

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R F.1760

**Методика расчета распределения совокупной эквивалентной изотропно-излучаемой мощности (с.э.и.и.м.), создаваемой применениями высокой плотности в фиксированной службе при связи пункта со многими пунктами, работающими в диапазонах частот выше 30 ГГц, определенных для данного использования\***

(2006)

**Сфера применения**

В данной Рекомендации представлена методика, которая может быть применена для определения с.э.и.и.м., создаваемой передающими станциями применений высокой плотности в фиксированной службе (ВП-ФС) при связи пункта со многими пунктами (П-МП) и связи многих пунктов со многими пунктами (МП-МП), работающих в диапазонах частот выше 30 ГГц, которые могут использоваться администрациями, желающими оценить возможные помехи другим службам от станций П-МП ВП-ФС.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- а) что администрациям возможно потребуется расчет совокупной эквивалентной изотропно-излучаемой мощности (с.э.и.и.м.) при развертывании станций применений высокой плотности в фиксированной службе (ВП-ФС) при связи пункта со многими пунктами (П-МП) для оценки возможных помех, создаваемых станциями П-МП ВП-ФС другим подверженным помехам службам, на национальной и двусторонней основе;
- б) что использование автоматической регулировки мощности передатчика (АРМП) в передатчиках П-МП могло бы уменьшить совокупную излучаемую мощность;
- с) что можно было бы улучшить определение с.э.и.и.м. путем рассмотрения топологии, демографических данных и модели развертывания в определяемой зоне,

*признавая,*

**1** что в п. 5.547 Регламента радиосвязи (РР) определяется, что полосы частот 31,8–33,4 ГГц, 37–40 ГГц, 40,5–43,5 ГГц, 51,4–52,6 ГГц, 55,78–59 ГГц и 64–66 ГГц могут использоваться для применений высокой плотности в фиксированной службе (ВП-ФС),

*отмечая,*

- а) что в Резолюции 75 (ВКР-2000) МСЭ-R предлагается в срочном порядке разработать техническую основу для определения зоны координации приемной земной станции службы космических исследований (дальний космос) с передающими станциями ВП-ФС в полосах частот 31,8–32,3 ГГц и 37–38 ГГц;
- б) что в Резолюции 79 (ВКР-2000) МСЭ-R предложено провести исследования по определению координационного расстояния между радиоастрономическими станциями, работающими в полосе частот 42,5–43,5 МГц, и системами ВП-ФС,

*рекомендует,*

**1** чтобы методика, описанная в Приложении 1, могла быть использована для определения распределения с.э.и.и.м., создаваемых передающими станциями П-МП ВП-ФС, работающими в диапазонах частот выше 30 ГГц.

---

\* Данная Рекомендация также применима для применений высокой плотности в фиксированной службе (ВП-ФС) при связи многих пунктов со многими пунктами (МП-МП).

## Приложение 1

### Методика расчета распределения совокупной эквивалентной изотропно-излучаемой мощности (с.э.и.и.м.), создаваемой П-МП применениями высокой плотности в фиксированной службе, работающими в диапазонах частот выше 30 ГГц

#### 1 Введение

В Резолюции 75 (ВКР-2000) предлагается разработать техническую основу для определения координационной зоны с целью координации между приемными земными станциями службы космических исследований (дальний космос) и передающими станциями применений высокой плотности в фиксированной службе (ВП-ФС) в полосах частот 31,8–32,3 ГГц и 37–38 ГГц. Кроме того, в Резолюции 79 (ВКР-2000) МСЭ-R предложено провести исследования по определению координационного расстояния между радиоастрономическими станциями, работающими в полосе частот 42,5–43,5 МГц, и системами ВП-ФС.

В данной Рекомендации представлены методики, которые могут быть использованы для расчета с.э.и.и.м. передающих станций П-МП ВП-ФС, который может быть применен администрациями, желающими оценить возможные помехи, создаваемые станциями П-МП ВП-ФС другим службам, подверженным помехам, при обсуждении на национальном и двустороннем уровне. Методики, приведенные в данной Рекомендации, могут быть использованы администрациями, желающими ответить на раздел *решает* в Резолюциях 75 (ВКР-2000) и 79 (ВКР-2000), в качестве основы для дальнейшего исследования.

