

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Отчет МСЭ-R SM.2303-0
(06/2014)

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

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.2303-0

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

В настоящем Отчете представлены предлагаемые диапазоны частот и относящиеся к ним потенциальные уровни 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] содержит 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, пригодные 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 линеек 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

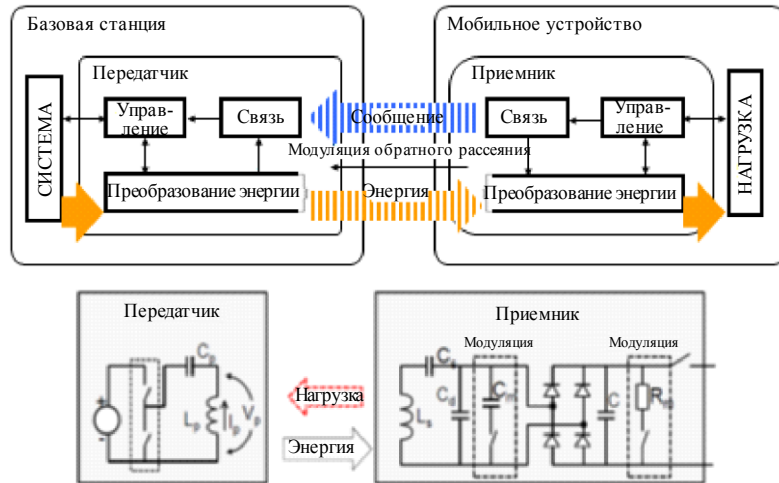
3.1 Для портативных и мобильных устройств

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



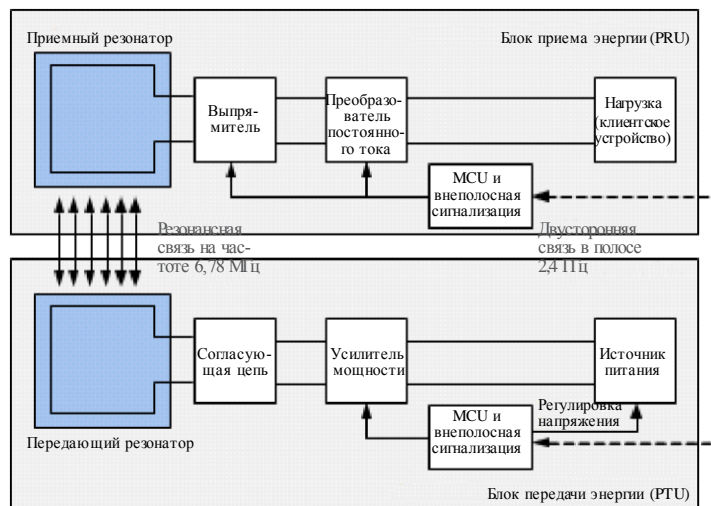
Report SM.2303-3-01

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

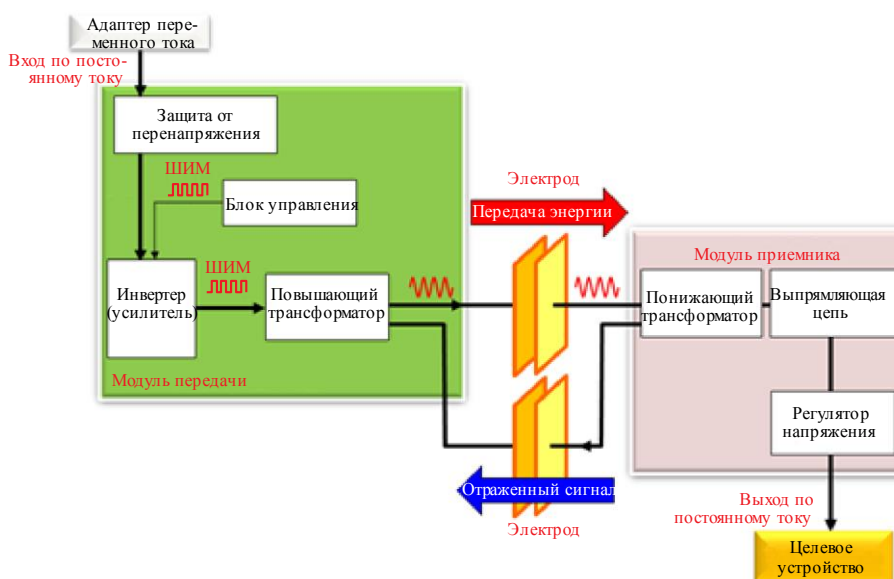
3.1.3 БПЭ на основе емкостная связь

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

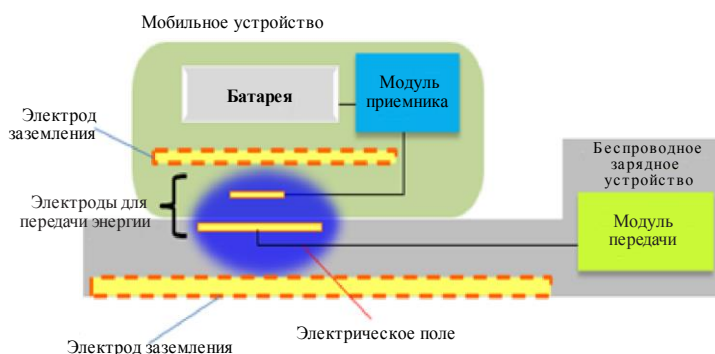
Блок-схема системы БПЭ на основе емкостной связи



Report SM.2303-3-03

РИСУНОК 3.4

Типовая структура системы на основе емкостной связи



Report SM.2303-3-04

Пояснение к рисунку 3.6:

Категория А

- Потребление энергии: 10–100 Вт
- Совместимость продуктов LGE

Категория В

- Потребление энергии: 100 Вт – 2,3 кВт
- Беспроводные кухонные приборы

Категория С

- Совместимость ИИ

На основе HL-B130 LG DIOS Built-in hob

Кастрюля ИИ

Смартфон (~10 Вт)

Чайник (1 кВт ~2,4 кВт)

Беспроводный динамик (20~30 Вт)

Ноутбук/переносной ТВ (30~100 Вт)

Блендер (100 Вт ~ 1 кВт)

3.3 Для электромобилей

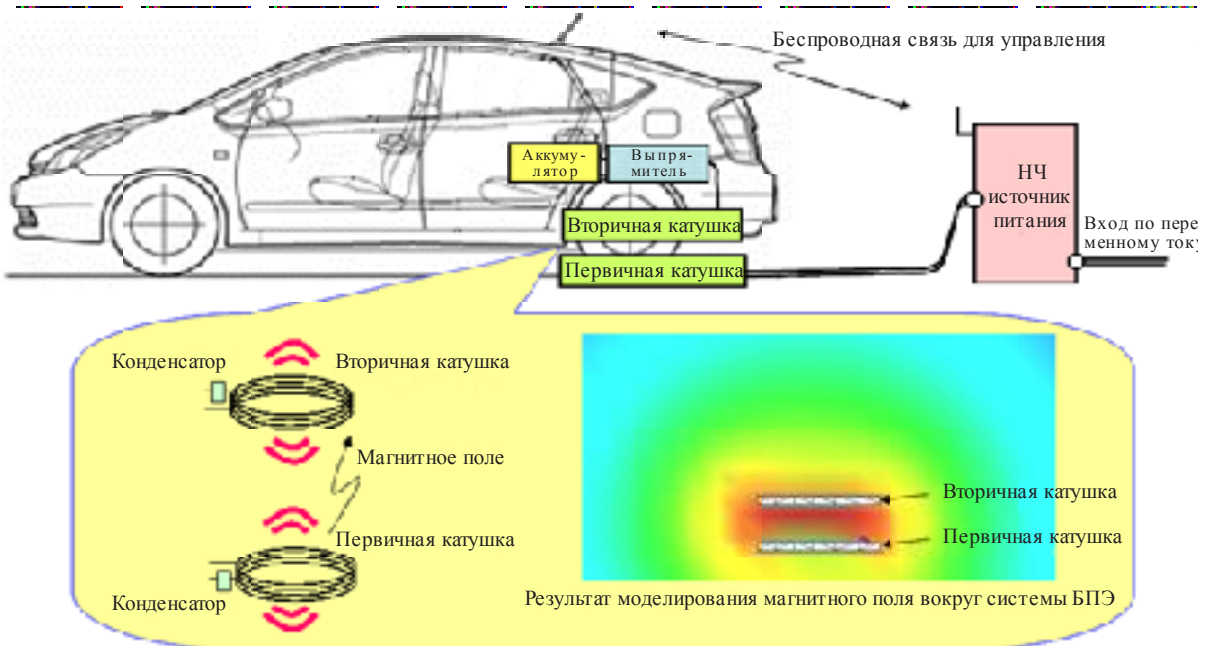
Беспроводная передача энергии с помощью магнитного поля (МП-БПЭ) составляет один из главных вопросов стандартизации, например IEC PT61980 и SAE J2954TF относительно БПЭ для ЭМ, включая ПГЭМ, хотя существует несколько типов методов БПЭ. МГ-БПЭ для ЭМ и ПГЭМ включает и индукционный, и магнитно-резонансный 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):
 - a) первичное устройство: на земле/в углублении на земле;
 - b) 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

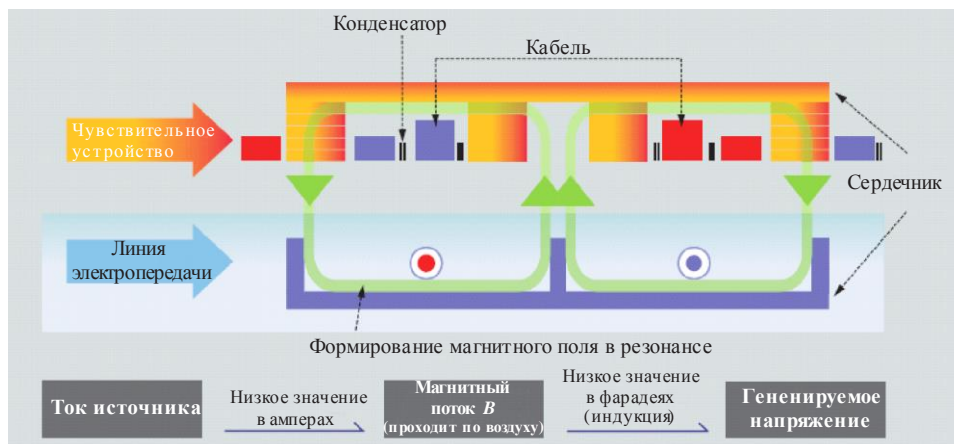


Report SM.2303-3-07

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.

РИСУНОК 3.8

Технические характеристики электромобиля с бесконтактной зарядкой



Report SM.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



Report SM.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 TC9 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 (CAITR) Министерства промышленности и информационных технологий (МИТ). 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. В настоящее время BWF проводит 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 2014 году. Утверждение других, предусматривающих более высокую мощность (> 50 Вт), намечено 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 МС по руководству разработкой новых нормативных актов для БПЭ в рамках Подкомитета МС 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. Более подробная информация представлена в главе 6. На основании результатов современных исследований, проводимых в WWF, ведется нормотворческая работа. Результаты будут 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	http://www.kats.go.kr/en_kats/	Продолжается – Управление зарядкой нескольких устройств
KWPF	http://www.kwpf.org	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	http://www.tta.or.kr/English/index.jsp	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
СИСПр (Международный специальный комитет по радиопомехам)	Обсуждением вопросов БПЭ занимается SC-B СИСПр (Помехи, относящиеся к радиочастотной ПНМ аппаратуре и к воздушным линиям электропередачи, и т. д.). Другие научные комитеты рассматривают БПЭ по мере их принятия.
ТК 100 МЭК	Обследования для технических отчетов, касающихся БПЭ: – этап 0 проекта ТК 100 МЭК; – обследование завершено: июль 2012 года; – составление проектов технических отчетов.
ТК 69 МЭК	РГ 4 ТК 69 МЭК (Электромобили и грузовые электрокары) совместно с ТК 22 МЭК (Автомобили) обсуждает БПЭ для автотранспорта.
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).
РГ1А ИК1 МСЭ-R	Рекомендация/Отчет по регламентарным аспектам и спектру БПЭ – Вопрос МСЭ-R 210-3/1 – Вопрос обновлен в ноябре 2012 года – В июне 2013 года создана группа по БПЭ, работающая по переписке, для разработки Отчетов/Рекомендаций.
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.
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.
WPC	Основанные на индукционной связи решения с сильной связью в широком диапазоне уровней мощности. На веб-сайте перечислено более 120 членов и 80 сертифицированных продуктов, включая аксессуары, зарядные устройства и средства. – Выпущена техническая спецификация (версия 1) в июле 2010 года
РГ-БПЭ СЖК (Китай-Япония-Корея)	Рабочая группа по БПЭ собрания СЖК по информационным технологиям. Распространение информации в регионе для изучения и обследования БПЭ малой и высокой мощности. – Выпущен технический отчет 1 СЖК по БПЭ в апреле 2013 года. – Весной 2014 года планируется выпуск технического отчета 2 СЖК по БПЭ.

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;

- с) 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 беспроводную передачу энергии (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 CISPR/B/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 PP МСЭ-R для ПНМ оборудования	Рекомендация МСЭ-R SM.1056-1	IEC 63211 (IEC 62479)	IEC/CISPR 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 передачи энергии	ЭМС PP МСЭ-R для ПНМ оборудования	Рекомендация МСЭ-R SM.1056-1	IEC 63211 (IEC 62479)	IEC/CISPR 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 PP МСЭ-R для ПНМ оборудования Эффективное использование РЧ спектра PP 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 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 2a). 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 директива	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	IEC 63211 (IEC 62479) или другие применимые стандарты из Официального журнала ЕС, перечисленные в разделе Директивы по маломощным устройствам	IEC/CISPR 11 группа 2 (или более специальный стандарт МЭК на продукты, если имеется)	Н/д	
2a Системы БПЭ с функцией передачи данных или связи на частоте передачи энергии (Любой диапазон передачи энергии)	Директива по ЭМС 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. 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.	Отсутствуют	Стандарты на ЭМП для устройств радиосвязи	См. выше	См. выше	Применение не обязательно
2b Системы БПЭ с функцией передачи данных или связи на частоте передачи энергии	Директива R&TTE	Отсутствуют	Стандарты на ЭМП для устройств радиосвязи	Стандарты на ЭМП 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	
(Ограниченный диапазон передачи энергии)	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. 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.					
3 Системы БПЭ с функцией передачи данных или связи на частоте, отличной от частоты передачи энергии	Директива по ЭМС Директива R&TTE (функция радиосвязи)		9 кГц < полоса < 30 МГц 30 МГц < полоса < 1 ГГц 1 ГГц < полоса < 40 ГГц	EN 62311 (EN 62479)	EN 301 489-1/3	EN 300 330 EN 300 220 EN 300 440

ПРИМЕЧАНИЕ. – Сочетание стандартов ETSI 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 ETSI, например Bluetooth → EN 300 328 и EN 301 489-1/17, в зависимости от технологии связи.

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.

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 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. В настоящее время исследуется спектральная маска системы 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).

В Японии БПЭ для ЭМ, находящихся на стоянке, рассматривается WWF, IEC, SAE и JARI. Было принято решение о том, что диапазон частот 20–200 кГц обеспечивает преимущества по достижению эффективности передачи большой энергии в схемах с высокой мощностью. В ходе исследований совместного использования спектра и обсуждения возможности сосуществования с действующими применениями, такими как приемники сигналов точного времени и железнодорожные радиосистемы, рассматривались подполосы 42–48 кГц, 52–58 кГц, 79–90 кГц и 140,91–148,5 кГц. В настоящее время наиболее вероятным кандидатом для БПЭ является диапазон 79–90 кГц, так как проводимые WWF, IEC, SAE и JARI исследования показывают, что при использовании этой полосы наименее вероятно создание помех другим службам.

(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.

