|  |
| --- |
| **Рекомендация МСЭ-R BT.1893**  **(05/2011)** |
| **Оценка ухудшения приема сигналов цифрового телевидения, вызванного работой ветродвигателя** |
| **Серия BT**  **Радиовещательная служба  (телевизионная)** |

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

|  |  |
| --- | --- |
| **Серии Рекомендаций МСЭ-R**  (Представлены также в онлайновой форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.) | |
| **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** | Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая 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 1 МСЭ-R.* |

*Электронная публикация*Женева, 2011 г.

© ITU 2011

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 BT.1893

Оценка ухудшения приема сигналов цифрового телевидения,   
вызванного работой ветродвигателя

(Вопрос МСЭ-R 69-1/6)

(2011)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации представлен метод оценки возможного ухудшения приема сигналов цифрового телевидения, вызванного ветродвигательной установкой, состоящей из одной машины.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В Рекомендации МСЭ-R BT.805 приведена "Оценка ухудшения приема сигналов аналогового телевидения, вызванного работой ветродвигателя".

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

a) что отражения сигнала от движущихся объектов, например лопастей ветродвигателя, могут существенно ухудшить прием сигналов цифрового телевидения;

b) что влияние этих отражений является весьма серьезным, поскольку вызванные ими искажения могут иметь практически постоянный характер и уменьшаться только тогда, когда ветродвигатель не вращается;

c) что необходим простой метод расчета возможных ухудшений, которые могут быть вызваны установкой любого планируемого ветродвигателя;

d) что в настоящее время ведутся исследования методов подавления отражений, и что эти методы могут позволить несколько уменьшить ухудшение, вызванное работой ветродвигателей;

e) что влияние отраженных сигналов на сигналы цифрового телевидения может быть различным;

f) что влияние отраженных сигналов может различаться в зависимости от систем цифровой модуляции;

g) что лопасти ветродвигателей, как правило, изготавливаются из композитных материалов, коэффициенты отражения которых отличаются от коэффициентов отражения металлов;

h) что конструкция лопастей ветродвигателей может включать дополнительные элементы, которые могут также оказывать влияние на сигналы телевидения;

j) что должно также учитываться рассеяние на опорах ветродвигателей;

k) что расположение ветродвигателей и их диаграммы рассеяния оказывают воздействие на степень ухудшения в вертикальной и горизонтальной плоскости;

l) что на диаграммы рассеяния оказывает воздействие количество ветродвигателей, расположенных в одном месте,

отмечая,

a)что в Отчете МСЭ-R BT.2142 представлен подробный анализ влияния рассеяния сигналов цифрового телевидения на ветродвигателях;

b)что приведенный в Приложении 1 метод является упрощенным вариантом метода полного анализа,

рекомендует,

**1** что для оценки возможных помех приему сигналов цифрового телевидения от одного ветродвигателя может использоваться метод, приведенный в Приложении 1,

далее рекомендует,

**1** что следует провести работу по совершенствованию упрощенной модели, приведенной в Приложении 1, чтобы, в частности, учесть рассеяние на опоре, влияние вращающихся лопастей и неметаллических материалов лопастей, а также диаграмму направленности рассеяния в вертикальной плоскости;

**2** что следует провести работу по изучению ухудшения, вызванного работой нескольких ветродвигателей;

**3** что следует изучить временные характеристики ухудшения, вызванного работой ветродвигателя.

Приложение 1  
  
Упрощенная модель ухудшения телевизионного приема,   
вызванного работой ветродвигателя

На рисунке 1 схематически изображена проблема, связанная с обратным рассеянием на ветродвигателе.

В любом месте приема *R* напряженность поля полезного сигнала составляет *FSR*. В месте расположения ветродвигателя *WT* напряженность этого поля составляет *FSWT*. Предполагается, что место приема находится на расстоянии *r* (м) от лопасти[[1]](#footnote-1) ветродвигателя. "Коэффициент рассеяния" ρ, который включает в себя потери распространения в свободном пространстве на трассе, проходящей от места расположения ветродвигателя до места приема, можно определить следующим образом:

,

где:



и:

: средняя ширина лопасти (м);

λ : длина волны (м);

*A*: площадь лопасти (м2);

θ0: угол падения сигнала на лопасть;

θ: угол рассеяния сигнала на лопасти.

Этот коэффициент рассеяния на лопасти, находящейся в вертикальном положении, принимает максимальное значение тогда, когда углы падения и рассеяния перпендикулярны лопасти, и имеет вид:

.

Рисунок 1



В случае распространения в свободном пространстве на трассе длиной *r* (м) между ветродвигателем и местом приема напряженность поля мешающего сигнала можно рассчитать следующим образом:

*FSWT* + 20 log ρ.

Коэффициент рассеяния ρ учитывает только рассеяние от лопастей. Следует отметить, что металлическая поддерживающая опора также приводит к существенному статическому обратному рассеянию. Прямое рассеяние на лопастях может быть значительным, однако оно имеет более низкую амплитуду, чем обратное рассеяние, и его сложнее рассчитать. Прямое рассеяние на опоре является минимальным. Кроме того, следует отметить, что при вращении лопастей диаграмма направленности рассеяния меняется по меньшей мере на 10 дБ. В том что касается полного анализа см. Отчет МСЭ‑R BT.2142.