ВКР-2000 одобрила п. 5.547 РР, где указаны некоторые полосы частот выше 30 ГГц, которые могут использоваться для применений высокой плотности в фиксированной службе. Конкретные характеристики систем не определены, но ожидается, что будет развернуто большое количество терминалов на конкретных территориях, на которых работают традиционные системы фиксированной службы. Данные системы связи пункта со многими пунктами высокой плотности в фиксированной службе (П-МП ВП-ФС) могут содержать сотни терминалов внутри одной соты, и таких сот может быть несколько тысяч. Результатом этого может стать значительный уровень совокупной э.и.и.м., и поэтому необходимо рассмотреть новые подходы для моделирования такого воздействия.

Одним из таких подходов, представленных в рамках методики ниже, является определение распределения совокупной эквивалентной изотропно-излучаемой мощности (с.э.и.и.м.) от станций П-МП ВП-ФС, распределенных на конкретной территории, называемой функциональным блоком (ФБ). При расчете показателя с.э.и.и.м. учитываются:

- переменные значения высот расположения передатчика и приемника;
- переменные значения местоположения станции и длин пролетов;
- переменные значения азимута антенны и соответствующего усиления в направлении пункта на уровне горизонта;
- переменные значения при регулировании мощности передатчика.

Эти параметры могут быть определены посредством свертки при использовании уравнения для расчета помех и моделирования по методу Монте-Карло для определения распределения с.э.и.и.м. относительно контрольного приемного пункта, расположенного на уровне горизонта. Путем применения данного метода каждая сота может быть смоделирована распределением с.э.и.и.м., которое представляет потенциально большое количество передатчиков внутри соты, определенной ФБ.

Данная методика реализуется в 3 этапа:

Этап 1 определение параметров системы П-МП ВП-ФС;

Этап 2 модель развертывания;

Этап 3 свертка системных параметров для получения распределения с.э.и.и.м.

Данные этапы приведены в разделах ниже, и пример применения представлен в Дополнении 1.

### 1.1 Использование моделирования по методу Монте-Карло

При расчете распределений с.э.и.и.м. необходимо учитывать отклонения во входных параметрах, таких как местоположение станций и азимуты антенны. Это можно осуществить путем использования метода статистического моделирования, такого как метод Монте-Карло.

Метод Монте-Карло основан на генеральной совокупности выборок случайных значений переменных из их заданных вероятностных распределений. Эти распределения представлены в терминах максимальных и минимальных параметров системы при определении эталонной системы П-МП ВП-ФС (см. ниже п. 3.2).

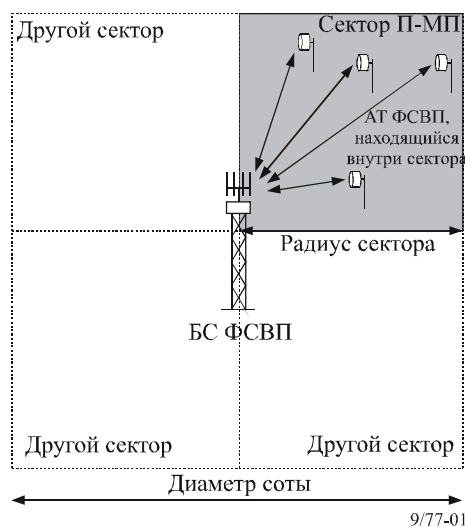
При использовании подхода Монте-Карло для получения значимых с точки зрения статистики результатов требуется приемлемое количество выборок. Для определения распределения с.э.и.и.м. необходимо использовать не менее 10 000 выборок.

### 1.2 Типы сетей П-МП ВП-ФС

Для предоставления услуг ВП-ФС может использоваться ряд конфигураций. Двумя такими конфигурациями являются связь пункта со многими пунктами (П-МП) и связь многих пунктов со многими пунктами (МП-МП).

На рисунке 1 представлены элементы системы связи пункта со многими пунктами.

