

Рекомендация МСЭ-R P.310-11

(09/2025)

Серия Р: Распространение радиоволн

**Определения терминов, относящихся
к распространению радиоволн
в неионизированной среде**



Предисловие

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

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

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

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

Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <https://www.itu.int/publ/R-REC/ru>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

Примечание. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2025 г.

© ITU 2025

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

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R P.310-11

**Определения терминов, относящихся к распространению радиоволн
в неионизированной среде**

(1951-1959-1966-1970-1974-1978-1982-1986-1990-1992-1994-2019-2025)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации определены термины, относящиеся к распространению радиоволн в неионизированной среде, которые используются в Рекомендациях МСЭ-R серии Р.

Ключевые слова

Словарь, распространение радиоволн РЧ в неионизированной среде, распространение земной волны, тропосферное распространение

Соответствующие Рекомендации МСЭ-R

Рекомендация МСЭ-R P.453 – Индекс рефракции радиоволн: его формула и данные о рефракции

ПРИМЕЧАНИЕ. – В каждом случае следует использовать последнюю действующую редакцию Рекомендации.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

что важно иметь согласованные определения терминов, которые относятся к распространению радиоволн и используются в документах исследовательских комиссий МСЭ-R,

рекомендует

принять прилагаемый к настоящей Рекомендации перечень определений для включения в словарь.

Приложение**Словарь терминов, относящихся к распространению радиоволн
в неионизированной среде**

	Термин	Определение
A	<i>Термины, относящиеся к радиоволнам</i>	
A1	<i>Кроссполяризация (cross-polarization)</i>	Появление в процессе распространения радиоволн компонента поляризации, ортогонального относительно ожидаемой поляризации.
A2	<i>Избирательность по кроссполяризации (cross-polarization discrimination)</i>	Для радиоволны, переданной с данной поляризацией, отношение в точке приема мощности, принятой с ожидаемой поляризацией, к мощности, принятой с ортогональной поляризацией. <i>Примечание 1.</i> – Развязка по кроссполяризации зависит как от характеристик антенны, так и от среды распространения.
A3	<i>Развязка по кроссполяризации (cross-polarization isolation)</i>	Для двух радиоволн, переданных на одной и той же частоте с одинаковой мощностью и ортогональной поляризацией, отношение мощности, полученной от одной из волн, к мощности другой волны при настройке приемника на поляризацию первой волны.

	Термин	Определение
A4	<i>Деполаризация (depolarization)</i>	Явление, вследствие которого вся мощность или часть мощности радиоволны, переданной с определенной поляризацией, приобретает другую поляризацию.
A5	<i>Совпадающая поляризация (co-polarization)</i>	Появление в процессе распространения радиоволн компонента поляризации, идентичного ожидаемой поляризации.
A6	<i>Потери вследствие рассогласования по поляризации (polarization mismatch loss)</i>	Отношение: а) принимаемой антенной мощности данной плоской волны произвольной поляризации к б) мощности плоской волны с теми же плотностью потока мощности и направлением распространения, которая принималась бы той же антенной, поляризация которой отрегулирована для достижения максимальной принимаемой мощности.
В	<i>Термины, относящиеся к влиянию земной поверхности при распространении радиоволн</i>	
B1	<i>Распространение в свободном пространстве (free-space propagation)</i>	Распространение электромагнитной волны в однородной идеальной диэлектрической среде, которую можно считать бесконечной во всех направлениях.
B2	<i>Распространение в пределах прямой видимости (line of sight propagation)</i>	Распространение радиоволн между двумя точками, при котором практически отсутствуют препятствия для прямого луча, так что влиянием дифракции можно пренебречь.
B3	<i>Радиогоризонт (radio horizon)</i>	Геометрическое место точек, где прямые лучи от точечного источника излучения радиоволн являются касательными к поверхности Земли. <i>Примечание 1.</i> – Как правило, радиогоризонт и геометрический горизонт не совпадают из-за атмосферной рефракции.
В.	<i>Глубина проникновения (penetration depth)</i>	Глубина под поверхностью Земли, на которой амплитуда радиоволны, падающей на поверхность, понижается до величины $1/e$ (0,368) от ее значения на поверхности.
B5	<i>Ровная поверхность (smooth surface; specular surface)</i>	Поверхность, разделяющая две среды, которая имеет достаточно большой размер и неровности которой достаточно малы, чтобы вызывать зеркальное отражение. <i>Примечание 1.</i> – На практике минимальный размер поверхности соответствует первой зоне Френеля, а значимость неровностей оценивается с использованием критерия Рэлея.
B6	<i>Неровная поверхность (rough surface)</i>	Поверхность, разделяющая две среды, которая не удовлетворяет условиям ровной поверхности и неровности которой расположены случайным образом и вызывают диффузное отражение.
B7	<i>Коэффициент диффузного отражения (diffuse reflection coefficient)</i>	Отношение амплитуды некогерентной волны, отраженной от неровной поверхности, к амплитуде падающей волны.
B8	<i>Мера неровности земной поверхности; Δh (measure of terrain irregularity)</i>	Статистический параметр, характеризующий изменения высоты земной поверхности вдоль части или всей трассы распространения радиоволн. <i>Примечание 1.</i> – Например, Δh часто определяется как разность высот, превышаемых на 10% и на 90% высотой земной поверхности, измеряемой через равные расстояния (интердецильный размах высоты) вдоль заданного участка трассы.
B9	<i>Усиление за счет препятствия (obstacle Gael)</i>	Увеличение напряженности поля, которое может возникнуть на одном конце тракта передачи, включающего изолированное препятствие, по отношению к напряженности поля в той же точке при устранении этого препятствия.

