



РЕГИОНАЛЬНОЕ СОДРУЖЕСТВО В ОБЛАСТИ СВЯЗИ

Комиссия РСС по регулированию
использования радиочастотного спектра и
спутниковых орбит

РГ РВ

Док. РГРВ/08/337
Приложение 7
к Док. РГ РВ/08/343
« 11 » апреля 2017 г.

Методические указания
по проведению измерений напряженности электромагнитного поля, создаваемого
станциями радиовещательной службы, для выявления непреднамеренных
радиопомех со стороны станций радиовещательной службы

2017 г.

Содержание

1. Основные положения	3
2. Перечень измеряемых параметров сигнала станции НЦТВ, требования к погрешности измерений	7
3. Состав и характеристики оборудования средств измерения и вспомогательного оборудования.....	7
4. Метод измерений	11
5. Условия выполнения измерений.....	11
6. Планирование проведения измерений.....	12
7. Подготовка к выполнению измерений	13
8. Порядок выполнения измерений.....	13
9. Выполнение измерений параметров принимаемого сигнала.....	16
10. Обработка результатов измерений.....	16
11. Представление результатов измерений.....	17
12. Составление донесения о помехах	17
Приложение А. Метод измерений напряженности электромагнитного поля сигнала DVB-T2	18
Приложение Б. Метод определения нормированной электрической составляющей напряженности электромагнитного поля сигналов станции НЦТВ и типа канала приема.....	21
Приложение В. Требуемые системой DVB-T минимальные медианные значения напряженности электромагнитного поля E_{med}.....	33
Приложение Г. Рекомендации по выбору малых зон и мест приема для проведения измерений параметров сигнала в одночастотной сети передающих станций наземного цифрового ТВ-вещания стандарта DVB-T2	54
Список использованных источников.....	68

1. Основные положения

1.1 Назначение и область применения

Настоящие методические указания предназначены для выработки администрациями связи стран-участниц РСС согласованных подходов и методов при проведении работ по измерению напряженности электромагнитного поля, создаваемого станциями радиовещательной службы (DVB-T/T2) в целях:

- выявления источников непреднамеренных радиопомех;
- проверки выполнения условий Соглашения «Женева-2006»;
- проверки выполнения условий международной координации новых частотных присвоений цифровой радиовещательной службы (двухсторонние и многосторонние соглашения);
- составления и направления донесения о вредных помехах;
- оперативного устранения непреднамеренных радиопомех.

1.2.1 В данной методике используются следующие термины:

полезная (исследуемая) станция – станция, для которой производится оценка условий приема в зоне обслуживания и по отношению к которой другие станции рассматриваются как источник помех;

полезное поле – электромагнитное поле, создаваемое полезной станцией;

мешающая станция – станция, которая при анализе ЭМС рассматривается как источник помех;

мешающее поле – электромагнитное поле, создаваемое мешающей станцией;

напряженность мешающего поля ($E_{\text{меш}}$, дБ(мкВ/м)) – это напряженность электромагнитного поля мешающего сигнала для 50% мест и для заданного процента времени от любого потенциального источника помех, к значению которой добавлено соответствующее защитное отношение в децибелах;

защитное отношение – минимальное значение отношения уровня полезного сигнала к уровню мешающего сигнала, обычно выражаемое в децибелах, при котором обеспечивается требуемое качество приёма (в необходимых случаях к защитному отношению применяется поправочный коэффициент на направленность приемной антенны и развязку по поляризации в децибелах, при наличии нескольких мешающих сигналов результирующая напряженность мешающего поля определяется методом расчета суммарной напряженности поля мешающих сигналов);

минимальная используемая напряженность поля ($E_{\min \text{ исп}}$, дБ(мкВ/м)) – минимальное значение напряженности поля, необходимое для обеспечения желаемого качества приема для заданных условий приема при наличии естественных или индустриальных шумов, но при условии отсутствия помех от других передающих станций (условия приема включают тип передачи и используемый диапазон частот, характеристики приемной аппаратуры (усиление, высота подвеса, направленность приемной антенны, характеристики приемника и т. д.), режимы работы приемника);

используемая напряженность поля ($E_{\text{исп}}$, дБ(мкВ/м)) – минимальное значение напряженности поля, необходимое для обеспечения желаемого качества приема для заданных условий приема при наличии естественных/индустриальных шумов и помех от других передающих станций;

минимальная медианная напряженность поля (E_{med} , дБ(мкВ/м)) – значение минимальной используемой напряженности поля, рассчитанное для 50% мест приема и 50% времени на высоте 10 м над уровнем земли;

цифровое выделение – это запись в плане, описывающая некую географическую зону, на территории которой обеспечивается цифровое вещание на определенном частотном канале, причем местоположение и характеристики передатчиков, обеспечивающих это покрытие, неизвестны;

цифровое присвоение – это запись в плане (протоколе координационной встречи), обозначающая передатчик с конкретными характеристиками

(известной излучаемой мощностью, высотой антенны и т.п.) и известным местоположением, которому присваивается определенный частотный канал;

Соглашение «Женева-2006» - региональное соглашение и приложения к нему вместе с соответствующими планами, составленными Региональной конференцией радиосвязи 2006 года по планированию цифровой наземной радиовещательной службы в Районе 1 (частях Района 1, расположенных к западу от меридиана 170° в. д. и к северу от параллели 40° ю. ш., за исключением территории Монголии) и в Исламской Республике Иран в полосах частот 174–230 МГц и 470–862 МГц (Женева, 2006 г.) (Соглашение);

зона обслуживания - зона, в пределах которой администрация имеет право требовать обеспечения согласованных условий защиты.

зона покрытия - зона покрытия радиовещательной станции или группы радиовещательных станций в случае одночастотной сети, представляет собой зону, в пределах которой величина полезной напряженности поля равна или превышает величину используемой напряженности поля, определенную для конкретных условий приема и для предусмотренного процента покрываемых местоположений приема.

малая зона – площадка размерами приблизительно 100 × 100 метров, выбранная на исследуемой территории для размещения на ней нескольких мест приема и получения усредненных (медианных) для данной зоны значений параметров ТВ-сигнала.

место приема – географическое местоположение с известными координатами, в котором осуществляется прием радиосигнала.

фиксированный прием – прием DVB-T/T2 сигнала на фиксированную направленную антенну, установленную:

- для приема в условиях городской застройки – на высоте не менее 2 м от уровня крыш зданий;
- для приема за городом (в сельской местности) – на высоте 10 м от уровня земли.

1.2.2 В методике используются следующие обозначения:

E_{i1} – значение измеренной за двухсекундный интервал времени напряженности электромагнитного поля полезного цифрового ТВ-сигнала в i -том месте приема;

E_{normi} – значение нормированной на канал Рэлея напряженности электромагнитного поля в i -том месте приема, вычисленное на основе результатов измерений E_{i1} и огибающей спектра;

E_{mpi} – медианное значение измеренной напряженности электромагнитного поля полезного цифрового ТВ-сигнала в i -том месте приема;

EID_{mpi} – медианное значение измеренной напряженности электромагнитного поля полезного цифрового ТВ-сигнала в i -том месте приема при ориентировании антенны в направлении передатчика с номером ID;

E_{mj} – медианное значение измеренной напряженности электромагнитного поля полезного цифрового ТВ-сигнала для j -той малой зоны;

$E_{med}(X\%)$ – минимальное медианное значение напряженности электромагнитного поля, необходимое для обеспечения вероятности охвата $X\%$ мест приема;

$E_{normmpi}$ – медианное значение нормированной на канал Рэлея напряженности электромагнитного поля в i -том месте приема, определяется с целью сопоставления измеренной напряженности поля с табличными значениями.

1.2.3 В методике использованы следующие сокращения:

C/N – Carrier/Noise (отношение несущая/шум);

РЭС – радиоэлектронное средство;

ФП – фиксированный приём;

ЭМС – электромагнитная совместимость;

DVB-T/T2 - Digital Video Broadcasting—(цифровое телевизионное вещание);

ETSI - European Telecommunications Standards Institute (Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций);

GPS – Global Positioning System (глобальная система навигации);

PLP – Physical Layer Pipe (физический уровень передачи);

QAM – Quadrature Amplitude Modulation (квадратурная амплитудная модуляция);

QPSK – Quadrature Phase Shift Keying (квадратурная фазовая манипуляция);

TS – Transport Stream (транспортный поток);

LBER – коэффициент ошибок по битам после декодера;

ГЛОНАСС – глобальная навигационная спутниковая система;

ИСЗ – искусственный спутник Земли;

KCBH – коэффициент стоячей волны по напряжению;

НЦТВ – наземное цифровое телевизионное вещание;

ОЧС – одночастотная сеть;

2. Перечень измеряемых параметров сигнала станции НЦТВ, требования к погрешности измерения

2.1 Для передающих станций наземного цифрового телевизионного вещания стандарта DVB-T/T2 для фиксированного приема в местах приема проводят измерения следующих параметров сигнала:

- напряженности электрической составляющей электромагнитного поля;
- огибающей спектра сигнала;

2.2 Погрешность измерений напряженности электрической составляющей электромагнитного поля не превышает 3 дБ [1].

3. Состав и характеристики средств измерения и вспомогательного оборудования

Для измерения параметров сигнала (полезной или мешающей) станций наземного цифрового ТВ вещания используется подвижный измерительный комплекс.

Технические данные оборудования подвижного измерительного комплекса приведены в таблице 1.