РИСУНОК 1  
Элементы сети П-МП



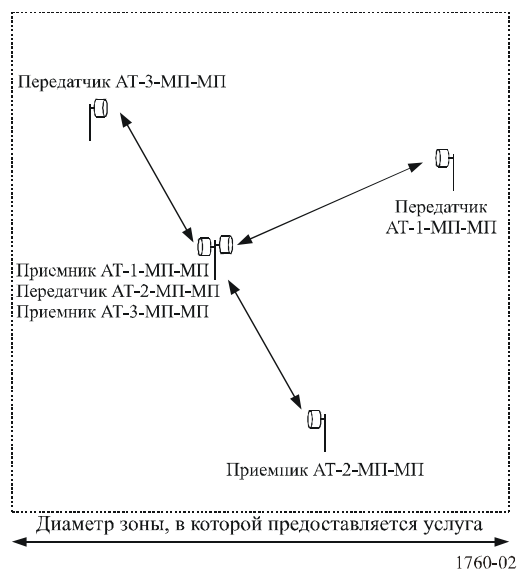
Данная конфигурация состоит из:

- зоны обслуживания, определенной как сота, в которой предоставляется услуга;
- в этой зоне, обычно в центре, располагается базовая станция (БС);
- сота разделена на ряд секторов, и услуга предоставляется с использованием отдельной антенны для каждого сектора;
- внутри каждого сектора расположены абонентские терминалы (АТ);
- у каждого АТ есть антенна, которая направлена на БС.

Следует учитывать, что сота может состоять лишь из одного сектора.

На рисунке 2 показаны элементы системы МП-МП.

РИСУНОК 2  
Элементы сети МП-МП



В состав данной конфигурации входят:

- зона обслуживания;
- каждый узел или абонентский терминал (АТ) соединен, по крайней мере, с одним другим;
- к существующим узлам могут быть подключены дополнительные АТ.

## 2 Описание методики распределения с.э.и.и.м.

### 2.1 Этап 1 – Параметры системы П-МП ВП-ФС

Первый этап заключается в определении параметров системы П-МП ВП-ФС. Это можно сделать, используя образец, приведенный в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1  
Параметры модели П-МП ВП-ФС

Параметр	Значение	Единица измерения	Примечание
Конфигурация	Определяется пользователем	–	Либо П-МП, либо МП-МП
Передатчик	Определяется пользователем	–	Определить либо БС, АТ или МП-МП
Диаграмма направленности антенны передатчика	Определяется пользователем	–	
Максимальное усиление антенны передатчика	Определяется пользователем	дБи	
высота расположения передатчика (над местностью): минимальная высота	Определяется пользователем	м	Для систем П-МП определяется только максимальная высота.
максимальная высота	Определяется пользователем	м	Для систем МП-МП высота антенны выбирается случайно в пределах минимального и максимального значений.
Количество сот	Определяется пользователем	–	Количество сот в модели систем П-МП внутри размера СБ.
Количество секторов в соте	Определяется пользователем	–	По умолчанию равно 1 для систем МП-МП

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Параметр	Значение	Единица измерения	Примечание
Количество пользователей на сектор или количество передающих узлов	Определяется пользователем	–	Определить количество одновременно передающих пользователей или МП-МП узлов
Местоположение пользователя в секторе	случайное	–	Выбирается случайно
Длина тракта: минимальная длина	Определяется пользователем	км	Длина тракта выбирается случайно в пределах минимального и максимального значений. Для систем П-МП расположение АТ внутри сектора случайно
максимальная длина	Определяется пользователем	км	
Частота	43	ГГц	Значение по умолчанию
Эталонная полоса частот $B$	1	МГц	Значение по умолчанию
Использование АРМП	Да/Нет	–	
Максимальная мощность передатчика $Max T_x$	Определяется пользователем	дБ(Вт/В МГц)	Если АРМП не используется, то мощность передатчика изменяется случайно в пределах между минимальным и максимальным значением в пределах эталонной полосы частот $B$ МГц
Минимальная мощность передатчика $Min T_x$	Определяется пользователем	дБ(Вт/В МГц)	
Номинальный уровень сигнала на входе приемника	Определяется пользователем	дБ(Вт/В МГц)	Если используется АРМП, задайте мощность приемника так, чтобы достигнуть номинального уровня на входе приемника в пределах эталонной полосы частот $B$ МГц
Другие потери	Определяется пользователем	дБ	Потери в фидере и кабеле и т. д.
Приемник	Определяется пользователем	–	Определить тип: БС, АТ или МП-МП
Диаграмма направленности излучения антенны приемника	Определяется пользователем	–	
Максимальное усиление антенны приемника	Определяется пользователем	дБи	
Высота, на которой расположен приемник (над местностью): минимальная высота	Определяется пользователем	м	Для систем П-МП определить только максимальную высоту. Для систем МП-МП высота антенны выбирается случайно в пределах минимального и максимального значения
максимальная высота	Определяется пользователем	м	

