

## СТ РК ГОСТ Р 50867-2010

### Антенны радиорелейных линий связи Классификация и общие технические требования (ГОСТ Р 50867 Антенны радиорелейных линий связи. Классификация и общие технические требования, IDT)

#### Предисловие

1. ПОДГОТОВЛЕН И ВНЕСЕН Республиканским государственным предприятием «Казахстанский институт стандартизации и сертификации» и Техническим комитетом по стандартизации 63 «Системы, средства и услуги инфокоммуникаций» (товариществом с ограниченной ответственностью «Fidelis 2008»)

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан от 20 августа 2010 года № 371-од

3. Настоящий стандарт идентичен государственному стандарту Российской Федерации ГОСТ Р 50867-96 Антенны радиорелейных линий связи. Классификация и общие технические требования. Antennas of microwave telecommunication lines.

Степень соответствия - идентичная (IDT)

4 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ 2015 год

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ 5 лет

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Дата введения 2011-07-01

УДК 621.396.43:621.696.67:006.254(574)

МКС 33.060

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в Указателе «Нормативные документы по стандартизации», а текст изменений - в ежемесячных информационных указателях «Государственные стандарты». В случае пересмотра (отмены) или замены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе «Государственные стандарты».

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета технического регулирования и метрологии Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан.

#### 1. Область применения

Настоящий стандарт распространяется на антенны радиорелейных линий, предназначенные для приема (передачи) электромагнитной энергии в диапазонах частот, выделенных для радиорелейных линий.

Стандарт устанавливает общие технические требования к номенклатуре электрических

параметров и конструкции антенн радиорелейных линий, определяет методы измерения электрических параметров.

## **2. Нормативные ссылки**

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

ГОСТ 18238-72 Линии передачи сверхвысоких частот. Термины и определения.

ГОСТ 24375-80 Радиосвязь. Термины и определения.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов по ежегодно издаваемому информационному указателю «Нормативные документы по стандартизации» по состоянию на текущий год и соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## **3. Термины и определения**

В настоящем стандарте применяют термины по ГОСТ 18238, ГОСТ 24375, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 Рабочий диапазон частот:** Полоса, ограниченная верхней и нижней рабочими частотами, в пределах которой заданные электрические параметры антенны остаются неизменными или меняются в допустимых пределах.

**3.2 Защитное действие:** Уменьшение сигнала, принимаемого антенной с направления противоположного главному или в определенном заданном секторе углов, по сравнению с этим же сигналом, принимаемым в главном направлении.

**3.3 Гарантированная диаграмма направленности:** Огибающая пиковых значений лепестков реальной диаграммы направленности.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Допускается превышение уровня гарантированной диаграммы направленности не более чем на 3 дБ и не более чем 10% пиков боковых лепестков реальной диаграммы направленности.

**3.4 Относительное защитное действие:** Защитное действие, приведенное к уровню излучения изотропной антенны.

## **4. Классификация**

**4.1** По количеству используемых в схеме зеркал антенны подразделяют на однозеркальные, состоящие из основного зеркала и облучателя, двухзеркальные, состоящие из основного и вспомогательного зеркал и облучателя, и многозеркальные, состоящие из основного и двух или нескольких вспомогательных зеркал и облучателя.

**4.2** По месту расположения облучателя антенны подразделяют на осесимметричные, когда облучающая система расположена вдоль фокальной оси в центре раскрыва антенны, и неосесимметричные (с вынесенным облучателем), когда облучающая система смещена относительно центра раскрыва антенны.

4.3 По количеству рабочих диапазонов антенны подразделяют на одно, двух и многодиапазонные.

4.4 По показателям качества (в основном по помехозащищенности) антенны в соответствии с международной классификацией подразделяют на три основные категории стандартные, высококачественные и сверхвысококачественные.

ПРИМЕЧАНИЕ. Кроме перечисленных основных категорий существуют категории антенн, улучшенных по одному из параметров.

4.5 По количеству рабочих поляризаций антенны подразделяют на однополяризационные, работающие на одной поляризации, и двухполяризационные, работающие на двух поляризациях.

4.6 По количеству рабочих направлений антенны подразделяют на однолучевые, работающие в одном направлении, и с угловым разносом, работающие в двух или нескольких направлениях.

## **5. Технические требования**

### **5.1 Общие требования**

Антенны должны соответствовать требованиям настоящего стандарта и техническим условиям на антенну конкретного вида.