Таблица 1

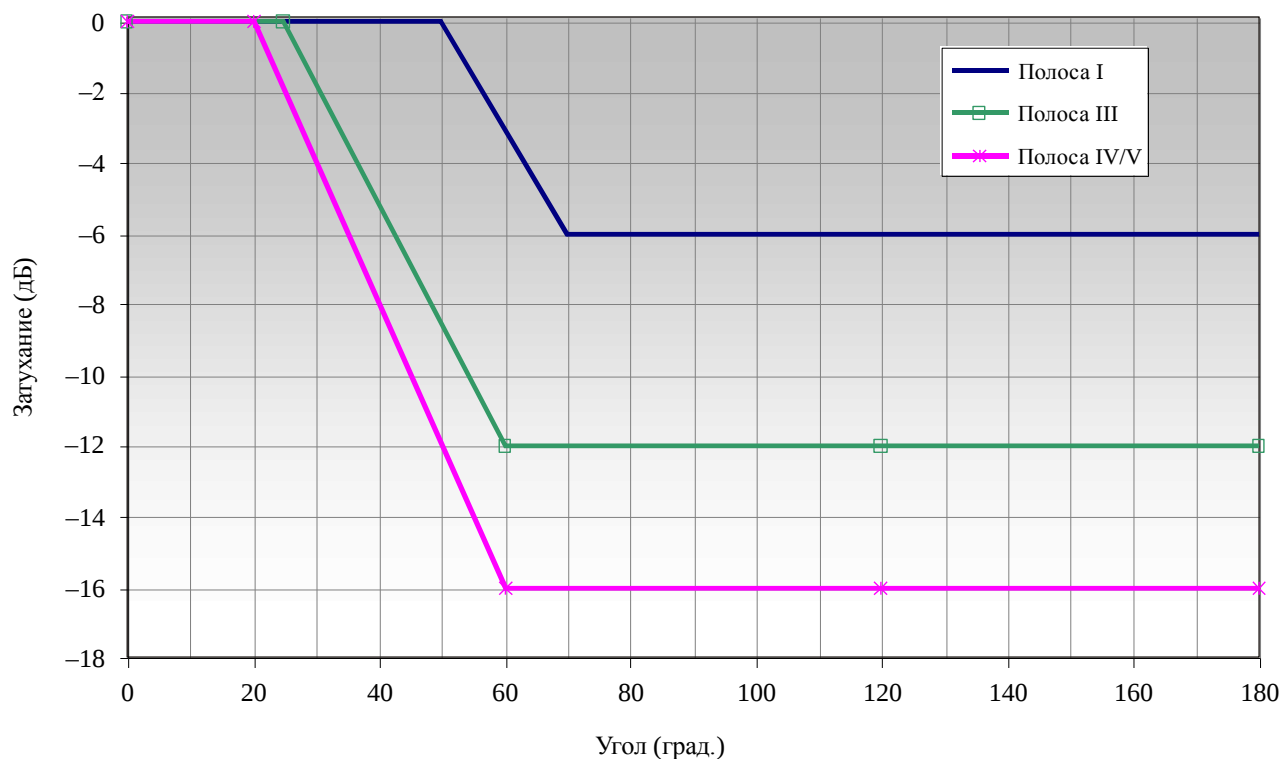
Наименование	Основные характеристики
Антенна пассивная направленная измерительная или калиброванная	Диапазон частот: от 174 до 862 МГц. КСВН: не более 2,5. Ширина диаграммы направленности в плоскостях Е и Н по уровню минус 3 дБ в рабочем диапазоне частот, град: от 40 до 25. Коэффициент усиления, не менее: – для III диапазона: 7 дБд; – для IV диапазона: 10 дБд; – для V диапазона: 12 дБд. Коэффициент защитного действия, не менее: – для III диапазона: 12 дБ; – для IV и V диапазона: 16 дБ. Поляризация: линейная. Погрешность калибровочного коэффициента $\pm 2,5$ дБ. Диаграмма направленности типовой направленной приемной антенны приведена на рисунке 1 [5].
Измерительный приемник DVB-T/T2 с функцией анализатора спектра	Функция анализатора спектра. Диапазон частот: от 5 до 1000 МГц. Верхняя граница диапазона установки полосы обзора: не менее 10 МГц. Диапазон установки полосы пропускания: от 1 до 300 кГц. Режим измерения мощности в канале. Погрешность измерения напряжения: не более $\pm 0,5$ дБ. Измерение параметров: LBER. Функция анализа эхо-сигналов. Интерфейс передачи данных в компьютер.
Калиброванные	Диапазон частот: от 5 до 1000 МГц.

Наименование	Основные характеристики
кабели снижения измерительных антенн	КСВН: не более 2,5. Затухание в кабеле (для фиксированного приема): – для III диапазона: не более 2 дБ; – для IV диапазона: не более 3 дБ; – для V диапазона: не более 5 дБ. Погрешность калибровочного коэффициента $\pm 0,5$ дБ.
Навигационный приемник глобальных навигационных спутниковых систем	Возможность работы с глобальными навигационными спутниковыми системами ГЛОНАСС и GPS. Интерфейс передачи данных в компьютер.
Компас	Цена деления, не более, 1°
Компьютер	Совместимость с измерительным оборудованием. Наличие установленного СПО для управления оборудованием, сбора и обработки результатов измерений.
Примечания 1 Допускается для перекрытия указанного в настоящей таблице диапазона частот и для соответствия указанным выше требованиям использовать несколько приборов (средств измерений), обеспечивающих требуемые параметры и точность измерения. 2 Измерительные приборы, используемые в настоящей методике, должны быть снабжены документами с отметками о результатах периодических проверок, подтверждающих их исправность и пригодность для проведения измерений.	

3.1. Диаграмма направленности антенны для фиксированного приема

Диаграмма направленности антенны характеризует относительный уровень на выходе антенны при приеме сигнала с разными углами. В Рекомендации МСЭ R BT.419 определена направленность стандартной антенны, используемой для фиксированного радиовещательного приема, которая показана на рисунке 1.

Для проведения измерений напряженности поля сигналов, создаваемых станциями радиовещательной службы (полезной или мешающей) следует использовать измерительную антенну, имеющую такую же направленность.



SM.1875-01

Рисунок 1 – Диаграмма направленности приемной направленной антенны

4. Метод измерения электрической составляющей напряженности электромагнитного поля станции НЦТВ

4.1 Метод измерения электрической составляющей напряженности электромагнитного поля станции НЦТВ стандарта DVB-T/T2 в месте приёма заключается в измерении анализатором спектра напряжения на выходе кабеля приёмной антенны с последующим расчётом значения электрической составляющей напряженности электромагнитного поля в соответствии с Приложением А.

4.2 Схема измерительной установки для выполнения измерений показана на рисунке 2.

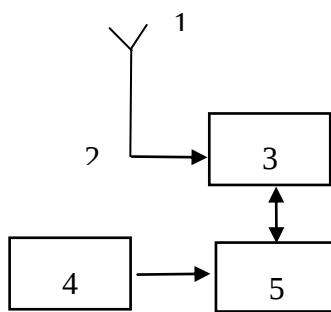


Рисунок 2 – Схема подключения оборудования при проведении измерений параметров сигнала станции НЦТВ стандарта DVB-T/T2 для фиксированного приема.

На Рис.2:

1 – направленная измерительная антенна; 2 – калиброванный кабель снижения приемной антенны; 3 – измерительный приемник DVB-T/T2 с функцией анализатора спектра; 4 – навигационный приемник; 5 – компьютер.

5. Условия выполнения измерений

5.1 При выполнении измерений условия применения оборудования должны соответствовать требованиям, указанным в технических документах на оборудование конкретного типа.

5.2 Средства измерений должны работать от сети переменного тока напряжением 220 В

5.3 Измерения выполняют при работе передатчиков станций НЦТВ (полезных) в штатном режиме, который предусмотрен в технических документах на радиопередатчик конкретного типа в соответствии Плану Женева-06 или протоколам координации (для вещающих).

5.4 Измерительная антенна должна располагаться в дальней зоне излучения антенны контролируемого передатчика на расстоянии R , определяемом по формуле

$$R \geq \frac{2D^2}{\lambda}, \quad (1)$$

где D – линейный размер апертуры антенны контролируемого передатчика в плоскости поляризации излучения; λ – длина волны излучения.

5.5 Место приема для выполнения измерений должно выбираться исходя из следующих условий:

- в месте приема должна обеспечиваться прямая видимость контролируемой передающей станции, при этом в азимутальном секторе $\pm 60^\circ$ в направлении на контролируемую станцию не должно быть высоких строений, которые могут переотражать сигналы контролируемой станции;
- место приема должно размещаться на открытой площадке без массивных токопроводящих сооружений, вдали от ЛЭП, железобетонных строений, лесных массивов и т.п.

5.6 Высота расположения измерительной антенны над земной поверхностью должна быть от 2 до 10 м. При проведении измерения на крышах зданий в местах расположения приемных антенн высота установки измерительной антенны должна быть не менее 2 м над кровлей.

6. Планирование проведения измерений

С целью проверки выполнения условий Соглашения «Женева-2006» и международной координации новых частотных присвоений цифровой радиовещательной службы (двухсторонние и многосторонние соглашения) планируют проведение измерений в согласованных сторонами точках размещения малых зон.

7. Подготовка к выполнению измерений

При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы:

7.1 Измерительное оборудование размещают в планируемом месте приема, удовлетворяющем условиям раздела 5.

7.2 Перед началом работы:

- проверяют комплектность оборудования согласно формуляру, наличие комплекта ЭД, наличие и срок действия свидетельств о поверке;

- подготавливают оборудование к проведению измерений согласно техническим документам на используемое оборудование и схемы, представленной на рисунке 2.

7.3 Подают на оборудование электропитание и выдерживают время до установления рабочего режима оборудования, указанного в технических документах на оборудование конкретного типа.

7.4 Осуществляют контроль работоспособности оборудования в порядке, указанном в технических документах на оборудование конкретного типа.

7.5 Проверяют выполнение условий, оговоренных в разделе 5.

Ориентацию измерительной (направленной) антенны в направлении контролируемого радиопередатчика проводят путем определения максимального уровня сигнала.

7.6 Если условия раздела 5 не выполняются, применяют антенны с большим коэффициентом усиления (при возможности), направленные антенны, обеспечивающие лучшую пространственную селекцию сигналов, либо увеличивают высоту подвеса измерительной антенны, или изменяют местоположение подвижного измерительного комплекса.