## 2.2 Этап 2 – Модель развертывания

На втором этапе определяется ФБ или эталонная зона, в которой будут развернуты станции П-МП ВП-ФС, и местоположение контрольных пунктов, используемых для определения с.э.и.и.м. в направлении горизонта.

ФБ или эталонная зона представляет собой фиксированную территорию, например, как прямоугольник размером  $4 \times 4$  км. Могут быть рассмотрены и другие эталонные зоны, но выбранное значение должно согласовываться с использованием с.э.и.и.м. Внутри зоны ФБ будет расположено определенное количество сот П-МП или узлов МП-МП.

Количество сот П-МП будет зависеть от размера сот. Так, ФБ размером  $4 \times 4$  км может содержать одну большую соту или 4 соты меньшего размера.

Контрольные пункты на уровне горизонта расположены каждые  $x^\circ$  по кругу (где  $x <$  апертуры антенны ФС по уровню 3 дБ), который расположен горизонтально относительно центра эталонной зоны. Расстояние до уровня горизонта рассчитывается следующим образом:

$$D = \sqrt{2R_e h}, \quad (1)$$

где

$D$ : расстояние до уровня горизонта

$R_e$ : эквивалентный радиус Земли

$h$ : высота передающей станции П-МП ВП-ФС.

( $D$ ,  $R_e$  и  $R$  выражены в одних и тех же единицах измерения).

### 2.3 Этап 3 – Расчет распределения с.э.и.и.м

Методика Монте-Карло состоит из расчета с.э.и.и.м. на уровне горизонта от развертывания станций П-МП ВП-ФС для последовательности выборок. Каждая выборка состоит из свертки переменных входных, таких как расположение станции, азимут антенны и высота антенны.

Значение с.э.и.и.м. ( $AEIRP$ ) определяется следующей формулой:

$$AEIRP_i = 10 \cdot \log_{10} \sum_j^{N_{ut}} 10^{[P_j(d_{i,j}) + G_{tx,i,j} - L_p]/10}, \quad (2)$$

где:

$i$ : номер выборки

$j$ : номер передатчика

$N_{ut}$ : общее число активных абонентских терминалов в определенный промежуток времени в определенном ФБ (при рассмотрении системы П-МП в расчет принимается общее количество сот П-МП)

$AEIRP_i$ : совокупная э.и.и.м. для  $i$ -того номера выборки (дБВт)

$P_j(d_{i,j})$ : мощность передачи для  $j$ -того передатчика в взаимосвязи со случайным расстоянием, выбранным для  $j$ -того передатчика, и  $i$ -той выборки (дБВт)

$G_{tx,j}$ : усиление антенны передатчика по направлению на контрольный пункт на уровне горизонта от  $j$ -того передатчика для  $i$ -той выборки

$L_p$ : потери при распространении радиоволн (дБ).

Следует учесть, что суммирование производится в линейных единицах, а единицы измерения других показателей выражены в дБ.

Каждая выборка представляет одну конфигурацию или развертывание станций П-МП ВП-ФС в ФБ, а контрольные пункты представляют одну случайную ориентацию данного ФБ.

На основе формулы (2) распределение с.э.и.и.м. можно определить поэтапно в следующих секциях для конфигураций П-МП или МП-МП. Потери при распространении радиоволн должны рассчитываться с помощью соответствующей модели потерь на трассе<sup>1</sup>.

#### 2.3.1 Алгоритм для П-МП

Шаг 1: Установить отсчет выборок  $N = 0$ .

