ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ТЕХНИКА СОВМЕСТИМОСТЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ

Часть 2

Эмиссия термоэлектронная железнодорожной сети во внешнюю среду

СТ РК МЭК 62236 – 2 – 2007

(IEC 62236-2:2003 Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world, IDT)

Издание официальное

Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан (Госстандарт)

Астана

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Казахстанским научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта (ТОО «КазНИИЖТ»)

ВНЕСЕН Комитетом путей сообщения Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан от 6 ноября 2007 года № 610

3 Настоящий стандарт содержит идентичный текст международного стандарта МЭК 62236-2:2003 «Подвижной состав железных дорог. Совместимость электромагнитная. Часть 2. Эмиссия термоэлектронная железнодорожной сети во внешнюю среду» (IEC 62236-2:2003 «Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world», IDT) с изменениями, которые по тексту выделены курсивом

4 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ 2012 год
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ 5 лет

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан

Содержание

	Введение	IV
1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	1
3	Термины и определения	2
4	Пределы электромагнитных излучений	2
5	Методы измерения электромагнитных излучений движущихся поездов	3
	Приложение А. Метод измерения электромагнитных излучений, генерируемых железнодорожными тяговыми подстанциями	13
	Приложение Б. Описание метода измерений	14
	Приложение В. Картография – Электрические и магнитные поля, производимые на частотах, возникающих при тяговом усилии	20

Введение

Данный стандарт является частью 2 из серии стандартов СТ РК МЭК 62236, публикуемых под общим названием «Железнодорожная техника. Совместимость электромагнитная».

Данный стандарт подлежит применению совместно со стандартом СТ РК МЭК 62236-1 «Железнодорожная техника. Совместимость электромагнитная. Часть 1. Общие положения».

В этой части устанавливаются пределы электромагнитных излучений железной дороги во внешнюю среду на радиочастотах. В ней определены методы испытаний и информация по типичным значениям напряженности поля на радиочастотах и при тяговом усилии (картография).

Серия стандартов СТ РК МЭК 62236 включает:

Часть 1: Общие положения

Часть 2: Эмиссия термоэлектронная железнодорожной сети во внешнюю среду

Часть 3-1: Поезд и полный состав

Часть 3-2: Аппаратура

Часть 4: Излучение и помехозащищенность сигнализационной аппаратуры и средств телекоммуникации

Часть 5: Излучение и защищенность стационарного оборудования и аппаратуры электропитания.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ТЕХНИКА СОВМЕСТИМОСТЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ

Часть 2

Эмиссия термоэлектронная железнодорожной сети во внешнюю среду

Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 2:
Emission of the whole railway system to the outside world

Дата введения 2008.07.01.

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает пределы электромагнитных излучений, генерируемых железнодорожной сетью, включая городским транспортом, в стандарте описываются методы измерения электромагнитных излучений для проверки их количества, а также даются картографические значения часто встречающихся электромагнитных полей. Эти конкретные положения подлежат применению совместно с общими положениями СТ РК МЭК 62236-1.

Пределы электромагнитных излучений установлены согласно конкретным точкам измерений, описываемым в пункте 5 и приложении А. Принято считать, что такие излучения существуют во всех точках вертикальных плоскостей на расстоянии 10 м от осей крайних путей электрифицированных железных дорог или на расстоянии 10 м от ограждения тяговых подстанций.

Также, воздействие электромагнитных излучений может распространяться на зоны, расположенные над железной дорогой и под ней, поэтому конкретные случаи рассматриваются отдельно.

В эти пределы электромагнитных излучений не включены устройства, соответствующие стандарту ГОСТ 30804.6.4 по общим промышленным выбросам.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты.

СТ РК МЭК 62236-1-2007 Железнодорожная техника. Совместимость электромагнитная. Часть 1. Общие положения.

ГОСТ 14777-76 Радиопомехи индустриальные. Термины и определения.

ГОСТ 16842-2002 Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные. Методы испытаний технических средств – источников индустриальных радиопомех.

ГОСТ 18311-80 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ 19350-74 Электрооборудование электрического подвижного состава. Термины и определения.

ГОСТ 19880-74 Электротехника. Основные понятия. Термины и определения._

ГОСТ 22012-82 Радиопомехи индустриальные от линий электропередачи и электрических подстанций. Нормы и методы измерений.

Издание официальное

ГОСТ 30372-95 Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения.

ГОСТ 30804.4.3-2002 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний.

ГОСТ 30804.6.4-2002 Совместимость технических средств электромагнитная. Помехоэмиссия от технических средств, применяемых в промышленных зонах. Нормы и методы испытаний.

ГОСТ 30805.22-2002 Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи индустриальные от оборудования информационных технологий. Нормы и методы испытаний.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются определения, указанные в СТ РК МЭК 62236-1, ГОСТ 14777, ГОСТ 18311, ГОСТ 19350, ГОСТ 19880, ГОСТ 30372, ГОСТ 30804.4.3, а также следующие термины соответствующими определениями.

3.1 **Устройство:** Электрическое или электронное изделие со встроенной функцией, предназначенное для установки в стационарную железнодорожную установку.

3.2 **Среда:** Окружающие объекты или пространство, которые могут оказывать влияние на функционирование железнодорожной сети и/или оказаться под ее воздействием.

3.3 **Внешнее взаимодействие:** Граница, в пределах которой происходит взаимодействие железнодорожной сети с другой сетью или со средой.

3.4 **Железнодорожная тяговая подстанция:** Установка, главное назначение которой обеспечение электропитанием контактной линии, с преобразованием напряжения и, в некоторых случаях частоты в напряжение и частоту контактной линии.

3.5 **Линии электроснабжения железных дорог:** Проводники (кабели), проходящие в пределах границ железных дорог, обеспечивающие электропитанием только железные дороги, но напряжение проходящего в них тока отличается от значения, установленного для железнодорожной сети.

4 Пределы электромагнитных излучений

4.1 Электромагнитные излучения, производимые открытыми железнодорожными путями во время движения поезда

Пределы электромагнитных излучений в диапазоне частот от 9 кГц до 1 ГГц указаны на рисунке 1, а метод измерений указан в пункте 5. Для неэлектрифицированных линий значения пределов излучений соответствуют значениям, установленным для 750 В постоянного тока.

В приложении В приведены ориентировочные наибольшие значения электромагнитных полей основной частоты различных электрифицированных сетей. Эти значения зависят от многочисленных геометрических и рабочих параметров, которые можно получить у оператора инфраструктуры.

Для городского транспорта, функционирующего на улицах города, пределы излучений не должны превышать значений, указанных на рисунке 1 для контактных рельс под напряжением 750 В постоянного тока.

Примечание 1 – Пределы специфических излучений городского транспорта будут определены в будущем.

Примечание 2 – Существует только небольшое число служб внешней радиосвязи, работающих в диапазоне от 9 кГц до 150 кГц, которым могут помешать железные дороги. Если будет доказано, что проблем с электромагнитной совместимостью не существует, то приемлемы любые излучения, превышающие соответствующие пределы, указанные на рисунке 1.

Примечание 3 – По причинам, указанным в приложении Б, нет возможности провести полные испытания с квазипиковым детектированием.

4.2 Радиочастотные излучения железнодорожных тяговых подстанций

Радиочастотные излучения железнодорожных тяговых подстанций во внешнюю среду, измеряемые согласно методу, установленному в приложении А, не должны превышать пределы, указанные на рисунке 2.

Пределы этих излучений определены как квазипиковые значения, *а значения полос частот указаны в ГОСТ 16842:*

	полоса частот
частоты до 150 кГц	200 Гц
частоты от 150 кГц до 30 Мгц	9 кГц
частоты выше 30 МГц	120 кГц

10 метровое расстояние, указанное в приложении А, измеряется от ограждения тяговой подстанции. Если ограждение отсутствует, то измерения проводят на расстоянии 10 м, начиная от устройства или внешней поверхности корпуса, если устройство им оснащено.