5.2 Полосы ПНМ, используемые на национальной основе для БПЭ

6 765–6 795 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

	Магнитная индукция (малая мощность)	Связь на основе магнитного резонанса	Магнитная индукция (высокая мощность)	Емкостная связь
Типы применения	Мобильные/переносные устройства, планшетные, портативные компьютеры	Мобильные/переносные устройства, планшетные, портативные компьютеры	Бытовые приборы, офисное оборудование (включая применения высокой мощности)	Переносные устройства, планшетные, 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

ТАБЛИЦА 5.1 (окончание)

	Магнитная индукция (малая мощность)	Связь на основе магнитного резонанса	Магнитная индукция (высокая мощность)	Емкостная связь
Преимущества	Согласованный на глобальном уровне спектр. Эффективность передачи более высокой мощности.	<ul style="list-style-type: none"> – Возможно наличие спектра на глобальном уровне. – Гибкость размещения и удаленности приемной стороны. – Передатчик может обеспечивать мощность для нескольких приемников широкого современного диапазона. 	<ul style="list-style-type: none"> – Более высокая мощность – Гибкость размещения и удаленности приемной стороны. – Передатчик может обеспечивать мощность для нескольких приемников широкого современного диапазона. 	Высокая эффективность (70–85%) <ul style="list-style-type: none"> – без нагрева электрода; – низкий уровень излучений; – свобода положения по горизонтали.
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 беспроводной электромагнитной 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: AM-радиовещание (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

	Магнитный резонанс и/или индукция для пассажирских электромобилей	Магнитная индукция для грузовых автомобилей
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	Исследуются: 42–48 кГц, 52–58 кГц, 79–90 кГц и 140,91–148,5 кГц.	19–21 кГц, 59–61 кГц

ТАБЛИЦА 5.2 (окончание)

	Магнитный резонанс и/или индукция для пассажирских электромобилей	Магнитная индукция для грузовых автомобилей
Диапазон мощности	3,3 кВт и 7,7 кВт; классы приняты для пассажирских автомобилей	<ul style="list-style-type: none"> – Минимальная мощность: 75 кВт – Номинальная мощность: 100 кВт – Максимальная мощность: определяется – Воздушный зазор: 20 см – Экономия времени и затрат
Преимущество	Эффективность передачи более высокой мощности.	<ul style="list-style-type: none"> – Эффективность передачи более высокой мощности – Максимально увеличенный воздушный зазор – Сниженный низкочастотный шум – Эффективная конструкция защитного экрана – Экономия времени и затрат
Соответствующие стандарты объединений/международные стандарты	IEC 61980-1 (TC69)	
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)	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) Корея

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 CISPR/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)

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)

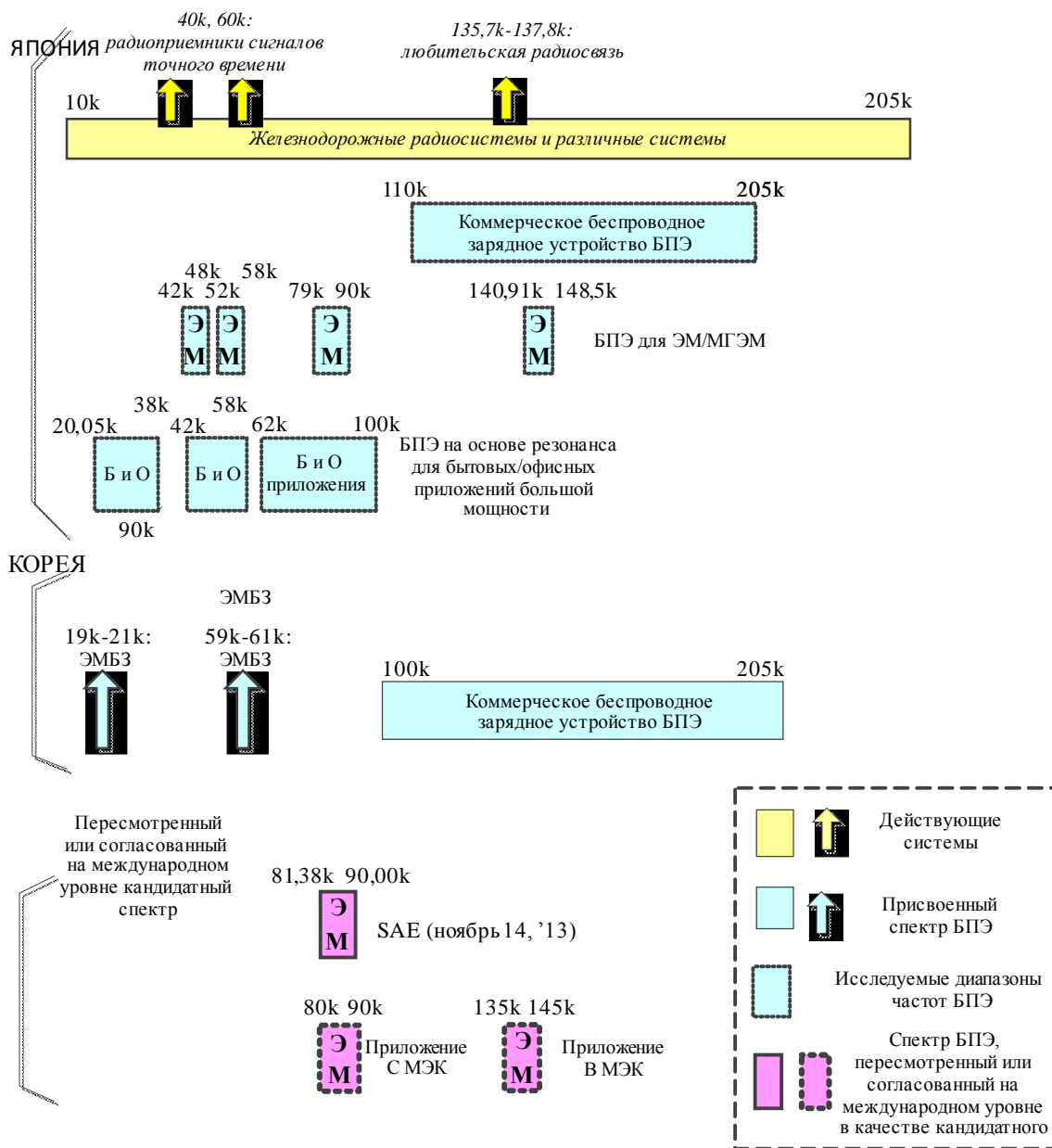
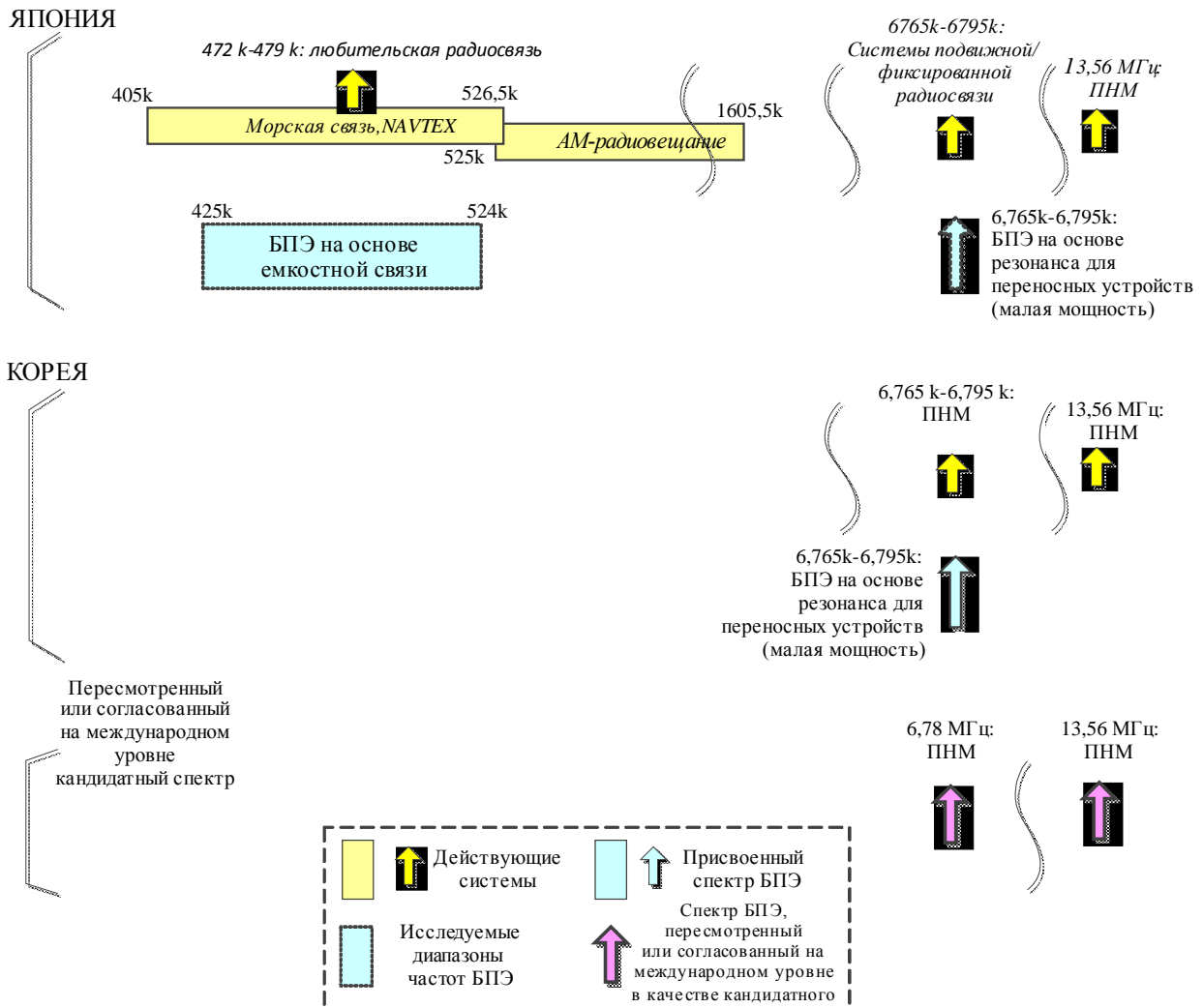


РИСУНОК 7.2

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



Report SM 2303-3-02

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

ТАБЛИЦА 7.1

Технологии БПЭ, которые обсуждаются в РГ БПЭ
Министерства внутренних дел и связи (МИС) Японии

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

ТАБЛИЦА 7.1 (окончание)

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)
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

Согласно действующим в Японии нормативам для эксплуатации любых устройств, мощность передачи которых не превышает 50 Вт, разрешения администратора, как правило, не требуется. В настоящее время на основе предлагаемых технологий, указанных в б), с) и д) в таблице 7.1, предполагается работа с мощностью, не превышающей 50 Вт в каждой полосе спектра. Ожидается, что мощность передачи этих технологий превысит 50 Вт после завершения исследований сосуществования с соответствующими действующими системами радиосвязи.

Ознакомиться с относящимися к БПЭ аспектами регулирования в Японии можно, обратившись к документу "Руководящие указания по использованию технологий беспроводной передачи энергии", издание 2.0., апрель 2013 года [2]. <http://bwf-yrp.net/english/update/2013/10/guidelines-for-the-use-of-wireless-power-transmission-technologies.html>

Япония уже определила местные действующие системы, которые могут пострадать от излучений при БПЭ в пределах и за пределами рабочих полос частот. РГ-БПЭ МСЭ поручила заинтересованным сторонам исследовать возможные нежелательные воздействия (например ухудшение рабочих характеристик системы), которые могут вызвать излучения БПЭ. Кроме того, РГ предложила провести обсуждения, с тем чтобы определить надлежащие условия сосуществования. Для рассмотрения было определено большое число действующих систем в спектре БПЭ и около него. Типичные системы перечислены в таблицах 5.1 и 5.2. К ним относятся приемники сигналов точного времени, любительские радиостанции, железнодорожные радиосистемы, морская связь/NAVTEX и службы АМ-радиовещания, что также показано на рисунках 7.1 и 7.2. Некоторые результаты, полученные на апрель 2014 года, а также ведущиеся обсуждения кратко представлены в таблице 7.2.

Наряду с этим РГ провела измерение излучений с учетом излучаемого шума и шума проводимости от систем БПЭ, что отражено в таблице 7.1, для обсуждения пределов излучений и условий сосуществования с действующими системами. Данные измерений в сводном виде представлены в Приложении 3.

ТАБЛИЦА 7.2

**Краткий обзор результатов исследований и ведущихся обсуждений по вопросу
существования Японии**

Целевые применения БПЭ	Кандидатные диапазоны частот	Действующие системы в полосах/около полос БПЭ	Результаты исследований и ведущиеся обсуждения по вопросу существования (ПРИМЕЧАНИЕ. – В этом столбце "расстояние разноса" рассчитывается для сценария наихудшего случая моделей оценки)
БПЭ для бытового/офисного оборудования 2) (резонанс, высокая мощность)	20,05–38 кГц, 42–58 кГц, и 62–100 кГц (ПРИМЕЧАНИЕ. – Частота передачи энергии выбирается из указанных выше диапазонов. Используется спектр в пределах $\pm 30\%$ частоты основной гармоники.)	1) Радиоприемники сигналов точного времени (40 кГц, 60 кГц) 2) Железнодорожные системы (10–250 кГц) 3) LORAN-C, eLORAN (9–100 кГц) 4) AM-радиовещание (525,6–1 606,5 кГц)	1) Радиоприемники сигналов точного времени: в качестве критерия сосуществования было использовано расстояние разноса 10 м. Наряду с характеристиками основной гармоники исследовались также целочисленные гармоники в случае их попадания в рабочие полосы радиоприемников сигналов точного времени. Оценка на апрель 2014 года показала следующие результаты и обусловила ведущиеся обсуждения. <ul style="list-style-type: none"> • Требуемое максимальное расстояние разноса составляет 12,9 м на 62 кГц за пределами рабочих полос радиоприемников сигналов точного времени. • Требуемое максимальное расстояние разноса составляет 24,6 м на 60 кГц в пределах полос радиоприемников сигналов точного времени. • Рассматриваются дополнительные меры, касающиеся условия времени работы, так как не ожидается/наблюдается уменьшения частоты осуществления БПЭ бытового/офисного оборудования в полночь, когда происходит частый прием своих сигналов радиоприемниками сигналов 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 радиоприемников сигналов точного времени. Это имеет критическое значение для обеспечения неврежденного характера помех. Необходимо повторно рассмотреть кандидатные диапазоны частот и условия осуществления БПЭ. 2) Железнодорожные системы: <ul style="list-style-type: none"> • Критерии сосуществования с системой АОП (автоматическая остановка поезда) и СИПР (системы индукционной поездной радиосвязи) следующие: а) полоса частоты БПЭ не должна перекрываться с полосами, используемыми для поездных систем сигнализации, включая АОП. Или б) расстояние разноса должно быть меньше порогового значения (1,9 м), определенного в стандартах на создание поездных систем. • АОП (автоматическая остановка поезда): расстояние разноса, требуемое для сосуществования БПЭ для бытового/офисного оборудования и АОП, было выведено с учетом действующих инструкций по проведению испытаний. В качестве наихудшего случая были приняты модели, в которых отсутствует блокирующий радиоволны объект, например стены здания между БПЭ и АОП. Оценка показала, что БПЭ не будет создавать вредных помех для АОП при горизонтальном расстоянии разноса не менее 1,8 м.