Шаг 2: Установить каждый ввод в ячейки массива данных  $AEIRP$  в ноль.

Шаг 3: Для каждой БС повторить шаги 4–5.

<sup>1</sup> Выбор модели может включать потери на трассе в свободном пространстве, Рекомендацию МСЭ-R P.452 без учета потерь за счет отражений или Рекомендацию МСЭ-R P.452 с учетом потерь за счет отражений. Используемая модель может быть согласована всеми сторонами, принимая к сведению, что если потери за счет отражений не будут учтены, то возможно будет переоценена реальная с.э.и.и.м.

- Шаг 4: Установить БС так, чтобы она располагалась в центре соты.
- Шаг 5: Установить высоту БС, как было определено.
- Шаг 6: При  $N < N_{max}$  повторить Шаги 7–23.
- Шаг 7: Выбрать случайный контрольный пункт  $TP_i$  для данной выборки из находящихся на уровне горизонта.
- Шаг 8: Принять значение  $AEIRP_{(w)}$  для этой выборки равным 0.
- Шаг 9: Для каждой БС повторить Шаги 10–21.
- Шаг 10: Для каждого сектора этой БС повторить Шаги 11–21.
- Шаг 11: Для каждого АТ внутри сектора повторить Шаги 12–21.
- Шаг 12: Установить местоположение АТ как случайное значение внутри зоны его сектора.
- Шаг 13: Установить высоту антенны АТ как случайное значение в пределах минимальной и максимальной высоты.
- Шаг 14: Установить направление антенны АТ на соответствующую БС.
- Шаг 15: Если регулирование мощности не используется, установить величину мощности передатчика как случайное значение между минимальным и максимальным значением мощности передатчика и продолжить с Шага 19.
- Шаг 16: Рассчитать мощность передатчика, необходимую для удовлетворения требования к номинальному уровню на входе приемника, используя следующую формулу:

$$P_{TX} = R - (G_{TXb} - L_p - L_o + G_{RX}).$$

- Шаг 17: Если  $P_{TX} > \text{Max } T_x$  мощности, тогда установить  $P_{TX} = \text{Max } T_x$  мощности.
- Шаг 18: Если  $P_{TX} < \text{Min } T_x$  мощности, тогда установить  $P_{TX} = \text{Min } T_x$  мощности.
- Шаг 19: Рассчитать э.и.и.м. данного передатчика в направлении  $TP_i$  используя:

$$EIRP_{i,j} = P_{TX} + G_{TXo} - L_p.$$

- Шаг 20: Увеличить  $AEIRP_{(w)}$  для данной выборки с данным э.и.и.м.:

$$AEIRP_{i(w)} \Rightarrow AEIRP_{i(w)} + 10^{EIRP_{i,j}/10}.$$

- Шаг 21: Когда будут включены все передатчики, преобразовать значения  $AEIRP_{(w)}$  в дБВт:

$$AEIRP_{i(dBW)} = 10 \log_{10}(AEIRP_{i(w)}).$$

- Шаг 22: Нарастить соответствующий столбец в массиве данных  $AEIRP$ , используя  $AEIRP_{i(dBW)}$ .
- Шаг 23: Когда число шагов достигнет значения  $N_{max}$ , представить значения массива данных  $AEIRP$  в виде гистограммы и/или интегральной функции распределения CDF.

#### Обозначения в уравнениях:

- $i$ : номер выборки
- $j$ : номер передатчика
- $B$ : эталонная ширина полосы частот (МГц)
- $P_{TX}$ : мощность на входе антенны передатчика (дБ(Вт/В МГц))
- $R$ : номинальный уровень сигнала на входе приемника (дБ(Вт/В МГц))
- $G_{TXb}$ : осевое усиление антенны передатчика (дБи)

- $G_{TXo}$ : внеосевое усиление антенны передатчика (дБи)  
 $L_p$ : потери при распространении радиоволн (дБ) при использовании соответствующей модели потерь на трассе  
 $L_o$ : другие потери (дБ)  
 $G_{RX}$ : максимальное усиление антенны приемника (дБи)  
 $EIRP$ : эквивалентная изотропно-излучаемая мощность одного передатчика (дБВт)  
 $AEIRP_{(w)}$ : совокупная э.и.и.м. от множества передатчиков (Вт)  
 $AEIRP_{(dBW)}$ : совокупная э.и.и.м. от множества передатчиков (дБВт)  
 $AEIRP$ : ячейки массива данных  $AEIRP_{(dBW)}$ , которые используются для хранения значений, определяющих выходную гистограмму и/или CDF.

