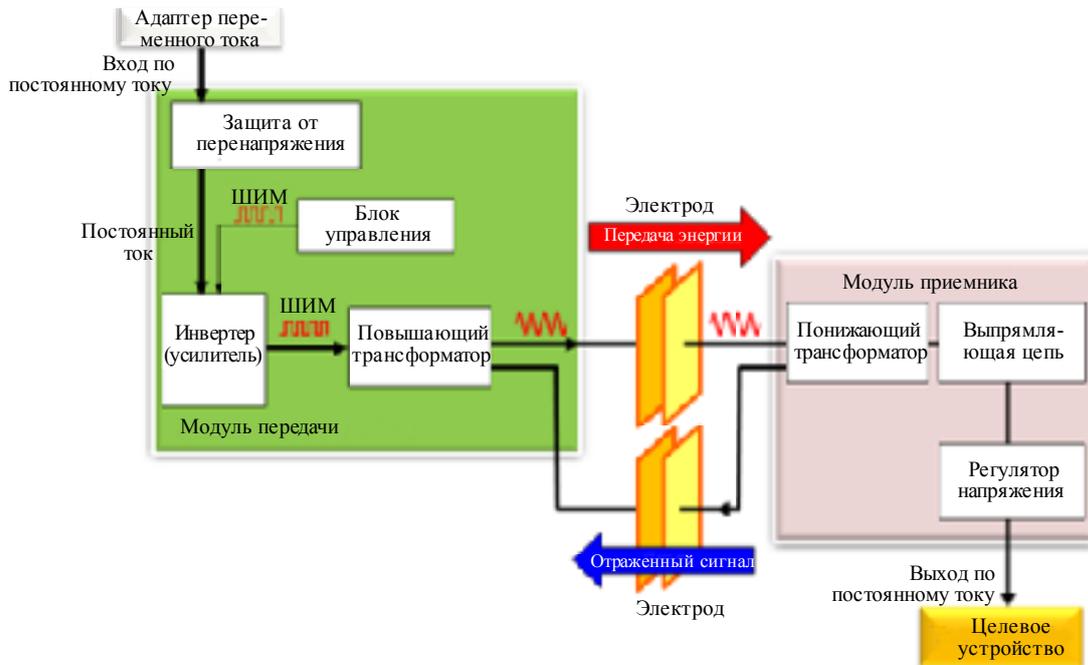


РИСУНОК А3-30

Блок-схема системы БПЭ для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе емкостной связи