ТАБЛИЦА 7.2 (продолжение)

Целевые применения БПЭ	Кандидатные диапазоны частот	Действующие системы в полосах/около полос БПЭ	Результаты исследований и ведущиеся обсуждения по вопросу сосуществования (ПРИМЕЧАНИЕ. – В этом столбце "расстояние разноса" рассчитывается для сценария наихудшего случая моделей оценки)
			<ul style="list-style-type: none"> • Системы индукционной поездной радиосвязи: <ul style="list-style-type: none"> – 20,05–38 кГц и 42–58 кГц: эти диапазоны не используются для железнодорожных систем, в которых применяется способ распространения в свободном пространстве; доступны для БПЭ в случае сосуществования. – 62–100 кГц: этот диапазон частот включает полосу, используемую для СИПР (передача от наземной системы на поезд). Рассчитанное требуемое расстояние разноса составляет 11 м. Применительно к этому сервисному сегменту, в котором используется данный диапазон частот, индукционная линия и бортовая антенна расположены вдоль центральной линии железнодорожного пути. Тогда подлежащее обеспечению расстояние разноса составило бы около 1,9 м, что получено на основе стандартов на создание поездных систем. Для выполнения данного критерия при минимальном расстоянии разноса потребуется снижение интенсивности излучения при БПЭ на 25 дБ. Учитывая эти соображения и принимая величину защитной полосы для полос СИПР равной 3 кГц, соответствие условиям сосуществования с СИПР могут обеспечить возможные диапазоны частот БПЭ 62–77 кГц, 83–89 кГц и 95–100 кГц. 3) LORAN-C, eLORAN (90–100 кГц) • Операторы морской радиосвязи выразили мнение, что данный спектр не должен планироваться для использования в целях БПЭ. 4) АМ-радиовещание: Условия и требования сосуществования еще не согласованы и пока обсуждаются. Модели и методики расчета расстояния разноса также обсуждаются. На следующем этапе следует согласовать необходимые условия, указанные выше, а также следует принять во внимание меры по ослаблению влияния помех, включая определение модели помех, напряженность излучаемого при БПЭ электрического поля, ослабление в стенах при расчете, суммарные помехи от устройств БПЭ, испытания для измерения помех и влияние фонового шума. Ожидается проведение испытаний на практике.
БПЭ для ЭМ (ПРИМЕЧАНИЕ. – Учитывается не только доступность частоты на местном уровне, но и согласование частот на глобальном уровне. Принимая во внимание обновленные результаты обсуждений в SAE и МЭК, основной частотой была определена частота 85 кГц.	42–48 кГц		<ol style="list-style-type: none"> 1) Радиоприемники сигналов точного времени: в качестве критерия сосуществования было использовано расстояние разноса 10 м. Оценка на апрель 2014 года показала, что требуемое расстояние разноса составляет 41,9 м. Выполнение требований сосуществования представляется сложным даже в случае принятия дополнительных мер ослабления влияния помех. 2) Железнодорожные системы: <ul style="list-style-type: none"> • Критерии сосуществования с системой АОП (автоматическая остановка поезда) и СИПР (системы индукционной поездной радиосвязи) следующие: <ol style="list-style-type: none"> а) полоса частоты БПЭ не должна перекрываться с полосами, используемыми для поездных систем сигнализации, включая АОП. Или б) расстояние разноса должно быть меньше порогового значения (1,9 м), определенного в стандартах на создание поездных систем.

ТАБЛИЦА 7.2 (продолжение)

Целевые применения БПЭ	Кандидатные диапазоны частот	Действующие системы в полосах/около полос БПЭ	Результаты исследований и ведущиеся обсуждения по вопросу сосуществования (ПРИМЕЧАНИЕ. – В этом столбце "расстояние разноса" рассчитывается для сценария наихудшего случая моделей оценки)
<p>При обсуждении систем индукционной поездной радиосвязи в основном исследовалась полоса 140,91–148,5 кГц, так как спектр перекрывается или находится в непосредственной близости.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • АОП: для случая системы БПЭ, установленной в домашнем гараже (номинальная мощность 3 кВт), требуемое расстояние разноса равно 2,2 м и больше. Следует уменьшить целевую интенсивность излучения при БПЭ, принятую в данном исследовании, чтобы не превышались пороговые уровни, определенные в стандартах на создание поездных систем. В случае БПЭ на общедоступных автостоянках, рассчитанной на более мощные зарядные устройства (номинальная мощность 7,7 кВт), требуемое расстояние разноса равно 2,6 м или больше. Следует уменьшить целевую интенсивность излучения при БПЭ, принятую в данном исследовании, чтобы не превышались пороговые уровни, определенные в стандартах на создание поездных систем. • СИПР: этот диапазон частот не используется для железнодорожных систем, в которых применяется способ распространения в свободном пространстве; доступен для сосуществования БПЭ и СИПР. <p>3) LORAN-C, eLORAN: н/д 4) AM-радиовещание: см. часть, касающуюся полосы 79–90 кГц.</p>
	52–58 кГц		<p>1) Радиоприемники сигналов точного времени: в качестве критерия сосуществования было использовано расстояние разноса 10 м. Оценка на апрель 2014 года показала, что требуемое расстояние разноса составляет 28,9 м. Выполнение требований сосуществования представляется сложным даже в случае принятия дополнительных мер ослабления влияния помех.</p> <p>2) Железнодорожные системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Критерии сосуществования с системой АОП (автоматическая остановка поезда) и СИПР (системы индукционной поездной радиосвязи) показаны в а) и б) в случае полосы 42–48 кГц. • АОП: для случая системы БПЭ, установленной в домашнем гараже (номинальная мощность 3 кВт), требуемое расстояние разноса равно 2,2 м и больше. Следует уменьшить целевую интенсивность излучения при БПЭ, принятую в данном исследовании, чтобы не превышались пороговые уровни, определенные в стандартах на создание поездных систем. В случае БПЭ на общедоступных автостоянках, рассчитанной на более мощные зарядные устройства (номинальная мощность 7,7 кВт), требуемое расстояние разноса равно 2,6 м или больше. Следует уменьшить целевую интенсивность излучения при БПЭ, принятую в данном исследовании, чтобы не превышались пороговые уровни, определенные в стандартах на создание поездных систем. • СИПР: этот диапазон частот не используется для железнодорожных систем, в которых применяется способ распространения в свободном пространстве; доступен для сосуществования БПЭ и СИПР. <p>3) LORAN-C, eLORAN: н/д 4) AM-радиовещание: см. часть, касающуюся полосы 79–90 кГц.</p>

ТАБЛИЦА 7.2 (продолжение)

Целевые применения БПЭ	Кандидатные диапазоны частот	Действующие системы в полосах/около полос БПЭ	Результаты исследований и ведущиеся обсуждения по вопросу сосуществования (ПРИМЕЧАНИЕ. – В этом столбце "расстояние разнеса" рассчитывается для сценария наихудшего случая моделей оценки)
	79–90 кГц		<p>1) Радиоприемники сигналов точного времени: в качестве критерия сосуществования было использовано расстояние разнеса 10 м. Оценка на апрель 2014 года показала, что требуемое расстояние разнеса составляет 20,4 м. Были введены и учитываются некоторые технические меры ослабления влияния помех. При их наличии, как показала последняя оценка, расстояние разнеса, которое могло бы быть приемлемо при определенных условиях, составляет 11–13 м.</p> <p>2) Железнодорожные системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Критерии сосуществования с системой АОП (автоматическая остановка поезда) и СИПР (системы индукционной поездной радиосвязи) показаны в а) и б) в случае полосы 42–48 кГц. • АОП: для случая системы БПЭ, установленной в домашнем гараже (номинальная мощность 3 кВт), требуемое расстояние разнеса равно 3,7 м и больше. Следует уменьшить целевую интенсивность излучения при БПЭ, принятую в данном исследовании, чтобы не превышались пороговые уровни, определенные в стандартах на создание поездных систем. В случае БПЭ на общедоступных автостоянках, рассчитанной на более мощные зарядные устройства (номинальная мощность 7,7 кВт), требуемое расстояние разнеса равно 4,3 м и больше. Следует уменьшить целевую интенсивность излучения при БПЭ, принятую в данном исследовании, чтобы не превышались пороговые уровни, определенные в стандартах на создание поездных систем. • СИПР: диапазон частот 79–90 кГц в одном из железнодорожных сервисных сегментов в Японии включает полосу, используемую для СИПР (передача от наземной системы на поезд). Рассчитанное требуемое расстояние разнеса составляет порядка 45 м от бортовой антенны, установленной на автомобиле. Применительно к этому сервисному сегменту, в котором используется данный диапазон частот, индукционная линия и бортовая антенна расположены вдоль центральной линии железнодорожного пути. Тогда подлежащее обеспечению расстояние разнеса составило бы около 1,9 м, что получено на основе стандартов на создание поездных систем. • При данном условии для расстояния разнеса напряженность излучаемого магнитного поля следует снизить на 88 дБ или на большую величину. Однако добиться такого ослабления за счет кузова автомобиля, строений и других практических мер представляется сложным. Вследствие этого БПЭ для ЭМ не может отвечать условиям сосуществования в рабочих полосах СИПР. Точнее, следует рассматривать 80–83 кГц и 89–90 кГц для обеспечения невредного характера помех от БПЭ.

ТАБЛИЦА 7.2 (продолжение)

Целевые применения БПЭ	Кандидатные диапазоны частот	Действующие системы в полосах/около полос БПЭ	Результаты исследований и ведущиеся обсуждения по вопросу сосуществования (ПРИМЕЧАНИЕ. – В этом столбце "расстояние разноса" рассчитывается для сценария наихудшего случая моделей оценки)
			<ul style="list-style-type: none"> • С учетом исключения этих конкретных рабочих полос систем индукционной радиосвязи из диапазона рабочих частот БПЭ, по меньшей мере диапазон частот 83–89 кГц представляется пригодным для сосуществования систем БПЭ, предназначенных для ЭМ, и систем индукционной радиосвязи. При необходимости защитная полоса в 1 кГц в достаточной мере обеспечивает соблюдение требований, и можно добиться возможности сосуществования с системами индукционной радиосвязи в диапазоне частот 81–90 кГц. Выяснилось, что в Японии количество реальных случаев эксплуатации услуг с использованием диапазона частот 79–90 кГц весьма незначительно. Наличие в будущем возможности дополнительной частотной координации для работы систем индукционной радио-связи могло бы облегчить сосуществование с БПЭ. 3) LORAN-C, eLORAN: н/д 4) AM-радиовещание: Условия и требования сосуществования еще не согласованы и пока обсуждаются. Модели и методики расчета расстояния разноса также обсуждаются. На следующем этапе следует согласовать необходимые условия, указанные выше, а также следует принять во внимание меры по ослаблению влияния помех, включая определение модели помех, напряженность излучаемого при БПЭ электрического поля, ослабление в стенах при расчете, суммарные помехи от устройств БПЭ, испытания для измерения помех и влияние фонового шума. Ожидается проведение испытаний на практике.
	140,91–148,5 кГц	<ol style="list-style-type: none"> 1) Радио-приемники сигналов точного времени (40 кГц, 60 кГц) 2) Ж/д системы (10–250 кГц) 3) Любительская радиосвязь (135,7–137,8 кГц) 4) AM-радиовещание (525,6–1606,5 кГц) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Радиоприемники сигналов точного времени: В качестве критерия сосуществования было использовано расстояние разноса 10 м. Как показала оценка по состоянию на апрель 2014 года, требуемое расстояние разноса равно 17,8 м. Были введены и учтены некоторые технические меры ослабления влияния помех. При их наличии, как показала последняя оценка, расстояние разноса, которое могло бы быть приемлемо при определенных условиях, составляет приблизительно 10 м. 2) Железнодорожные системы: <ul style="list-style-type: none"> • Критерии сосуществования с системой АОП (автоматическая остановка поезда) и СИПР (системы индукционной поездной радиосвязи) показаны в (а) и (b) в случае полосы 42–48 кГц. • АОП: для случая системы БПЭ, установленной в домашнем гараже (номинальная мощность 3 кВт), требуемое расстояние разноса равно 4,1 м или больше. Следует уменьшить целевую интенсивность излучения при БПЭ, принятую в данном исследовании, чтобы не превышались пороговые уровни, определенные в стандартах на создание поездных систем. В случае БПЭ на общедоступных автостоянках, рассчитанной на более мощные зарядные устройства (номинальная мощность 7,7 кВт), требуемое расстояние разноса равно 4,9 м или больше. Следует уменьшить целевую интенсивность излучения при БПЭ, принятую в данном исследовании, чтобы не превышались пороговые уровни, определенные в стандартах на создание поездных систем.

ТАБЛИЦА 7.2 (продолжение)

Целевые применения БПЭ	Кандидатные диапазоны частот	Действующие системы в полосах/около полос БПЭ	Результаты исследований и ведущиеся обсуждения по вопросу сосуществования (ПРИМЕЧАНИЕ. – В этом столбце "расстояние разноса" рассчитывается для сценария наихудшего случая моделей оценки)
			<ul style="list-style-type: none"> • СИПР: Диапазон 100–250 кГц включает много полос частот для СИПР, которые широко используются во многих железнодорожных сегментах. Требуемое расстояние разноса, получаемое из расчета, равно приблизительно 28 м от индукционной линии и приблизительно 76 м от бортовой антенны, установленной на автомобиле. Применительно к этому сегменту услуг, использующему данный диапазон частот, индукционная линия и бортовая антенна расположены вдоль центральной линии железнодорожного пути. Тогда подлежащее обеспечению расстояние разноса составило бы около 1,9 м от порогового значения, определенного в стандартах на создание поездных систем. • При данном условии для расстояния разноса напряженность излучаемого магнитного поля следует снизить на 88 дБ или на большую величину. Однако добиться такого ослабления за счет кузова автомобиля, строений и других практических мер, по-видимому, сложно. Поэтому в оценке показано, что сосуществование с БПЭ в диапазоне 140 кГц представляется труднодостижимым. <p>3) Любительская радиосвязь: В этом случае имеет место использование спектра за пределами полосы (а не совместное использование одного и того же спектра). Кандидатные диапазоны частот для системы БПЭ, предназначенной 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 гармонических составляющих (побочные излучения), излучаемых устройствами БПЭ, в случае, если они попадают в полосы любительской радиосвязи. Следует отметить, что данная полоса является соседней с полосами 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 приемлемость параметров систем, что свидетельствует о возможности непричинения вредных помех любительской радиосвязи.</p> <p>4) АМ-радиовещание: см. часть, касающуюся полосы 79–90 кГц.</p>

ТАБЛИЦА 7.2 (окончание)

Целевые применения БПЭ	Кандидатные диапазоны частот	Действующие системы в полосах/около полос БПЭ	Результаты исследований и ведущиеся обсуждения по вопросу сосуществования (ПРИМЕЧАНИЕ. – В этом столбце "расстояние разноса" рассчитывается для сценария наихудшего случая моделей оценки)
БПЭ для мобильных устройств (2) (Емкостная связь)	425–524 кГц Кандидатный диапазон частот недавно был расширен по сравнению с диапазоном 480–524 кГц в целях поиска полосы (полос), где не будут причиняться вредные помехи морским радиослужбам. Для работы систем БПЭ в этом диапазоне предназначен спектр общим объемом 50–80 кГц.	1) АМ-радиовещание (525,6–1606,5 кГц) 2) Морская радиосвязь, (405–526,5 кГц) 3) Любительская радиосвязь (472–479 кГц)	1) АМ-радиовещание: Условия и требования сосуществования еще не согласованы и пока обсуждаются. Модели и методики расчета расстояния разноса также обсуждаются. На следующем этапе следует согласовать необходимые условия, указанные выше, а также следует принять во внимание меры по ослаблению влияния помех, включая определение модели помех, напряженность излучаемого при БПЭ электрического поля, ослабление в стенах при расчете, суммарные помехи от устройств БПЭ, испытания для измерения помех и влияние фонового шума. Ожидается проведение испытаний на практике. 2) Морская радиосвязь: Оценка показывает, что предложенный ориентировочный предел излучения не удовлетворяет предполагаемым в настоящее время условиям сосуществования, но удовлетворяет условиям, взятым из реальных коммерческих моделей. Поэтому делается вывод, что предложенная в настоящем документе БПЭ фактически имеет возможность сосуществования с морскими радиосистемами. Однако следует отметить, что указанные ниже частоты, рассмотренные в данном исследовании, используются для обеспечения безопасности морской навигации. Поэтому следует дать указание не использовать одинаковые частоты. (i) NAVTEX: 518 кГц (424 кГц, 490 кГц) (ii) NAVDAT: 495–505 кГц. Кроме того, гармонические составляющие не должны попадать в полосу морской ОВЧ-радиосвязи (156–162 МГц), используемую на международной основе. 3) Любительская радиосвязь: В этом случае имеет место использование спектра в пределах полосы (совместное использование одного и того же спектра). БПЭ для мобильных и переносных устройств (2) (емкостная связь) предполагает совместное использование одного и того же частотного сегмента с любительской радиосвязью в диапазоне 475 кГц. Применительно к любительской радиосвязи не имеется никаких официальных требований или правил в отношении уровня помех от других систем. Необходимо выполнить дальнейшую оценку с участием сторонников БПЭ и радиолюбителей. Одно из возможных обсуждаемых решений заключается в том, чтобы исключить полосу 472–479 кГц, распределенную любительской радиослужбе, из рабочего диапазона частот БПЭ и установить соответствующие смещенные полосы частот.
БПЭ для мобильных устройств (1) (Магнитный резонанс, малая мощность)	6765–6795 кГц	1) Системы подвижной/фиксированной радиосвязи (6765–6795 кГц)	1) В Японии полоса 6765–6795 кГц не является полосой, предназначенной для ПНМ. Существует предел мощности передаваемого РЧ-сигнала, например, не превышающий уровня 50 Вт для работы без разрешения администратора. Однако нормативными положениями разрешается использование применений БПЭ в этой полосе. В настоящее время рассматриваются новые правила сертификации средств БПЭ, в которых, возможно, будут разрешены сосуществование с действующими системами и использование более высокой мощности передачи в данной полосе.