### 2.3.2 Алгоритм МП-МП

- Шаг 1: Установить значение  $N = 0$ .
- Шаг 2: Установить каждый ввод в ячейки массива данных  $AEIRP$  в ноль.
- Шаг 3: При  $N < N_{max}$  повторять Шаги 4–23.
- Шаг 4: Выбрать случайный контрольный пункт  $TP_i$  для данной выборки из находящихся на уровне горизонта.
- Шаг 5: Установить  $AEIRP_{(w)}$  для этой выборки  $AEIRP_{i(w)} = 0$ .
- Шаг 6: Для каждого передающего узла внутри зоны тестирования повторить Шаги 7–21.
- Шаг 7: Установить местоположение передающей станции как случайное значение внутри зоны тестирования.
- Шаг 8: Установить высоту антенны передатчика как случайное значение в пределах минимальной и максимальной высоты.
- Шаг 9: Установить длину пролета как случайное значение в пределах минимального и максимального значения.
- Шаг 10: Установить азимут как случайное значение в пределах  $-180^\circ$  и  $+180^\circ$ .
- Шаг 11: Рассчитать местоположение антенны приемника.
- Шаг 12: Установить высоту антенны приемника как случайное значение в пределах минимальной и максимальной высоты.
- Шаг 13: Установить направление антенны приемника на антенну передатчика.
- Шаг 14: Установить направление антенны передатчика на антенну приемника.
- Шаг 15: Если регулирование мощности не используется, установить величину мощности передатчика как случайное значение между минимальным и максимальным значением мощности передатчика и продолжить с Шага 19.
- Шаг 16: Рассчитать мощность передатчика, необходимую для удовлетворения требований к номинальному уровню на входе приемника, используя следующую формулу:

$$P_{TX} = R - (G_{TXb} - L_p - L_o + G_{RX}).$$

- Шаг 17: Если  $P_{TX} > \text{Max TX мощности}$ , тогда установить  $P_{TX} = \text{Max TX мощности}$ .
- Шаг 18: Если  $P_{TX} < \text{Min TX мощности}$ , тогда установить  $P_{TX} = \text{мощности Min TX}$ .
- Шаг 19: Рассчитать э.и.и.м. данного передатчика в направлении  $TP_i$ , используя:

$$EIRP_{i,j} = P_{TX} + G_{TXo} - L_p.$$

- Шаг 20: Увеличить  $AEIRP_{(w)}$  для данной выборки с данным э.и.и.м.:



$$AEIRP_{i(W)} \Rightarrow AEIRP_{i(W)} + 10^{EIRP_{i,j}/10}.$$

Шаг 21: Когда будут включены все передатчики, преобразовать значения  $AEIRP_{(w)}$  в дБВт:

$$AEIRP_{i(dBW)} = 10 \log_{10}(AEIRP_{i(W)}).$$

Шаг 22: Нарастить соответствующую ячейку в массиве данных  $AEIRP$ , используя  $AEIRP_{i(dBW)}$ .

Шаг 23: Когда число шагов достигло значения  $N_{max}$ , представить значения массива данных  $AEIRP$  в виде гистограммы и/или интегральной функции распределения CDF.

### Обозначения в уравнениях:

Аналогично П-МП.

### 2.3.3 Корректировка модели

Задача состоит в определении с.э.и.и.м., выраженной в дБВт, в эталонной ширине полосы частот равной 1 МГц. Такой задачей также может быть среднее значение с.э.и.и.м. для этой эталонной ширины полосы частот, интегрированное по более широкой полосе частот приемника, подверженного помехам (например, 1 ГГц). Расчеты, произведенные выше, могут потребовать корректировки для масштабного соответствия требуемым значениям.