Излучения, производимые поездами, не включаются в измерения.

Примечание 1 – Существует очень мало служб внешней радиосвязи, работающих в диапазоне от 9 кГц до 150 кГц, функционированию которых могут помешать железные дороги. Если будет доказано, что не существует проблем с электромагнитной совместимостью, то приемлемы любые излучения, превышающие соответствующие пределы, указанные на рисунке 2.

Примечание 2 – Для других видов стационарных установок, таких как автотрансформаторы, применяются те же пределы излучений и расстояние измерения.

4.3 Радиочастотные излучения линий электропитания железных дорог

Линии электропитания железных дорог, напряжение которых отличается от напряжения в железнодорожной сети, проходящие в пределах границ железных дорог, должны соответствовать требованиям ГОСТ 22012.

5 Метод измерения электромагнитных излучений движущихся поездов

Метод измерения, указанный в ГОСТ 16842 был адаптирован для железнодорожной сети с движущимися транспортными средствами. Описание метода измерения приведено в приложении Б.

Электромагнитные поля, генерируемые железнодорожным транспортом при движении по железнодорожной сети, измеряются датчиками напряженности электромагнитного поля, настроенными на разные частоты. Измерению подлежат горизонтальная составляющая магнитного поля, проходящая перпендикулярно пути, а также вертикальная и горизонтальная составляющие (походящие параллельно пути), излучаемые электрическим полем.

5.1 Характеристики измерений

5.1.1 Применяется метод измерения пикового уровня. Длительность измерения в выбранной частоте должна быть достаточной, чтобы получить точное показание. Эта функция устанавливается в измерительном устройстве, рекомендуемое значение составляет 50 мс.

5.1.2 *В соответствии с ГОСТ 16842 значения диапазонов частот и ширины полосы пропускания при измерениях равны −6 дБ* (таблица 1).

Таблица 1

Диапазоны частот:	от 9 кГц до 150 кГц	от 0,15 МГц до 30 МГц	от 30 МГц до 300 МГц	от 300 МГц до 1 ГГц
Ширина полосы пропускания:	200 Гц	9 кГц	120 кГц	120 кГц

5.1.3 При подключении измерительного устройства к антенне погрешность измерения силы однородного синусоидального поля должна быть не более ± 4,0 дБ от значений, *установленных на оборудовании по ГОСТ 16842.*

5.1.4 Шумы могут достичь своего максимального уровня не в момент прохода тягового транспорта около точки измерения, а на удалении от него. Следовательно, измерительное устройство должно быть в активном состоянии в течение длительного промежутка времени до прохода транспорта и после этого, чтобы зарегистрировать уровень максимального шума.

5.1.5 Для охвата всего диапазона частот требуется установить антенны различной конструкции. Список обычно применяемого оборудования указан ниже:

– рамочная или витковая антенна применяется для измерения магнитного поля в диапазоне от 9 кГц до 30 МГц (рисунок 3);

– биконический диполь применяется для измерения электрического поля в диапазоне от 30 МГц до 300 МГц (рисунок 4);

– логопериодическая антенна применяется для измерения электрического поля в диапазоне от 300 МГц до 1,0 ГГц (рисунок 5).

Калибровочные коэффициенты антенны применяются для преобразования напряжения на зажимах антенны в напряженность поля.

5.1.6 Рекомендуемое расстояние измерительной антенны от оси пути, по которому движется транспортное средство, составляет 10 м. В случае с логопериодической антенной 10 метровое расстояние измеряется до геометрического центра решетки антенны.

Не считается необходимым проводить два испытания для изучения излучений с двух сторон транспортного средства, даже в том случае, если по обеим его сторонам установлены разные устройства, поскольку во время движения поезда большая часть излучений генерируется скользящим контактом.

Если испытания проводятся в месте, соответствующем всем рекомендуемым критериям, за исключением расположения антенн на расстоянии 10 м от оси пути, то результаты испытаний можно преобразовать до значения, эквивалентного для 10 метрового расстояния, по следующей формуле:

$$E_{10} = E_x + n\ 20 \log_{10} (D/10), \qquad (1)$$

где:

E_{10} – значение, полученное при измерениях на расстоянии 10 м;

E_x –значение, полученное при измерениях на расстоянии D м;
n – коэффициент, указанный в таблице 2;
D – расстояние между поездом и антенной.

Таблица 2

Диапазон частот	n
от 0,15 МГц до 0,4 МГц	1,8
от 0,4 МГц до 1,6 МГц	1,65
от 1,6 МГц до 110 МГц	1,2
от 110 МГц до 1 000 МГц	1,0

Измеренные значения (на расстоянии 10 м) не должны превышать пределы, указанные на рисунке 1, при соответствующем напряжении сети.

Если расположение железной дороги делает совершенно невозможным проведение измерений на указанных значениях расстояний, то должен быть согласован метод, подходящий для особых обстоятельств. Например, если железная дорога проходит по туннелю, возможно применение миниатюрных антенн, установленных на стенах туннеля. В таких случаях пределы излучений должны учитывать применяемый метод измерения.

5.1.7 Центр витковой антенны должен находиться выше уровня железной дороги в пределах от 1,0 м до 2,0 м, а биконического диполя или логопериодической антенны в пределах от 2,5 до 3,5 м. Если уровень земли в основании антенны отличается от уровня железной дороги более чем на 0,5 м, то фактическое значение должно быть отмечено в протоколе испытаний.

Плоскость витковой антенны должна находиться вертикально линии пути и параллельно по отношению к ней. Биконический диполь должен быть установлен по вертикальной и горизонтальной оси. Логопериодическая антенна должна быть настроена для измерения сигнала вертикальной и горизонтальной поляризации, а антенна направлена в сторону пути.

На рисунках 3, 4 и 5 показаны расположения антенн и их вертикальное выравнивание.

5.1.8 В надземных железнодорожных сетях, где невозможно установить антенны на высоте, указанной выше, центр антенны можно настроить по уровню земли, а не по уровню железной дороги. В этом случае следует применить переводную формулу, указанную в 5.1.6, где D – расстояние по наклонной черте (наклонная дальность) между поездом и антенной.

Поезд должен быть виден с места расположения антенны, а ось антенны должна быть поднята и направлена прямо на поезд. Если надземная железная дорога расположена очень высоко, то измерения рекомендуется проводить на расстоянии 30 м от оси пути. В протоколе испытаний должны быть указаны полные данные о пространственном положении испытательной площадки.

5.1.9 Если испытания проводятся на железной дороге с воздушной сетью электропитания, то точка измерений должна быть расположена в центре между опорными столбами подвесной контактной линии, в месте отсутствия прерываний контактного провода. Общепризнано, что в подвесной контактной сети возникает резонанс в диапазоне радио частот, в связи с этим необходимо менять значения частот, выбранных для измерений. Если возникает резонанс, то это должно быть отмечено в протоколе испытаний.

На радиочастотные излучения воздействует состояние сети электропитания железных дорог.

Коммутация питающих станций и временные работы воздействует на быстродействие системы. Следовательно, необходимо указать состояние сети в протоколе испытаний и, по возможности, проводить все подобные испытания в течение одного дня. Если электропитание железной дороги осуществляется через путевой контактный рельс, то место проведения испытания должно быть на расстоянии не менее 100 м от стыковых зазоров во избежание появления переходных полей, связанных с замыканием коллекторного контакта и его размыканием. Контактный рельс и антенны должны быть на одной стороне пути.

5.1.10 Испытательные площадки не отвечают определению о пространстве, полностью свободных от влияний, потому что на них воздействуют подвесные конструкции, железные дороги и контактная подвеска. Тем не менее, по возможности, антенны должны быть расположены на расстоянии от отражающих объектов. Если вблизи места испытания проходит воздушная линия электропитания, не являющаяся частью железнодорожной сети, то испытательная площадка должна быть на расстоянии не менее 100 м от нее.