### **5.2 Требования к электрическим параметрам**

5.2.1 При разработке, конструировании и изготовлении антенн должны быть нормированы следующие электрические параметры:

- рабочий диапазон частот;
- характеристика поляризации;
- коэффициент усиления;
- показатель согласования антенны с фидерным трактом;
- ширина главного лепестка по уровню половинной мощности;
- ширина главного лепестка по нулям или по уровню минус 15 дБ или минус 20 дБ;
- уровень первого бокового лепестка;
- защитное действие;
- уровень максимумов кроссполяризации или максимальный уровень кроссполяризационного излучения в заданном пространственном секторе углов вблизи направления главного излучения;
- уровень бокового излучения в круговом или заданном секторе углов.

ПРИМЕЧАНИЕ. Указанные параметры подлежат контролю при проведении сертификационных испытаний антенн.

5.2.2 Рабочий диапазон конкретной антенны РРЛ должен соответствовать рабочему

диапазону радиорелейной системы связи, в составе которой должна работать антенна.

Ширина рабочей полосы рабочего диапазона ограничивается нижней и верхней частотами.

5.2.3 Поляризация антенн РРЛ должна быть линейная, горизонтальная и/или вертикальная.

ПРИМЕЧАНИЕ. При необходимости допустима работа на вращающейся поляризации.

5.2.4 Коэффициент усиления антенны должен быть задан на одной (средней) или трех (крайних и средней) частотах рабочего диапазона или в виде минимально допустимого в пределах всего рабочего диапазона значения с разделением, при необходимости, по поляризациям.

Коэффициент усиления должен быть задан в децибелах.

5.2.5 Показатель согласования антенны с фидерным трактом должен быть задан коэффициентом стоячей волны по напряжению (КСВн) в виде максимально допустимого в пределах рабочего диапазона значения с разделением, при необходимости, по поляризациям.

ПРИМЕЧАНИЕ. Допускается задавать показатель согласования в виде коэффициента отражения.

5.2.6 Ширина главного лепестка по уровню половинной мощности должна быть задана на одной (средней) или трех (крайних и средней) частотах рабочего диапазона с разделением, при необходимости, по плоскостям и поляризациям.

ПРИМЕЧАНИЕ. При необходимости задают ширину главного лепестка и по нулям или по уровню минус 15 дБ или минус 20 дБ.

5.2.7 Уровень первого бокового лепестка должен быть задан в виде максимально допустимого в пределах рабочего диапазона значения с разделением, при необходимости, по плоскостям и поляризациям.

5.2.8 Защитное действие антенны должно быть задано в виде минимально допустимого в пределах рабочего диапазона значения с разделением, при необходимости, по плоскостям и поляризациям.

5.2.9 Уровень максимумов кроссполяризации или уровень кроссполяризационного излучения в заданном пространственном секторе углов вблизи направления главного излучения должен быть задан в виде максимально допустимого в пределах рабочего диапазона значения с разделением, при необходимости, по плоскостям и поляризациям.

5.2.10 Уровень бокового излучения должен быть задан в виде гарантированных ДН (основных и кроссполяризационных) одновременно для обеих поляризаций или с разделением по поляризациям в горизонтальной или в горизонтальной и вертикальной, или в не скольких наиболее характерных плоскостях.

5.2.11 Уровень первого бокового лепестка, уровень максимумов кроссполяризации (или уровень кроссполяризационного излучения в заданном пространственном секторе углов вблизи направления главного излучения) и уровень бокового излучения задают в децибелах относительно уровня излучения в главном направлении.

5.2.12 Разделение параметров по плоскостям (главные - горизонтальная и вертикальная) и поляризациям (плоскости Е и Н) применяют в том случае, когда различие в величине

параметров превосходит заданную точность.

5.2.13 Кроме основных параметров, указанных в по 5.2.1, могут быть заданы производные параметры - коэффициент использования поверхности раскрыва и относительное защитное действие.

5.2.14 При включении в состав антенны дополнительных элементов - волноводных переходов, изгибов, защитного от атмосферных осадков укрытия и других, влияющих на электрические параметры, значение каждого из электрических параметров должно быть задано с учетом их влияния, если эти элементы составляют неотъемлемую часть антенны, если же в зависимости от включения дополнительных элементов имеется несколько исполнений антенны, то величина всех или только зависимых от исполнения антенны параметров должна быть указана отдельно для каждого исполнения.