	Термин	Определение
B10	Экранирование местностью (site shielding)	Уменьшение уровня радиопомех, достигающих антенны, расположенной вблизи земной поверхности, обусловленное естественными или искусственными препятствиями поблизости от антенны.
B11	Коэффициент экранирования местностью (site shielding factor)	Отношение, обычно выражаемое в децибелах, уровня радиопомех, который создавался бы без какого-либо экранирования местностью, к фактическому уровню радиопомех при экранировании местностью.
C	Термины, относящиеся к влиянию тропосферы при распространении радиоволн	
C1	Тропосфера (troposphere)	Нижняя часть атмосферы Земли, простирающаяся от поверхности Земли, в которой температура уменьшается с высотой, за исключением температурной инверсии в местных слоях. Эта часть атмосферы простирается до высоты около 9 км над полюсами Земли и 17 км над экватором.
C2	Температурная инверсия (в тропосфере) (temperature inversion (in the troposphere))	Повышение температуры с высотой в тропосфере.
C3	Коэффициент смешения (mixing ratio)	Отношение массы водяного пара к массе сухого воздуха в данном объеме воздуха (обычно выражается в граммах на килограмм).
C4	Индекс рефракции, n (refractive index)	Отношение скорости распространения радиоволн в вакууме к скорости их распространения в рассматриваемой среде.
C5	Показатель преломления, N (refractivity)	Увеличенная в миллион раз величина, на которую индекс рефракции в атмосфере n превышает единицу: $N = (n - 1) 10^6$
C6	N -единица (N-unit)	Безразмерная единица выражения показателя преломления.
C7	Измененный индекс рефракции (modified refractive index)	Сумма индекса рефракции воздуха n на высоте h и отношения этой высоты к радиусу Земли a : $n + \frac{h}{a}$
C8	Модуль рефракции, M (refractive modulus)	Увеличенная в миллион раз величина, на которую измененный индекс рефракции превышает единицу: $M = \left(n + \frac{h}{a} - 1 \right) 10^6 = N + 10^6 \frac{h}{a}$
C9	M -единица (M-unit)	Безразмерная единица измерения модуля рефракции M .
C10	Стандартный градиент рефракции (standard refractivity gradient)	Стандартное значение вертикального градиента рефракции, используемое в исследованиях этого явления; а именно -40 N/км. Это приблизительно соответствует среднему значению градиента на первом километре высоты над уровнем моря в средней полосе.
C11	Стандартная радиоатмосфера (standard radio atmosphere)	Атмосфера со стандартным градиентом рефракции.
C12	Эталонная атмосфера для рефракции (reference atmosphere for refraction)	Атмосфера, в которой $n(h)$ уменьшается с высотой, как указано в Рекомендации МСЭ-R P.453.
C13	Субрефракция (sub-refraction)	Рефракция, при которой градиент рефракции больше стандартного (то есть положительный или менее отрицательный).
C14	Суперрефракция (super-refraction)	Рефракция, при которой градиент рефракции меньше стандартного (то есть более отрицательный).