8. Порядок выполнения измерений

8.1 Для проведения измерений полезного и мешающего телевизионного сигнала используют подвижный измерительный комплекс, укомплектованный оборудованием согласно разделам 2 и 3 данной методики.

8.2 Подвижный измерительный комплекс перемещают в планируемую точку проведения измерений, в области которой выбирают малую зону.

8.3 В выбранной малой зоне намечают не менее 10 мест приема.

В условиях сельской местности или в условиях малоэтажной застройки приемную антенну устанавливают на мачту, ориентируют по поляризации и поднимают на высоту 10 м.

При многоэтажной застройке используется штатив с креплением для приемной антенны. Штатив устанавливают на крыше наиболее высокого дома в окрестностях выбранной малой зоны. К штативу крепится приемная антенна, после чего антенну ориентируют по поляризации и поднимают на высоту не менее 2 м над уровнем крыши.

8.4 В каждом месте приема записывают текущие координаты. Зная координаты исследуемой станции, по карте местности определяют азимут на исследуемую станцию НЦТВ (расчетный азимут прихода полезного сигнала).

8.5 Поворачивая антенну в горизонтальной плоскости, определяют направление прихода сигнала максимального уровня от исследуемой станции (полезного сигнала), наличие/отсутствие сигналов от других вещательных станций, наличие/отсутствие помех.

Азимут прихода сигнала определяют с помощью компаса. Для этого измеряют азимутальный угол, по которому направлена несущая стрела приемной антенны (траверса). Истинный (географический) азимут прихода сигнала определяют по формуле

$$A_{\text{и}} = A_{\text{м}} + \gamma + \Delta\psi, \quad (2)$$

где $A_{\text{и}}$ – истинный (географический) азимут прихода сигнала;

$A_{\text{м}}$ – измеренный по компасу магнитный азимут несущей стрелы приемной антенны (траверсы);

γ – склонение магнитной стрелки (магнитное склонение) – угол между истинным (географическим) и магнитным меридианами; магнитное склонение считается положительным, если северный конец магнитной стрелки

компаса отклонен к востоку от географического меридиана, и отрицательным – если к западу;

$\Delta\psi$ – угол в горизонтальной плоскости между направлением основного лепестка диаграммы направленности и несущей стрелой (траверсой) приемной антенны.

Если реальное значение азимута прихода полезного сигнала не совпадает с расчетным значением азимута на исследуемую ТВ-станцию (отклонение превышает $\pm 15^\circ$), то делают соответствующую запись в журнале измерений об аномальном направлении прихода сигнала. Дальнейшие измерения в данном месте приема не проводят, а измерительный комплекс перемещают в следующее место приема данной малой зоны, где повторяют процедуру проверки азимута прихода полезного сигнала с максимальным уровнем.

8.7 В каждом месте приема, где не выявлено присутствие помеховых сигналов и азимут прихода полезного сигнала совпадает с расчетным (в пределах $\pm 15^\circ$), устанавливают приемную антенну в направлении прихода сигнала с максимальным уровнем, после чего выполняют измерения параметров принимаемого сигнала в соответствии с разделом 9. Результаты измерений сохраняют для дальнейшей обработки.

8.8 Если в малой зоне не выполняются условия приёма, то измерения выполняются в следующей малой зоне. Расстояние между малыми зонами должно быть не менее 500 м.

8.9 В случае значительных помех от мешающих передатчиков, работающих по совмещенному или соседнему каналу, также измеряется напряженность поля мешающего сигнала согласно процедуре, описанной выше. Если невозможно достичь разнесения сигналов полезного и мешающего передатчиков или если сигнал полезного передатчика слишком сильный, может потребоваться отключение этого передатчика на время измерений.

8.10 В соответствии с планом проведения измерений выполняют действия по п. 8.1 - 8.8 в каждой из последующих малых зон.

8.11 Обработку результатов измерений параметров производят в соответствии с разделом 10.

8.12 Рекомендации по планированию проведения измерений описаны в Приложение Г.

9. Выполнение измерений параметров принимаемого сигнала

9.1 В каждом месте приема в течение 60 секунд в соответствии с приложением А и документацией на используемое оборудование в каждом 2-х секундном интервале проводят измерение напряженности электрической составляющей электромагнитного поля E_{ni} и записывают огибающую спектра сигнала.

9.2 Вычисляют в соответствии с приложением Б нормированную напряженность поля $E_{ni}^{норм}$. По 30-ти полученным значениям E_{ni} и $E_{ni}^{норм}$ определяют медианное значение измеренной и нормированной напряженности электрической составляющей электромагнитного поля E_{mpi} и $E_{mpi}^{норм}$ в данном месте приема.

10. Обработка результатов измерений

10.1 Экспериментально полученное медианное значение $E_{mpi}^{норм}$ каждого места приема сравнивается с минимальной медианной напряженностью поля E_{med} (X%) (приложение В). Если $E_{mpi}^{норм} \geq E_{med}(X\%)$, то считается, что это место приема принадлежит зоне покрытия.

10.2 Принадлежность малой зоны зоне обслуживания определяется большинством мест приема в данной малой зоне, принадлежащих/не принадлежащих зоне обслуживания. Малую зону, принадлежащую зоне обслуживания, помечают зеленым цветом, не принадлежащую зоне обслуживания – красным цветом (рисунок 4).

10.3 В результате выполнения измерений во всех местах приема каждой малой зоны получают ряд, состоящий из n численных значений нормированной напряженности электрической составляющей электромагнитного поля – по количеству мест приема в малой зоне:

$$E_{мп1}^{норм}; E_{мп2}^{норм}; E_{мп3}^{норм}; E_{мп4}^{норм}; \dots E_{мпn}^{норм}.$$

Методом попарного последовательного отбрасывания наибольшего и

наименьшего значений [8] определяют медианное значение нормированной напряженности электромагнитного поля для каждой малой зоны $E_{мзj}^{норм}$.

По условиям Соглашения «Женева-2006» для использованной эталонной конфигурации планирования (RPC2 RN2) для 95% мест приема поле помехи на границе зоны выделения не должно превышать величину:

- 35 дБ мкВ/м + 30*Log(Фисп./200) для диапазона частот 174-230 МГц;

- 46 дБ мкВ/м + 30*Log(Фисп./650) для диапазона частот 470-862 МГц,

где:

Фисп. - центральная частота используемого телевизионного канала, МГц.

А также могут применяться другие критерии оценки мешающего воздействия при условии наличия соответствующих соглашений между администрациями стран членов РСС.

11. Представление результатов измерений

По результатам измерения параметров сигнала станций НЦТВ в малых зонах составляется протокол измерений.

12. Составление донесения о помехах

В случае инструментального подтверждения наличия помех приему полезных сигналов DVB-T/T2, описанного в разделе 4 настоящего документа, затронутая Администрация связи направляет в адрес другой Администрации связи донесение о помехах для принятия оперативных мер по их устранению.

В донесении о помехах в обязательном порядке указываются:

- 1) радиочастотный канал, подверженный помехам;
- 2) точные координаты места выявления помех (WGS84);
- 3) высота места выявления помех над уровнем моря (метр);
- 4) величина напряженности поля мешающего сигнала (дБ мкВ/м);
- 5) величина напряженности поля полезного сигнала (дБ мкВ/м);
- 6) направление прихода максимального уровня мешающего сигнала (азимут в град.);
- 7) сведения об использованных средствах измерений.

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ
СИГНАЛА DVB-T2

А.1 Измерения напряженности электромагнитного поля сигнала DVB-T2 для фиксированного приема должны проводиться на соответствующей измерительной установке (см. раздел 2.).

А.2 Измерительная антенна должна располагаться в дальней зоне излучения антенны станции НЦТВ на расстоянии R , определяемом по формуле (1) раздела 5.

А.3 В соответствии с руководством по эксплуатации на измерительный прибор устанавливаются следующие параметры:

- центральная частота, F_c (FREQ) – равная номинальной центральной частоте ТВ-канала;
- полоса обзора (SPAN) – от 8 до 10 МГц;
- полоса пропускания (RBW) – в пределах от 30 до 100 кГц;
- тип фильтра полосы пропускания (RBW) – нормальный (Normal);
- полоса видео фильтра (VBW=3 RBW) – в пределах от 100 до 300 кГц;
- период развертки (Sweep time): для фиксированного приема: – 2 с;
- детектор – среднеквадратический (RMS);
- режим отображения (TRACE) – “очистить/записать” (Clear/Write);
- единица отображения результата измерения (Unit) – дБ (отн. 1 мкВ).

А.4 Выбирается режим измерения мощности в канале (Power channel) и устанавливается ширина полосы канала (Channel bandwidth), равная (для ТВ-канала с номинальной полосой частот 8 МГц):

- 7,77 МГц - для режимов 16k, 32k с расширенным спектром (extended);
- 7,71 МГц - для режимов для режима 8k с расширенным спектром (extended);
- 7,61 МГц – для остальных режимов.

А.5 В соответствии с руководством по эксплуатации выполняется процедура измерений напряжения сигнала $U_{изм}$ в дБ (отн. 1 мкВ).

А.6 Электрическую составляющую E_n напряженности электромагнитного поля рассчитывается по формуле:

$$E_n = U_{изм} + K_k, \quad (A.1)$$

где:

E_n - электрическая составляющая напряженности электромагнитного поля, дБ (отн.1 мкВ/м);

$U_{изм}$ - измеренное значение напряжения, дБ (отн. 1 мкВ);

K_k - коэффициент калибровки измерительной антенны совместно со штатным кабелем на частоте излучения, дБ (отн. 1/м).

А.7 Погрешность результата измерений электрической составляющей E напряженности электромагнитного поля определяется по формуле

$$\Delta = \sqrt{\theta_1^2 + \theta_2^2} \quad (A.2)$$

где θ_1 – погрешность анализатора спектра при измерении напряжения;

θ_2 – погрешность калибровочного коэффициента измерительной антенны (антенной установки совместно со штатным кабелем).

Значения погрешностей θ_1 и θ_2 берутся из технических документов на анализатор спектра и измерительную антенну соответственно.