5.2.15 Нормы на электрические параметры антенн определяются при проектировании конкретных радиорелейных систем связи в зависимости от протяженности пролетов РРЛ, условий распространения и параметров используемой аппаратуры (мощности передатчиков, чувствительности приемников и др.), назначения систем связи (магистральная, зонавая), количества каналов (многоканальная или малоканальная), способа используемой модуляции (аналоговая или цифровая), требований к электромагнитной совместимости и т.д. и указываются в технических условиях на антенну конкретного вида.

5.2.16 Ориентировочные значения основных параметров антенн, применяемых на РРЛ, даны в Приложении А.

5.2.17 Общие требования к проведению измерений параметров антенн изложены в Приложении Б.

### 5.3 Требования к конструкции

5.3.1 Конструкция антенны должна включать зеркало, облучатель и элементы крепления антенны к несущей конструкции.

ПРИМЕЧАНИЕ. В состав антенны может быть включена подставка и устройство для юстировки.

5.3.2 Масса и габаритные размеры антенны должны быть минимизированы.

5.3.3 Направление волноводного выхода облучателя (горизонтальное, вертикальное, наклонное) должно быть задано в зависимости от конструктивных параметров системы в целом.

5.3.4 Выход облучателя должен иметь типоразмер и соединитель, обеспечивающие стыковку с соответствующими элементами фидерного тракта или радиорелейной аппаратуры. Требования к выходу облучателя устанавливаются в технических условиях на антенну конкретного вида.

5.3.5 Волноводный тракт облучателя, при необходимости, должен быть герметичным и испытываться при избыточном давлении воздуха, заданном в технических условиях на антенну конкретного вида.

5.3.6 Конструкция антенны должна обеспечивать механическую прочность и нормы на электрические параметры, установленные в технических условиях, при эксплуатации антенны в заданных климатических районах при заданной высоте установки.

5.3.7 Антенна должна сохранять заданные техническими условиями электрические параметры и не должна иметь механических повреждений после испытаний на транспортирование, определяемых техническими условиями на антенну конкретного вида.

5.3.8 Срок службы антенны, если это не оговорено особыми условиями, должен быть не менее 20 лет.

5.3.9 Требования к маркировке и упаковке должны быть указаны в технических условиях на антенну конкретного вида.

5.3.10 В конструкции антенны должно быть предусмотрено грузозахватывающее отверстие для ее подъема, спуска и удержания на весу при монтажных и ремонтных работах.

5.3.11 В конструкции неосесимметричных антенн целесообразно предусмотреть возможность их визуальной юстировки.

5.3.12 Элементы конструкции антенны не должны иметь острых кромок, углов и поверхностей, представляющих источник опасности, за исключением оговоренных в конструкторской документации.

5.3.13 Конструкция антенны должна обеспечивать удобный доступ к элементам, которые при эксплуатации требуют особого контроля или замены.

5.3.14 Максимально допустимая высота установки антенны определяется в зависимости от требований системы, в составе которой она должна работать.

5.3.15 При отсутствии специальных требований антенны должны быть рассчитаны на работу в V ветровом, IV снеговом и гололедном районах при температуре окружающего воздуха от минус 50°C до плюс 50°C и влажности 100% при температуре плюс 25°C.

5.4 Требования к электромагнитной совместимости, экологической безопасности и электробезопасности

5.4.1 Уровень бокового излучения вновь разрабатываемых, модернизируемых и закупаемых за рубежом антенн, определяющий электромагнитную совместимость систем связи, должен соответствовать требованиям, приведенным в Приложении В.

5.4.2 Требования к экологической безопасности и электробезопасности определяются техническими условиями на радиорелейную аппаратуру конкретного вида.

## **Приложение А**

(информационное)

### **Ориентировочные значения основных параметров антенн, применяемых в настоящее время на РРЛ**

А.1 Коэффициент усиления антенн РРЛ составляет от 20 дБ до 50 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ. При необходимости могут использоваться антенны как с меньшими, так и с большими значениями коэффициента усиления.

А.2 КСВн антенн, используемых для работы в магистральных радиорелейных системах большой емкости и в системах с протяженным волноводным трактом, составляет величину от 1,04 до 1,08.

КСВн антенн, используемых для работы в зонах систем и системах не имеющих протяженного волноводного тракта (аппаратура непосредственно присоединена ко входу антенны), составляет величину от 1,15 до 1,4.

ПРИМЕЧАНИЕ. Целесообразно использовать антенны с низкими значениями КСВн, в т.ч. и ниже указанных нижних пределов.