5.1.11 Измеряемые значения определяются следующими выражениями:

– дБмкА/м – магнитные поля,

– дБмкВ/м – электрические поля.

Данные выражения получены с помощью соответствующих коэффициентов антенн и значений переводных формул.

5.1.12 Фоновый шум должен быть измерен на испытательной площадке во время отсутствия поездов.

Таким образом будут получены значения шумов, производимых проводниками электропитания. Если полученные значения достаточно большие, то рекомендуется провести такие же измерения шумов на расстоянии 100 м от места расположения испытательной площадки, чтобы определить любые значительные шумы, не производимые железной дорогой.

5.2 Выбор частоты

5.2.1 Выбранные частоты

Выбор основных частот для измерения излучений зависит от условий испытательной площадки.

Если присутствуют сильные сигналы, например производимые службой общественного вещания, то их необходимо принимать во внимание при выборе частоты измерения.

Рекомендуется выбирать частоты измерения таким образом, чтобы присутствовало не менее трех частот на декадный диапазон частот.

5.2.2 Частота развертки

В связи с малым промежутком времени для проведения измерений за один проход поезда, чтобы получить адекватную информацию о генерации шумов можно применить метод измерения по развертке частоты, суть которого заключается в измерении пикового уровня шума по схеме удержания пикового уровня шума, поскольку изменяется и частота.

В этом случае все еще нерешенным будет вопрос выбора времени, потому что скорость изменения частоты это функция полосы пропускания частот, это необходимо для точности измерений.

Обычно анализатор развертки устанавливает свою собственную скорость развертки, чтобы соответствовать данному требованию. Если применяется данный метод, то должны быть указаны скорость развертки и полоса пропускания частот.

5.3 Переходные поля

В ходе испытания вследствие коммутации могут быть обнаружены переходные поля, например при срабатывании выключателя электропитания. Они должны быть проигнорированы при выборе уровня максимального сигнала, выбираемого для испытания.

5.4 Условия измерений

5.4.1 Метеорологические условия

Для уменьшения возможного влияния погоды на измеряемые значения, измерения проводят в сухую и ясную погоду (не более 0,1 мм осадков за предыдущие 24 ч) при температуре не менее 5 °С и скорости ветра менее 10 м/с.

Влажность должна быть достаточно низкой во избежание конденсации на проводниках электропитания.

Поскольку план испытаний составляется до того, как становятся известными метеорологические условия, то испытания проводятся при погоде не соответствующей требуемым условиям. При таких обстоятельствах необходимо регистрировать фактические метеорологические условия наряду с результатами испытаний.

5.4.2 Режимы работы железных дорог

Для тяговых средств установлены два условия испытаний:

а) измерения при скорости более 90 % максимальной рабочей скорости (чтобы в образовании шумов присутствовала динамика токосъема) и максимальной мощности тока, обеспечиваемой при такой скорости.

б) при максимальной номинальной мощности тока и выбранной скорости (в частности, если необходимы данные о низких частотах).

Если в транспортном средстве предусмотрена функция электрического торможения, то испытания требуется проводить при тормозной мощности составляющей не менее 80 % номинальной тормозной мощности.

5.4.3 Многочисленные источники излучений, генерируемые отдаленными поездами

Наличие транспортных средств, физически находящихся на расстоянии от зоны испытания, но оказывающих электромагнитное влияние, считается незначительным при рассмотрении пределов радиопомех.

5.5 Протокол испытаний

Протокол испытаний должен содержать следующую информацию:

– описание испытательной площадки;

– описание системы измерений;

– описание железнодорожного транспорта (тип и конструкция);

– численные результаты;

– графические изображения результатов, в случае необходимости (такая информация, как диапазоны частот, дата, время);

– метеорологические условия;

– имя лица, ответственного за испытательную площадку.

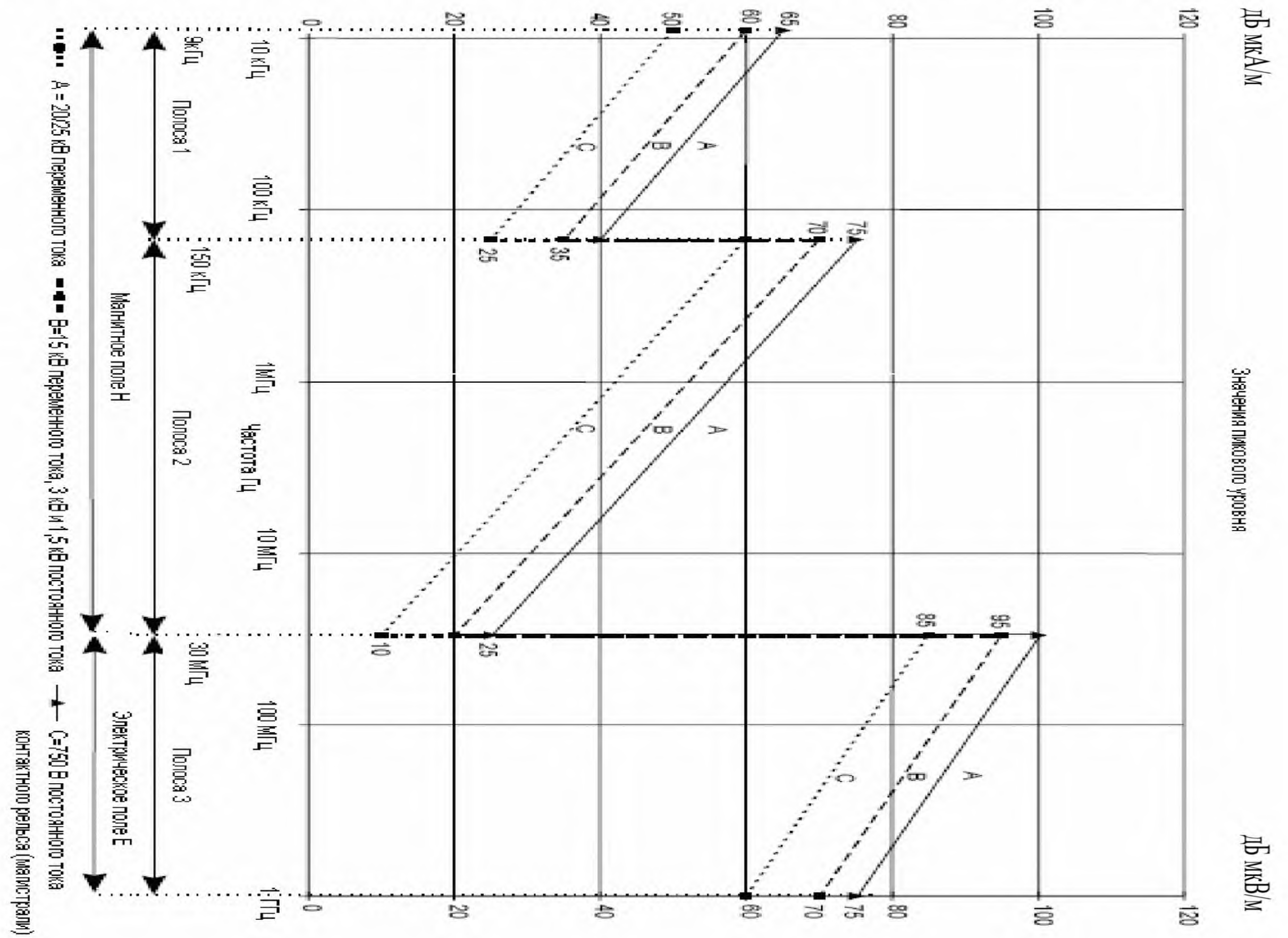

Рисунок 1 - Пределы излучений в диапазоне от 9 кГц до 1 ГГц

Примечание 1 – Прерывистость кривых связана с изменением полосы частот приемного устройства, используемого для измерений: п 1 (полоса пропускания частот) = 200 Гц; п 2 = 9 кГц; п 3 = 120 кГц.