	Термин	Определение
C15	<i>Потери за счет расхождения луча (Beam spreading loss)</i>	Нелинейные потери, которые возникают вследствие расширения луча антенны в вертикальной угломестной плоскости, обуславливаемого изменением индекса рефракции радиоволн в зависимости от высоты.
C16	<i>Эффективный радиус Земли (effective radius of the Earth)</i>	Радиус гипотетической сферической Земли без атмосферы, для которой трассы распространения радиоволн проходят вдоль прямых линий, а значения высоты и расстояния вдоль земной поверхности те же, что и для реальной Земли в атмосфере с постоянным вертикальным градиентом рефракции. <i>Примечание 1.</i> – Понятие эффективного радиуса Земли подразумевает, что углы с горизонтальными плоскостями, образуемые во всех точках трактов передачи, не слишком велики. <i>Примечание 2.</i> – Для атмосферы со стандартным градиентом рефракции эффективный радиус Земли составляет около 4/3 от действительного радиуса, что соответствует приблизительно 8500 км.
C17	<i>Коэффициент эффективного радиуса Земли (effective Earth-radius factor, k)</i>	Отношение эффективного радиуса Земли к действительному радиусу Земли. <i>Примечание 1.</i> – Этот коэффициент k соотнесен с вертикальным градиентом dn/dh индекса рефракции n и с действительным радиусом Земли a уравнением: $k = \frac{1}{1 + a \frac{dn}{dh}}$
C18	<i>Волноводный тропосферный слой (ducting layer)</i>	Тропосферный слой, характеризующийся отрицательным градиентом M и способный вследствие этого образовать тропосферный радиоволновод при достаточной толщине слоя по сравнению с длиной волны.
C19	<i>Тропосферный радиоволновод (tropospheric radio-duct)</i>	Квазигоризонтальное расположение слоев в тропосфере, в пределах которых радиоэнергия достаточно высокой частоты в основном сохраняется и распространяется со значительно меньшим ослаблением, чем это происходило бы в однородной атмосфере. <i>Примечание 1.</i> – Тропосферный радиоволновод состоит из волноводного тропосферного слоя и – в случае приподнятого волновода – части нижележащей атмосферы, в которой модуль рефракции превышает минимальное значение, достигаемое в волноводном слое.
C20	<i>Наземный волновод (поверхностный волновод) (ground-based duct (Surface duct))</i>	Тропосферный радиоволновод, нижней границей которого служит поверхность Земли.
C21	<i>Приподнятый волновод (elevated duct)</i>	Тропосферный радиоволновод, нижняя граница которого находится над поверхностью Земли.
C22	<i>Толщина волновода (duct thickness)</i>	Разность значений высоты верхней и нижней границ тропосферного радиоволновода.
C23	<i>Высота волновода (duct height)</i>	Высота нижней границы приподнятого волновода над поверхностью Земли.
C24.	<i>Интенсивность волновода (duct intensity)</i>	Разность между максимальным и минимальным значениями модуля рефракции в тропосферном радиоволноводе. <i>Примечание 1.</i> – Интенсивность волновода та же, что и у соответствующего волноводного тропосферного слоя.

	Термин	Определение
C25	<i>Волноводное тропосферное распространение (ducting)</i>	Направленное распространение радиоволн в тропосферном радио волноводе. <i>Примечание 1.</i> – При достаточно высоких частотах в одном и том же тропосферном радиоволновом оводе могут одновременно присутствовать несколько видов направленного распространения радиоволн.
C26	<i>Загоризонтное (тропосферное) распространение (trans-horizon propagation)</i>	Тропосферное распространение между точками вблизи поверхности Земли, причем точка приема находится за радиогоризонтом по отношению к точке передачи. <i>Примечание 1.</i> – Загоризонтное (тропосферное) распространение может быть вызвано различными явлениями в тропосфере, такими, например, как дифракция, рассеяние, отражение от тропосферных слоев. Однако волноводное распространение в этот перечень не входит, поскольку при тропосферном волноводе понятие "радиогоризонт" не имеет смысла.
C27	<i>Распространение за счет тропосферного рассеяния (tropospheric-scatter propagation)</i>	Тропосферное распространение при тропосферном рассеянии радиоволн за счет рассеяния от многих неоднородностей и при неравномерностях индекса рефракции атмосферы.
C28	<i>Гидрометеоры (hydrometeors)</i>	Скопления частиц воды или льда, которые могут присутствовать в атмосфере или оседать на поверхности Земли. <i>Примечание 1.</i> – Основными видами гидрометеоров являются дождь, туман, облака, снег и град.
C29	<i>Аэрозоли (aerosols)</i>	Мелкие частицы в атмосфере (помимо тумана и облачных капель), скорость падения которых под действием силы тяжести очень мала.
C30	<i>Распространение за счет рассеяния в осадках (precipitation-scatter propagation)</i>	Тропосферное распространение за счет рассеяния, вызванного гидрометеорами, в основном дождем.
C31	<i>Многолучевое распространение (multipath propagation)</i>	Распространение одного и того же радиосигнала между точками передачи и приема по нескольким отдельным трассам передачи.
C32	<i>Мерцание (scintillation)</i>	Быстрые и случайные флуктуации одной или нескольких характеристик (амплитуды, фазы, поляризации, направления прихода) принятого сигнала, вызванные флуктуациями индекса рефракции среды передачи.
C33	<i>Ухудшение усиления; нарушение связи антенны со средой передачи (gain degradation; antenna to medium coupling loss)</i>	Явное уменьшение суммарного коэффициента усиления (выраженного в децибелах) передающей и приемной антенн, когда на трассе распространения имеют место значительные эффекты рассеяния.
C34	<i>Интенсивность осадков; интенсивность дождевых осадков; интенсивность дождя (precipitation rate; rainfall rate; rain rate)</i>	Мера интенсивности осадков, выраженная увеличением высоты столба воды, достигающего земли, в единицу времени. <i>Примечание 1.</i> – Интенсивность дождя обычно выражается в миллиметрах в час.