

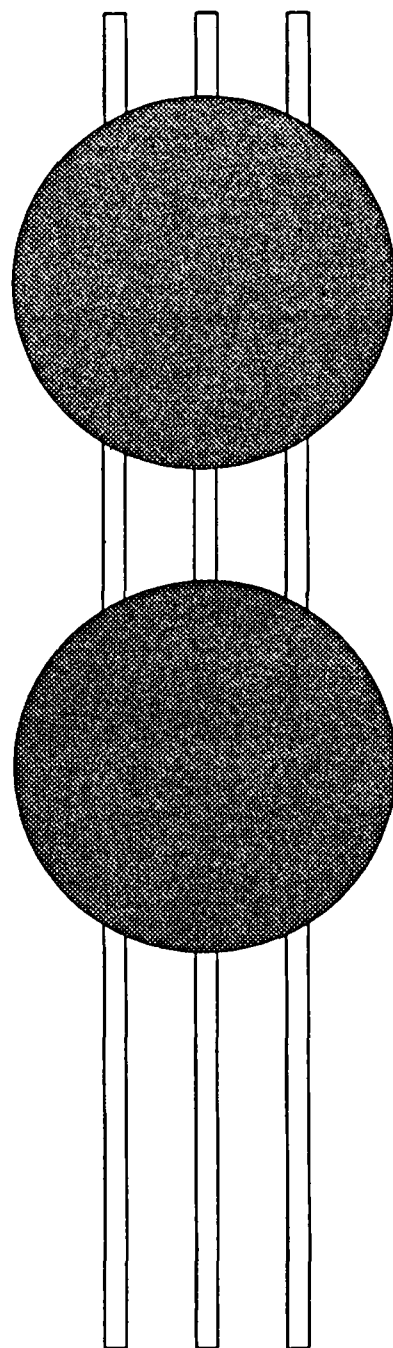


МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

РЕКОМЕНДАЦИИ МККР, 1992 г.

(Новые и пересмотренные на 8 марта 1992 г.)

Серия **RF**
ФИКСИРОВАННАЯ
СЛУЖБА



МККР МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ КОМИТЕТ ПО РАДИО

ISBN 92-61-04574-X

Женева, 1992 г.

© МСЭ 1992

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена или использована в какой бы то ни было форме или с помощью каких-либо средств, электронных либо механических, включая изготовление фотокопий и микрофильмов, без письменного разрешения МСЭ.



Recommendation 162-3 (1992)

Use of directional transmitting antennas in the fixed service operating in bands below about 30 MHz [Russian version]

Extract from the publication:

CCIR Recommendations: RF series: Fixed Service
(Geneva: ITU, 1992), pp. 255-266

This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

(ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقل.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

3A b: Характеристики антенн

РЕКОМЕНДАЦИЯ 162-3*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАПРАВЛЕННЫХ ПЕРЕДАЮЩИХ АНТЕНН В ФИКСИРОВАННОЙ СЛУЖБЕ,
РАБОТАЮЩЕЙ В ПОЛОСАХ ЧАСТОТ НИЖЕ 30 МГц

(Вопрос 150/9)

(1953—1956—1966—1970—1992)

МККР,

учитывая

- a) что в полосах частот между 4 и 28 МГц, используемых фиксированными службами, имеет место значительная перегрузка спектра;
- b) что занятость спектра радиочастот определяется не только занятостью по времени использования и ширине полосы, но также и пространственным распределением излучаемой мощности;
- c) что излучение за пределами направлений, необходимых для нормального функционирования системы, можно значительно уменьшить путем использования направленных антенн;
- d) что необходимость выдвижения определенных требований относительно использования направленных антенн в этих полосах подтверждается Статьями 5, 18 и 19 Регламента радиосвязи;
- e) что Группа экспертов в Рекомендации № 13 своего Заключительного отчета (Женева, 1963) высказывается за использование направленных антенн для передачи и приема в фиксированной службе;
- f) что просьба, выраженная Группой экспертов в Рекомендации № 38 Заключительного отчета, и срочный вопрос, полученный от МКРЧ (Вопрос 150/9), говорят о необходимости определения соответствующих стандартов направленности антенн, используемых различными службами радиосвязи в полосах частот 4—28 МГц, с учетом стоимости антенн;
- g) что принятие минимальных стандартных требований для направленных антенн будет способствовать решению проблемы совместного использования частот;
- h) что использование современных методов позволяет получить при приемлемых затратах лучшие характеристики антенн, чем обусловленные этими минимальными стандартными требованиями,

рекомендует,

1. чтобы для характеристик направленных антенн использовались следующие определения:

1.1 Коэффициент усиления, G_0^{}**

В заданном направлении представляет собой величину, в 4π раз большую отношения интенсивности излучения [мощность на единицу телесного угла (стерадиан)] в данном направлении к общей мощности, излучаемой антенной.

1.2 Сектор обслуживания, S

Горизонтальный сектор, содержащий главный лепесток антенны и включающий требуемое направление обслуживания. Он приблизительно в два раза больше угловой ширины главного луча, измеренного в точках половинной мощности (—3 дБ).