Погрешность результата измерений электрической составляющей напряженности электромагнитного поля станции НЦТВ стандарта DVB-T2 должна соответствовать требованиям раздела 2.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ
СИГНАЛОВ СТАНЦИИ НЦТВ
И ТИПА КАНАЛА ПРИЕМА

Б.1 Определение нормированной электрической составляющей $E_{и}^{норм}$ напряженности электромагнитного поля

Нормированная электрическая составляющая $E_{и}^{норм}$ напряженности электромагнитного поля сигналов станции НЦТВ в месте приема определяются следующим образом [5]:

- в месте приема параллельно с измерением напряжения сигнала $U_{изм}$ на входе измерительного приемника осуществляется запись огибающей спектра сигнала;
- вычисляется стандартное отклонение огибающей спектра (σ_{sp}) сигнала на интервале частот от $F_c - 3,8$ МГц до $F_c + 3,8$ МГц по формуле:

$$\sigma_{sp} = \sqrt{\frac{(P_1 - \mu)^2 + (P_2 - \mu)^2 + \dots (P_n - \mu)^2}{n - 1}}, \quad (Б.1)$$

где:

n – количество отсчетов на интервале частот от $F_c - 3,8$ МГц до $F_c + 3,8$ МГц (F_c – центральная частота ТВ-канала),

$P_1 \dots P_n$ – значения отсчетов в спектре сигнала,

$\mu = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots P_n}{n}$ – среднее арифметическое значение;

- в соответствии с Приложением А (п. А.6) рассчитывается величина электрической составляющей $E_{и}$ напряженности электромагнитного поля;
- определяется поправочный коэффициент C_{σ} по формуле:

$$C_{\sigma} = \frac{C/N_{Rayleigh} - C/N_{Gauss}}{2} \cdot (\sigma_{sp} - 3), \quad (Б.2)$$

где: $C/N_{Rayleigh}$ и C/N_{Gauss} – значения C/N , приведенные в Таблицах Б.2-Б.7, соответственно для каналов приема Гаусса и Рэлея;

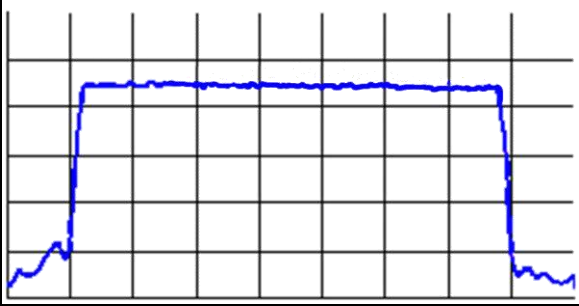
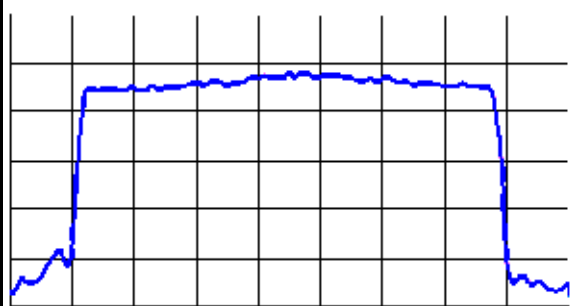
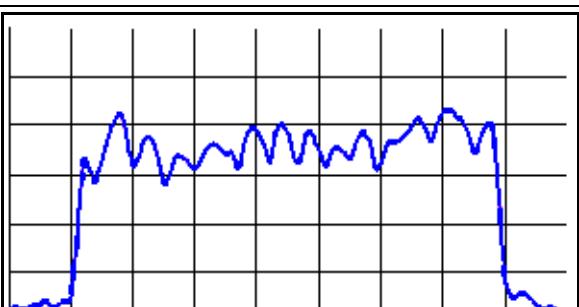
- вычисляется нормированная электрическая составляющая $E_{и}^{норм}$ напряженности электромагнитного поля сигналов радиопередатчика станции НЦТВ по формуле:

$$E_{и}^{норм} = E_{и} - C_{\sigma}. \quad (Б.3)$$

Б.2 Определение типа канала приема

Тип канала приема в зависимости от полученного значения параметра σ_{sp} определяется в соответствии с таблицей Б.1.

Таблица Б.1 – Тип канала приема.

Наименование типа канала приема	Значение σ_{sp}	Вид спектра
канал Гаусса	от 0 до 1 дБ включительно	
канал Райса	от 1 до 3 дБ	
канал Рэлея	Больше или равно 3 дБ	

Б.3 Требуемые системой DVB-T/T2 значения параметра C/N

Б.3.1 Требуемые системой DVB-T значения параметра C/N

В таблицах Б.2 - Б.4 даны минимальные значения параметра C/N (дБ), требуемые системой DVB-T (значения при которых достигаются $BER = 2 \times 10^{-4}$ после декодера Витерби) [4], [5].

Таблица Б.2 – Требуемые системой DVB-T минимальные значения C/N для неиерархического режима передачи. C/N, дБ

		C/N, дБ		
Модуляция	Кодовая скорость	Канал Гаусса	Канал Райса	Канал Рэля
QPSK	1/2	3,5	4,1	5,9
QPSK	2/3	5,3	6,1	9,6
QPSK	3/4	6,3	7,2	12,4
QPSK	5/6	7,3	8,5	15,6
QPSK	7/8	7,9	9,2	17,5
16-QAM	1/2	9,3	9,8	11,8
16-QAM	2/3	11,4	12,1	15,3
16-QAM	3/4	12,6	13,4	18,1
16-QAM	5/6	13,8	14,8	21,3
16-QAM	7/8	14,4	15,7	23,6
64-QAM	1/2	13,8	14,3	16,4
64-QAM	2/3	16,7	17,3	20,3
64-QAM	3/4	18,2	18,9	23,0
64-QAM	5/6	19,4	20,4	26,2
64-QAM	7/8	20,2	21,3	28,6

Таблица Б.3 – Требуемые системой DVB-T минимальные значения C/N для иерархического режима передачи QPSK в 16QAM.

Модуляция	Кодовая скорость	C/N, дБ		
		Канал Гаусса	Канал Райса	Канал Рэля
QPSK В 16-QAM ($\alpha = 2$)	1/2	5,1	5,6	7,7
	2/3	7,3	8,0	11,4
	3/4	8,6	9,5	14,2
	1/2	13,5	14,1	15,9
	2/3	15,3	16,1	19,5
	3/4	16,3	17,2	22,4
	5/6	17,3	18,5	25,5
	7/8	17,9	19,2	28,2
QPSK В 16-QAM ($\alpha = 4$)	1/2	4,1	4,6	6,6
	2/3	6,0	6,8	10,3
	3/4	7,1	8,1	13,1
	1/2	17,7	18,2	20,1
	2/3	19,4	20,2	23,6
	3/4	20,4	21,4	26,5
	5/6	21,4	22,6	29,7
	7/8	22,0	23,4	32,3

Таблица Б.4 – Требуемые системой DVB-T минимальные значения C/N для иерархического режима передачи QPSK в 64QAM.

Модуляция	Кодовая скорость	C/N, дБ		
		Канал Гаусса	Канал Райса	Канал Рэля
QPSK в 64-QAM ($\alpha = 1$)	1/2	8,5	9,1	11,8
	2/3	12,5	13,1	16,4
	3/4	15,0	15,6	19,3
	1/2	15,5	16,0	18,1
	2/3	17,6	18,3	21,6
	3/4	18,8	19,7	24,4
	5/6	20,0	21,1	27,6
	7/8	20,7	21,9	29,7
QPSK в 64-QAM ($\alpha = 2$)	1/2	6,5	7,1	9,4
	2/3	9,3	10,1	13,5
	3/4	11,1	11,9	16,3
	1/2	17,1	17,6	19,6
	2/3	19,2	19,9	23,1
	3/4	20,4	21,2	25,9
	5/6	21,6	22,6	29,1
	7/8	22,2	23,4	31,2

Б.3. 2 Требуемые системой DVB-T2 значения параметра C/N

В таблицах Б.5 - Б.10 даны минимальные значения параметра C/N (дБ), требуемые системой DVB-T2 (значения при которых достигаются $\text{LBER} = 10^{-7}$ после декодера LDPC) [9,11,12].

Таблица Б.5 – Итоговые значения C/N для канала Гаусса для блока LDPC длиной 64 800 бит

Модуляция	Кодовая скорость	Итоговые значения C/N для различных значений PP (Pilot Pattern), дБ				
		PP1, PP2	PP3, PP4	PP5, PP6	PP7	PP8
QPSK	1/2	3,5	3,1	2,6	2,4	2,5
QPSK	3/5	4,7	4,3	3,8	3,6	3,7
QPSK	2/3	5,6	5,2	4,7	4,5	4,6
QPSK	3/4	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6
QPSK	4/5	7,2	6,8	6,3	6,1	6,2
QPSK	5/6	7,7	7,3	6,8	6,6	6,7
16-QAM	1/2	8,7	8,3	7,8	7,6	7,7
16-QAM	3/5	10,1	9,7	9,2	9	9,1
16-QAM	2/3	11,4	11	10,5	10,3	10,4
16-QAM	3/4	12,5	12,1	11,6	11,4	11,5
16-QAM	4/5	13,3	12,9	12,4	12,2	12,3
16-QAM	5/6	13,8	13,4	12,9	12,7	12,8
64-QAM	1/2	13	12,6	12,1	11,9	12
64-QAM	3/5	14,8	14,4	13,9	13,7	13,8
64-QAM	2/3	16,2	15,8	15,3	15,1	15,2
64-QAM	3/4	17,7	17,3	16,8	16,6	16,7
64-QAM	4/5	18,8	18,3	17,8	17,6	17,7
64-QAM	5/6	19,4	19	18,4	18,2	18,3
256-QAM	1/2	17	16,6	16,1	15,9	16
256-QAM	3/5	19,4	19	18,4	18,2	18,3
256-QAM	2/3	20,9	20,4	19,9	19,7	19,8
256-QAM	3/4	23	22,5	22	21,7	21,9
256-QAM	4/5	24,4	23,9	23,4	23,2	23,3
256-QAM	5/6	25,3	24,7	24,2	23,9	24,1