Примечание 2 – Значения получены на расстоянии 10 м от железнодорожного пути.

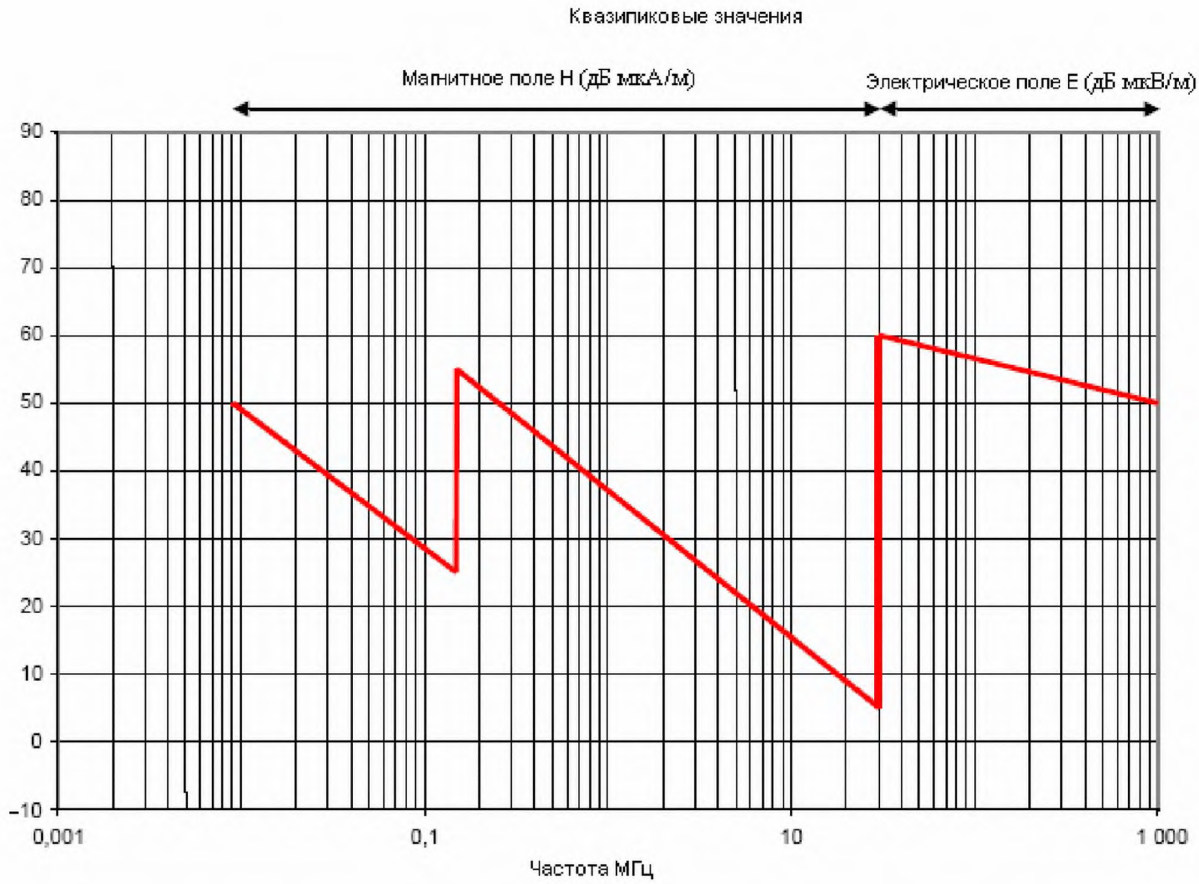

Рисунок 2 – Пределы излучений тяговых подстанций

5.6 Положения антенны

На рисунке 3 показано положение антенны при измерении магнитного поля в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц.

На рисунке 4 показано положение (вертикальная поляризация) антенны для измерения электрического поля в диапазоне частот от 30 МГц до 300 МГц. Для измерения поля горизонтальной поляризации, проходящего параллельно пути, антенну поворачивают на 90 °.

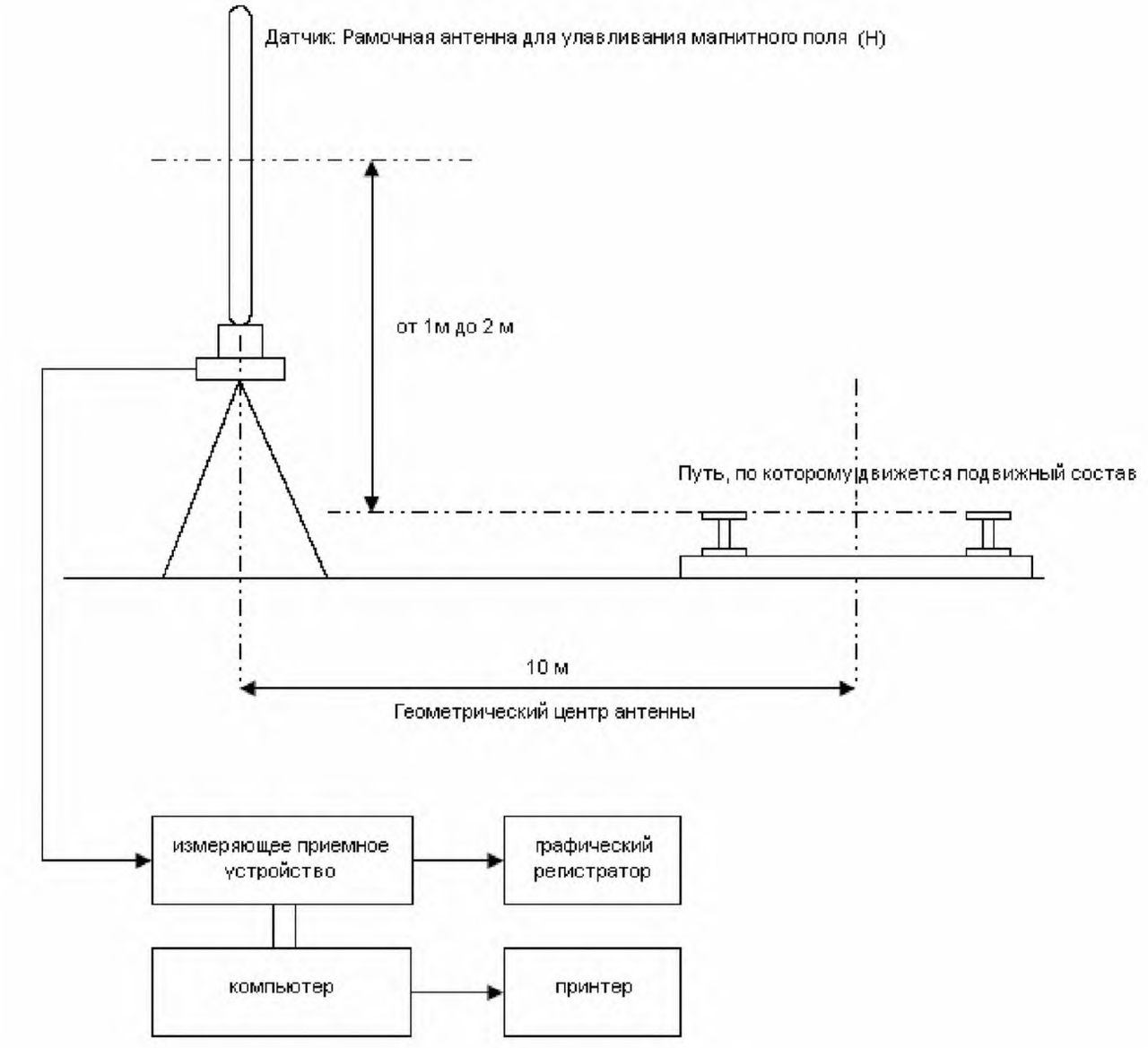

Рисунок 3 – Положение антенны при измерении магнитного поля в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц

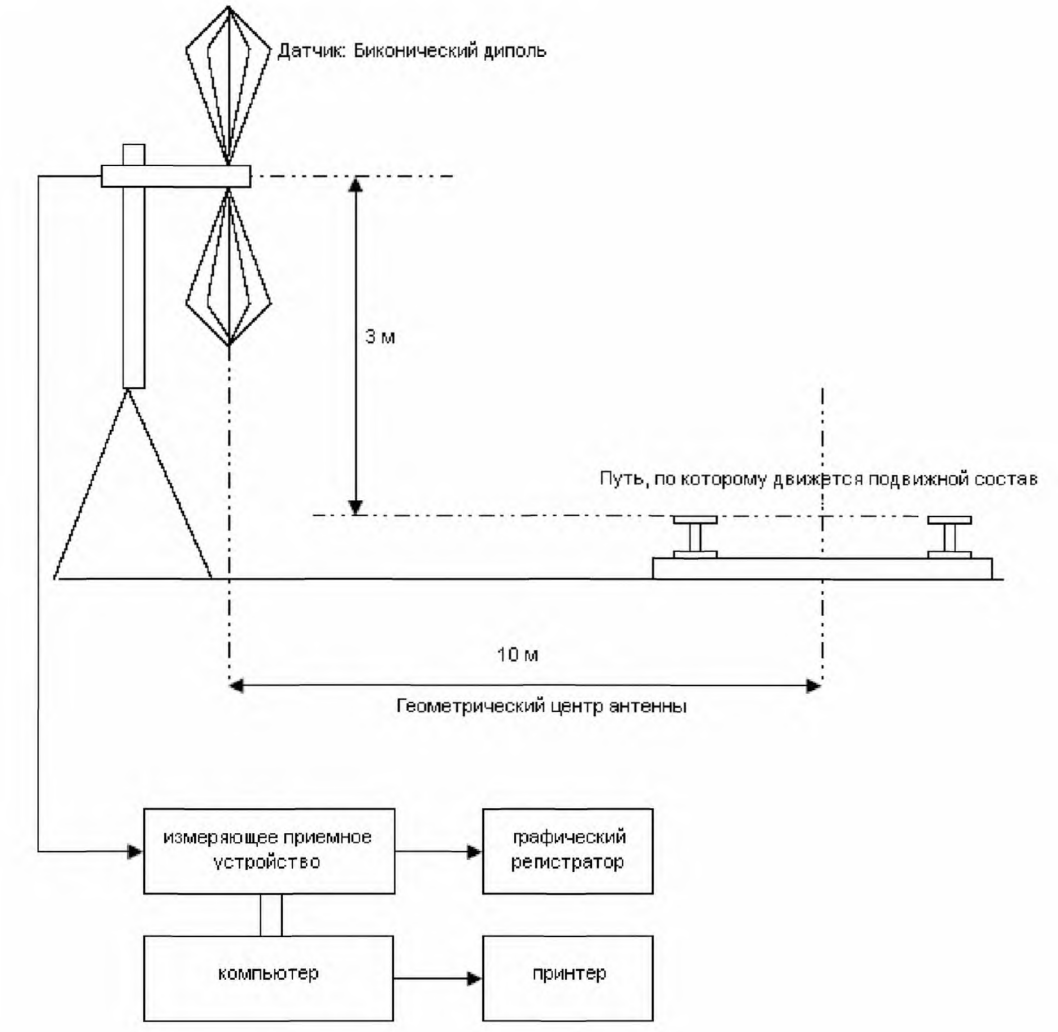

Рисунок 4 – Положение (вертикальная поляризация) антенны при измерении электрического поля в диапазоне частот от 30 МГц до 300 МГц

На рисунке 5 показано положение (вертикальная поляризация) антенны для измерения электрического поля в диапазоне частот от 300 МГц до 1 ГГц. Для измерения поля горизонтальной поляризации, проходящего параллельно пути, антенну поворачивают на 90 °.

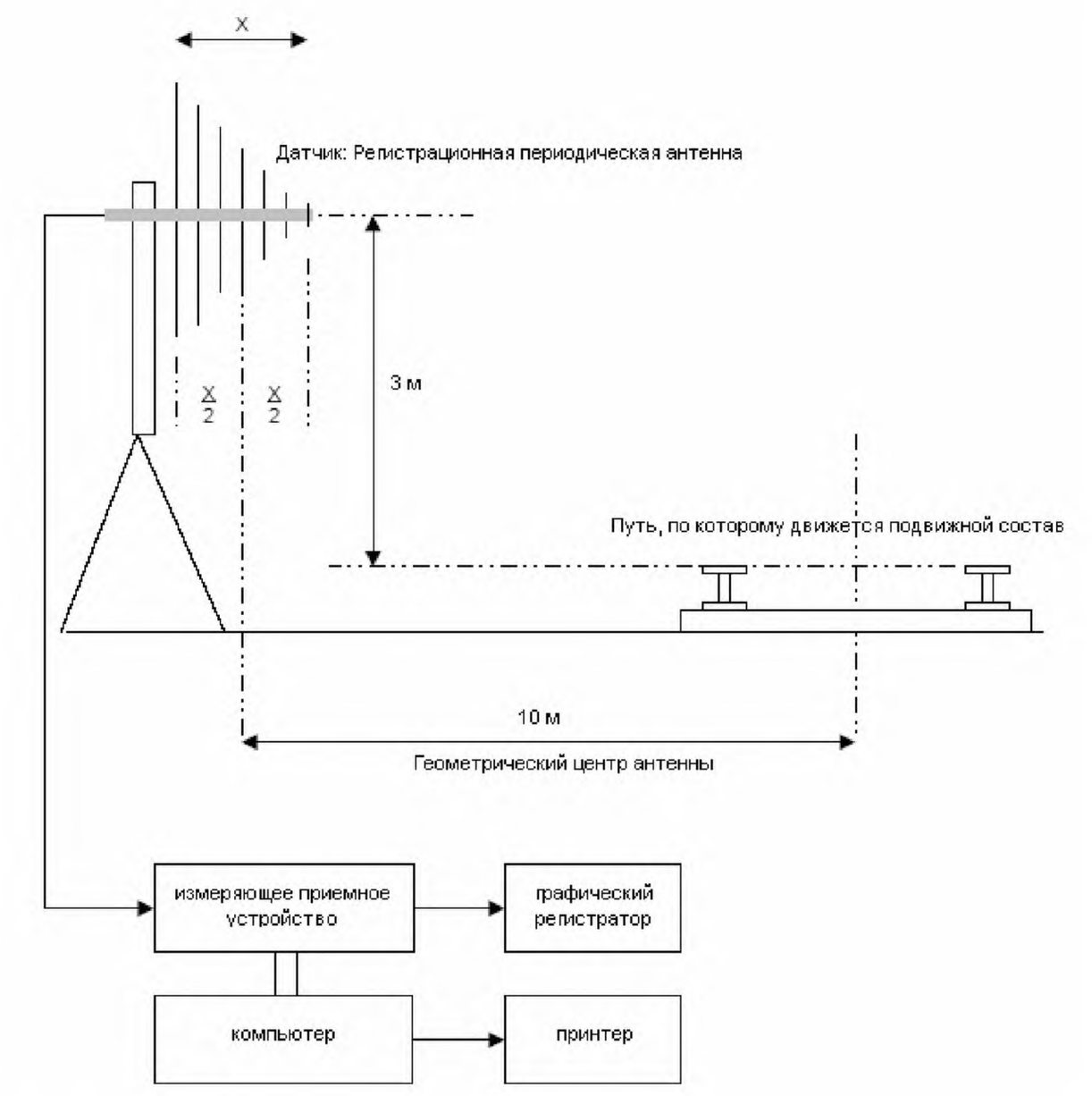

Рисунок 5 – Положение (вертикальная поляризация) антенны при измерении электрического поля в диапазоне частот от 300 МГц до 1 ГГц

Приложение А
(обязательное)

Метод измерения электромагнитных излучений, генерируемых железнодорожными тяговыми подстанциями

А.1 Положение при испытаниях

Принимая во внимание специальную геометрическую конструкцию электропитания железнодорожной сети, необходимо определить условия проведения измерений излучений электромагнитных полей при обычных режимах нагрузки.