8 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 и грузовых электромобилей проводится в диапазонах частот 19–21 кГц, 42–48 кГц, 52–58 кГц, 59–61 кГц, 79–90 кГц и 140,91–148,5 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.

9 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
- [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/>

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 ICNIRP 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 ICNIRP98, в который еще не включены устройства БПЭ и подходящий метод измерения.

ТАБЛИЦА [3.10]

Регламентарный статус воздействия РЧ

Страна	Воздействие РЧ	Оценка РЧ
Австралия	– 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)),	Такие устройства должны демонстрировать соответствие с использованием методов испытаний, например, EN 62209-2 (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)

ТАБЛИЦА [3.10] (окончание)

Страна	Воздействие РЧ	Оценка РЧ
	<ul style="list-style-type: none"> • определяющим пределы воздействия РЧ для большинства передатчиков мобильных и переносных устройств радиосвязи со встроенными антеннами, работающих в диапазоне 100 кГц ~ 300 ГГц – Стандартом по защите от излучения для уровней максимального воздействия радиочастотных полей – от 3 кГц до 300 ГГц (RPS3), • устанавливаемым ARPANSA (Австралийское агентство по защите от излучения и ядерной безопасности) 	<p>http://infostore.saiglobal.com/store/details.aspx?ProductID=1465960. 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> – http://www.arpansa.gov.au/Publications/codes/rps3.cfm</p>
Япония	<ul style="list-style-type: none"> – Руководящие указания по воздействию РЧ http://bwf-yrp.net/english/: требования о соответствии – Ссылка на Руководящие указания по защите от радиоизлучения и руководящие указания ICNIRP <ul style="list-style-type: none"> • предел воздействия РЧ 	<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 ICNIRP 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"> – Планируется пересмотр в 2013 году существующего нормативного акта по ЭМП с целью учета применения устройств БПЭ 	<ul style="list-style-type: none"> – Планируется внедрение в 2013 году методов оценки, определенных для БПЭ

Приложение 2

Примеры 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.

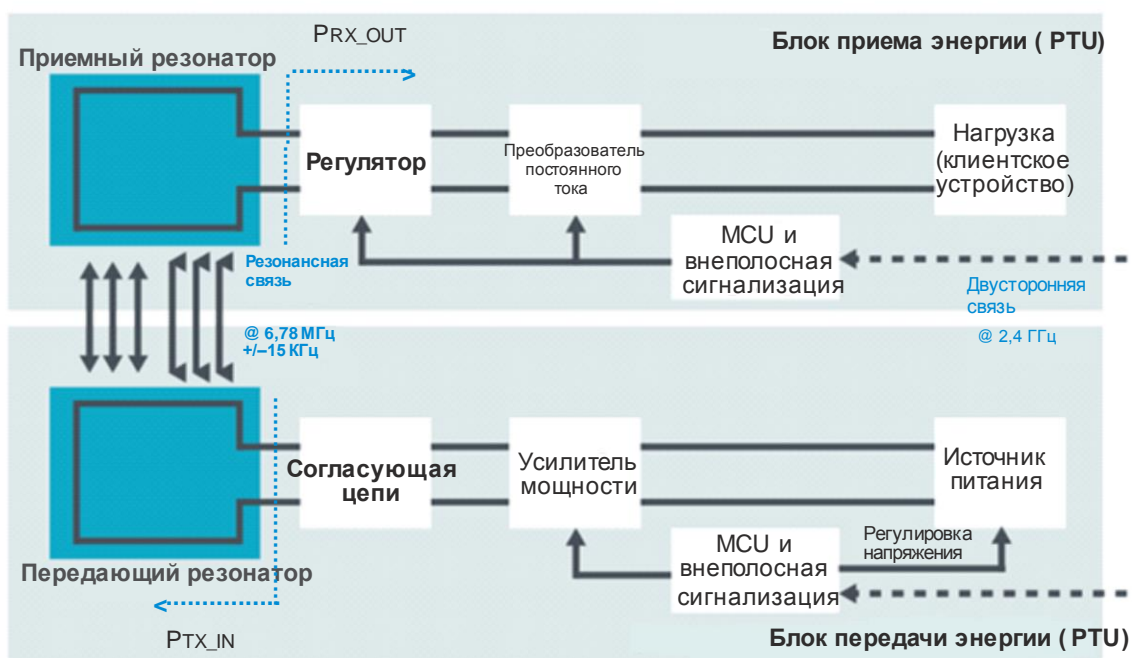
В изделиях электронной техники, которые предполагается оснастить данной технологией, должны быть учтены несколько факторов:

- 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 (± 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 6 780 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

PRU	$P_{RX_OUT_MAX}$ '	Примеры применений
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

	$P_{TX_IN_MAX}$ '	Минимальные требования к поддержке категории	Минимальное значение для максимального количества поддерживаемых устройств
Класс 1	2 Вт	1 × Категория 1	1 × Категория 1
Класс 2	10 Вт	1 × Категория 3	2 × Категория 2
Класс 3	16 Вт	1 × Категория 4	2 × Категория 3
Класс 4	33 Вт	1 × Категория 5	3 × Категория 3
Класс 5	50 Вт	1 × Категория 6	4 × Категория 3
Класс 6	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.....	39
2	Модели измерения и методы измерения.....	40
2.1	Модель измерения и метод измерения для систем БПЭ, предназначенных для зарядки ЭМ	40
2.2	Модель измерения и метод измерения для мобильных устройств, переносных устройств и бытовых приборов.....	43
3	Целевой предел излучения, установленный BWF	45
3.1	Целевой предел излучения для системы БПЭ, предназначенной для зарядки ЭМ	45
3.2	Целевой предел излучения для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе магнитного резонанса	46
3.3	Целевой предел излучения для бытовых приборов, в которых используется технология на основе магнитной индукции	46
3.4	Целевой предел излучения для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе емкостной связи.....	47
4	Результаты измерения излучаемого шума и шума проводимости	47
4.1	Результаты измерения систем БПЭ, предназначенных для зарядки ЭМ.....	47
4.2	Результаты измерения для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе магнитного резонанса	53
4.3	Результаты измерения для бытовых приборов, в которых используется технология на основе магнитной индукции	56
4.4	Результаты измерения для мобильных и переносных устройств, в которых используется технология на основе емкостной связи.....	60

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 1A/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 (МПС), 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 ПГ 61980 ТК 69 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

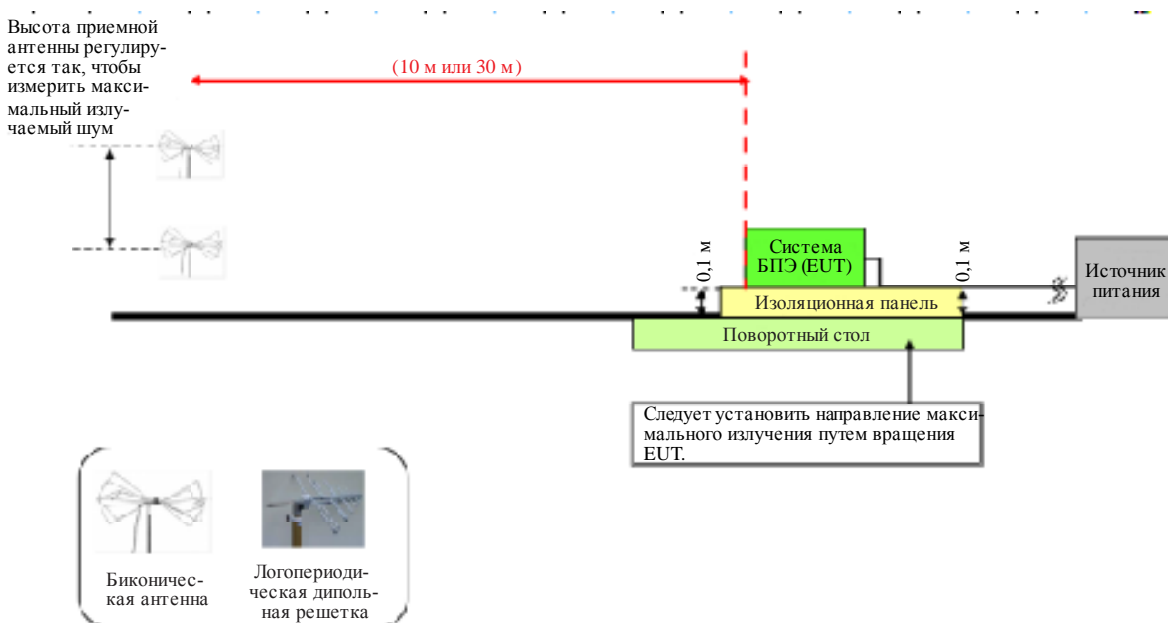
Методы измерения излучаемого шума систем БПЭ, предназначенных для зарядки ЭМ, в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц



Report SM.2303-A3-01

РИСУНОК А3-2

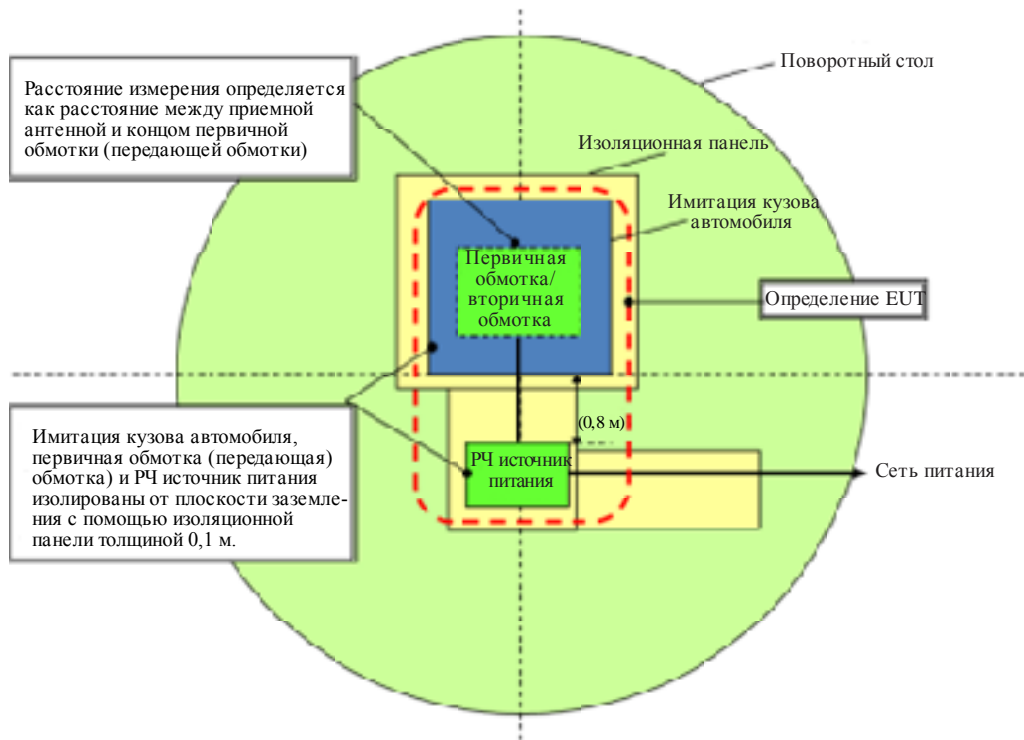
Методы измерения излучаемого шума систем БПЭ, предназначенных для зарядки ЭМ, в диапазоне частот от 30 МГц до 1 ГГц



Report SM.2303-A3-02

РИСУНОК А3-3

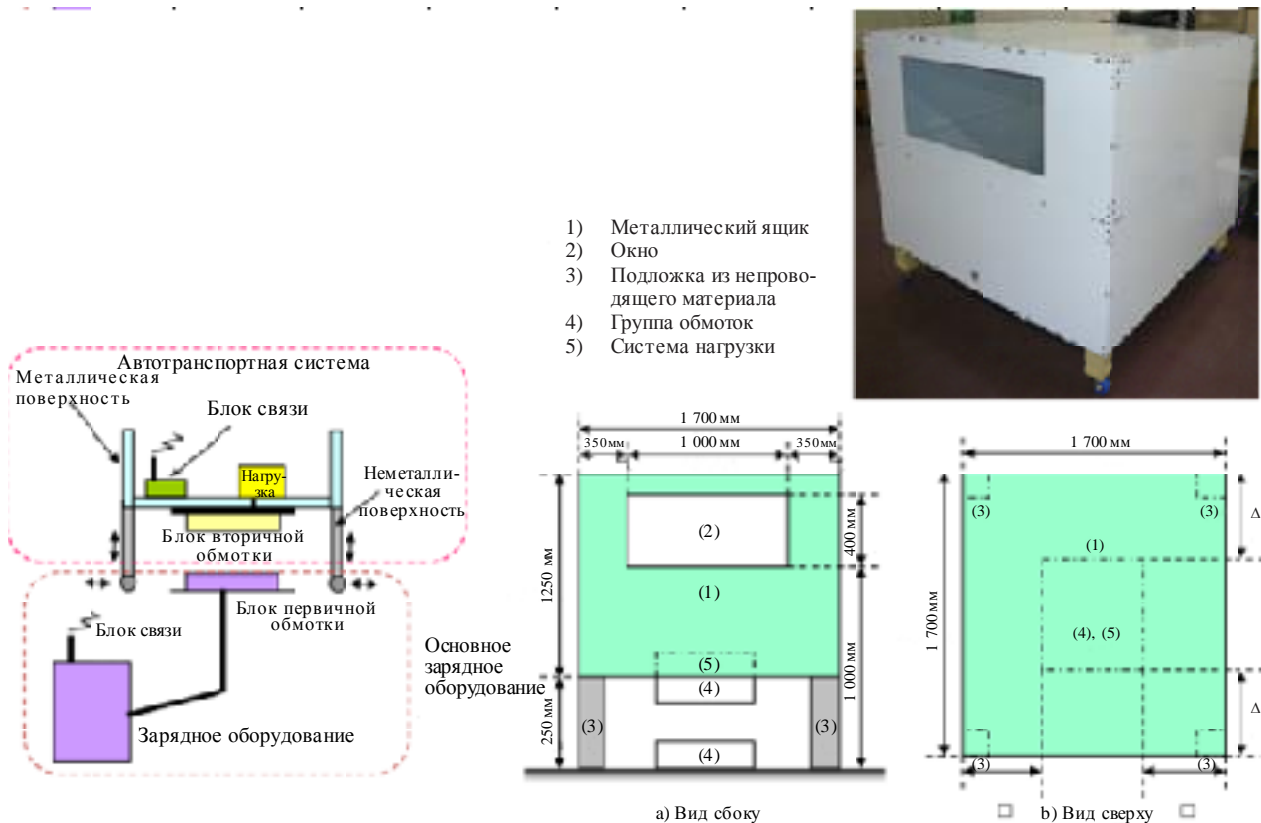
ЕУТ (вид сверху) и его размещение для измерения излучаемого шума