Эталонная зона может содержать множество сот П-МП ВП-ФС в зависимости от типа сот и среды. Для развертывания П-МП необходимо определить:

- количество активных секторов, которые работают на одной частоте;
- количество абонентских терминалов на сектор;
- и, следовательно, определить количество активных пользователей на сектор, которые работают на одной частоте.

Корректировка должна быть произведена с учетом совокупной мощности всех радиостволов П-МП ВП-ФС, которые могут попасть в полосу частот приемной земной станции, масштабированную к эталонной ширине полосы частот 1 МГц.

$$Adj = 10 \log_{10}(N_{channels}), \quad (3)$$

где

$$N_{channels} = \frac{ES_{Rx}Bw}{HDFS_{ULBw} + HDFS_{DLBw}},$$

где

- $Adj$ : требуемое корректировочное значение
- $N_{channels}$ : количество радиостволов, которые может вместить ширина полосы частот приемной земной станции
- $ES_{Rx}Bw$ : ширина полосы частот земной станции
- $HDFS_{ULBw}$ : ширина полосы частот станции П-МП ВП-ФС в направлении вверх
- $HDFS_{DLBw}$ : ширина полосы частот станции П-МП ВП-ФС в направлении вниз.

### 2.3.4 Результат применения методики

Результат применения методики будет представлять собой гистограмму и/или интегральную функцию распределения (CDF) с.э.и.и.м.

## Дополнение 1 к Приложению 1

### Пример применения методики расчета распределения с.э.и.и.м.

#### 1 Введение

В данном Дополнении приведен пример применения методики расчета распределения с.э.и.и.м., описанной в Приложении 1, используя параметры европейской системы ФС и предполагая отсутствие потерь от отражений и распространение радиоволн в свободном пространстве.

#### 2 Пример применения при городском коммерческом симметричном развертывании

Данная методика была применена к системе П-МП, развернутой в городском коммерческом окружении в симметричных полосах частот передачи между БС и АТ. Распределение с.э.и.и.м. получено для направления вверх, т. е. от АТ к БС.

##### 2.1 Параметры системы

Параметры UCS (городской коммерческой симметричной) системы показаны в таблице 1, с использованием образца для системы П-МП ВП-ФС.

ТАБЛИЦА 1  
Параметры UCS системы связи П-МП

Параметр	Значение	Единицы измерения
Конфигурация	П-МП	–
Передатчик	АТ	–
Диаграмма направленности антенны передатчика	Бессель	–
Максимальное усиление антенны передатчика	33,1	дБи
Высота расположения передатчика (над местностью): минимальная высота	Не указано	
максимальная высота	5	м
Количество сот	4	
Количество секторов в соте	4	–
Количество пользователей на сектор или количество передающих узлов	136	–
Местоположение пользователя в секторе	Случайное	–
Длина тракта: минимальная длина	Не указано	км
максимальная длина	1,4 км	км
Частота	43	ГГц
Эталонная ширина полосы частот $B$	1	МГц

ТАБЛИЦА 1 (окончание)

Параметр	Значение	Единицы измерения
Использование АРМП	Да	–
Максимальная мощность передатчика Max Tx	–30	дБ(Вт/МГц)
Минимальная мощность передатчика Min Tx	–70	дБ(Вт/МГц)
Номинальный уровень сигнала на входе приемника	–124,1	дБ(Вт/МГц)
Другие потери	1	дБ
Приемник	БС П-МП	–
Диаграмма направленности излучения антенны приемника	EN 301 215-C2	–
Максимальное усиление антенны приемника	15	дБи
Высота, на которой расположен приемник (над местностью):		
минимальная высота	не указано	м
максимальная высота	20	м

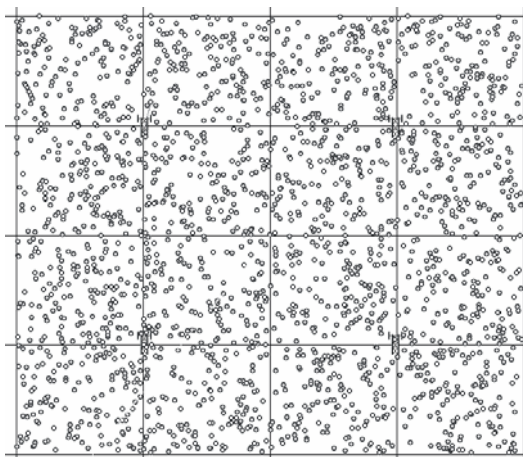
## 2.2 Модель развертывания

Станции UCS развернуты в пределах эталонной зоны, которая определена как фиксированная территория размером  $4 \times 4$  км. Согласно параметрам, определенным в таблице 1, в модели используется четыре соты (т. е. 4 базовые станции), каждая из которых состоит из 4 секторов в соте. В соте находится 136 пользователей.