* Настоящая Рекомендация должна быть принята во внимание МКРЧ. Данный текст завершает изучение Вопросы 150/9.

** Определение коэффициента усиления по мощности см. в пункте 154 Регламента радиосвязи.

1.3 Сектор помех, I

Горизонтальный сектор за пределами главного луча

$$I^\circ = 360^\circ - S^\circ.$$

1.4 Минимальная стандартная антенна

Антенна, имеющая определенные минимальные характеристики в отношении коэффициента усиления и сектора обслуживания на ее рабочей частоте или частотах.

1.5 Экономичная стандартная антенна

Антенна, имеющая обусловленные характеристики, такие как коэффициент усиления и сектор обслуживания на рабочей частоте или частотах, использование которых оправдывается экономическими соображениями (то есть экономией стоимости обеспечения заданной выходной мощности передатчика).

1.6 Коэффициент направленности антенны, M^*

Отношение плотности потока мощности в заданном направлении к среднему значению плотности потока мощности для пиковых значений диаграммы направленности антенны в секторе помех. Эта величина эквивалентна среднему значению улучшения отношения сигнал/помеха, полученному при использовании действительной антенны вместо изотропного излучателя в свободном пространстве;

2. чтобы минимальная стандартная антенна имела коэффициент направленности, определяемый выражением:

$$M = 0,1 f^2,$$

где f — рабочая частота в МГц;

3. чтобы экономичная стандартная антенна имела коэффициент направленности, определяемый выражением:

$$M = 0,25 f^2;$$

4. чтобы при излучаемой мощности 5 кВт или более коэффициент направленности, M , используемой антенны равнялся или превышал соответствующий коэффициент минимальной стандартной антенны;

5. чтобы при излучаемой мощности 10 кВт или более антенны, имеющие характеристики не хуже, чем характеристики экономичной стандартной антенны, использовались в той степени, в которой это можно осуществить на практике;

6. чтобы при мощности передатчика ниже 5 кВт плотность потока мощности в секторе помех не превышала мощности, излучаемой в этом секторе минимальной стандартной антенной при общей излучаемой мощности 5 кВт;

7. чтобы в интересах уменьшения воздействия помех коэффициент направленности, M , приемной антенны равнялся или был больше, чем соответствующий коэффициент минимальной стандартной антенны, и, насколько это практически возможно, приближался к коэффициенту экономичной стандартной антенны.

Кроме того, когда вычисленные значения коэффициентов усиления, основанные на формуле постоянного тока, используются для определения коэффициента направленности антенны, M , необходима соответствующая корректировка для учета затухания тока вдоль реальной антенны. Способы выполнения этих корректировок описываются в приложении 1.

Предпочтительная поляризация или тип антенны не устанавливаются. Горизонтальная поляризация позволяет получить лучшие характеристики отражения от земли и некоторое уменьшение промышленных помех при приеме. Если имеет место отражение от поверхности воды или от поверхности земли с очень высокой проводимостью, использование вертикальной поляризации может улучшить характеристики работы под малыми углами, необходимыми для трасс большой протяженности. Это важное соображение отражено в расчетах M , которые включают коэффициент взвешивания $10/\Delta$, где Δ — вертикальный угол оптимального излучения. Нет необходимости в том, чтобы передающие и приемные антенны имели одинаковые характеристики поляризации, так как поляризация приобретает случайный характер в процессе ионосферного распространения.

* Отклонение значения коэффициента направленности для любой заданной антенны рассматривается в приложении 1.

Выбранные значения для коэффициентов M главным образом основаны на измеренной характеристике типичных ромбических антенн и типичных антенных решеток. Характеристики излучения одиночных ромбических антенн в зоне помех, в общем, несколько хуже характеристик других типов антенн (например, синфазных антенных систем из полуволновых вибраторов); это учитывается при расчетах коэффициента M . При правильном выборе параметров характеристики антенн различных типов с одинаковым коэффициентом M становятся сравнимыми.

8. чтобы при расчете значений коэффициента усиления и сектора обслуживания учитывались положения приложения 1;
9. чтобы при подробном представлении направленных антенн учитывалось приложение 2;
10. чтобы при описании направленных антенных решеток с аperiодическим рефлектором учитывалось приложение 3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Значения коэффициента усиления и сектора обслуживания

Значения коэффициента усиления и сектора обслуживания, соответствующие значениям M для минимальной стандартной антенны и экономичной стандартной антенны соответственно приводятся в таблице 1:

ТАБЛИЦА 1

Рабочая частота f (МГц)	Минимальная стандартная антенна			Экономичная стандартная антенна		
	M	G_0 (дБ)	S°	M	G_0 (дБ)	S°
5	2,5	13,8	54	6,25	17,5	35
10	10	16,6	39	25	20,4	25
15	22,5	18,3	32	57	22,1	21
20	40	19,4	28	100	23,8	18