А.2 Нагрузка тяговой подстанции

Для железнодорожных тяговых подстанций характерна частая смена режима нагрузки за короткие промежутки времени. Поскольку излучение поля зависит от нагрузки, то фактическая нагрузка тяговой подстанции должна быть отмечена во время проведения испытаний.

А.3 Метод измерения

Измерение излучений проводится на расстоянии 10 м от внешнего ограждения тяговой подстанции, в центре каждой из трех сторон подстанции, за исключением той, что обращена в сторону железной дороги, если только эта сторона не находится на расстоянии 30 м от оси пути электрифицированной железной дороги. В таком случае измерения можно проводить со всех сторон. Если длина сторон подстанции более 30 м, то дополнительно измерения проводят по углам подстанции.

Точность измерительного оборудования, используемого для проведения измерений радиочастот, не должна отличаться более чем на ±4,0 дБ от требований ГОСТ 16842.

При каждом положении измерения должны быть проведены следующие измерения:

а) максимальное излучение радиоволн на частоте около 1 МГц (частота выбирается на испытательной площадке, чтобы избежать другие передаваемые сигналы) измеряется витковой антенной в вертикальной плоскости, при этом отмечается направление антенны. Нагрузка тяговой подстанции должна быть не менее 30 % номинальной нагрузки. Основание антенны должно быть на высоте от 1 до 1,5 м над землей;

б) излучение радиоволн выше диапазона частот от 9 кГц до 30 МГц измеряется витковой антенной, которая должна быть направлена, как указано в пункте а). Во время измерений нагрузка тяговой подстанции должна быть не менее 30 % номинальной нагрузки;

Примечание – Считается допустимым, что при зафиксированном положении антенны, в некоторых частотах измеренные значения могут быть меньше абсолютного максимума.

в) максимальное излучение радиоволн над диапазоном частот от 30 МГц до 300 МГц обычно измеряется диполем или биконической антенной в вертикальном положении. Во время измерений нагрузка тяговой подстанции должна быть не менее 15 % номинальной нагрузки. Центр антенны должен быть на уровне 3 м над землей;

г) максимальное излучение радиоволн на частоте около 350 МГц (выбирается на испытательной площадке, чтобы избежать другие передаваемые сигналы) измеряется логопериодической антенной вертикальной поляризации, при этом должно быть отмечено направление антенны. Нагрузка тяговой подстанции должна быть не менее 15 % номинальной нагрузки. Центр антенны должен быть на уровне 3 м над землей;

д) излучение радиоволн выше диапазона частот от 300 МГц до 1 ГГц обычно измеряется логопериодической антенной, положение которой должно быть, как указано в пункте г). Во время измерений нагрузка тяговой подстанции должна быть не менее 15 % номинальной нагрузки. Центр антенны должен быть на уровне 3 м над землей.

Приложение Б
(справочное)

Описание метода измерений

Б.1 Введение

В указанном приложении дается описание метода измерения электромагнитных шумов, генерируемых железнодорожной сетью во время движения по ней железнодорожного транспорта. Существующие методы измерений не считаются соответствующими, потому что транспортные средства движутся на значительно высоких скоростях. Исследованию подлежат как тяговые, так и прицепные вагоны, поскольку в прицепных вагонах может быть установлено электрооборудование, производящее шумы. Также необходимо подвергнуть испытанию дизельные тяговые средства, которые могут быть источниками излучения радиоволн. Данный метод позволяет провести оценку помех, которые могут испытать другие пользователи электромагнитного спектра. В публикации дается описание базового метода измерений.

Б.2 Требование о специальном методе измерения

Для частот более 9 кГц существует стандартный метод измерения полей радиоволн, *описание которого дается в ГОСТ 16842.*

Железнодорожная сеть имеет отличительные характеристики, в связи с этим необходимо применять специальный метод измерения. К отличительным характеристикам относят быстродвижущийся источник излучения и возможное излучение длинной антенны, которой, по сути, являются проводники электропитания электрифицированных железных дорог.

В примере на рисунке Б.1 показано изменение по времени излучения, генерируемого движущимся поездом, с образованием многочисленных переходных полей.

Данный метод измерения железнодорожных шумов проводится иначе, чем метод квазипикового детектирования, *указанный в ГОСТ 16842,* потому что он не позволяет полностью определить пределы помех, воздействующих на другие сети, находящиеся поблизости. Метод, *описываемый в ГОСТ 16842,* предназначен только для защиты радиосвязи от помех, но он не распространяется на электронные системы безопасности, например те, что расположены рядом с железнодорожными путями или установлены в аэропортах, в работе которых кратковременные переходные поля могут вызвать помехи. *Если в качестве базового метода был выбран тот, что указан в ГОСТ 16842, то наряду с ним было бы необходимо применять метод определения пикового уровня шумов, чтобы соответствовать потребностям внутренней отрасли промышленности и проводить эксперименты по созданию реалистической имитации.* Что касается железных дорог, то необходимость проведения двойных испытаний представляла бы значительные трудности.

Затруднительно создать точную связь между значениями, полученными методами определения пикового и квазипикового уровней шумов, так как генерируемые транспортом помехи могут быть либо почти постоянные синусоидальные колебания на рабочей частоте бортового оборудования, работающего в режиме передачи сигналов «земля – поезд» или серией повторяющихся импульсов от других источников, например токоприемника/контакта с подвесной контактной линией. Однако, в обоих случаях значение, полученное методом определения пикового уровня шумов будет больше или

равно значению, полученному методом определения квазипикового уровня шумов, *в соответствии с ГОСТ 16842.*

Б.3 Обоснование для применения специального метода измерения

Излучение полей измеряется не по методу, *указанному в ГОСТ 16842*, а по методу определения пикового уровня шумов за кратковременный промежуток времени, для которого рекомендуемый интервал времени составляет 50 мс, в выбранной частоте, поскольку:

– такой метод позволяет лучше представить влияние излучений на другие системы (электронные или компьютерные), в то время как принципы взвешивания, применяемые при определении квазипикового уровня, дают представление только о помехах создаваемых для передачи сигналов. Интервал в 50 с позволяет уловить пиковый уровень шумов, появляющиеся при изменении направления тока на железных дорогах с переменным током в электросети. На частоте 16,7 Гц длительность каждого изменения направления тока равна 33 мс, поэтому за 50 с его всегда можно определить;

– этот метод быстрее, так как в некоторых системах, основанных на определении квазипикового уровня шумов, установлен интервал в 1 с, например в гальванометрах. Это слишком много, если речь идет о движущемся поезде;

– он позволяет получить максимальное значение, которое может быть измерено с помощью метода, *указанного в ГОСТ 16842*, и является наименее помехообразующим для передачи сигналов.

Б.4 Диапазон частот

Хотя железнодорожный транспорт и токосъем скользящего контакта также являются источниками шумов с частотой более 1 ГГц, они генерируют низкие уровни излучений, быстро ослабевающие на расстоянии. Следовательно, в настоящее время нет предложений для измерения частот выше 1 ГГц.

Б.5 Комментарии в отношении полосы пропускания частот

Соответствующее измерительное оборудование способно найти другие полосы пропускания частот, помимо тех, что указаны в 5.1.2, например 300 Гц для диапазона от 9 кГц до 150 кГц и 7,5 кГц или 10 кГц для диапазона от 0,15 МГц до 30 МГц.