Report SM.2303-A3-02

РИСУНОК А3-4

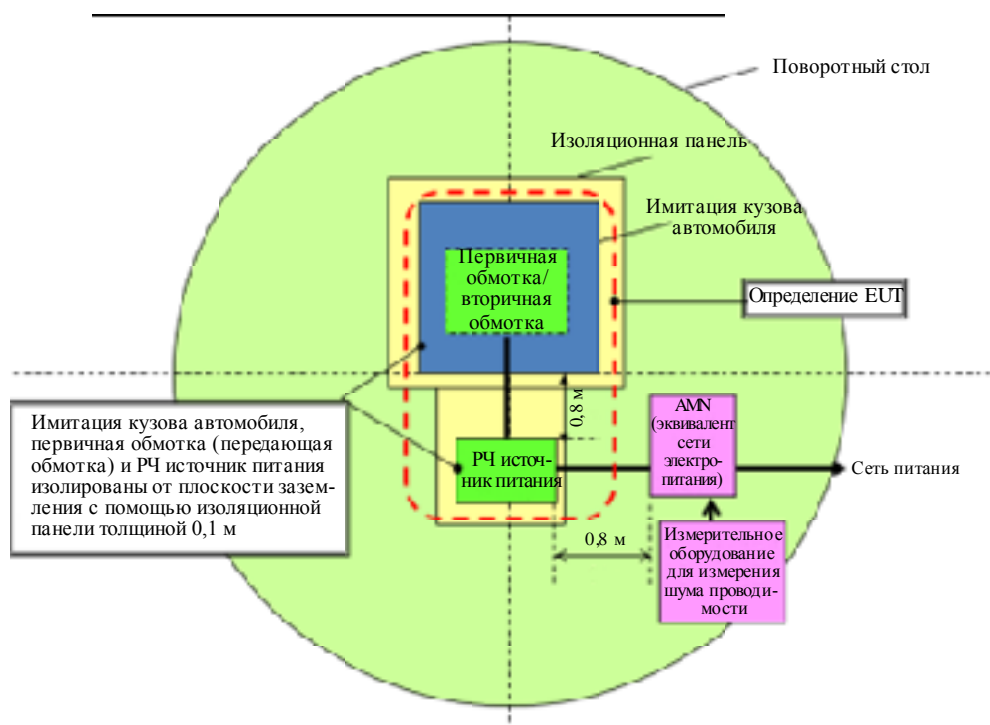
Конфигурация имитации корпуса автомобиля



Report SM.2303-A3-04

РИСУНОК А3-5

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



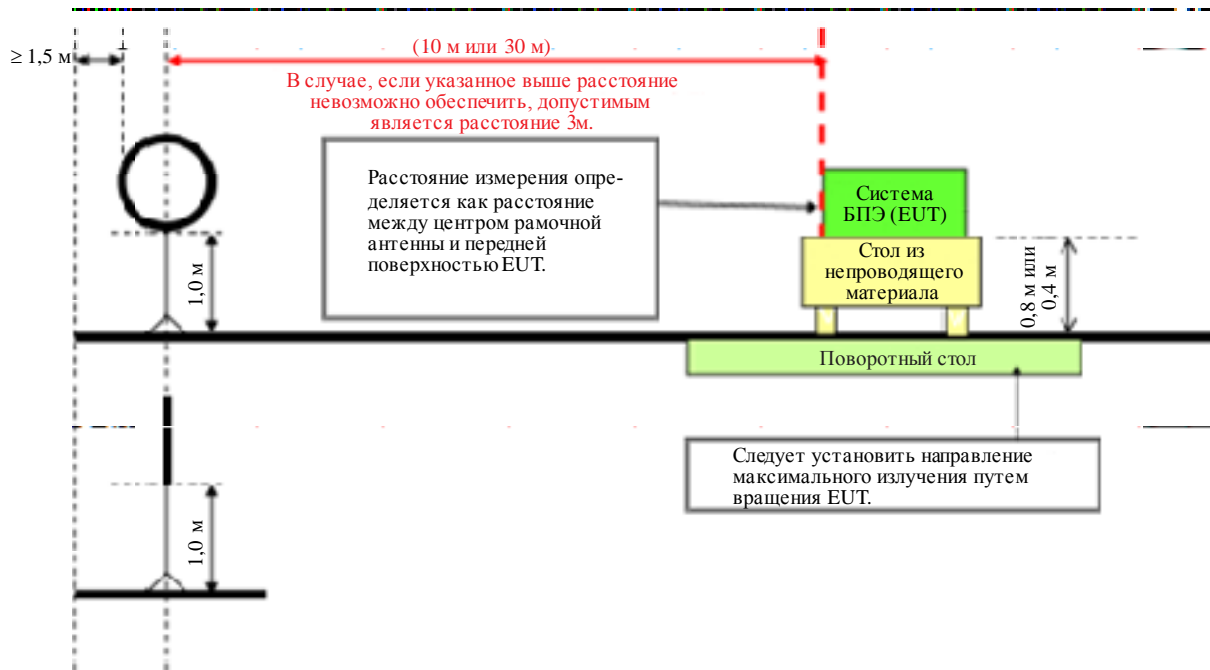
Report SM.2303-A3-05

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

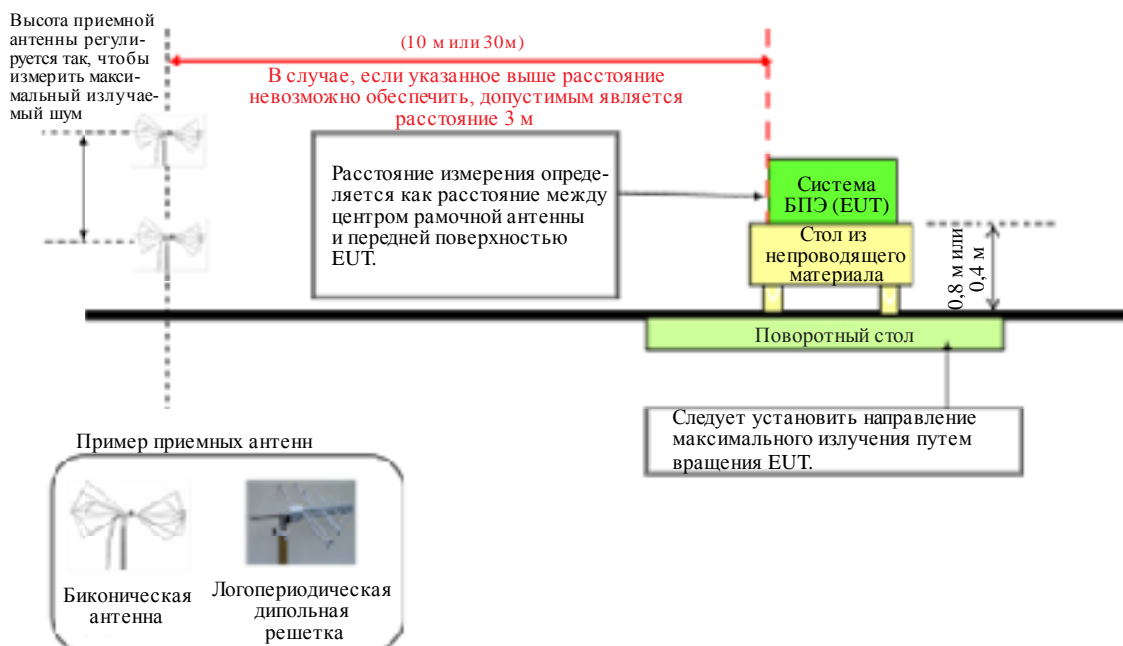
Методы измерения излучаемого шума систем БПЭ, предназначенных для мобильных и переносных устройств, а также бытовых приборов, в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц



Report SM.2303-A3-06

РИСУНОК А3-7

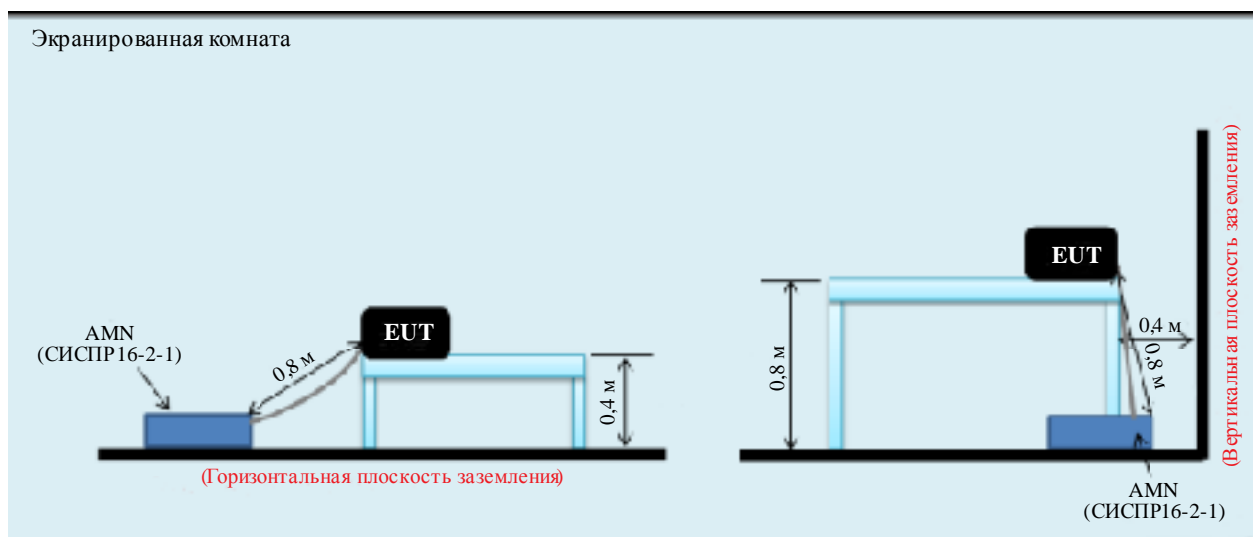
Методы измерения излучаемого шума систем БПЭ, предназначенных для мобильных и переносных устройств, а также бытовых приборов, в диапазоне частот от 30 МГц до 6 ГГц



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 (48,5dB 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 (–11,5dB 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 АЗ-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]

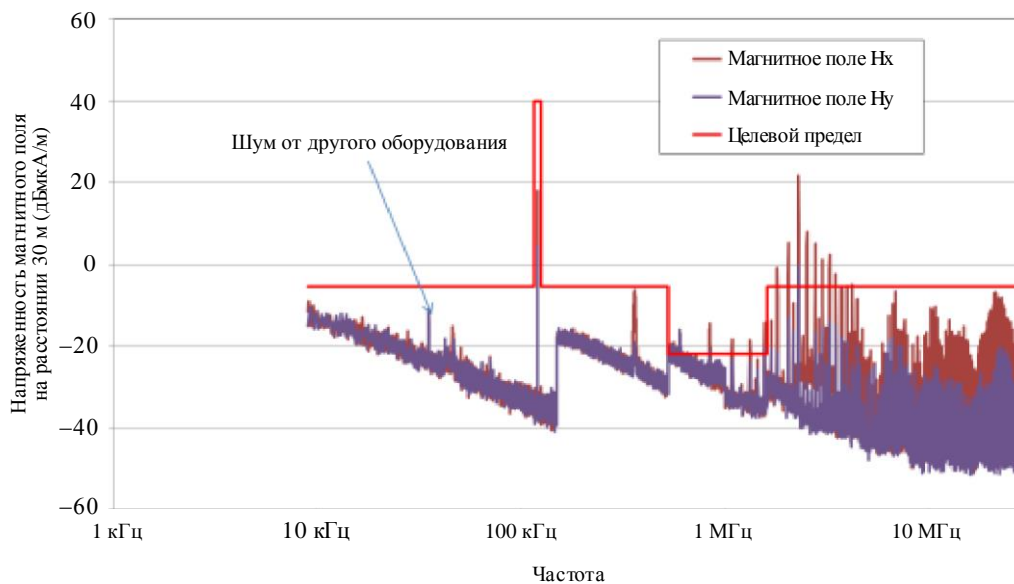
Частоты ниже 526,5 кГц:	1/27
526,5–1606,5 кГц:	1/10
Частоты выше 1606,5 кГц и до 30 МГц:	1/6

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

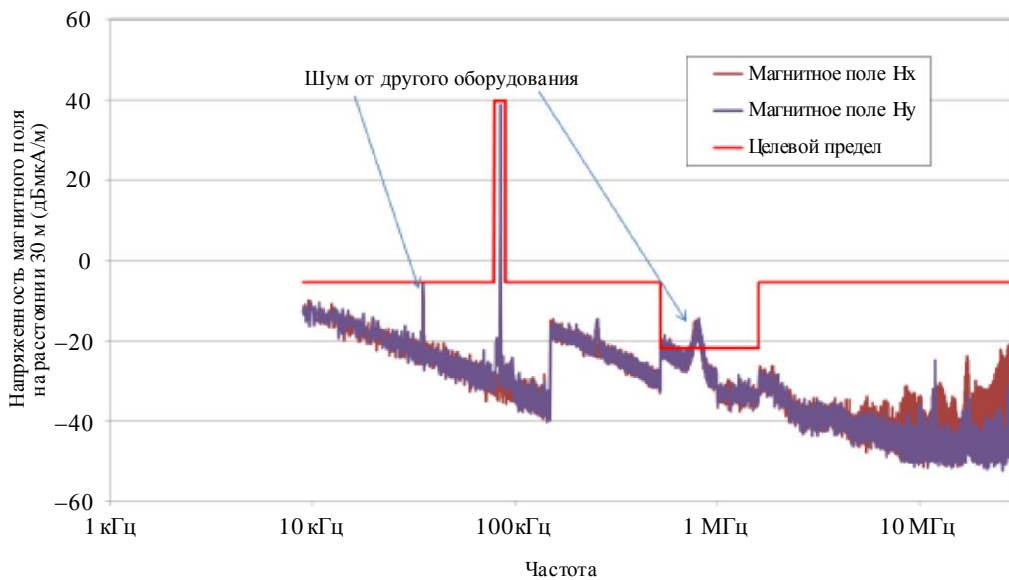
Излучаемый шум испытательного оборудования А (9 кГц – 30 МГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-11

РИСУНОК А3-12

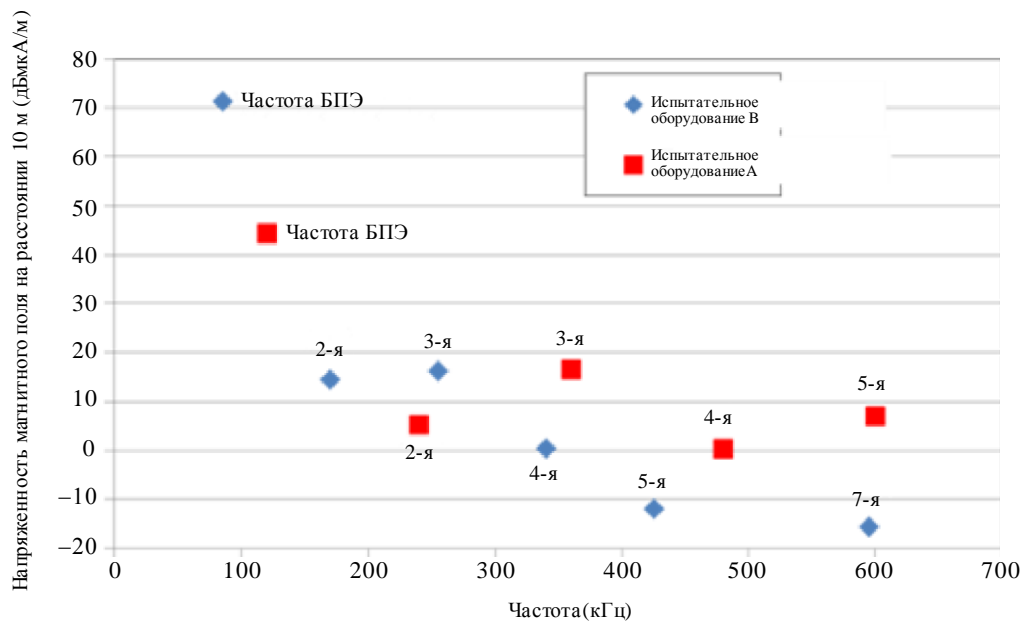
Излучаемый шум испытательного оборудования В (9 кГц – 30 МГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-12