Таблица Б.6 – Итоговые значения C/N для канала Гаусса для блока LDPC длиной 16 200 бит

Модуляция	Кодовая скорость	Итоговые значения C/N для различных значений PP (Pilot Pattern), дБ				
		PP1, PP2	PP3, PP4	PP5, PP6	PP7	PP8
QPSK	1/2	3,2	2,8	2,3	2,1	2,2
QPSK	3/5	5	4,6	4,1	3,9	4
QPSK	2/3	5,9	5,5	5	4,8	4,9
QPSK	3/4	6,8	6,4	5,9	5,7	5,8
QPSK	4/5	7,4	7	6,5	6,3	6,4
QPSK	5/6	8	7,6	7,1	6,9	7
16-QAM	1/2	8	7,6	7,1	6,9	7
16-QAM	3/5	10,4	10	9,5	9,3	9,4
16-QAM	2/3	11,6	11,2	10,7	10,5	10,6
16-QAM	3/4	12,8	12,4	11,9	11,7	11,8
16-QAM	4/5	13,6	13,2	12,7	12,5	12,6
16-QAM	5/6	14,2	13,8	13,3	13,1	13,2
64-QAM	1/2	11,7	11,3	10,8	10,6	10,7
64-QAM	3/5	14,8	14,4	13,9	13,7	13,8
64-QAM	2/3	16,4	16	15,5	15,3	15,4
64-QAM	3/4	18,1	17,7	17,2	17	17,1
64-QAM	4/5	19,1	18,7	18,1	17,9	18
64-QAM	5/6	19,8	19,4	18,9	18,7	18,8
256-QAM	1/2	15,2	14,7	14,2	14	14,1
256-QAM	3/5	19,6	19,2	18,7	18,4	18,5
256-QAM	2/3	20,9	20,4	19,9	19,7	19,8
256-QAM	3/4	23,3	22,8	22,3	22,1	22,2
256-QAM	4/5	24,7	24,3	23,7	23,5	23,6
256-QAM	5/6	25,7	25,3	24,6	24,4	24,5

Таблица Б.7 – Итоговые значения C/N для канала Райса для блока LDPC длиной 64 800 бит

Модуляция	Кодовая скорость	Итоговые значения C/N для различных значений PP (Pilot Pattern), дБ				
		PP1, PP2	PP3, PP4	PP5, PP6	PP7	PP8
QPSK	1/2	3,7	3,3	2,8	2,6	2,7
QPSK	3/5	4,9	4,5	4	3,8	3,9
QPSK	2/3	5,9	5,5	5	4,8	4,9
QPSK	3/4	6,9	6,5	6	5,8	5,9
QPSK	4/5	7,5	7,1	6,6	6,4	6,5
QPSK	5/6	8,1	7,7	7,2	7	7,1
16-QAM	1/2	8,9	8,5	8	7,8	7,9
16-QAM	3/5	10,3	9,9	9,4	9,2	9,3
16-QAM	2/3	11,6	11,2	10,7	10,5	10,6
16-QAM	3/4	12,9	12,5	12	11,8	11,9
16-QAM	4/5	13,7	13,3	12,8	12,6	12,7
16-QAM	5/6	14,2	13,8	13,3	13,1	13,2
64-QAM	1/2	13,3	12,9	12,4	12,2	12,3
64-QAM	3/5	15,2	14,7	14,2	14	14,1
64-QAM	2/3	16,5	16,1	15,6	15,4	15,5
64-QAM	3/4	18	17,6	17,1	16,9	17
64-QAM	4/5	19,3	18,9	18,3	18,1	18,2
64-QAM	5/6	19,8	19,4	18,9	18,7	18,8
256-QAM	1/2	17,4	17	16,5	16,3	16,4
256-QAM	3/5	19,6	19,2	18,7	18,4	18,5
256-QAM	2/3	21,2	20,8	20,2	20	20,1
256-QAM	3/4	23,3	22,8	22,3	22,1	22,2
256-QAM	4/5	24,8	24,4	23,8	23,6	23,7
256-QAM	5/6	25,7	25,3	24,6	24,4	24,5

Таблица Б.8 – Итоговые значения C/N для канала Райса для блока LDPC длиной 16 200 бит

Модуляция	Кодовая скорость	Итоговые значения C/N для различных значений PP (Pilot Pattern), дБ				
		PP1, PP2	PP3, PP4	PP5, PP6	PP7	PP8
QPSK	1/2	3,4	3	2,5	2,3	2,4
QPSK	3/5	5,2	4,8	4,3	4,1	4,2
QPSK	2/3	6,2	5,8	5,3	5,1	5,2
QPSK	3/4	7,1	6,7	6,2	6	6,1
QPSK	4/5	7,7	7,3	6,8	6,6	6,7
QPSK	5/6	8,4	8	7,5	7,3	7,4
16-QAM	1/2	8,2	7,8	7,3	7,1	7,2
16-QAM	3/5	10,6	10,2	9,7	9,5	9,6
16-QAM	2/3	11,8	11,4	10,9	10,7	10,8
16-QAM	3/4	13,2	12,8	12,3	12,1	12,2
16-QAM	4/5	14	13,6	13,1	12,9	13
16-QAM	5/6	14,6	14,2	13,7	13,5	13,6
64-QAM	1/2	12	11,6	11,1	10,9	11
64-QAM	3/5	15,2	14,7	14,2	14	14,1
64-QAM	2/3	16,7	16,3	15,8	15,6	15,7
64-QAM	3/4	18,4	18	17,5	17,3	17,4
64-QAM	4/5	19,6	19,2	18,7	18,4	18,5
64-QAM	5/6	20,2	19,8	19,3	19,1	19,2
256-QAM	1/2	15,6	15,2	14,6	14,4	14,5
256-QAM	3/5	19,8	19,4	18,9	18,7	18,8
256-QAM	2/3	21,2	20,8	20,2	20	20,1
256-QAM	3/4	23,6	23,2	22,6	22,4	22,5
256-QAM	4/5	25,3	24,7	24,2	23,9	24,1
256-QAM	5/6	26,1	25,7	25	24,8	24,9

Таблица Б.9 – Итоговые значения C/N для канала Рэлея для блока LDPC длиной 64 800 бит

Модуляция	Кодовая скорость	Итоговые значения C/N для различных значений PP (Pilot Pattern), дБ				
		PP1, PP2	PP3, PP4	PP5, PP6	PP7	PP8
QPSK	1/2	4,5	4,1	3,6	3,4	3,5
QPSK	3/5	6	5,6	5,1	4,9	5
QPSK	2/3	7,4	7	6,5	6,3	6,4
QPSK	3/4	8,7	8,3	7,8	7,6	7,7
QPSK	4/5	9,6	9,2	8,7	8,5	8,6
QPSK	5/6	10,4	10	9,5	9,3	9,4
16-QAM	1/2	10,2	9,8	9,3	9,1	9,2
16-QAM	3/5	11,8	11,4	10,9	10,7	10,8
16-QAM	2/3	13,3	12,9	12,4	12,2	12,3
16-QAM	3/4	14,9	14,5	14	13,8	13,9
16-QAM	4/5	16,2	15,8	15,3	15,1	15,2
16-QAM	5/6	17	16,6	16,1	15,9	16
64-QAM	1/2	15,1	14,6	14,1	13,9	14
64-QAM	3/5	16,9	16,5	16	15,8	15,9
64-QAM	2/3	18,3	17,9	17,4	17,2	17,3
64-QAM	3/4	20,4	20	19,5	19,3	19,4
64-QAM	4/5	22,1	21,6	21,1	20,9	21
64-QAM	5/6	23,1	22,6	22,1	21,9	22
256-QAM	1/2	19,5	19,1	18,5	18,3	18,4
256-QAM	3/5	21,7	21,3	20,8	20,5	20,6
256-QAM	2/3	23,4	23	22,4	22,2	22,3
256-QAM	3/4	25,9	25,5	24,8	24,6	24,7
256-QAM	4/5	28,1	27,4	26,9	26,7	26,8
256-QAM	5/6	29,6	29,2	28,3	28,1	28,2

Таблица Б.10 – Итоговые значения C/N для канала Рэлея для блока LDPC длиной 16 200 бит

Модуляция	Кодовая скорость	Итоговые значения C/N для различных значений PP (Pilot Pattern), дБ				
		PP1, PP2	PP3, PP4	PP5, PP6	PP7	PP8
QPSK	1/2	4,2	3,8	3,3	3,1	3,2
QPSK	3/5	6,3	5,9	5,4	5,2	5,3
QPSK	2/3	7,7	7,3	6,8	6,6	6,7
QPSK	3/4	8,9	8,5	8	7,8	7,9
QPSK	4/5	9,8	9,4	8,9	8,7	8,8
QPSK	5/6	10,7	10,3	9,8	9,6	9,7
16-QAM	1/2	9,5	9,1	8,6	8,4	8,5
16-QAM	3/5	12,1	11,7	11,2	11	11,1
16-QAM	2/3	13,5	13,1	12,6	12,4	12,5
16-QAM	3/4	15,3	14,8	14,3	14,1	14,2
16-QAM	4/5	16,5	16,1	15,6	15,4	15,5
16-QAM	5/6	17,4	17	16,5	16,3	16,4
64-QAM	1/2	13,7	13,3	12,8	12,6	12,7
64-QAM	3/5	16,9	16,5	16	15,8	15,9
64-QAM	2/3	18,5	18,1	17,6	17,4	17,5
64-QAM	3/4	20,9	20,4	19,9	19,7	19,8
64-QAM	4/5	22,4	22	21,4	21,2	21,3
64-QAM	5/6	23,5	23,1	22,5	22,3	22,4
256-QAM	1/2	17,6	17,2	16,7	16,5	16,6
256-QAM	3/5	22	21,5	21	20,8	20,9
256-QAM	2/3	23,4	23	22,4	22,2	22,3
256-QAM	3/4	26,2	25,8	25,3	24,9	25
256-QAM	4/5	28,4	28	27,2	27	27,1
256-QAM	5/6	30	29,6	28,7	28,5	28,6

ТРЕБУЕМЫЕ СИСТЕМОЙ DVB-T/T2
МИНИМАЛЬНЫЕ МЕДИАННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ E_{med}

В.1 Минимальная медианная напряженность поля, требуемая системой DVB-T

В1.1 Минимальная медианная напряженность поля для вероятности охвата мест: 50%, 70% и 95%

Минимальная медианная напряженность поля для вероятности охвата мест: 50%, 70% и 95% приведена в Таблицах В.1-В.9. Для расчета иного процента охвата местоположений необходимо воспользоваться таблицами и формулами, приведенными в п. В.2– В.7.