В диапазоне от 9 кГц до 150 кГц полоса пропускания частот небольшая, но это удобно при поиске специфических источников шумов. В диапазоне от 0,15 МГц до 30 МГц разница между 7,5 кГц, 9 кГц и 10 кГц незначительна для определения шумов. Если применяются иные значения полос пропускания частот, чем те, что указаны выше, то полученные результаты переводят в те, что характерны для установленных частот на том основании, что по своей природе шумы имеют импульсную характеристику.

Б.6 Точность измерительного оборудования

Значение точности измерительного оборудования, равное ±4 дБ, как указано в 5.1.3, выбрано, потому что общеизвестно, что при значении ±10 дБ или более результаты испытаний повторяются при почти одинаковых условиях. Измерительные устройства, *описываемые в ГОСТ 16842,* дают точные показания при измерениях, но такая точность нереальна, так как значения излучений сильно варьируются при каждом испытании. Допускается применение измерительного устройства с меньшей точностью показаний (например, анализатора частоты развертки), проверка которого показала, что показания этого устройства не отличаются более чем на ± 4 дБ от показаний устройства, *указанного в ГОСТ 16842.* Анализатор частоты развертки пригодны при определении пиковых и квазипиковых уровней шумов и для полос пропускания частот, *указанных в ГОСТ 16842.*

Б.7 Положения антенны

Существует несколько вариантов выбора расстояния антенны от оси пути.

Обычно радиочастоты измеряют на расстоянии 1 м, 3 м, 10 м и 30 м. Значение, равное 1,0 м, невозможно, а на расстоянии 3 м существует вероятность, что корпус транспортного средства будет оказывать сильное влияние, вследствие чего измерения на больших расстояниях будут искажены.

Рекомендуется проводить испытания на расстоянии 10 м, так как скользящий контакт транспорта с электрической тягой находится в зоне видимости антенны, а влияние корпуса транспортного средства менее значительно. Другим стандартным расстоянием является 30 м, кроме того, оно удобно для некоторых испытательных площадок, однако в этом случае может быть слабее сила сигнала, а из-за окружающих шумов усложнится задача получения шумов, производимых железной дорогой. Поэтому для проведения измерений выбрано расстояние 10 м, начиная от оси пути, по которому проходят транспортные средства.

Примечание – Необходимо принять меры по ограничению влияния измерительного оборудования, сети электропитания и силового устройства на показания измеряющего устройства.

Б.8 Преобразование результатов измерений, сделанных на расстоянии не равном 10 м

Значения n основаны на основании наблюдений за воздушными линиями электропитания в условиях открытого пространства. Если речь идет о зоне, в которой имеются строительные конструкции, то значения n увеличиваются. Известно, что значения n, приведенные в 5.1.6, имеют соответствующую точность, так как они были измерены при частоте 100 МГц специально для железных дорог и это значение составляет 1,25 для расстояний до 100 м. *В ГОСТ 30805.22 на каждые 10 м прибавляется 20 дБ (n = 1), но данное условие применяется только для проводящей плоскости земли.*

Важно помнить, что при испытаниях на расстоянии 10 м поле электромагнитной индукции и поле излучения имеют различные характеристики возле источника излучения. Если значение расстояния меньше значения длины волны, то будет преобладать поле электромагнитной индукции. Теоретически величина этих двух полей уравнивается на расстоянии (длина волны/2 π) от источника излучения.

Соответственно, если при измерении излучений расстояние составляет 10 м, то все испытания при частоте ниже 5 МГц проводятся в ближней зоне, где преобладает сигнал магнитной индукции. В этом случае результаты наиболее точно описываются выражением А/м. В ближней зоне сила электрического поля низкая и обычно не вызывает помех.

Если источник излучения имеет вытянутую форму, как поезд, то зона ближнего поля может простираться на расстояние большее, чем говорится в теории о точечном источнике излучения.

В этом случае значение поля, выраженное в амперах на метр, переводится в вольты на метр путем умножения на значение сопротивления (импеданса) свободного пространства (120π Ом).

Для диполя и логопериодической антенн установлено одно значение высоты, поскольку в данном случае нельзя применить переменные значения высоты, как это обычно делается при измерениях излучений.

При уменьшении антенны в центре между двумя опорными столбами уменьшается их экранный эффект и локальные переходные поля, возникающие из-за искрения, которые часто имеют место на столбах, где внезапно меняется механический импеданс.

Поэтому испытательную площадку следует располагать на расстоянии от вольтодобавочных трансформаторов, соединений проводов внахлестку, секционных изоляторов и мест, где случаются перебои в работе.

Б.9 Шкала измерений

На логарифмической шкале: 1 мкВ/м = 0 дБ мкВ/м, а 1,0 В/м = 120 дБ мкВ/м. (Аналогичное соотношение применяется к мкА/м и дБмкА/м).

Значения пределов излучений можно определить выражениями А/м и В/м, при необходимости их можно извлечь.

Сила электрического поля дБмкВ/м = (равна) силе магнитного поля дБмкА/м + 51,5, если значение измерения получено из дальней зоны (51,5 = 20 $\log_{10}$(сопротивление волны свободного пространства)).

Б.10 Повторяемость результатов

При измерении радиочастотных излучений железной дороги особенной проблемой является перемещение источника излучения вдоль железной дороги. Это затрудняет получение большого числа результатов измерений в примагистральной зоне, и следовательно необходимо создать такие условия, чтобы было возможно повторение измерений.

Чтобы уменьшить возможное влияние на испытательную площадку значительного уровня излучений, генерируемых удаленными транспортными средствами, например через резонанс, необходимо удалить другие транспортные средства, электропитание к которым поступает по той же контактной подвеске или контактный рельс. Если электропитание транспортного средства обеспечивается контактной подвеской, рекомендуемое расстояние составляет 20 км, а в случае питания от контактного рельса, 2 км.

Однако даже при таких условиях вероятно, что результаты испытаний будут значительно варьироваться между собой.

Б.11 Выбор частоты

Другой проблемой, связанной с движением транспортного средства, является краткость времени для проведения измерений на различных частотах в пределах требуемого диапазона. Существует три метода, позволяющие получить достаточное число данных. К примеру, испытания можно проводить на нескольких выбранных частотах во время прохождения поезда; возможно применение метода развертки частоты во время прохождения поезда; или делать замер одной частоты при каждом проходе поезда, но для этого необходимо прохождение нескольких поездов.

Коротких интервалов времени можно добиться с помощью компьютеризированных измерительных устройств, переключающих частоту в течение времени, достаточного, чтобы зарегистрировать показания. Таким способом можно измерить 5 или более частот в секунду. Для охвата всего спектра частот необходимо изучить не менее трех частот на декадный диапазон частот.

В диапазоне частот от 9 кГц до 150 кГц тяговое оборудование может быть источником шумов на четко определяемых частотах. Желательно провести поиски в этом диапазоне частот, чтобы определить их максимальное значение, и получить значения на этих частотах. Следует учитывать, что даже на таких низких частотах можно обнаружить радиосигналы, поступающие от посторонних радиопередатчиков, поэтому их следует определять и обходить. Не считается необходимым вести поиски частот, характерных для транспортных средств, в диапазоне выше 150 кГц.

Другой вариант. На основании меньшего числа частот можно составить линейную характеристику. Однако такой метод не имеет прочного обоснования, так как транспортное средство может производить сильные шумы на специфических частотах, и, кроме того, в контактной линии может возникать резонанс. Следовательно, требуется не менее трех значений частот на декадный диапазон, а более предпочтительно применять как можно больше значений частот.

Б.12 Состояние железной дороги

Б.12.1 Метеорологические условия

На уровень радиошумов железнодорожной сети, расположенной в открытом пространстве, влияет атмосфера. Шумы, производимые высоковольтными линиями электропитания, повышаются примерно на 20 дБ во время дождя. На железных дорогах шумы, производимые при контакте токоприемника, уменьшаются во время дождя, так как снижается сопротивление в угольной пластинке, прилегающей к контактному проводу, и обеспечивается более плотный контакт между проводом и токоприемником. Образование льда на проводнике электричества ведет к образованию дуги и повышению шумов. Сильный ветер также влияет на механику воздушного провода и контакт между проводом и токоприемником. Влияние метеорологических условий на излучение шумов, производимых железнодорожным транспортом, изучено еще не полностью.