На рисунке 1 показана модель UCS развертывания, а на рисунке 2 показано расположение контрольных пунктов на уровне горизонта, рассчитанных с помощью формулы (1) п. 2.2 Приложения 1.

РИСУНОК 1

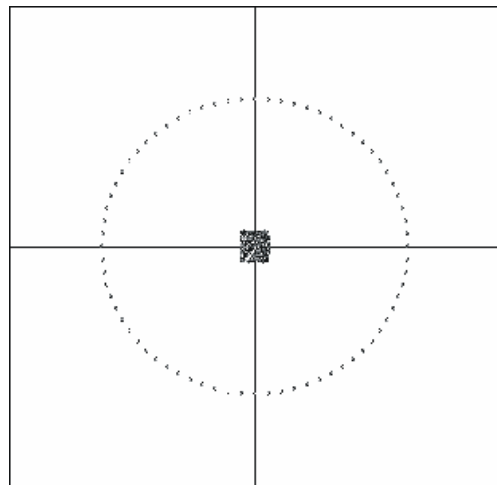
Пример UCS распределения



1760-03

РИСУНОК 2

Расположение контрольных пунктов на уровне горизонта



1760-04

### 2.3 Вычисление распределения с.э.и.и.м.

Для учета количества радиостволов, которые могут попасть в полосу частот приемной земной станции, были сделаны следующие корректировки алгоритма, приведенного в Приложении 1.

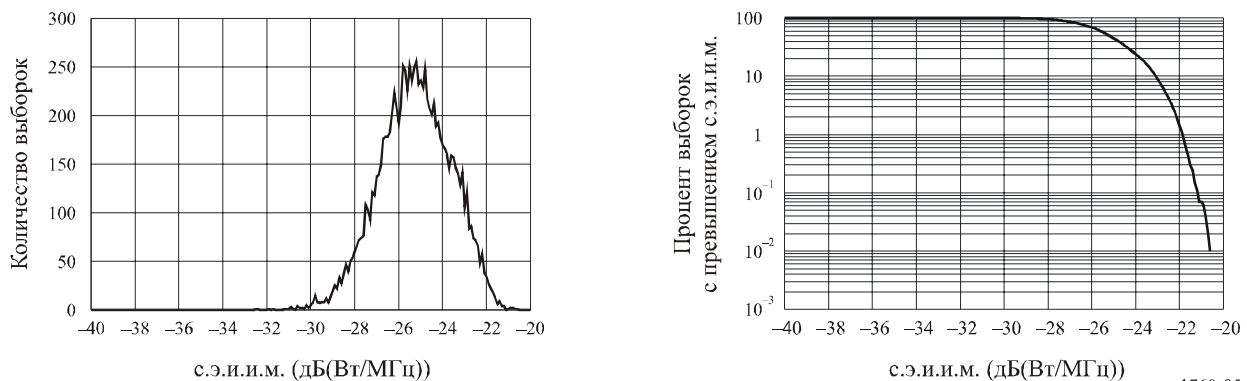
Ширина полосы частот земной станции:	1000 МГц
Ширина полосы частот линии вверх UL П-МП ВП-ФС:	28 МГц
Ширина полосы частот линии вниз DL П-МП ВП-ФС:	28 МГц
$N_{channels}$ :	17
Из уравнения (3):	
$Adj = 10 \log_{10}(17)$ :	12,3 дБ.

### 2.4 Результат применения методики

Гистограмма и интегральная функция распределения с.э.и.и.м. для развертывания UCS AT показаны на рисунке 3.

РИСУНОК 3

Гистограмма и CDF распределения для пользовательских терминалов UCS



1760-05