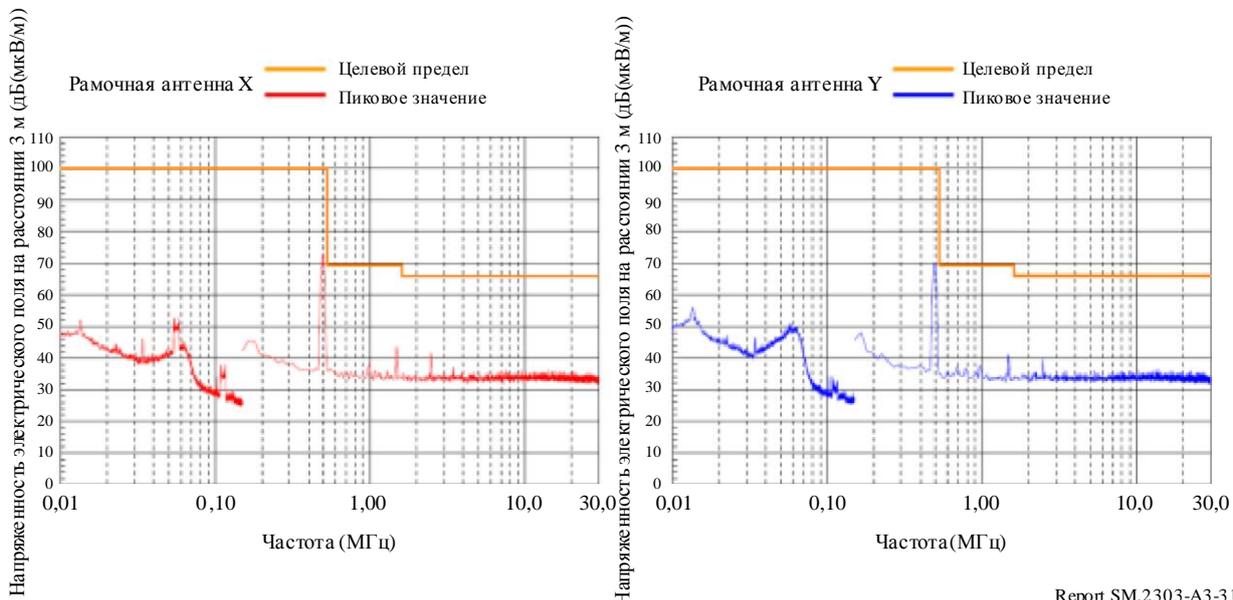
Report SM.2303-A3-30

(2) Результаты измерения излучаемого шума

Измерения излучаемого шума от данного испытательного оборудования проводились в экранированной безэховой камере. Результаты измерения в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц, от 30 МГц до 1 ГГц и от 1 ГГц до 6 ГГц показаны на рисунках А3-31, А-32 и А3-33, соответственно. Как показывают результаты измерения, приведенные на рисунке А3-31, излучаемый шум меньше ориентировочного целевого предела, что может быть связано с использованием средств подавления излучения.

РИСУНОК А3-31

Излучаемый шум (9 кГц – 30 МГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-31

РИСУНОК А3-32

Излучаемый шум (30 МГц – 1 ГГц, пиковое и квазипиковое значение)