А.3 Ширина главного лепестка по уровню половинной мощности однолучевых остронаправленных антенн РРЛ составляет величину от долей градуса до нескольких градусов.

А.4 Уровень бокового излучения антенн РРЛ соответствует справочным диаграммам направленности, приведенным в Приложении В.

А.5 Относительное защитное действие стандартных антенн составляет от 0 дБ до 10 дБ, высококачественных - от 10 дБ до 20 дБ, сверхвысококачественных - от 20 дБ до 40 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ. Целесообразно использовать антенны с более высоким защитным действием.

А.6 Уровень первого бокового лепестка составляет от минус 15 дБ до минус 30 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ. Целесообразно использовать антенны с низким уровнем первого бокового лепестка, в т.ч. и нижеуказанного нижнего предела.

А.7 Уровень максимумов кроссполяризации (или уровень кроссполяризационного излучения в заданном пространственном секторе углов вблизи направления главного излучения) составляет от минус 15 дБ до минус 30 дБ, а при одновременной работе на двух поляризациях - от минус 30 дБ до минус 35 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ. Целесообразно использовать антенны с низким уровнем максимумов кроссполяризации.

А.8 Коэффициент использования поверхности раскрытия антенн РРЛ составляет от 0,4 до 0,7 (от 40% до 70%).

ПРИМЕЧАНИЕ. Целесообразно использовать антенны с высоким коэффициентом использования, в т.ч. и более указанного выше верхнего предела.

## **Приложение Б**

(информационное)

### **Общие требования к проведению измерений параметров антенн**

Б.1 Измерения антенн проводят на специально оборудованном полигоне или в безэховых, покрытых специальным поглощающим материалом, камерах. Место и способ измерений выбирают с учетом обеспечения требуемой точности определения величины измеряемых параметров в рабочем диапазоне частот.

Б.2 При измерениях, если это не оговорено особо в технических условиях на антенну конкретного вида, должны использоваться типовые схемы измерения и типовая измерительная аппаратура, обеспечивающие необходимую точность измеряемых величин в рабочем диапазоне частот.

Б.3 Примеры типовых схем измерения диаграмм направленности и коэффициента усиления

приведены на Рисунках Б. 1 и Б.3.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Допускается использование других схем и методов измерения электрических параметров, обеспечивающих заданную техническими условиями на антенну конкретного вида точность измерения.

**Б.4** Прямому измерению подлежат следующие параметры:

- коэффициент усиления;
- коэффициент стоячей волны;
- диаграммы направленности (основные и кроссполяризаационные).

**Рисунок Б.1** Структурная схема измерения диаграмм направленности (измерительные аттенюаторы расположены на передаче)

Передача: 1 - генератор; 2, 8 - кабель высокочастотный; 3, 7, 9 - коаксиально-волноводный переход; 4 - ферритовый вентиль; 5 - измерительный (поляризационный) аттенюатор; 6 - развязывающий аттенюатор; 10 - волноводный переход от круглого сечения к прямоугольному; 11 - вспомогательная (передающая) антенна.

Прием: 12 - испытуемая антенна; 13 - волноводный переход от круглого сечения к прямоугольному; 14 - коаксиально-волноводный переход; 15 - кабель высокочастотный; 16 - измерительный приемник; 17, 19 - кабель низкочастотный; 18 - усилитель; 20 - самописец.

**ПРИМЕЧАНИЕ 1.** При использовании волноводного тракта с гибкими волноводными вставками и приемо-передающей аппаратуры с волноводными входами (выходами) кабели высокочастотные и коаксиально-волноводные переходы из схемы исключаются.

**ПРИМЕЧАНИЕ 2.** При прямоугольном сечении волноводного выхода облучателя волноводные переходы от круглого к прямоугольному сечению не используются.

**Рисунок Б.2** Структурная схема измерения диаграмм направленности (измерительные аттенюаторы расположены на приеме)

Передача: 1 - генератор; 2 - кабель высокочастотный; 3 - коаксиально-волноводный переход; 4 - волноводный переход от круглого сечения к прямоугольнику; 5 - вспомогательная (передающая) антенна.

Прием: 6 - испытуемая антенна; 7 - волноводный переход от круглого сечения к прямоугольному; 8, 10 - разрывающий аттенюатор; 9 - измерительный (поляризационный) аттенюатор; 11 - детекторная секция; 12, 14 - кабель высокочастотный; 13 - усилитель низкочастотный; 15 - самописец.