Б.12.2 Скорость, тяговое усилие

Чтобы более точно сравнить результаты измерения шумов движущегося транспорта проводят в особых условиях, например при скорости транспорта, равной некоторой доле максимальной скорости, а в случае тягового транспорта, создают груз, равный некоторой доле постоянной номинальной мощности. Необходимо выбрать значения для этих долей и учитывать рабочие данные транспортного средства. Подходящим условием является режим работы, при котором транспортное средство производит максимальные радиошумы, но поскольку в настоящее время еще не существует описания этого метода, то он не применяется на практике.

Б.12.3 Многочисленные излучения, производимые отдаленными поездами

В реальной действительности объект, находится в зоне помех, создаваемых более чем одним тяговым средством. Поэтому, говоря о пределах радиошумов то, что физически транспортные средства находятся в отдалении, но оказывают электрическое влияние, считается незначительным фактором. Подтверждением этому является тот факт, что источник шумов перемещается, и хотя находящиеся на удалении транспортные средства производят шумы, ослабление сигналов на высоких частотах обычно высокое. Если говорить о полях излучений на низких частотах, то здесь ослабление сигналов слабее и все транспортные средства, находящиеся в зоне влияния (расстояние может быть несколько километров) оказывают влияние на уровень шумов. Однако в коэффициенте погрешности при повторениях учитывается этот эффект наложения, поэтому излучения, генерируемые одним поездом можно оценивать по пределам излучений.

Б.13 Число тяговых средств в поезде

В сдвоенном тяговом средстве нарушается качество контакта токоприемника ведомого тягового средства и возможно повышение излучения шумов. Если испытания необходимо провести на поезде с максимально полным составом и сдвоенными тяговыми средствами, следует представить специальный запрос. При установлении допустимого уровня излучений следует принимать во внимание, что поезда имеют многосоставную структуру и следовательно производить больше шумов.

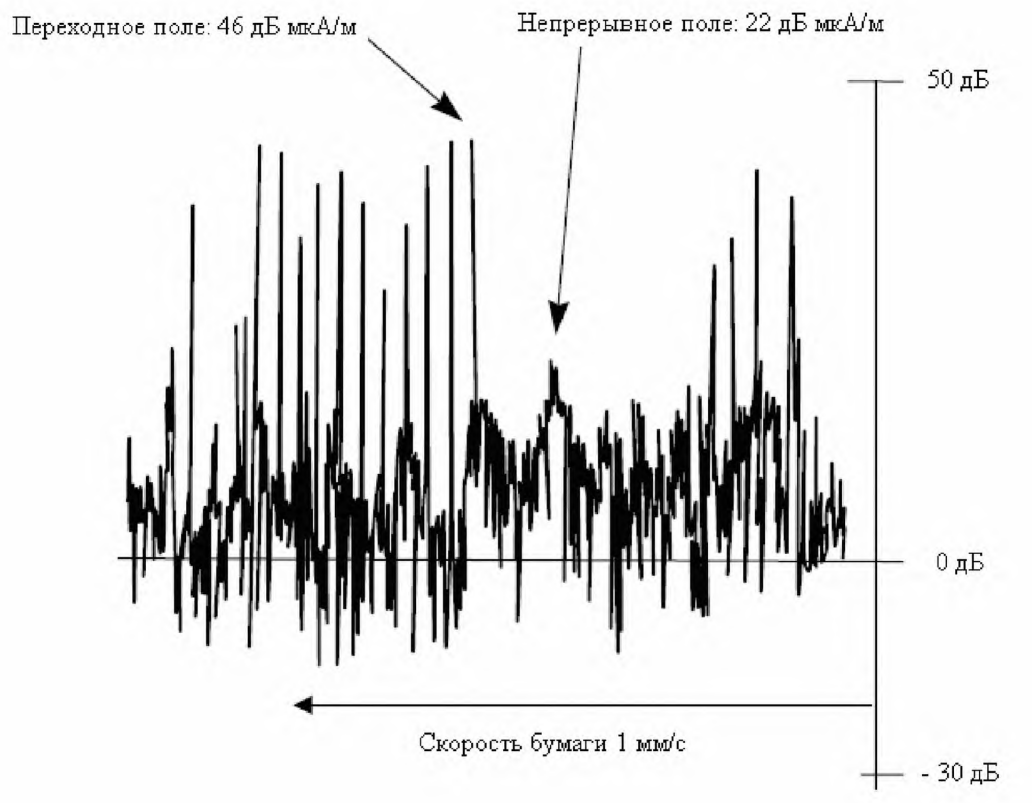

Рисунок Б.1 – Изменение во времени излучений, производимых движущимся поездом
с образованием многочисленных переходных полей

Приложение В
(справочное)

Картография – Электрические и магнитные поля, производимые на частотах, возникающих при тяговом усилии

В таблице В.1 приведены стандартные численные значения величин излучений, производимых железной дорогой во внешнюю среду (картография).

Данные величины являются значениями электрических и магнитных полей постоянного или переменного тока, рассчитанные для стандартных проводников соответствующей сети электропитания.

Значения, рассчитанные на расстоянии 10 м от оси пути на высоте 1 м над железной дорогой.

Таблица В.1 – Стандартные максимальные значения электрического и магнитного поля при основной частоте в различных сетях электропитания

Сеть	Частота	Электрическое поле Е		Магнитное поле Н		Исходные условия
	Гц	В/м	дБ мкВ/м	мкТ	дБ мкА/м	
От 750 В до 1 200 В контактного рельса	0	<10		46	151	I_c=4000 А 50 % обратного тока по рельсам
От 600 В до 750 В контактной подвески	0	35		15		I_c=1000 А 50 % обратного тока по рельсам
1500 В контактной подвески	0	63	156	111	159	I_c=8000 А U=1800 В без воздушного провода
3 кВ	0	50	154	28	147	I_c=3000 А U=3,6 кВ с воздушным проводом
15 кВ	16,7	750	177	40	150	I_c=2000 А U=17,25 кВ без воздушного провода
25 кВ	50	1000	180	16	142	I_c=1500 А U=27,5 кВ с автотрансформатором в линии передачи

Примечание – При расчетах за образец принят двухколейный путь. I_c равен току в контактном рельсе или контактной подвеске каждого пути.

Электрические поля на частотах гармоники (в основном третья и пятая гармоники электропитания переменного тока с частотой 300 Гц и колебания электропитания постоянного тока с частотой 600 Гц) могут составлять порядка 5 % основой частоты. Магнитные поля при переменном токе с частотой гармоники в диапазоне до 10 % основной частоты или до 2 % в сетях постоянного тока с частотой 300 Гц и 600 Гц.

Предполагается, что сила электрического и магнитного полей уменьшается линейно на расстоянии. Значение магнитного поля можно рассчитать по линейным характеристикам тока.

УДК 656.2:537.533.2 **МКС 45.020**

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, технические средства, электромагнитное поле, излучения, устройство, среда

Для заметок

Басуға _____ж. қол қойылды Пішімі 60х84 1/16
Қағазы офсеттік. Қаріп түрі «KZ Times New Roman»,
«Times New Roman»
Шартты баспа табағы 1,86. Таралымы ____ дана. Тапсырыс ____

«Қазақстан стандарттау және сертификаттау институты»
республикалық мемлекеттік кәсіпорны
010000, Астана қаласы,
Есіл өзенінің сол жақ жағалауы, Орынбор көшесі, 11 үй,
«Эталон орталығы» ғимараты
Тел.: 8 (7172) 240074

gost.e-ecolog.ru