Усиление антенны относительно полуволнового диполя над поверхностью земли может быть получено путем вычитания 8 дБ из величины G_0 . Следует отметить, что значение S является минимальной границей при определенном коэффициенте усиления и получается на основе допущения, что по крайней мере 40% полной мощности излучается в главном лепестке (величина соответствует многим ромбическим антеннам). Когда (что является общим случаем) коэффициент усиления (по мощности) антенны (пункт 154 Регламента радиосвязи) известен, соответствующая корректировка должна быть сделана для учета эффективности антенн при определении диаграммы направленности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Использование направленных антенн в полосе частот 4—28 МГц

1. Введение

В данном приложении обсуждается проблема определения обоснованных норм направленности антенн в различных радиослужбах для различных расстояний в полосе частот 4—28 МГц с учетом стоимости антенн. Это относится в основном к линиям связи между фиксированными пунктами протяженностью более 4000 км, но при соответствующих изменениях и для линий меньшей протяженностью. Описываемый метод требует знания усиления антенны, а также углов раствора ее главного луча в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Зная эти элементы, можно определить коэффициент направленности, используя который совместно с другими данными, например мощностью передатчика и предположительной стоимостью, можно определить, в какой степени данная антенна соответствует какому-либо конкретному применению.

2. Теоретические соображения

Рассмотрим антенну, имеющую определенное усиление и излучающую всю мощность в одном лепестке; можно допустить, что подобная антенна имеет оптимальные рабочие характеристики в своей категории. Системы связи, имеющие такие антенны на передаче и на приеме, могли бы работать на одной и той же частоте при заданном пространственном распределении без взаимных помех, причем должно быть соблюдено единственное условие: каждая приемная антенна должна «видеть» только определенную передающую антенну. При таком идеальном распределении количество таких систем, способных работать на одной и той же частоте, будет увеличиваться при увеличении усиления антенн вследствие меньшего раскрытия лучей.

С помощью определенных упрощающих, но обоснованных предположений можно показать, что существует с хорошей точностью приближения определенная связь между усилением (относительно изотропного излучателя) и угловой шириной (до нулевых значений) этого единственного луча; эта зависимость следующая:

$$G = \frac{P_0}{P} = \frac{32\pi^2}{(\pi^2 - 4)\theta_0\varphi_0} = \frac{K}{\theta_0\varphi_0} \quad (1)$$

(θ_0 и φ_0 означают выраженные в радианах значения угловой ширины соответственно в горизонтальной и вертикальной плоскостях и P и P_0 — общую мощность, излучаемую идеальной антенной и изотропным излучателем соответственно для создания одинаковой напряженности поля в требуемом направлении).

Реальные антенны не соответствуют этим идеальным условиям, так как определенный процент мощности излучается (или принимается) в других направлениях, отличных от направления главного луча.

Пусть G' — направленное усиление такой антенны; а θ'_0 и φ'_0 — значение угловой ширины ее главного луча в горизонтальной и вертикальной плоскостях; на основании уравнения (1) мощность, излучаемая в главном луче:

$$P' = \frac{P_0\theta'_0\varphi'_0}{K} \quad (2)$$

Если эта мощность является частью q общей излучаемой мощности, то

$$G' = \frac{P_0q}{P'} = \frac{Kq}{\theta'_0\varphi'_0} \quad (3)$$

или

$$q = \frac{G'\theta'_0\varphi'_0}{K} \quad (4)$$

Таким образом, зная характеристики антенны (измеренные или вычисленные), можно определить эффективность излучения этой антенны, то есть процент общей излучаемой мощности, содержащейся в главном луче.

Мощность, излучаемая за пределами главного луча передающей антенны, способная создавать мешающие сигналы, определяется следующим образом:

$$\frac{P_0(1-q)}{G}$$

Если эта мощность равномерно распределяется в остальной части полусферы за пределами дуги $\arg \theta_0$, средний поток мощности будет

$$\frac{P_0(1-q)}{(2\pi - \theta_0)G}$$

Поскольку максимальный поток в главном луче выражен в виде $P_0/4\pi$ можно определить:

$$\frac{\text{Максимальный поток мощности полезного сигнала}}{\text{Средний поток мощности мешающего сигнала}} = \frac{G(2\pi - \theta_0)}{(1-q)4\pi} \quad (5)$$

Как известно, пространственное распределение потока за пределами главного лепестка сильно меняется и в некоторых точках принимает значения, значительно превышающие средние значения. Очевидно, наиболее удобно описать это явление в виде распределения вероятности таким образом, чтобы его влияние на уменьшение отношения сигнал/помеха было представлено через коэффициент направленности антенны. Чтобы обеспечить это, необходимо знать распределение потока вторичных лепестков большинства реальных антенн, но, поскольку нет еще достаточных сведений по этому вопросу, следует принять другой метод. Применяемый метод заключается в определении коэффициента направленности антенны на основе предположения, что вся мощность, излучаемая в нежелательных направлениях, появляется в виде определенного числа вторичных лепестков с равными амплитудами (в случаях, когда амплитуды тех или иных вторичных лепестков могут иметь значение при решении частных вопросов, например при исследованиях, связанных с распределением частот, применяют коррекцию).