РИСУНОК А3-13

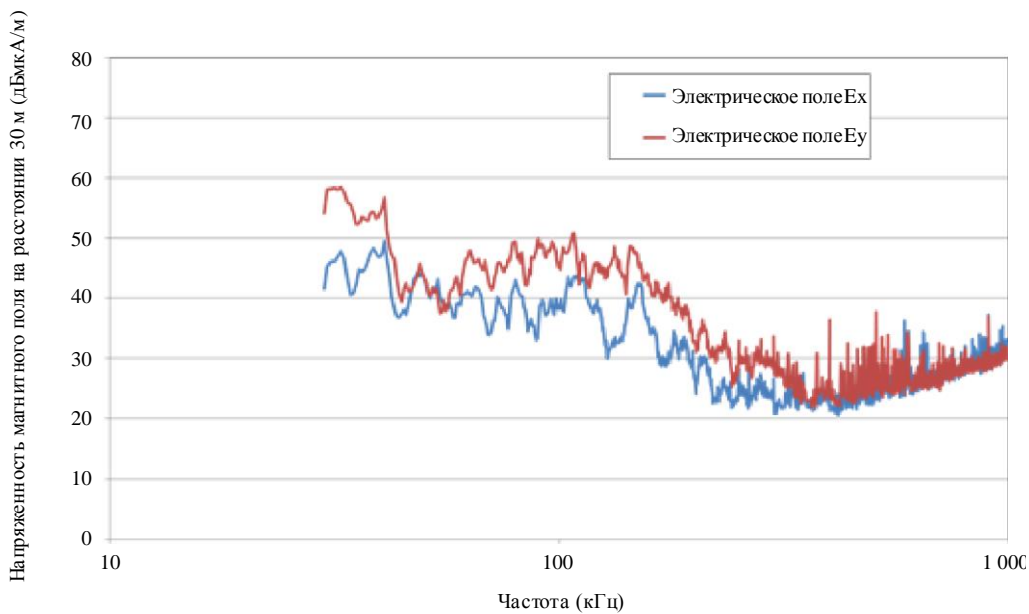
Результаты измерения гармонических составляющих более высокого порядка (квазипиковое значение)



Report SM.2303-A3-13

РИСУНОК А3-14

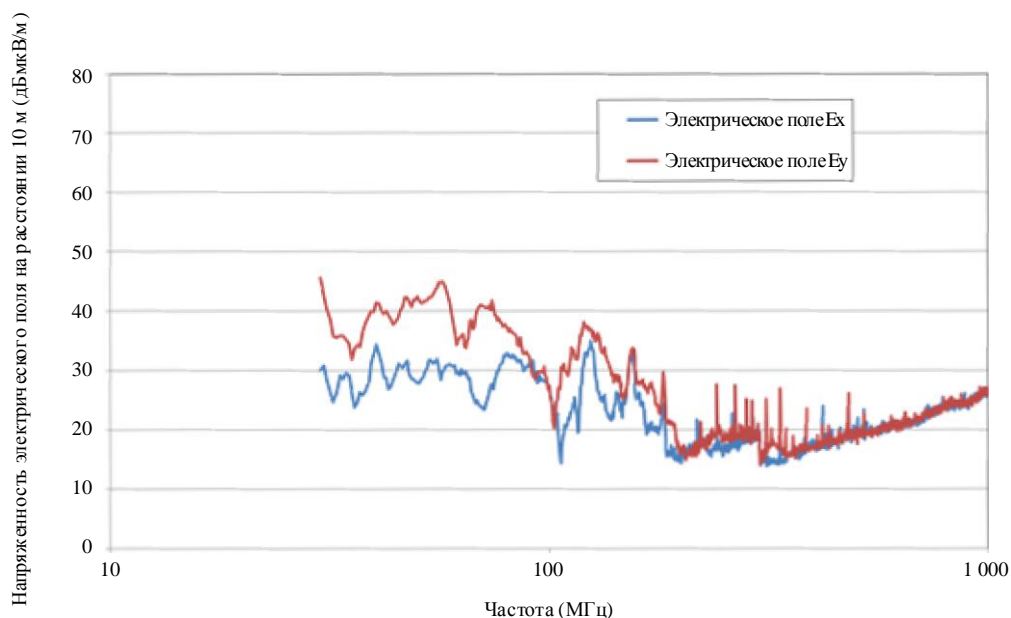
Излучаемый шум испытательного оборудования А (30 МГц – 1 ГГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-14

РИСУНОК А3-15

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



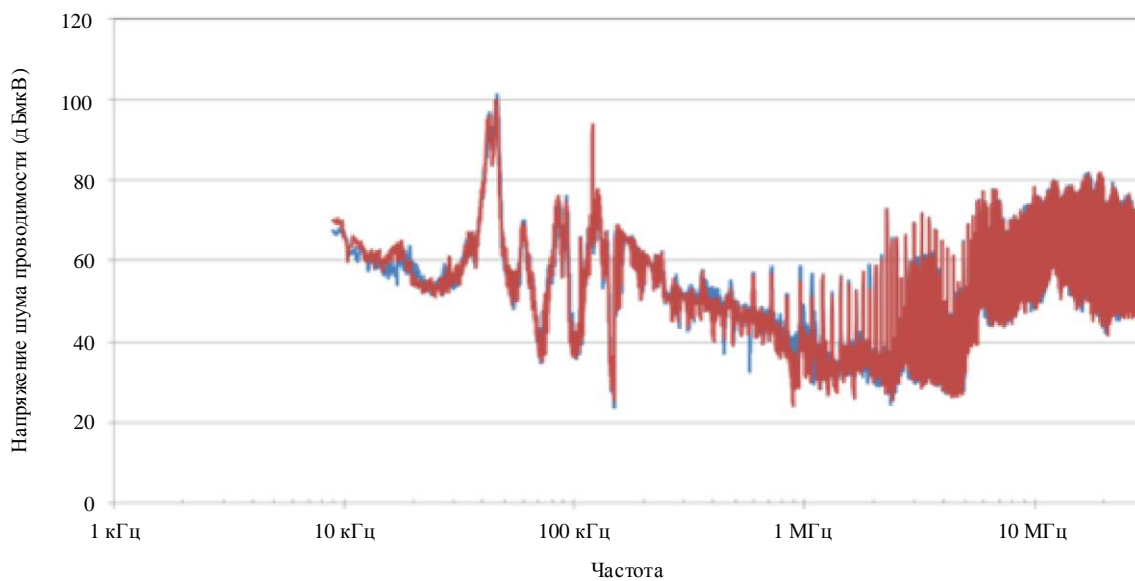
Report SM.2303-A3-15

(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.

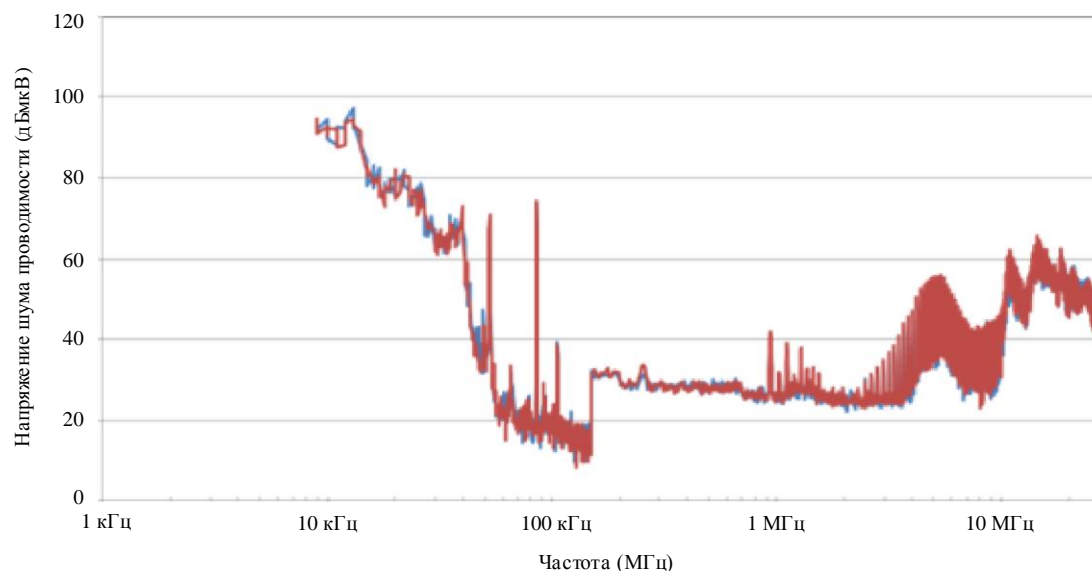
РИСУНОК А3-16

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.

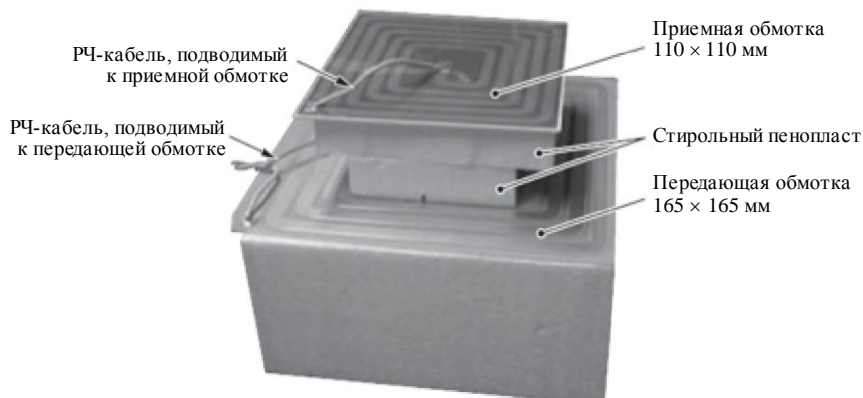
ТАБЛИЦА А3-2

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



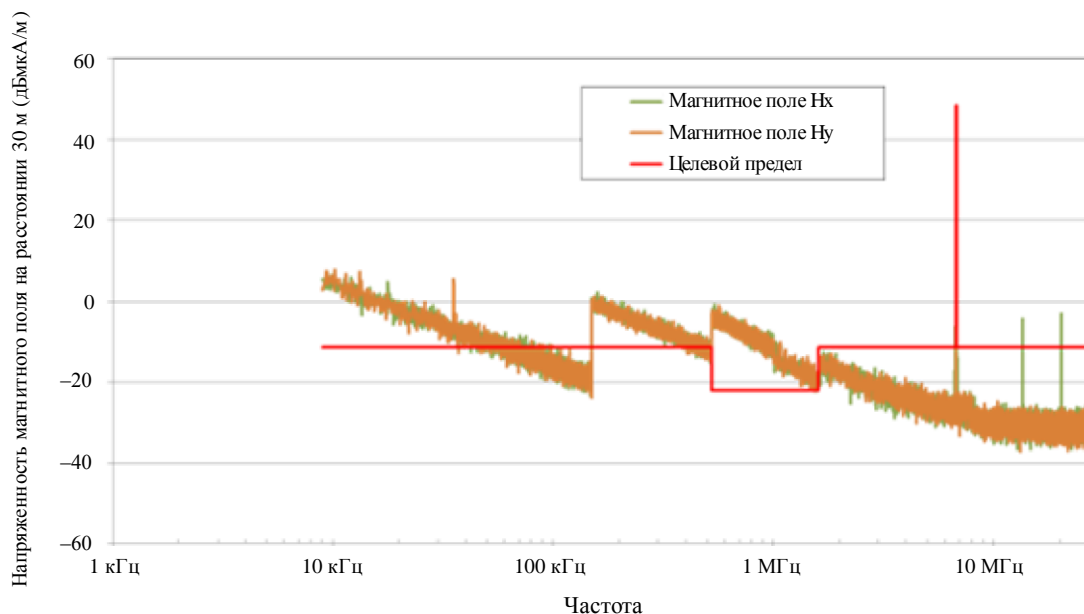
Report SM.2303-A3-18

(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

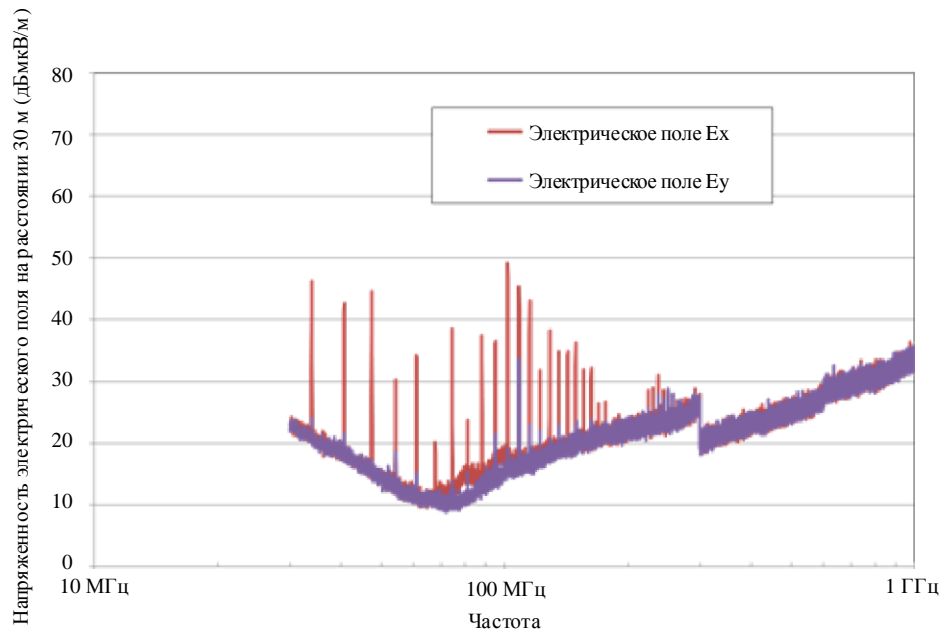
Излучаемый шум испытательного оборудования (9 кГц – 30 МГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-19

РИСУНОК А3-20

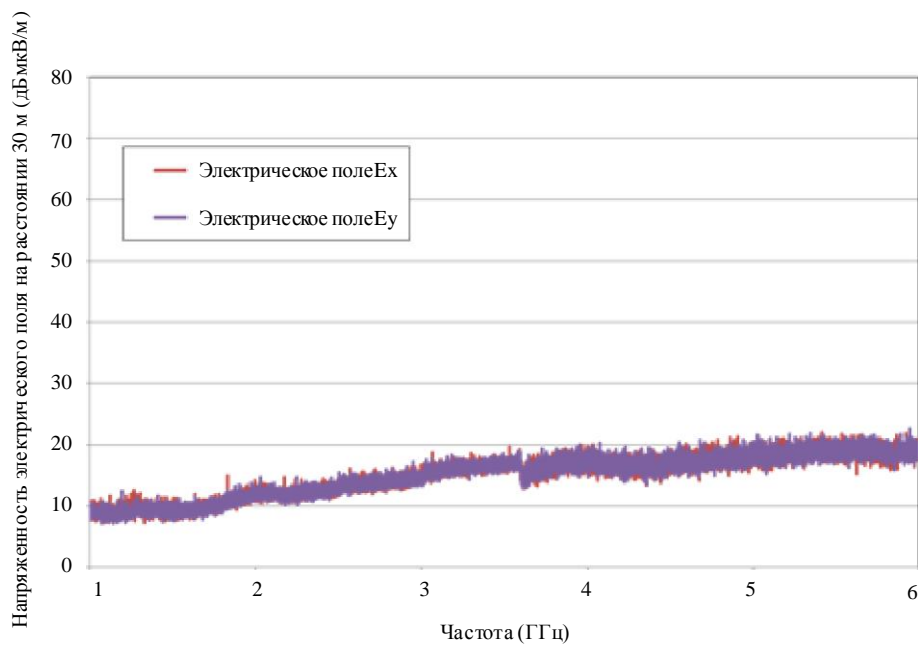
Излучаемый шум испытательного оборудования (30 МГц – 1 ГГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-20