Таблица В.1 – Минимальная медианная напряженность поля E_{med} в дБ (отн. 1 мкВ/м) для вероятности охвата мест: 50%, 70% и 95%, требуемая системой DVB-T в местах приема в случае неиерархического режима передачи для фиксированного приема (тип канала приема – канал Рэлея).

Моду- ляция	CR	C/N, дБ	Фиксированный прием								
			200 МГц			500 МГц			800 МГц		
			50%	70%	95%	50%	70%	95%	50%	70%	95%
QPSK	1/2	5,9	24,9	27,8	33,9	29,9	32,8	38,9	33,9	36,8	42,9
QPSK	2/3	9,6	28,6	31,5	37,6	33,6	36,5	42,6	37,6	40,5	46,6
QPSK	3/4	12,4	31,4	34,3	40,4	36,4	39,3	45,4	40,4	43,3	49,4
QPSK	5/6	15,6	34,6	37,5	43,6	39,6	42,5	48,6	43,6	46,5	52,6
QPSK	7/8	17,5	36,5	39,4	45,5	41,5	44,4	50,5	45,5	48,4	54,5
16QAM	1/2	11,8	30,8	33,7	39,8	35,8	38,7	44,8	39,8	42,7	48,8
16QAM	2/3	15,3	34,3	37,2	43,3	39,3	42,2	48,3	43,3	46,2	52,3
16QAM	3/4	18,1	37,1	40,0	46,1	42,1	45,0	51,1	46,1	49,0	55,1
16QAM	5/6	21,3	40,3	43,2	49,3	45,3	48,2	54,3	49,3	52,2	58,3
16QAM	7/8	23,6	42,6	45,5	51,6	47,6	50,5	56,6	51,6	54,5	60,6
64QAM	1/2	16,4	35,4	38,3	44,4	40,4	43,3	49,4	44,4	47,3	53,4
64QAM	2/3	20,3	39,3	42,2	48,3	44,3	47,2	53,3	48,3	51,2	57,3
64QAM	3/4	23	42	44,9	51,0	47	49,9	56,0	51	53,9	60,0
64QAM	5/6	26,2	45,2	48,1	54,2	50,2	53,1	59,2	54,2	57,1	63,2
64QAM	7/8	28,6	47,6	50,5	56,6	52,6	55,5	61,6	56,6	59,5	65,6

Таблица В.2 – Минимальная медианная напряженность поля E_{med} в дБ (отн. 1 мкВ/м) для вероятности охвата мест: 50%, 70% и 95%, требуемая системой DVB-T в местах приема в случае неиерархического режима передачи для портативного наружного приема, класса А (тип канала приема – канал Рэля).

Моду- ляция	CR	C/N, дБ	Портативный наружный прием (класс А)								
			200 МГц			500 МГц			800 МГц		
			50%	70%	95%	50%	70%	95%	50%	70%	95%
QPSK	1/2	5,9	31,9	34,8	40,9	36,9	39,8	45,9	40,9	43,8	49,9
QPSK	2/3	9,6	35,6	38,5	44,6	40,6	43,5	49,6	44,6	47,5	53,6
QPSK	3/4	12,4	38,4	41,3	47,4	43,4	46,3	52,4	47,4	50,3	56,4
QPSK	5/6	15,6	41,6	44,5	50,6	46,6	49,5	55,6	50,6	53,5	59,6
QPSK	7/8	17,5	43,5	46,4	52,5	48,5	51,4	57,5	52,5	55,4	61,5
16QAM	1/2	11,8	37,8	40,7	46,8	42,8	45,7	51,8	46,8	49,7	55,8
16QAM	2/3	15,3	41,3	44,2	50,3	46,3	49,2	55,3	50,3	53,2	59,3
16QAM	3/4	18,1	44,1	47,0	53,1	49,1	52,0	58,1	53,1	56,0	62,1
16QAM	5/6	21,3	47,3	50,2	56,3	52,3	55,2	61,3	56,3	59,2	65,3
16QAM	7/8	23,6	49,6	52,5	58,6	54,6	57,5	63,6	58,6	61,5	67,6
64QAM	1/2	16,4	42,4	45,3	51,4	47,4	50,3	56,4	51,4	54,3	60,4
64QAM	2/3	20,3	46,3	49,2	55,3	51,3	54,2	60,3	55,3	58,2	64,3
64QAM	3/4	23	49	51,9	58	54	56,9	63	58	60,9	67
64QAM	5/6	26,2	52,2	55,1	61,2	57,2	60,1	66,2	61,2	64,1	70,2
64QAM	7/8	28,6	54,6	57,5	63,6	59,6	62,5	68,6	63,6	66,5	72,6

Таблица В.3 – Минимальная медианная напряженность поля E_{med} в дБ (отн. 1 мкВ/м) для вероятности охвата мест: 50%, 70% и 95%, требуемая системой DVB-T в местах приема в случае неиерархического режима передачи для портативного приема внутри помещений, класса В (тип канала приема – канал Рэлея).

Модуляция	CR	C/N , дБ	Портативный прием внутри помещений (класс В)								
			200 МГц			500 МГц			800 МГц		
			50%	70%	95%	50%	70%	95%	50%	70%	95%
QPSK	1/2	5,9	39,9	43,2	50,2	43,9	48,2	57,5	47,9	52,2	61,5
QPSK	2/3	9,6	43,6	46,9	53,9	47,6	51,9	61,2	51,6	55,9	65,2
QPSK	3/4	12,4	46,4	49,7	56,7	50,4	54,7	64	54,4	58,7	68
QPSK	5/6	15,6	49,6	52,9	59,9	53,6	57,9	67,2	57,6	61,9	71,2
QPSK	7/8	17,5	51,5	54,8	61,8	55,5	59,8	69,1	59,5	63,8	73,1
16QAM	1/2	11,8	45,8	49,1	56,1	49,8	54,1	63,4	53,8	58,1	67,4
16QAM	2/3	15,3	49,3	52,6	59,6	53,3	57,6	66,9	57,3	61,6	70,9
16QAM	3/4	18,1	52,1	55,4	62,4	56,1	60,4	69,7	60,1	64,4	73,7
16QAM	5/6	21,3	55,3	58,6	65,6	59,3	63,6	72,9	63,3	67,6	76,9
16QAM	7/8	23,6	57,6	60,9	67,9	61,6	65,9	75,2	65,6	69,9	79,2
64QAM	1/2	16,4	50,4	53,7	60,7	54,4	58,7	68	58,4	62,7	72
64QAM	2/3	20,3	54,3	57,6	64,6	58,3	62,6	71,9	62,3	66,6	75,9
64QAM	3/4	23	57	60,3	67,3	61	65,3	74,6	65	69,3	78,6
64QAM	5/6	26,2	60,2	63,5	70,5	64,2	68,5	77,8	68,2	72,5	81,8
64QAM	7/8	28,6	62,6	65,9	72,9	66,6	70,9	80,2	70,6	74,9	84,2

Таблица В.4 – Минимальная медианная напряженность поля E_{med} в дБ (отн. 1 мкВ/м) для вероятности охвата мест: 50%, 70% и 95%, требуемая системой DVB-T в местах приема в случае иерархического режима передачи QPSK в 16-QAM для фиксированного приема (тип канала приема – канал Рэлея).

Модуляция	Кодовая скорость	C/N, дБ	Фиксированный прием								
			200 МГц			500 МГц			800 МГц		
			50%	70%	95%	50%	70%	95%	50%	70%	95%
QPSK в 16QAM ($\alpha = 2$)	1/2	7,7	26,7	29,6	35,7	31,7	34,6	40,7	35,7	38,6	44,7
	2/3	11,4	30,4	33,3	39,4	35,4	38,3	44,4	39,4	42,3	48,4
	3/4	14,2	33,2	36,1	42,2	38,2	41,1	47,2	42,2	45,1	51,2
	1/2	15,9	34,9	37,8	43,9	39,9	42,8	48,9	43,9	46,8	52,9
	2/3	19,5	38,5	41,4	47,5	43,5	46,4	52,5	47,5	50,4	56,5
	3/4	22,4	41,4	44,3	50,4	46,4	49,3	55,4	50,4	53,3	59,4
	5/6	25,5	44,5	47,4	53,5	49,5	52,4	58,5	53,5	56,4	62,5
	7/8	28,2	47,2	50,1	56,2	52,2	55,1	61,2	56,2	59,1	65,2
QPSK в 16QAM ($\alpha = 4$)	1/2	6,6	25,6	28,5	34,6	30,6	33,5	39,6	34,6	37,5	43,6
	2/3	10,3	29,3	32,2	38,3	34,3	37,2	43,3	38,3	41,2	47,3
	3/4	13,1	32,1	35	41,1	37,1	40	46,1	41,1	44	50,1
	1/2	20,1	39,1	42	48,1	44,1	47	53,1	48,1	51	57,1
	2/3	23,6	42,6	45,5	51,6	47,6	50,5	56,6	51,6	54,5	60,6
	3/4	26,5	45,5	48,4	54,5	50,5	53,4	59,5	54,5	57,4	63,5
	5/6	29,7	48,7	51,6	57,7	53,7	56,6	62,7	57,7	60,6	66,7
	7/8	32,3	51,3	54,2	60,3	56,3	59,2	65,3	60,3	63,2	69,3

Таблица В.5 – Минимальная медианная напряженность поля E_{med} в дБ (отн. 1 мкВ/м) для вероятности охвата мест: 50%, 70% и 95%, требуемая системой DVB-T в местах приема в случае иерархического режима передачи QPSK в 16-QAM для портативного наружного приема, класса А (тип канала приема – канал Рэлея).