Если допустить, что для вторичных лепестков закон распределения мощности является таким же, как и для главного луча (косинус-квадрат), получаем

$$\left(\frac{F_{\max}}{F_{\text{average}}} \right)^2 = \frac{2\pi^2}{\pi^2 - 4} = 3,36 (5,3 \text{ дБ})$$

с помощью чего можно определить:

$$\frac{\text{Максимальный поток мощности полезного сигнала}}{\text{Максимальный поток мощности мешающего сигнала}} = \frac{G(2\pi - \theta_0)}{(1-q)4\pi \times 3,36} \quad (6)$$

Для учета эффекта «согласования при распространении» антенны следует внести еще одно изменение в формулу: различные исследования показали, что при больших расстояниях (больше 4000 км) качество передачи по цепи улучшается с уменьшением вертикального угла, соответствующего максимуму главного луча.

Этот эффект можно учесть путем применения весового множителя (применяемого для углов излучения в пределах 5° и 25° в вертикальной плоскости), а коэффициент направленности антенны при этом определяется следующим образом:

$$M = \frac{G'(2\pi - \theta_0')}{(1-q) 4\pi \times 3,36} \cdot \frac{10}{\Delta_m}$$

и, выражая θ_0' и φ_0' в градусах, получим

$$M = \frac{G'(360 - \theta_0')}{241,9 \Delta_m (1-q)}, \quad (7)$$

где

$$q = \frac{G' \theta_0' \varphi_0'}{176600}$$

G' — направленное усиление антенны относительно изотропного излучателя (выраженное в виде отношения, если не установлено иначе);

θ_0' — угловая ширина главного луча (в градусах) в горизонтальной плоскости (до точек первого минимума);

φ_0' — угловая ширина главного луча (в градусах) в вертикальной плоскости (до точек первого минимума);

Δ_m — вертикальный угол максимума в главном луче (в градусах).

Для расстояний менее 4000 км данный коэффициент может быть опущен и взамен этого высота антенны выбирается из соображений согласования с условиями распространения на трассе.

3. Определение коэффициента направленности

При наличии измеренных значений характеристик антенны, в частности коэффициента усиления и величин угловой ширины диаграммы направленности, вычисление коэффициента направленности, M , представляется простым, если известна эффективность антенны. Однако во многих случаях требуется оценить проектируемые конструкции и особое внимание следует уделить варианту ромбической антенны. Хотя угловые размеры главного лепестка диаграммы направленности и угол в вертикальной плоскости максимума главного лепестка могут быть предсказаны с достаточной точностью с помощью вычислений, при которых предполагается постоянная величина тока в проводах антенны, коэффициент усиления антенны, рассчитанный таким образом, является весьма оптимистичным прогнозом и должен быть скорректирован перед тем, как он будет использован в формуле расчета коэффициента направленности, M . Эта коррекция может быть рассмотрена в двух аспектах.

3.1 Корректировка для рассеяния мощности в оборудовании, C_1

В действительности это переход от измеряемого коэффициента усиления (по мощности) к направленному усилению и для различных конфигураций антенн он приводится на рис. 1а) и 3а).

3.2 Корректировка для затухания тока по антенне, C_2

Эта корректировка необходима для перехода от коэффициента усиления (по мощности), рассчитанного по формуле постоянного тока, к значениям более близким к измеряемым характеристикам реальной антенны и на рис. 1б) и 3б) приводится для тех же самых конфигураций. Для удобства эти кривые объединяются на рис. 2 и 4, что позволяет перейти от вычисленных значений коэффициента усиления (по мощности) к направленному усилению. Сплошная часть этих кривых соответствует обычному диапазону конструкций.

Все кривые получены по результатам измерений эффективности по мощности ромбической антенны, в которых предполагалось линейное спадание тока в антенне. Антенна представляла собой 3-проводную конструкцию с волновым сопротивлением 600 Ом. Наблюдается важная зависимость эффективности излучения от волнового сопротивления и желательно иметь наименьшую практически возможную величину. Однако имеются конструктивные проблемы в достижении в диапазоне ВЧ величины сопротивления значительно меньшей 600 Ом.