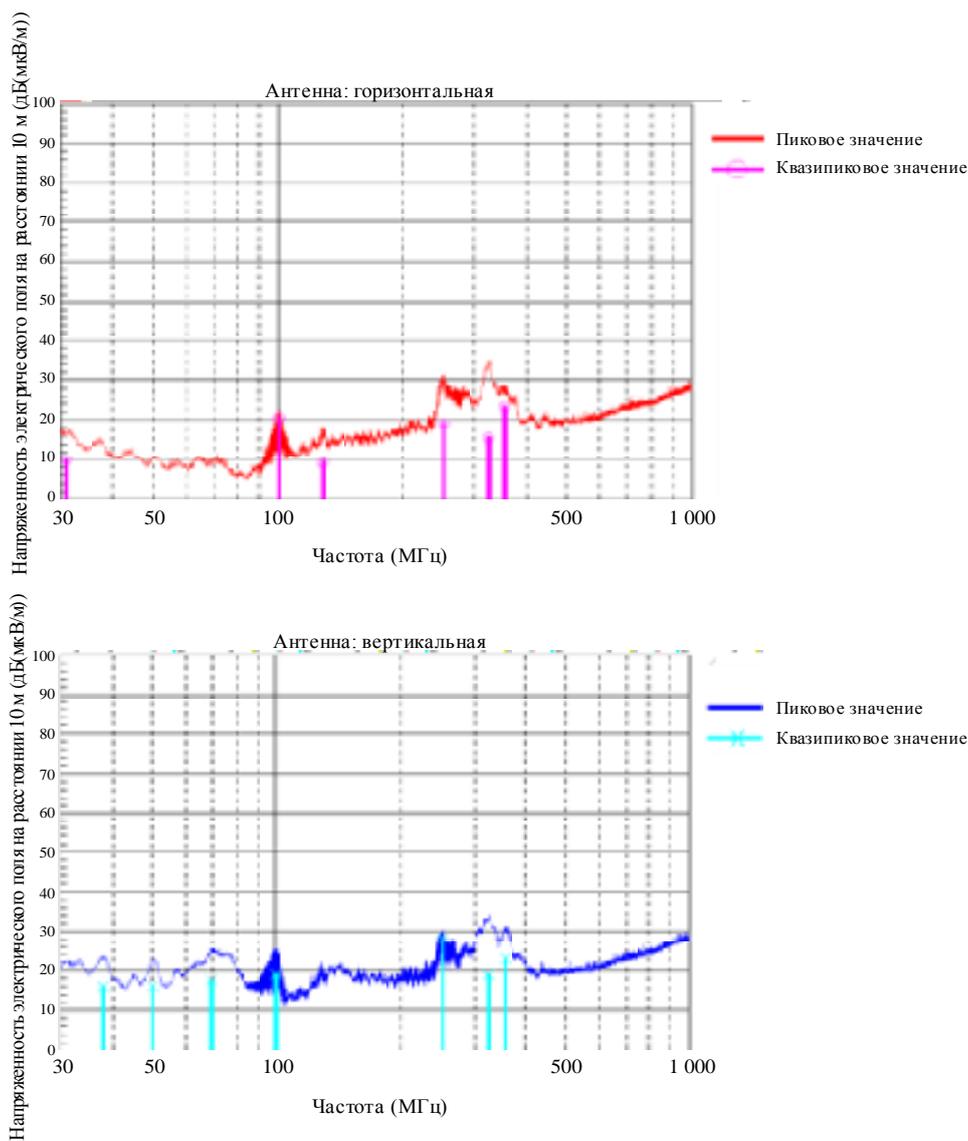
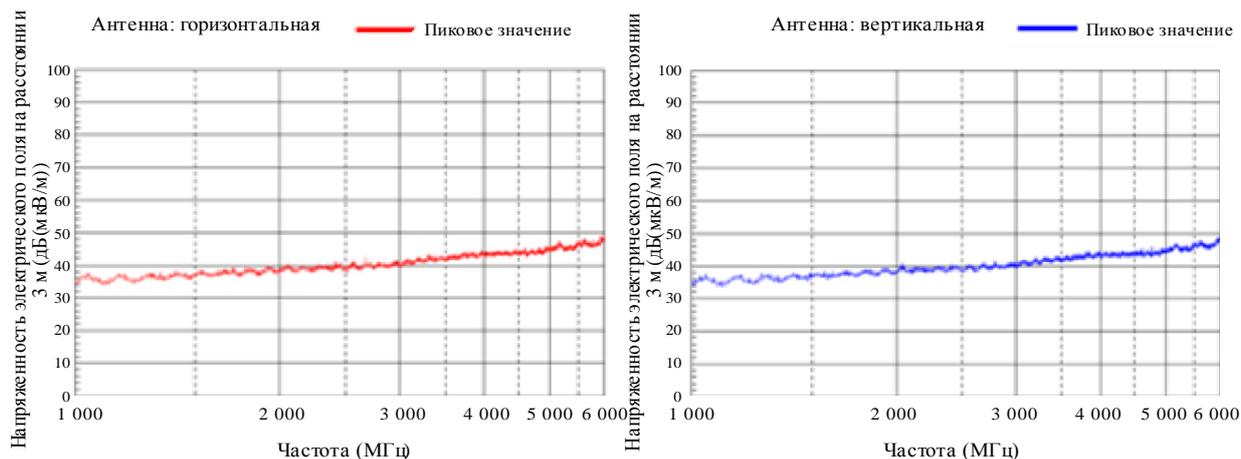


РИСУНОК А3-33

Излучаемый шум (1–6 ГГц, пиковое значение)