РИСУНОК А3-21

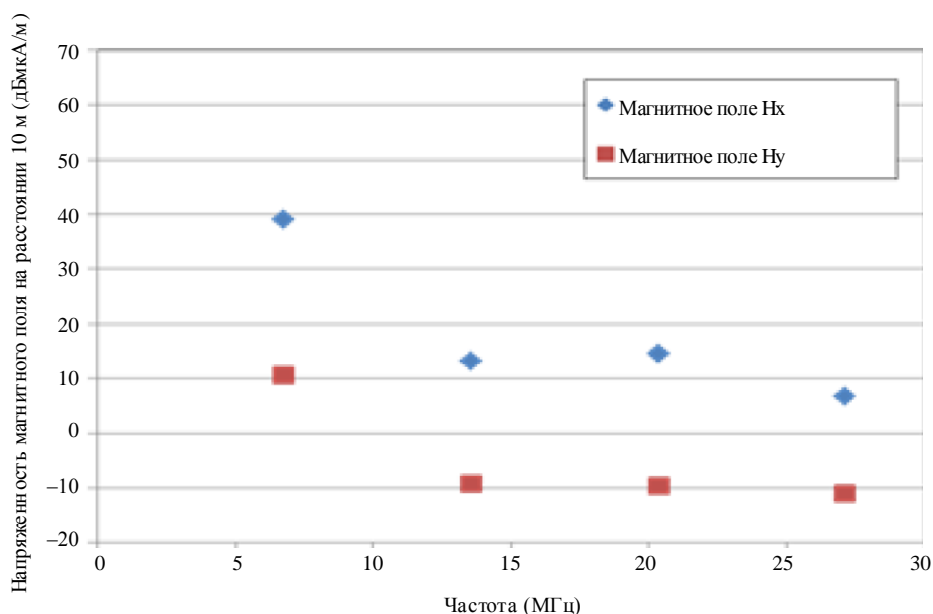
Излучаемый шум испытательного оборудования (1 ГГц – 6 ГГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-21

РИСУНОК А3-22

Результаты измерения гармонических составляющих более высокого порядка (квазипиковое значение)



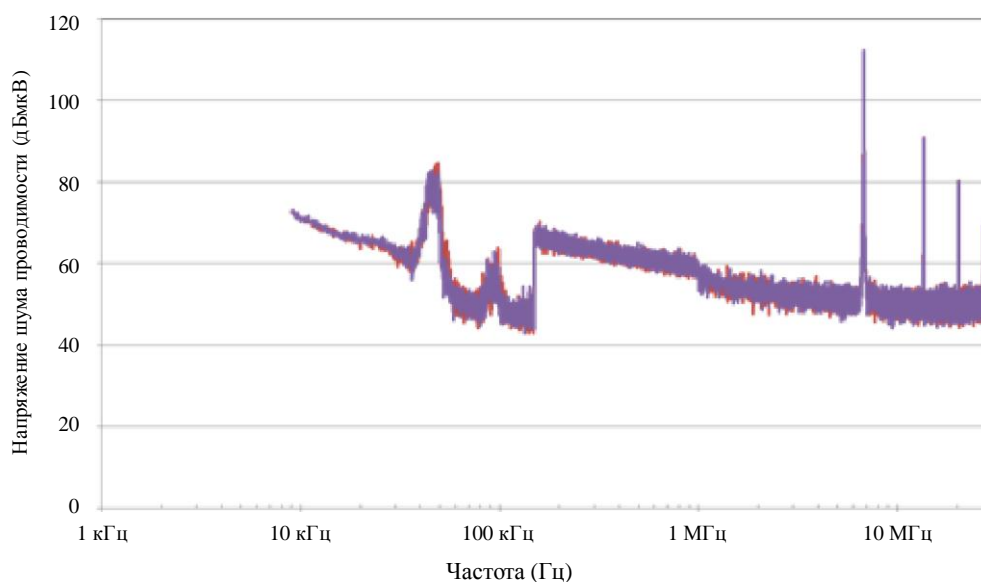
Report SM.2303-A3-22

(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.

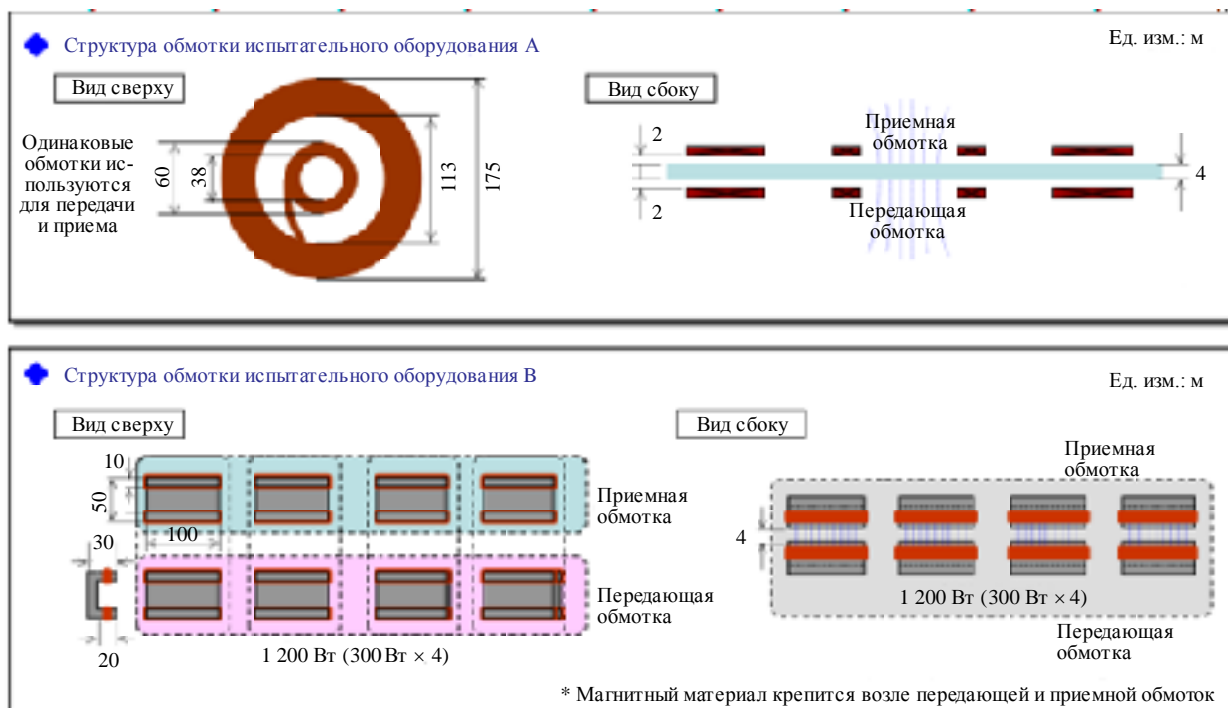
ТАБЛИЦА А3-3

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

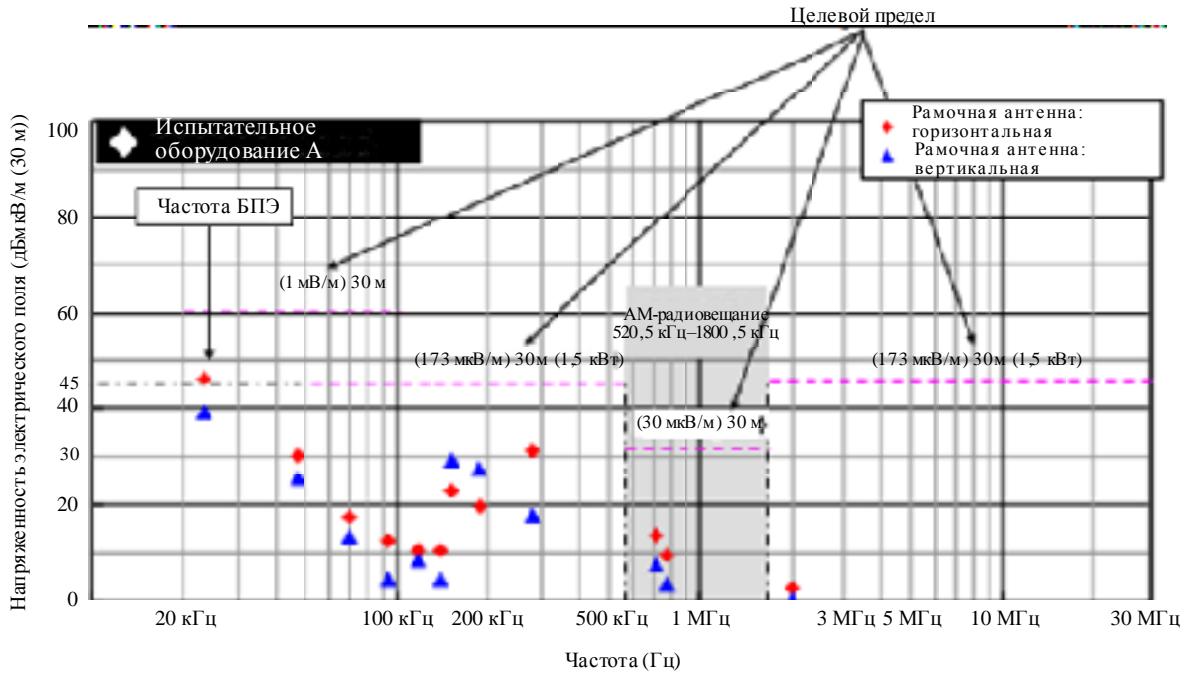
(2) Результаты измерения излучаемого шума

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

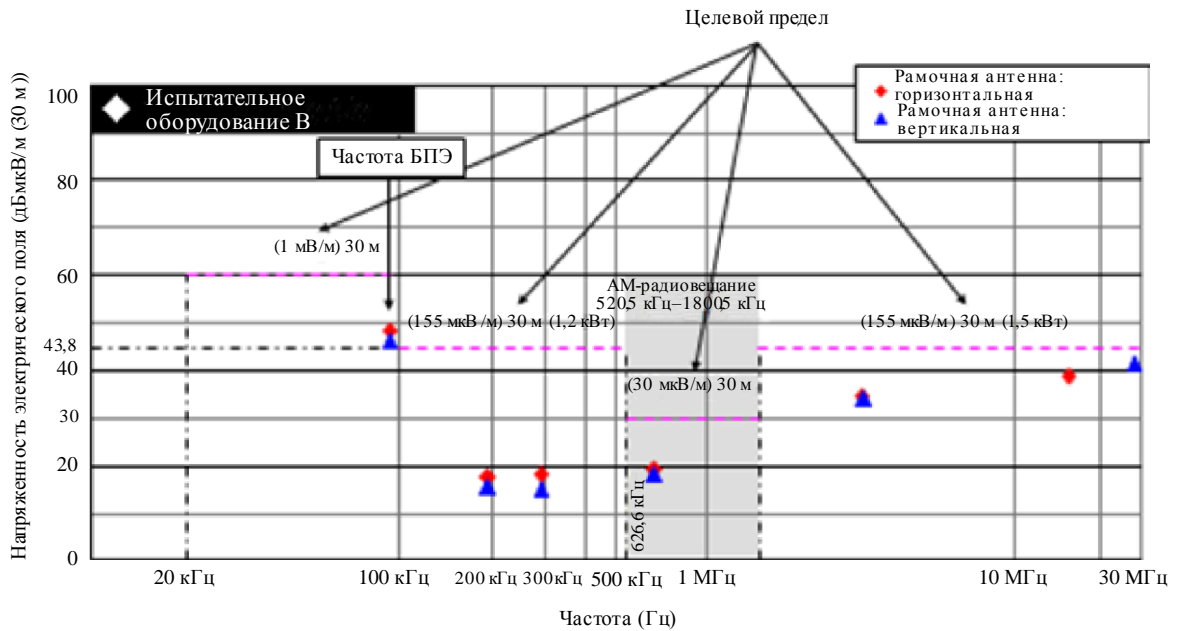
Излучаемый шум испытательного оборудования А (9 кГц – 30 МГц, квазипиковое значение)



Report SM.2303-A3-25

РИСУНОК А3-26

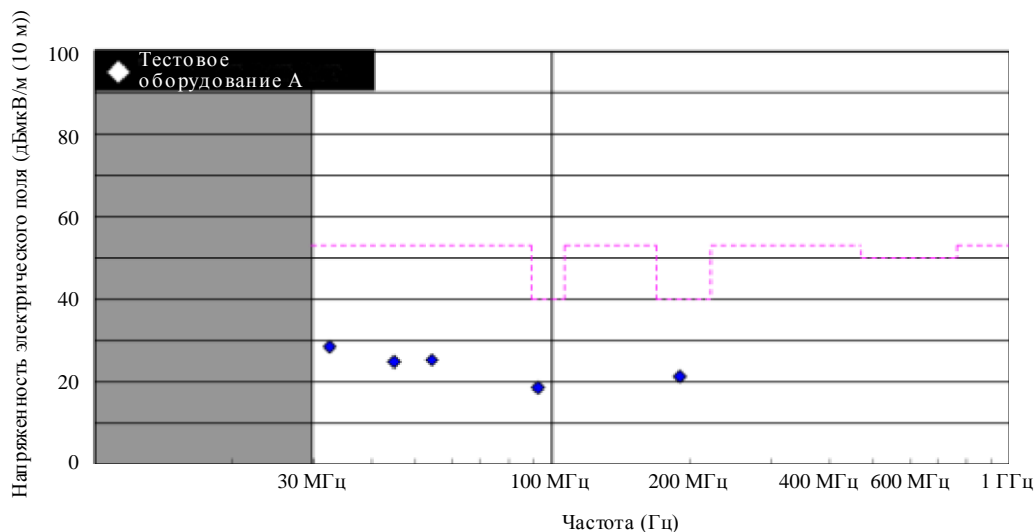
Излучаемый шум испытательного оборудования В (9 кГц – 30 МГц, квазипиковое значение)