Модуляция	Кодовая скорость	C/N, дБ	Портативный наружный прием (класс А)								
			200 МГц			500 МГц			800 МГц		
			50%	70%	95%	50%	70%	95%	50%	70%	95%
QPSK В 16QAM ($\alpha = 2$)	1/2	7,7	33,7	36,6	42,7	38,7	41,6	47,7	42,7	45,6	51,7
	2/3	11,4	37,4	40,3	46,4	42,4	45,3	51,4	46,4	49,3	55,4
	3/4	14,2	40,2	43,1	49,2	45,2	48,1	54,2	49,2	52,1	58,2
	1/2	15,9	41,9	44,8	50,9	46,9	49,8	55,9	50,9	53,8	59,9
	2/3	19,5	45,5	48,4	54,5	50,5	53,4	59,5	54,5	57,4	63,5
	3/4	22,4	48,4	51,3	57,4	53,4	56,3	62,4	57,4	60,3	66,4
	5/6	25,5	51,5	54,4	60,5	56,5	59,4	65,5	60,5	63,4	69,5
	7/8	28,2	54,2	57,1	63,2	59,2	62,1	68,2	63,2	66,1	72,2
QPSK В 16QAM ($\alpha = 4$)	1/2	6,6	32,6	35,5	41,6	37,6	40,5	46,6	41,6	44,5	50,6
	2/3	10,3	36,3	39,2	45,3	41,3	44,2	50,3	45,3	48,2	54,3
	3/4	13,1	39,1	42	48,1	44,1	47	53,1	48,1	51	57,1
	1/2	20,1	46,1	49	55,1	51,1	54	60,1	55,1	58	64,1
	2/3	23,6	49,6	52,5	58,6	54,6	57,5	63,6	58,6	61,5	67,6
	3/4	26,5	52,5	55,4	61,5	57,5	60,4	66,5	61,5	64,4	70,5
	5/6	29,7	55,7	58,6	64,7	60,7	63,6	69,7	64,7	67,6	73,7
	7/8	32,3	58,3	61,2	67,3	63,3	66,2	72,3	67,3	70,2	76,3

Таблица В.6 – Минимальная медианная напряженность поля E_{med} в дБ (отн. 1 мкВ/м) для вероятности охвата мест: 50%, 70% и 95%, требуемая системой DVB-T в местах приема в случае иерархического режима передачи QPSK в 16-QAM для портативного приема внутри помещений, класса В (тип канала приема – канал Рэля).

Модуляция	Кодовая скорость	C/N, дБ	Портативный прием внутри помещений (класс В)								
			200 МГц			500 МГц			800 МГц		
			50%	70%	95%	50%	70%	95%	50%	70%	95%
QPSK В 16QAM ($\alpha = 2$)	1/2	7,7	41,7	45	52	45,7	50	59,3	49,7	54	63,3
	2/3	11,4	45,4	48,7	55,7	49,4	53,7	63	53,4	57,7	67
	3/4	14,2	48,2	51,5	58,5	52,2	56,5	65,8	56,2	60,5	69,8
	1/2	15,9	49,9	53,2	60,2	53,9	58,2	67,5	57,9	62,2	71,5
	2/3	19,5	53,5	56,8	63,8	57,5	61,8	71,1	61,5	65,8	75,1
	3/4	22,4	56,4	59,7	66,7	60,4	64,7	74	64,4	68,7	78
	5/6	25,5	59,5	62,8	69,8	63,5	67,8	77,1	67,5	71,8	81,1
	7/8	28,2	62,2	65,5	72,5	66,2	70,5	79,8	70,2	74,5	83,8
QPSK В 16QAM ($\alpha = 4$)	1/2	6,6	40,6	43,9	50,9	44,6	48,9	58,2	48,6	52,9	62,2
	2/3	10,3	44,3	47,6	54,6	48,3	52,6	61,9	52,3	56,6	65,9
	3/4	13,1	47,1	50,4	57,4	51,1	55,4	64,7	55,1	59,4	68,7
	1/2	20,1	54,1	57,4	64,4	58,1	62,4	71,7	62,1	66,4	75,7
	2/3	23,6	57,6	60,9	67,9	61,6	65,9	75,2	65,6	69,9	79,2
	3/4	26,5	60,5	63,8	70,8	64,5	68,8	78,1	68,5	72,8	82,1
	5/6	29,7	63,7	67	74	67,7	72	81,3	71,7	76	85,3
	7/8	32,3	66,3	69,6	76,6	70,3	74,6	83,9	74,3	78,6	87,9

Таблица В.7 – Минимальная медианная напряженность поля E_{med} в дБ (отн. 1 мкВ/м) для вероятности охвата мест: 50%, 70% и 95%, требуемая системой DVB-T в местах приема в случае иерархического режима передачи QPSK в 64-QAM для фиксированного приема (тип канала приема – канал Рэлея).

Модуляция	Кодовая скорость	C/N, дБ	Фиксированный прием								
			200 МГц			500 МГц			800 МГц		
			50%	70%	95%	50%	70%	95%	50%	70%	95%
QPSK В 64-QAM ($\alpha = 1$)	1/2	11,8	30,8	33,7	39,8	35,8	38,7	44,8	39,8	42,7	48,8
	2/3	16,4	35,4	38,3	44,4	40,4	43,3	49,4	44,4	47,3	53,4
	3/4	19,3	38,3	41,2	47,3	43,3	46,2	52,3	47,3	50,2	56,3
	1/2	18,1	37,1	40	46,1	42,1	45	51,1	46,1	49	55,1
	2/3	21,6	40,6	43,5	49,6	45,6	48,5	54,6	49,6	52,5	58,6
	3/4	24,4	43,4	46,3	52,4	48,4	51,3	57,4	52,4	55,3	61,4
	5/6	27,6	46,6	49,5	55,6	51,6	54,5	60,6	55,6	58,5	64,6
	7/8	29,7	48,7	51,6	57,7	53,7	56,6	62,7	57,7	60,6	66,7
QPSK В 64-QAM ($\alpha = 2$)	1/2	9,4	28,4	31,3	37,4	33,4	36,3	42,4	37,4	40,3	46,4
	2/3	13,5	32,5	35,4	41,5	37,5	40,4	46,5	41,5	44,4	50,5
	3/4	16,3	35,3	38,2	44,3	40,3	43,2	49,3	44,3	47,2	53,3
	1/2	19,6	38,6	41,5	47,6	43,6	46,5	52,6	47,6	50,5	56,6
	2/3	23,1	42,1	45	51,1	47,1	50	56,1	51,1	54	60,1
	3/4	25,9	44,9	47,8	53,9	49,9	52,8	58,9	53,9	56,8	62,9
	5/6	29,1	48,1	51	57,1	53,1	56	62,1	57,1	60	66,1
	7/8	31,2	50,2	53,1	59,2	55,2	58,1	64,2	59,2	62,1	68,2

Таблица В.8 – Минимальная медианная напряженность поля E_{med} в дБ (отн. 1 мкВ/м) для вероятности охвата мест: 50%, 70% и 95%, требуемая системой DVB-T в местах приема в случае иерархического режима передачи QPSK в 64-QAM для портативного наружного приема, класса А (тип канала приема – канал Рэлея).

Модуляция	Кодовая скорость	C/N, дБ	Портативный наружный прием (класс А)								
			200 МГц			500 МГц			800 МГц		
			50%	70%	95%	50%	70%	95%	50%	70%	95%
QPSK в 64-QAM ($\alpha = 1$)	1/2	11,8	37,8	40,7	46,8	42,8	45,7	51,8	46,8	49,7	55,8
	2/3	16,4	42,4	45,3	51,4	47,4	50,3	56,4	51,4	54,3	60,4
	3/4	19,3	45,3	48,2	54,3	50,3	53,2	59,3	54,3	57,2	63,3
	1/2	18,1	44,1	47	53,1	49,1	52	58,1	53,1	56	62,1
	2/3	21,6	47,6	50,5	56,6	52,6	55,5	61,6	56,6	59,5	65,6
	3/4	24,4	50,4	53,3	59,4	55,4	58,3	64,4	59,4	62,3	68,4
	5/6	27,6	53,6	56,5	62,6	58,6	61,5	67,6	62,6	65,5	71,6
	7/8	29,7	55,7	58,6	64,7	60,7	63,6	69,7	64,7	67,6	73,7
QPSK в 64-QAM ($\alpha = 2$)	1/2	9,4	35,4	38,3	44,4	40,4	43,3	49,4	44,4	47,3	53,4
	2/3	13,5	39,5	42,4	48,5	44,5	47,4	53,5	48,5	51,4	57,5
	3/4	16,3	42,3	45,2	51,3	47,3	50,2	56,3	51,3	54,2	60,3
	1/2	19,6	45,6	48,5	54,6	50,6	53,5	59,6	54,6	57,5	63,6
	2/3	23,1	49,1	52	58,1	54,1	57	63,1	58,1	61	67,1
	3/4	25,9	51,9	54,8	60,9	56,9	59,8	65,9	60,9	63,8	69,9
	5/6	29,1	55,1	58	64,1	60,1	63	69,1	64,1	67	73,1
	7/8	31,2	57,2	60,1	66,2	62,2	65,1	71,2	66,2	69,1	75,2

Таблица В.9 – Минимальная медианная напряженность поля E_{med} в дБ (отн. 1 мкВ/м) для вероятности охвата мест: 50%, 70% и 95%, требуемая системой DVB-T в местах приема в случае иерархического режима передачи QPSK в 64-QAM для портативного приема внутри помещений, класса В (тип канала приема – канал Рэля).