РИСУНОК 1

Корректировка коэффициента усиления для ромбической антенны 122 м/40 м

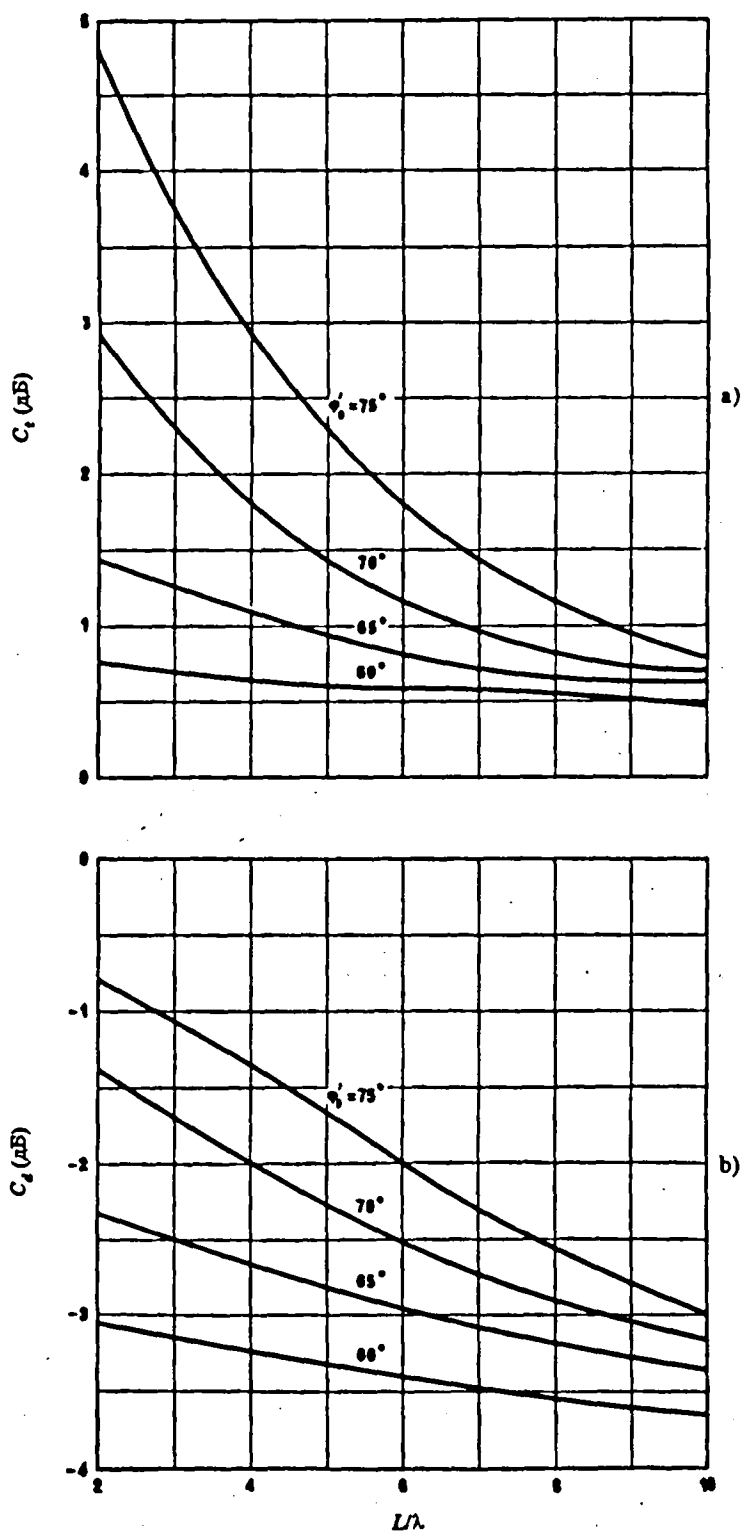
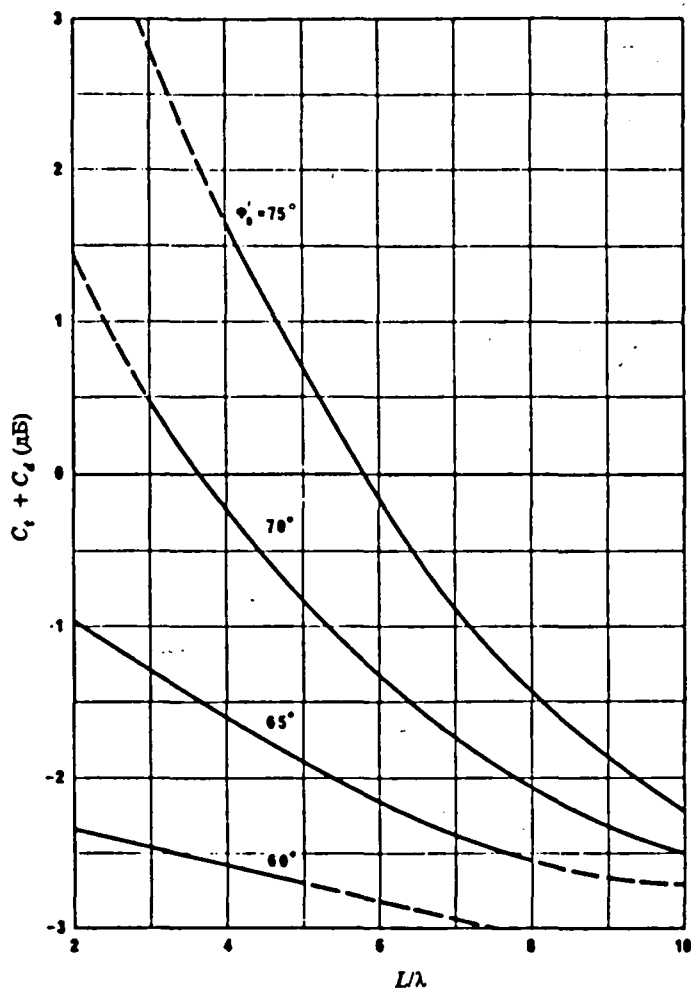


РИСУНОК 2

Комбинированная корректировка коэффициента усиления
для ромбической антенны 122 м/40 м