Развязка за счет направленности приемной антенны как функция от угла  (как показано на рис. 1) приведена в Рекомендации МСЭ‑R BT.419, и ее следует применять для определения отношения полезного и мешающего сигналов в любом конкретном месте приема.

Пример использования данного метода приведен в Дополнении 1.

В Дополнении 2 представлено краткое руководство касательно воздействия на пороговые отношения *C*/*N* ситуаций, при которых ветродвигатели ухудшают качество сигнала в системах DVB‑T. Потребность в возможном увеличении порогового отношения *C*/*N* в зонах, затронутых влиянием ветродвигателей, представляет интерес для радиовещательных организаций, структур, занимающихся планированием систем, и администраций.

Дополнение 1  
к Приложению 1  
  
Пример использования упрощенного метода оценки

Определяется точка любого местоположения приемника, находящаяся неподалеку от места размещения планируемого ветродвигателя, как показано на рисунке 1 Приложения 1.

На первом этапе рассчитывается или, что предпочтительнее, измеряется значение напряженности поля *FSR* при различных местоположениях приемника.

По-видимому, нет необходимости расширять исследуемую зону более чем на 10 км от места размещения планируемого ветродвигателя (или мест размещения, если имеется несколько ветродвигателей). Однако в особых условиях, например, при наличии зданий, отгороженных от полезного передатчика, но расположенных в пределах прямой видимости до ветродвигателя, может потребоваться расширение этой зоны.

Далее рассчитывается или, что предпочтительнее, измеряется напряженность поля *FSWT* в месте размещения ветродвигателя, на высоте, соответствующей центру вращения лопастей.

Для каждой точки приема *R*:

– рассчитывается коэффициент отражения ρ на трассе между ветродвигателем и приемником;

– рассчитывается напряженность поля мешающего сигнала с использованием величины *FSWT* + 20 log ρ;

– рассчитывается напряженность поля полезного сигнала *FSR*;

– рассчитывается отношение полезного сигнала к мешающему с учетом развязки за счет направленности приемной антенны;

– с использованием информации, приведенной в Дополнении 2, оценивается возможное ухудшение приема сигнала цифрового телевидения в точке приема с учетом рассчитанного отношения полезного сигнала к мешающему.

Далее результаты этого исследования могут быть представлены в форме карты, показывающей зоны/точки, в которых может возникать ухудшение приема.

Следует отметить, что этот процесс оказывается более сложным, если в данном месте размещается несколько ветродвигателей, поскольку при этом в каждом месте приема возникает несколько возможных источников ухудшения. В Отчете МСЭ‑R BT.2142 приведен пример прогнозирования для крупного ветропарка.

Дополнение 2  
к Приложению 1  
  
Ухудшение, возникающее в системе DVB-T

В большинстве ситуаций, когда проводился анализ воздействия ветропарка на качество приема сигнала DVB‑T, полученные пороговые отношения *C*/*N* были близки по значению к расчетным отношениям в условиях отсутствия ветродвигателей. Точнее говоря, как представляется, в зоне переднего рассеяния на ветродвигателях качество приема сигнала DVB‑T не затрагивается. В случае зоны обратного рассеяния, в тех ситуациях, когда рассеянные на ветродвигателях сигналы имеют значительные амплитуду и изменчивость, пороговое отношение *C*/*N* для условия квазибезошибочной (QEF) работы является более высоким.

Более вероятно, что увеличение порогового отношения *C*/*N* происходит в том случае, если ветродвигатели расположены неподалеку от приемной антенны или вблизи телевизионного передатчика (менее чем в 2 км).

Обычно пороговое отношение *C*/*N* растет при увеличении амплитуды эхо-сигналов. Еще одним дополнительным фактором увеличения требуемого порога *C*/*N* является динамический характер многолучевости, обусловленной работой ветродвигателей. В зонах приема, в которых уровни прямого сигнала превышают уровни динамического многолучевого сигнала менее чем на 25 дБ, приращение пороговых отношений *C*/*N* для выполнения условия QEF может составлять до 8 дБ[[2]](#footnote-2).

В указанных выше ситуациях этот динамический многолучевый сигнал может вызывать проблемы при приеме сигнала DVB-T, особенно в случае приема, когда отсутствует прямая видимость до передатчика, но имеется прямая видимость до ветродвигателя.

В Отчете МСЭ-R BT.2142 (Приложение 3) содержится подробное разъяснение по данному вопросу.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. В рамках этого анализа предполагается, что лопасти ветродвигателя являются металлическими и имеют приблизительно треугольную форму. Однако, как правило, лопасти изготавливаются из стекловолокна или других композитных материалов. В результате этого потери отражения оказываются на 6–10 дБ ниже, чем потери для металлических лопастей. [↑](#footnote-ref-1)
2. Как отмечено в Отчете МСЭ-R BT.2142, эти наблюдения были выполнены для сигналов DVB-T, в которых использовались режим 8k, модуляция 64-QAM и скорость кодирования FEC 2/3. [↑](#footnote-ref-2)