Report SM.2303-A3-26

РИСУНОК А3-27

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



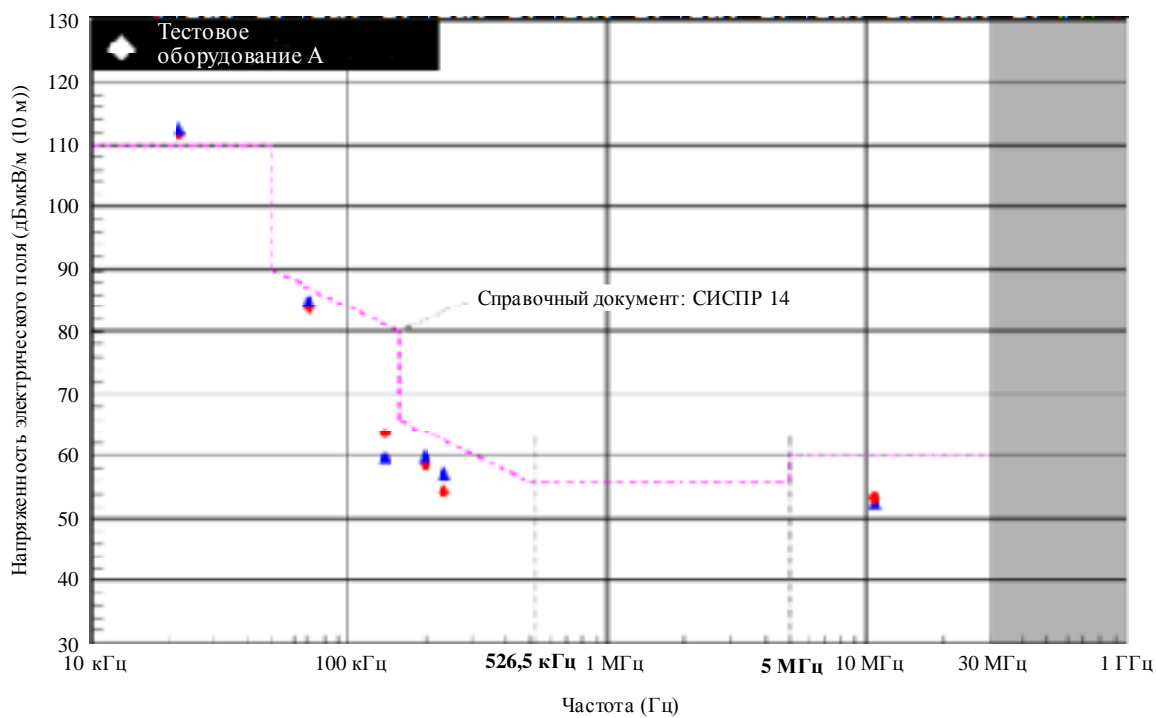
Report SM.2303-A3-27

(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

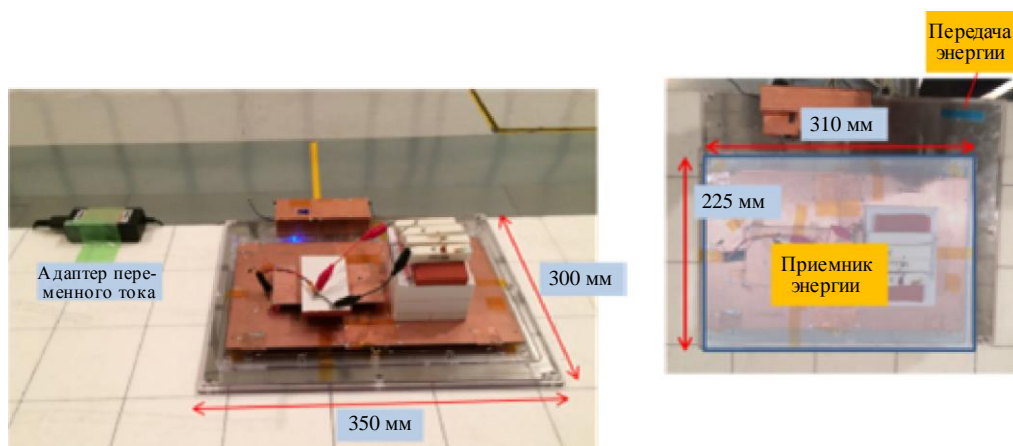
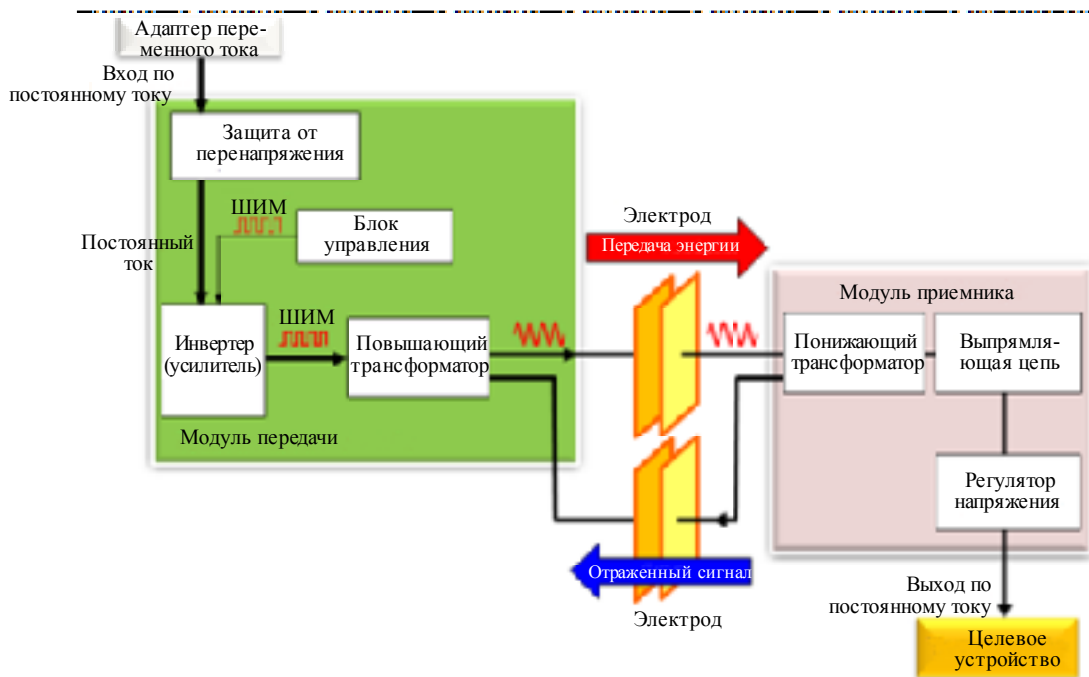


РИСУНОК А3-30

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



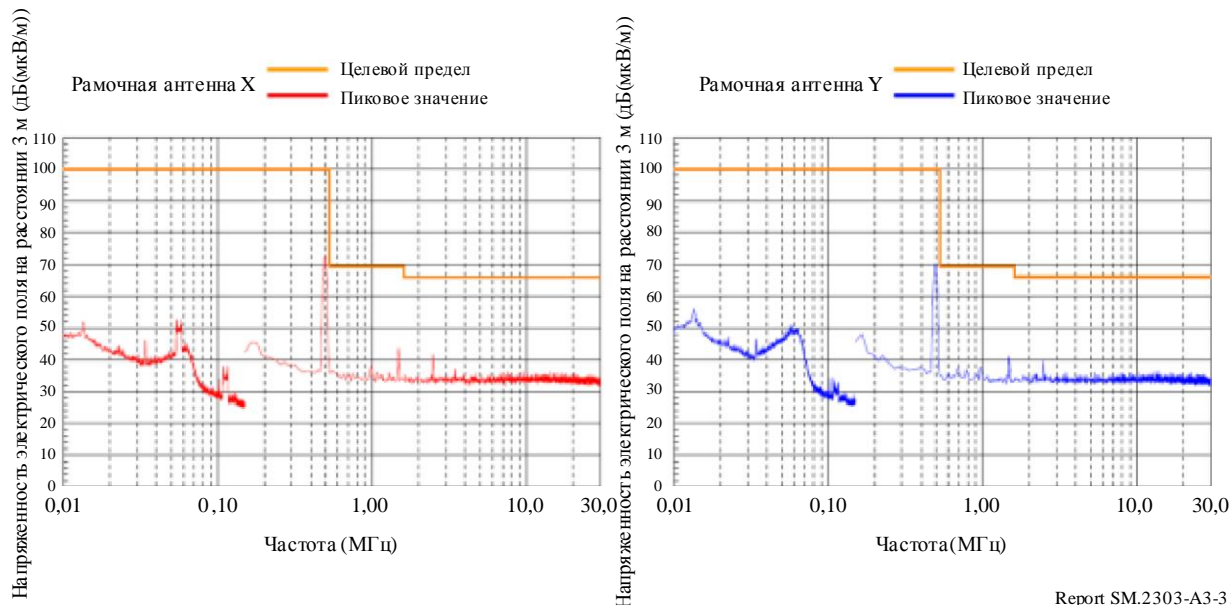
Report SM.2303-A3-30

(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

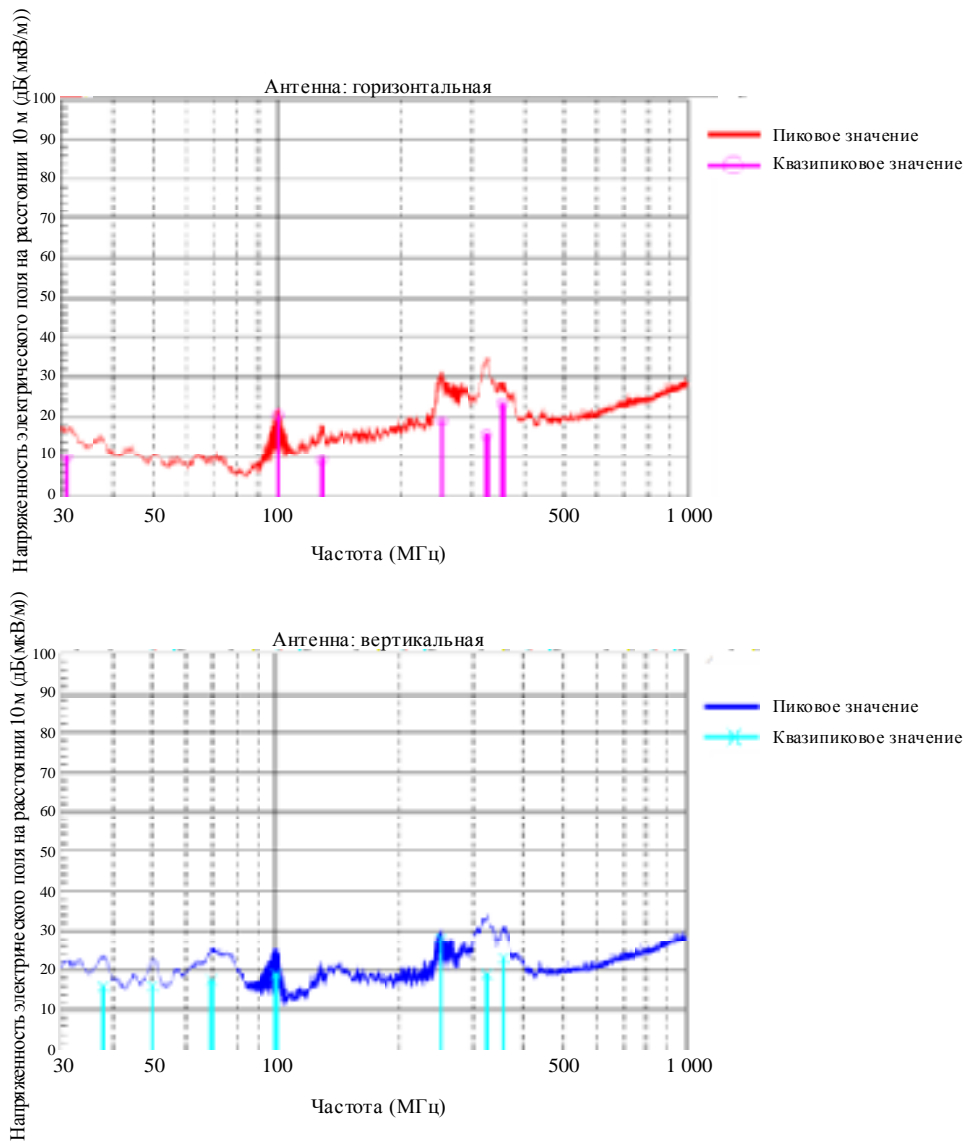
Излучаемый шум (9 кГц – 30 МГц, пиковое значение)



Report SM.2303-A3-31

РИСУНОК А3-32

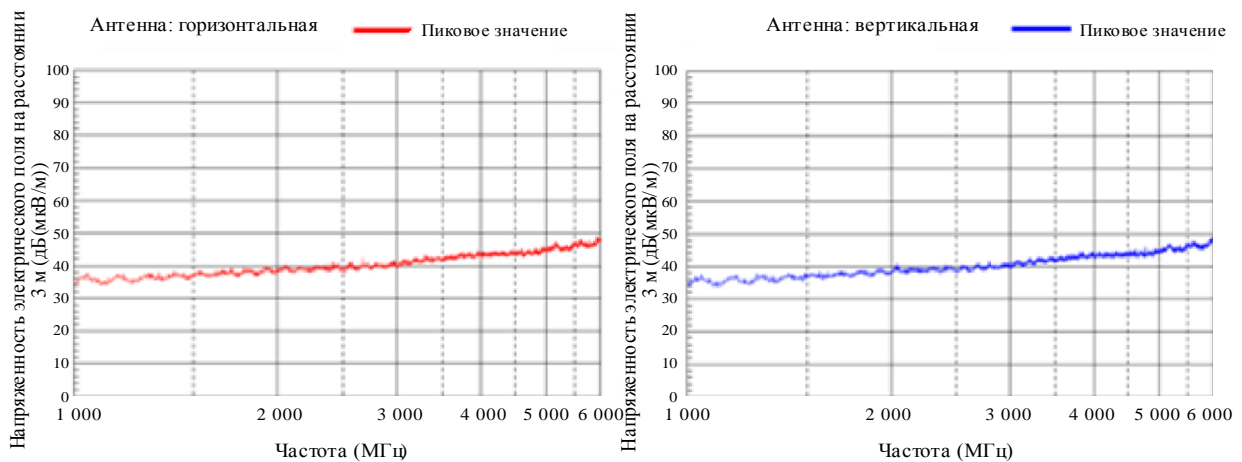
Излучаемый шум (30 МГц – 1 ГГц, пиковое и квазипиковое значение)



Report SM.2303-A3-32

РИСУНОК А3-33

Излучаемый шум (1–6 ГГц, пиковое значение)



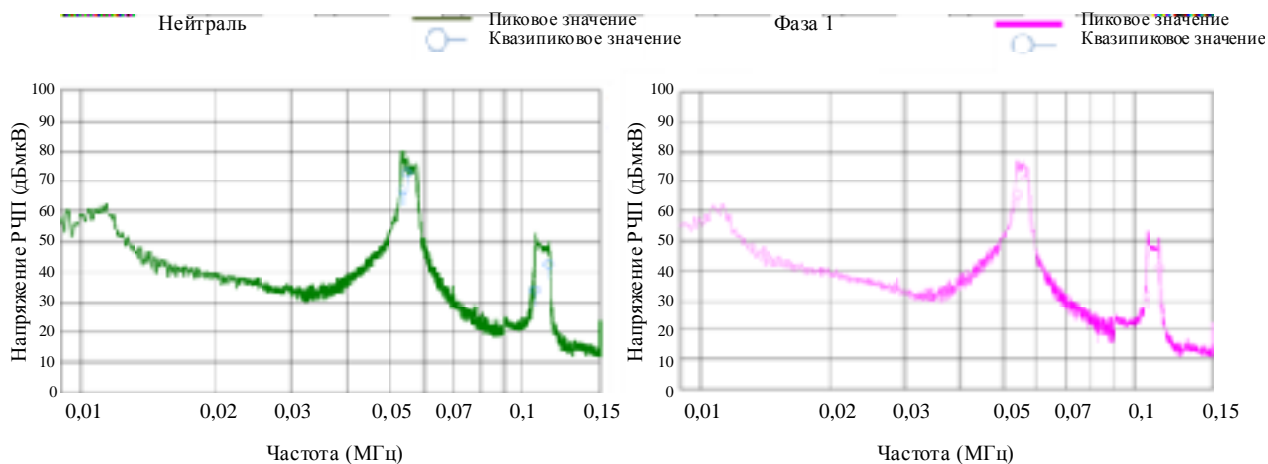
Report SM.2303-A3-33

(3) Результаты измерения шума проводимости

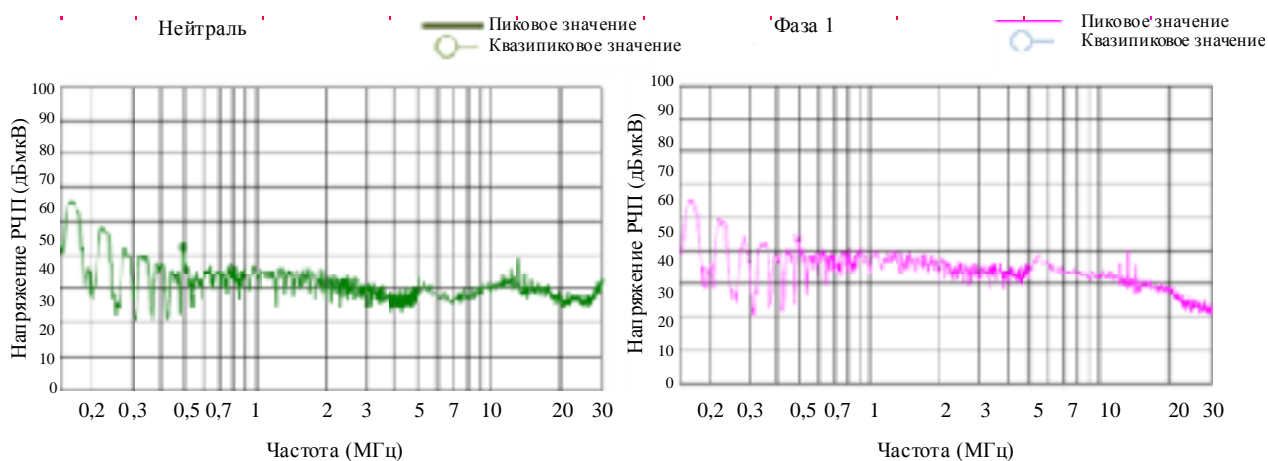
Результаты измерения шума проводимости в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц показаны на рисунке А3-34.

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