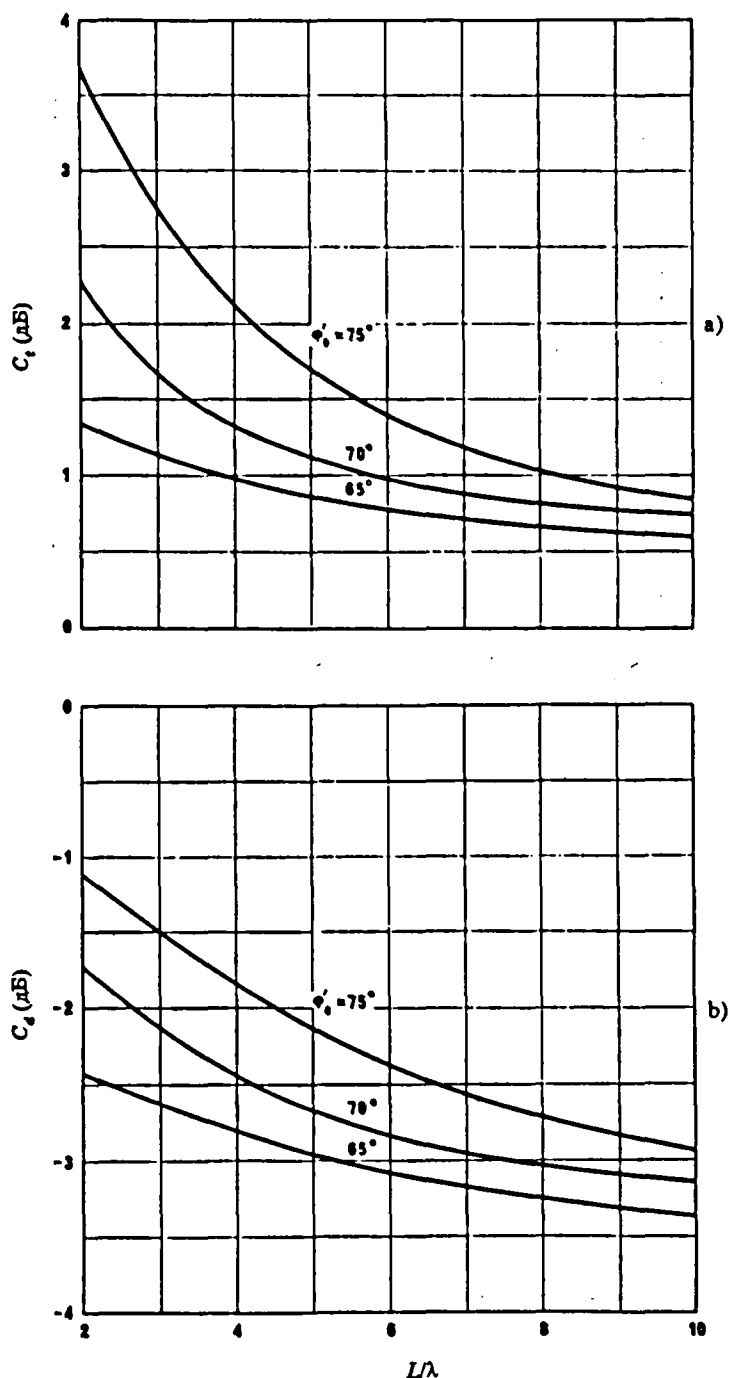
4. Применение

На рис. 5 приведены значения M для нескольких антенн различных типов, где отображаются изменения по частоте рабочих характеристик простой антенны и антенных решеток, определяемые на основании как измеренных значений коэффициента усиления (по мощности), так и значений коэффициента усиления, вычисленных по методикам § 3. На графике представлены кривые, отображающие приемлемые рабочие характеристики этих двух классов антенн. Нижняя кривая (относящаяся к классу минимальной стандартной антенны) наилучшим образом соответствует имеющимся экспериментальным данным и ее характеристику можно выразить в виде $M = 0,1 f^2$. Считается, что это отображает стандартные рабочие характеристики, ожидаемые для хорошо разработанной простой ромбической антенны, работающей в полосе частот с отношением наиболее высокой частоты к наиболее низкой частоте не выше 2.

Верхняя кривая на рис. 5 (экономичная стандартная антенна), которая может быть аналогично выражена в виде $M = 0,25 f^2$, соответствует стандартным характеристикам, которые обычно можно получить лишь с антенными решетками. Для обеспечения более высокого качества работы необходимы соответственно большие расходы на сооружение антенны, однако некоторое увеличение относительно обычных расходов может оказаться экономически оправданным.