**ПРИМЕЧАНИЕ 1.** При использовании волноводного тракта с гибкими волноводными вставками и приемо-передающей аппаратуры с волноводными входами (выходами) кабели высокочастотные и коаксиально-волноводные переходы из схемы исключаются.

**ПРИМЕЧАНИЕ 2.** При прямоугольном сечении волноводного выхода облучателя волноводные переходы от круглого к прямоугольному сечению не используются.

**Рисунок Б.3** - Структурная схема измерения коэффициента усиления (измерительные аттенюаторы расположены на передаче)

Передача: 1 - генератор; 2, 8 - кабель высокочастотный; 3, 7, 9 - коаксиально-волноводный

переход; 4 - ферритовый вентиль; 5 - измерительный (поляризационный) аттенюатор; 6 - развязывающий аттенюатор; 10 - волноводный переход от круглого к прямоугольному сечению; 11 - вспомогательная (передающая) антенна.

Прием: 12 - испытываемая антенна; 13, 15 - волноводный переход от круглого к прямоугольному сечению; 14 - измерительная (эталонная) антенна; 16 - развязывающий аттенюатор; 17 - измерительная секция; 18 - кабель низкочастотный; 19 - усилитель низкочастотный.

**ПРИМЕЧАНИЕ 1.** При использовании волноводного тракта с гибкими волноводными вставками и приемо-передающей аппаратуры с волноводными входами (выходами) кабели высокочастотные и коаксиально-волноводные переходы из схемы исключаются.

**ПРИМЕЧАНИЕ 2.** При прямоугольном сечении волноводного выхода облучателя волноводные переходы от круглого к прямоугольному сечению не используются.

**Б.5** По основным диаграммам направленности определяют ширину главного лепестка по уровню половинной мощности и по нулям (или по уровню минус 15 или минус 20 дБ), уровень первого бокового лепестка, уровень бокового излучения и гарантированные диаграммы направленности на основной поляризации.

**Б.6** По кроссполяризационным диаграммам направленности определяют уровень максимумов кроссполяризации и/или уровень кроссполяризационного излучения в заданном пространственном секторе углов вблизи направления главного излучения, уровень бокового излучения и гарантированные диаграммы направленности на перекрестной поляризации.

**Б.7** Косвенно определяют следующие параметры:

- защитное действие;
- коэффициент использования поверхности раскрыва;
- относительное защитное действие.

**Б.8** Объем измерений определяется техническими условиями на антенну конкретного вида.

**Б.9** Методы измерений антенн конкретных типов должны быть указаны в технических условиях на антенну конкретного вида.

## **Приложение В**

(информационное)

### **Справочные диаграммы направленности антенн радиорелейных систем прямой видимости**

**В.1** Справочные диаграммы направленности используют при отсутствии реальных диаграмм направленности для решения вопросов электромагнитной совместимости, а именно:

- при предварительном изучении вопросов исключения источников помех в координационной зоне;
- при повторном использовании радиочастот в радиорелейной сети, когда одни и те же радиочастоты могут многократно использоваться либо на участках, значительно удаленных друг от друга, либо на участках линий, расходящихся от одной станции по разным

направлениям, либо на одном участке с использованием кроссполяризации.

В.2 Справочные диаграммы направленности являются огибающими максимумов лепестков реальных диаграмм направленности наиболее типовых и наиболее часто используемых (на момент принятия последней редакции указанной выше рекомендации) антенн радиорелейных систем прямой видимости, при этом допускается, что малый процент пиков боковых лепестков реальных диаграмм направленности может превышать уровень, ограниченный справочной диаграммой.

В.3 Справочные диаграммы направленности не могут служить для разработчиков и потенциальных потребителей предельно допустимой величиной, ограничивающей снизу или сверху уровень бокового излучения, однако они могут являться для них ориентиром при оценке качества вновь разрабатываемой или закупаемой антенной техники относительно некоего среднего мирового уровня.

В.4 Для увеличения пропускной способности целесообразно использовать антенны с лучшими (по сравнению со справочными) диаграммами направленности.

ПРИМЕЧАНИЕ. Допускается использование антенн и с худшими диаграммами направленности (в этом случае при решении вопросов электромагнитной совместимости следует пользоваться только реальными диаграммами направленности).

В.5 При отсутствии конкретной информации о диаграмме направленности антенны, следует использовать приведенные ниже справочные диаграммы в диапазоне частот от 1 ГГц до 40 ГГц.