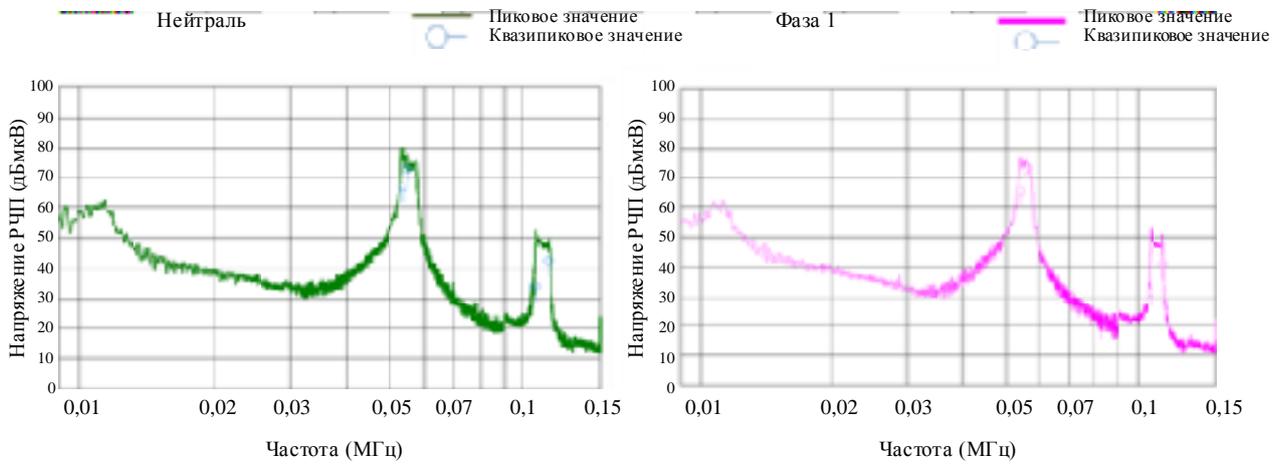


(3) Результаты измерения шума проводимости

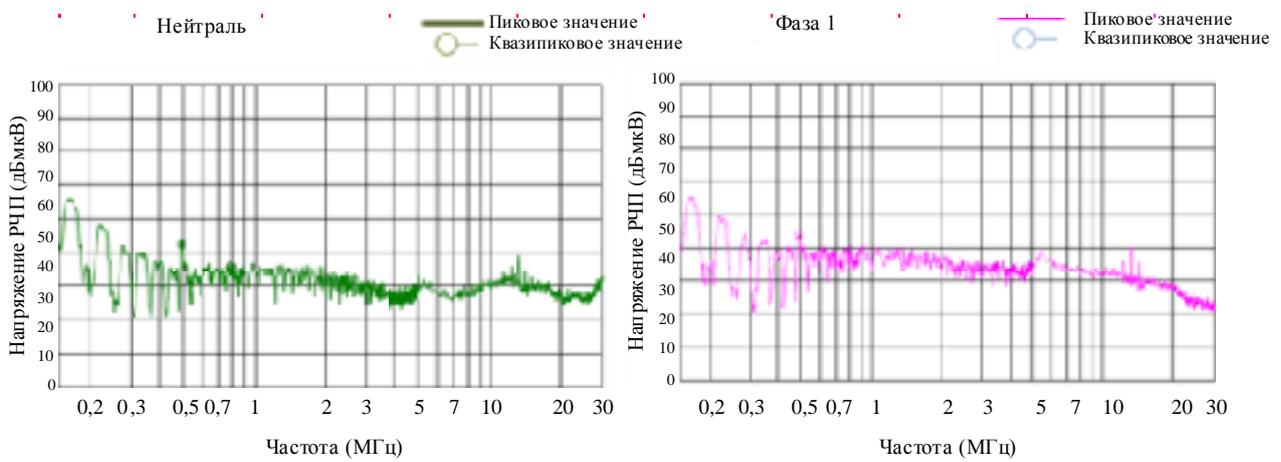
Результаты измерения шума проводимости в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц показаны на рисунке А3-34.

РИСУНОК А3-34

Шум проводимости испытательного оборудования (9 кГц – 30 МГц, пиковое и квазипиковое значение)



а) 9 кГц – 150 кГц



б) 150 кГц – 30 МГц