РИСУНОК 8

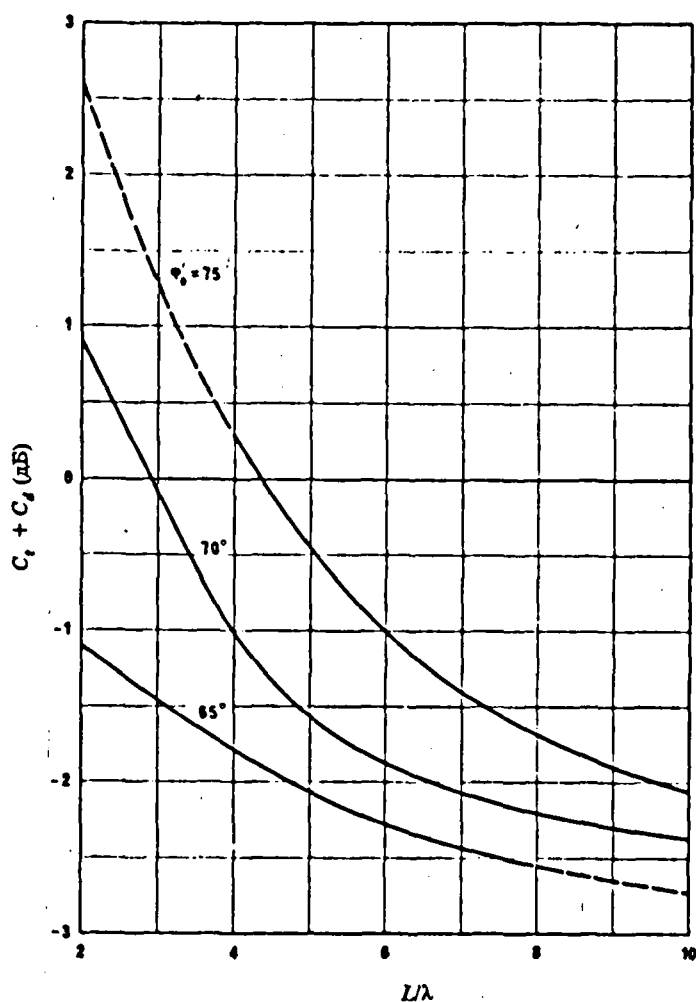
Корректировка коэффициента усиления для ромбической антенны 122 м/23 м



Для частотного планирования и других смежных исследований появления частот боковых лепестков, имеющих амплитуды больше, чем равноамплитудные пиковые значения, может быть важно. В пределах диапазона M -значений рассмотренные результаты измерений, выполненные на реальных антеннах, показали, что не более 10% боковых лепестков будут превышать равноамплитудные пиковые значения по величине на 6 дБ. Таким образом, для антенны, имеющей M -значение 40, отношение уровня основного лепестка к наибольшему боковому должно быть 10 дБ. Эти боковые лепестки обычно бывают соседними по отношению к основному лепестку.

РИСУНОК 4

Комбинированная корректировка коэффициента усиления
для ромбической антенны 122 м/23 м



5. Влияние снега, льда и приливов и отливов на характеристики излучения антенн

В данном разделе отчета приводятся результаты теоретических исследований, связанных с определением влияния изменения толщины снежного и ледяного покрова земли на характеристики излучения горизонтальной антенны с полуволновым диполем и вертикальной четвертьволновой антенны. Было также вычислено влияние морских приливов и отливов на характеристики излучения тех же самых антенн.

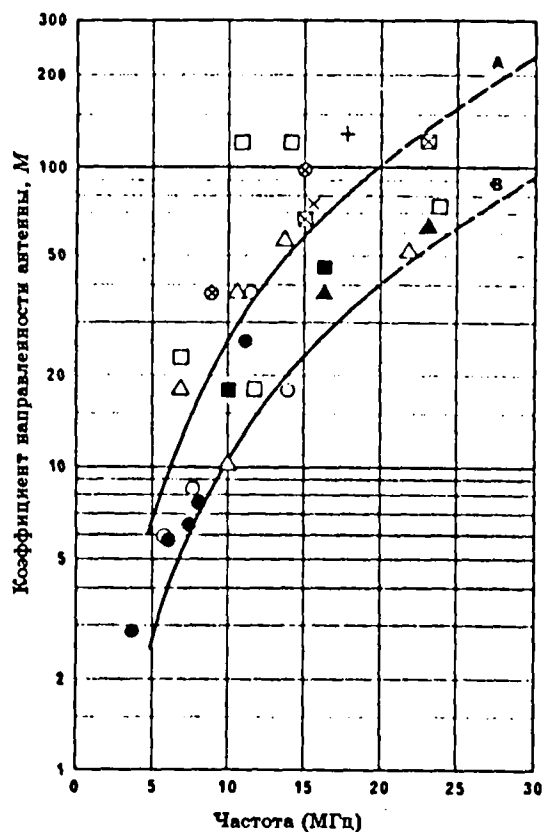
В этих исследованиях предполагалось, что слой снега, льда и земная поверхность — плоские, однородные и равномерно распределены по поверхности.

Для горизонтального диполя влияние снега или льда толщиной 1 м незначительно. Однако эффект приливных и отливных изменений в 3 м может привести к сдвигу примерно на 5° в угле направления максимального излучения в вертикальной плоскости.

Вертикальная четвертьволновая антенна в большей степени подвержена влиянию снега или льда, особенно для направлений вблизи горизонта, где имеет место значительное уменьшение сигнала. Соответствующие изменения мощности передаваемого сигнала для 8 углов на частоте 10 МГц приводятся в таблице 2.