В.5.1 В случае, когда отношение диаметра радиорелейной антенны к рабочей длине волны  $D/\lambda > 100$ , должно использоваться выражение

$$G(\varphi) = G_{\max} - 2,5 \times 10^{-3} (D\varphi/\lambda)^2 \text{ для } 0 < \varphi < \varphi_m, (1)$$

$$G(\varphi) = G_1 \text{ для } \varphi_m < \varphi < \varphi_r, (2)$$

$$G(\varphi) = 32 - 25 \log \varphi \text{ для } \varphi_r < \varphi < 48^\circ, (3)$$

$$G(\varphi) = -10 \text{ для } 48^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ, (4)$$

где:

$G(\varphi)$  - коэффициент усиления относительно изотропно излучающей антенны;

$\varphi$  - угол отклонения от оси;

$G_{\max}$  - коэффициент усиления главного лепестка относительно изотропно излучающей антенны, дБ;

$D$  и  $\lambda$  - диаметр антенны и длина волны, выраженные в одних и тех же единицах;

$G_1$  - коэффициент усиления первого лепестка.

$$G_1 = 2 + 15 \log (D/\lambda), (5)$$

$$\varphi_m = (20 \lambda/D) (G_{\max} - G_1)^{1/2} \text{ (градусы)}, (6)$$

$$\varphi_r = 15,85 (D/\lambda)^{-0,6} \text{ (градусы)}. (7)$$

В.5.2 В случае, когда отношение диаметра радиорелейной антенны к рабочей длине волны  $D/\lambda < 100$ , должно использоваться выражение

$$G(\varphi) = G_{\max} - 2,5 \times 10^{-3} (D\varphi/\lambda)^2 \text{ для } 0 < \varphi < \varphi_m, \quad (8)$$

$$G(\varphi) = G_1 \text{ для } \varphi_m < \varphi < 100 \lambda/D, \quad (9)$$

$$G(\varphi) = 52 - 10 \log(D/\lambda) - 25 \log \varphi \text{ для } 100 \lambda/D \leq \varphi < 48^\circ, \quad (10)$$

$$G(\varphi) = 10 - 10 \log(D/\lambda) \text{ для } 48^\circ < \varphi < 180^\circ. \quad (11)$$

8.5.3 В случае, когда известно максимальное усиление антенны,  $D/\lambda$  должно быть оценено выражением

$$20 \log(D/\lambda) = G_{\max} - 7,7. \quad (12)$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1. Приведенные выше справочные диаграммы направленности применимы только для антенн, которые имеют круговую симметрию, для антенн с асимметричными апертурами вышеприведенные справочные диаграммы могут рассматриваться лишь в качестве предварительных.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. Когда рассматривают суммарные помехи, состоящие из нескольких помех, необходимо применять диаграммы направленности на 3 дБ ниже, чем огибающая пиковых значений боковых лепестков, и вместо выше приведенных уравнений использовать следующие:

$$G(\varphi) = G_1 \text{ для } \varphi_m < \varphi < 75,86 (\lambda/D), \quad (13)$$

$$G(\varphi) = 49 - 10 \log(D/\lambda) - 25 \log \varphi \text{ для } 75,86 (\lambda/D) \leq \varphi < 48^\circ, \quad (14)$$

$$G(\varphi) = 7 - 10 \log(D/\lambda) \text{ для } 48^\circ \leq \varphi. \quad (15)$$

При этом индивидуальные боковые лепестки могут превышать приведенную выше уменьшенную величину боковых лепестков на величину до 3 дБ.

Использование данных уравнений допустимо и при оценке помех от негеостационарных спутников из-за постоянно меняющегося угла прихода, который должен усредняться.

8.5.4 Для антенн, предназначенных для работы в плотной сети, для горизонтальной плоскости может быть использована формула

$$G(\varphi) = 88 - 30 \log(D/\lambda) - 40 \log \varphi. \quad (16)$$

ПРИМЕЧАНИЕ. Эта формула справедлива вне основного лепестка для  $\varphi$  до примерно  $90^\circ$ . Однако, если значение функции распределения электромагнитного поля на краях зеркала не очень мало, уровень боковых лепестков в некоторых направлениях может быть выше, чем задается приведенным выше выражением.

**Ключевые слова:** антенны РРЛ, электрические параметры, общие технические требования, справочные диаграммы направленности.