РИСУНОК 5

Коэффициент направленности антенны, M , основанный на вычисленных значениях коэффициента усиления



Кривая А (экономичная стандартная антенна)

- | | | |
|----|---|--------------------------|
| ○* | Ромбическая антенна
125 м/55°/45 м | } Дополняющие
антенны |
| □* | Ромбическая антенна
122 м/72,5°/23 м | |
| ⊗ | Ромбическая антенна
158 м/71°/55 м | } Дополняющие
антенны |
| ⊠ | Ромбическая антенна
158 м/75°/37 м | |

- ×* Дипольная антенная решетка HR 4/4/1,0
+* Дипольная антенная решетка HR 8/4/0,5

Кривая В (минимальная стандартная антенна)

- | | | |
|----|--------------------------------------|--------------------------|
| ● | Ромбическая антенна
98 м/63°/45 м | } Дополняющие
антенны |
| ■ | Ромбическая антенна
95 м/67°/32 м | |
| ▲ | Ромбическая антенна
90 м/69°/29 м | |
| △* | Ромбическая антенна
96 м/70°/23 м | |

* Значения коэффициента усиления по мощности, измеренные с помощью оборудования на борту самолета.

ТАБЛИЦА 2

Относительное изменение (дБ) мощности передаваемого или принимаемого сигнала из-за изменения снежного или ледяного покрова или приливных и отливных изменений для 3 зенитных углов
(Частота: 10 МГц)

	Зенитный угол		
	45°	75°	85°
Вертикальная четвертьволновая антенна на земной плоскости, на которой дополнительно имеется снежный покров 1,0 м (диэлектрическая постоянная 1,2, проводимость 10^{-5} См/м)	-0,5	-0,6	-1,3
Вертикальная четвертьволновая антенна над морем, покрытым соленым льдом 1,0 м (диэлектрическая постоянная 6,0, проводимость 10^{-3} См/м)	-1,7	-3,4	-8,7
Вертикальная четвертьволновая антенна над поверхностью морской воды, спадающей на 3,0 м	-2,9	-0,4	-0,1

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Направленные антенные решетки с аперiodическим рефлектором

1. Введение

Совместное использование частот фиксированной и радиовещательной службами на частотах ниже 30 МГц трудно получить из-за различия в методах работы и используемой напряженности поля этими двумя службами. Использование направленных антенн для ограничения излучения в направлениях, в которых нет необходимости для конкретной службы, в некоторых случаях может помочь облегчить эту проблему.

2. Направленные антенны

Направленные антенны, используемые радиовещательной службой для связи на большие расстояния, в общем случае остаются двух типов: ромбические антенны и дипольные. В фиксированной службе применение логопериодических антенн является более общим.

Одно и двухдиапазонные антенные решетки из диполей с настроенными рефлекторами в общем случае предпочтительны, поскольку они имеют высокий коэффициент усиления с отношением вперед—назад от 10 до 15 дБ. Хотя эти антенны обладают преимуществом, позволяющим довольно легко поворачивать направление главного лепестка, они также создают серию побочных лепестков, амплитуда которых является крайне важной, поскольку они могут вызывать нежелательные помехи для других пользователей.

Совсем недавно были построены дипольные антенны с аперiodическим экраном в качестве отражающей системы. Эти антенны имеют направленные свойства, аналогичные антенным решеткам с настроенными рефлекторами, а также обладают преимуществами, состоящими в более широкой рабочей полосе, уменьшенных побочных лепестках и более простой конструкции. При условии хорошо разработанного отражающего экрана результирующие диаграммы направленности обеспечивают соотношение вперед—назад весьма высоким — до 20 дБ, таким образом уменьшая мощность, излучаемую в боковых лепестках, и существенно снижая потенциальные помехи в направлениях, отличных от главного лепестка.

Недостаток этого типа антенных решеток состоит в том, что коэффициент усиления может существенно уменьшиться на частотах ниже центральной частоты рабочего диапазона. Наиболее важные достоинства состоят в следующем:

- по электрическим характеристикам: в отсутствии потребности регулировки фаз токов в дипольных рефлекторах;
- по радиочастотным аспектам (широкополосность): эти антенны не требуют перенастройки в случае, если рабочая частота смещается относительно центральной частоты;
- по частотному планированию: вследствие уменьшения боковых лепестков обеспечивается лучшее использование спектра;
- по механическим характеристикам: поскольку конструкция и регулировка упрощены, то облегчается эксплуатация.

3. Заключение

Сравнение теоретических диаграмм направленности излучения с диаграммами, измеренными с помощью вертолета, показало, что дипольные антенные решетки с аперiodическими экранами имеют на 6 дБ лучшее отношение вперед—назад, чем эквивалентные дипольные антенные решетки с настроенными рефлекторами.

Вследствие этого вероятно, что при использовании дипольных антенных решеток с аперiodическими экранами, особенно в радиовещательной службе, могут появиться условия для совместного использования частотного спектра с фиксированной службой.

Более детальные исследования электрических характеристик дипольных антенных решеток с аперiodическими экранами потребуются для представления достаточных данных для демонстрации администрациям преимуществ их применения.