Модуляция	Кодовая скорость	C/N, дБ	Портативный прием внутри помещений (класс В)								
			200 МГц			500 МГц			800 МГц		
			50%	70%	95%	50%	70%	95%	50%	70%	95%
QPSK В 64-QAM ($\alpha = 1$)	1/2	11,8	45,8	49,1	56,1	49,8	54,1	63,4	53,8	58,1	67,4
	2/3	16,4	50,4	53,7	60,7	54,4	58,7	68	58,4	62,7	72
	3/4	19,3	53,3	56,6	63,6	57,3	61,6	70,9	61,3	65,6	74,9
	1/2	18,1	52,1	55,4	62,4	56,1	60,4	69,7	60,1	64,4	73,7
	2/3	21,6	55,6	58,9	65,9	59,6	63,9	73,2	63,6	67,9	77,2
	3/4	24,4	58,4	61,7	68,7	62,4	66,7	76	66,4	70,7	80
	5/6	27,6	61,6	64,9	71,9	65,6	69,9	79,2	69,6	73,9	83,2
	7/8	29,7	63,7	67	74	67,7	72	81,3	71,7	76	85,3
QPSK В 64-QAM ($\alpha = 2$)	1/2	9,4	43,4	46,7	53,7	47,4	51,7	61	51,4	55,7	65
	2/3	13,5	47,5	50,8	57,8	51,5	55,8	65,1	55,5	59,8	69,1
	3/4	16,3	50,3	53,6	60,6	54,3	58,6	67,9	58,3	62,6	71,9
	1/2	19,6	53,6	56,9	63,9	57,6	61,9	71,2	61,6	65,9	75,2
	2/3	23,1	57,1	60,4	67,4	61,1	65,4	74,7	65,1	69,4	78,7
	3/4	25,9	59,9	63,2	70,2	63,9	68,2	77,5	67,9	72,2	81,5
	5/6	29,1	63,1	66,4	73,4	67,1	71,4	80,7	71,1	75,4	84,7
	7/8	31,2	65,2	68,5	75,5	69,2	73,5	82,8	73,2	77,5	86,8

П р и м е ч а н и е. Для других частот должно использоваться следующее правило интерполяции:

- $E_{мин.мед}(f) = E_{мин.мед}(f_r) + Corr$; где коэффициент Corr равен:
- при фиксированном приеме: $Corr = 20 \log_{10} (f/f_r)$,
- при портативном приеме: $Corr = 30 \log_{10} (f/f_r)$,

где f – фактическая частота, а f_r – эталонная частота подходящего указанного выше диапазона.

В.1.2 Расчет минимальной медианной напряженности поля, требуемой системой DVB-T

Минимальная медианная напряженность поля в местах приема определяется по следующей формуле [2]:

- для фиксированного приема:

$$E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_l; \quad (B.1)$$

- для портативного наружного приема (класс А):

$$E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_l \quad (B.2)$$

- для портативного приема внутри помещений (класс В):

$$E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_l + L_b, \quad (B.3)$$

где: E_{min} : требуемая минимальная напряженность поля в месте приема (дБ (отн. 1 мкВ/м));

P_{mmn} : поправка на промышленный шум (дБ);

L_b : потери при проникновении в здание (дБ);

C_l : поправочный коэффициент местоположений (дБ).

В.1.3 Минимальная требуемая напряженность поля для системы DVB-T

В таблице В.10 даны значения требуемой минимальной напряженности поля E_{min} в дБ относительно 1 мкВ/м для системы DVB-T для фиксированного и портативного приема при различных значениях параметра C/N [2].

Таблица В.10 – Минимальная напряженность поля E_{min} в дБ (отн. 1 мкВ/м), требуемая системой DVB-T в местах приема для трех эталонных частот: 200 МГц (диапазон III), 500 МГц (диапазон IV) и 800 МГц (диапазон V) при различных значениях параметра C/N .

Параметры	Частота, МГц	Отношение C/N , дБ				
		2	8	14	20	26
Минимальная требуемая напряженность поля в месте приема для фиксированного приема	200	20	26	32	38	44
	500	26	32	38	44	50
	800	30	36	42	48	54
Минимальная требуемая напряженность поля в месте приема для портативного приема	200	27	33	39	45	51
	500	33	39	45	51	57
	800	37	43	49	55	61

В таблицах В.11 – В.13 даны значения минимальной напряженности поля E_{min} в дБ (отн. 1 мкВ/м) требуемой системой DVB-T в случае неиерархического и иерархического режима передачи данных [2].

Таблица В.11 – Минимальная напряженность поля E_{min} в дБ (отн. 1 мкВ/м), требуемая системой DVB-T в местах приема в случае неиерархического режима передачи (тип канала приема – канал Рэлея).

Модуляция	Кодовая скорость	C/N, дБ	Фиксированный прием			Портативный прием		
			200 МГц	500 МГц	800 МГц	200 МГц	500 МГц	800 МГц
QPSK	1/2	5,9	23,9	29,9	33,9	30,9	36,9	40,9
QPSK	2/3	9,6	27,6	33,6	37,6	34,6	40,6	44,6
QPSK	3/4	12,4	30,4	36,4	40,4	37,4	43,4	47,4
QPSK	5/6	15,6	33,6	39,6	43,6	40,6	46,6	50,6
QPSK	7/8	17,5	35,5	41,5	45,5	42,5	48,5	52,5
16-QAM	1/2	11,8	29,8	35,8	39,8	36,8	42,8	46,8
16-QAM	2/3	15,3	33,3	39,3	43,3	40,3	46,3	50,3
16-QAM	3/4	18,1	36,1	42,1	46,1	43,1	49,1	53,1
16-QAM	5/6	21,3	39,3	45,3	49,3	46,3	52,3	56,3
16-QAM	7/8	23,6	41,6	47,6	51,6	48,6	54,6	58,6
64-QAM	1/2	16,4	34,4	40,4	44,4	41,4	47,4	51,4
64-QAM	2/3	20,3	38,3	44,3	48,3	45,3	51,3	55,3
64-QAM	3/4	23	41	47	51	48	54	58
64-QAM	5/6	26,2	44,2	50,2	54,2	51,2	57,2	61,2
64-QAM	7/8	28,6	46,6	52,6	56,6	53,6	59,6	63,6

Таблица В.12 – Минимальная напряженность поля E_{min} в дБ (отн. 1 мкВ/м), требуемая системой DVB-T в местах приема в случае иерархического режима передачи QPSK в 16-QAM (тип канала приема – канал Рэлея).

Модуляция	Кодовая скорость	C/N, дБ	Фиксированный прием			Портативный прием		
			200 МГц	500 МГц	800 МГц	200 МГц	500 МГц	800 МГц
QPSK В 16-QAM ($\alpha = 2$)	1/2	7,7	25,7	31,7	35,7	32,7	38,7	42,7
	2/3	11,4	29,4	35,4	39,4	36,4	42,4	46,4
	3/4	14,2	32,2	38,2	42,2	39,2	45,2	49,2
	1/2	15,9	33,9	39,9	43,9	40,9	46,9	50,9
	2/3	19,5	37,5	43,5	47,5	44,5	50,5	54,5
	3/4	22,4	40,4	46,4	50,4	47,4	53,4	57,4
	5/6	25,5	43,5	49,5	53,5	50,5	56,5	60,5
	7/8	28,2	46,2	52,2	56,2	53,2	59,2	63,2
QPSK В 16-QAM ($\alpha = 4$)	1/2	6,6	24,6	30,6	34,6	31,6	37,6	41,6
	2/3	10,3	28,3	34,3	38,3	35,3	41,3	45,3
	3/4	13,1	31,1	37,1	41,1	38,1	44,1	48,1
	1/2	20,1	38,1	44,1	48,1	45,1	51,1	55,1
	2/3	23,6	41,6	47,6	51,6	48,6	54,6	58,6
	3/4	26,5	44,5	50,5	54,5	51,5	57,5	61,5
	5/6	29,7	47,7	53,7	57,7	54,7	60,7	64,7
	7/8	32,3	50,3	56,3	60,3	57,3	63,3	67,3

Таблица В.13 – Минимальная напряженность поля E_{min} в дБ (отн. 1 мкВ/м), требуемая системой DVB-T в местах приема в случае иерархического режима передачи QPSK в 64-QAM (тип канала приема – канал Рэля).

Модуляция	Кодовая скорость	C/N, дБ	Фиксированный прием			Портативный прием		
			200 МГц	500 МГц	800 МГц	200 МГц	500 МГц	800 МГц
QPSK в 64-QAM ($\alpha = 1$)	1/2	11,8	29,8	35,8	39,8	36,8	42,8	46,8
	2/3	16,4	34,4	40,4	44,4	41,4	47,4	51,4
	3/4	19,3	37,3	43,3	47,3	44,3	50,3	54,3
	1/2	18,1	36,1	42,1	46,1	43,1	49,1	53,1
	2/3	21,6	39,6	45,6	49,6	46,6	52,6	56,6
	3/4	24,4	42,4	48,4	52,4	49,4	55,4	59,4
	5/6	27,6	45,6	51,6	55,6	52,6	58,6	62,6
	7/8	29,7	47,7	53,7	57,7	54,7	60,7	64,7
QPSK в 64-QAM ($\alpha = 2$)	1/2	9,4	27,4	33,4	37,4	34,4	40,4	44,4
	2/3	13,5	31,5	37,5	41,5	38,5	44,5	48,5
	3/4	16,3	34,3	40,3	44,3	41,3	47,3	51,3
	1/2	19,6	37,6	43,6	47,6	44,6	50,6	54,6
	2/3	23,1	41,1	47,1	51,1	48,1	54,1	58,1
	3/4	25,9	43,9	49,9	53,9	50,9	56,9	60,9
	5/6	29,1	47,1	53,1	57,1	54,1	60,1	64,1
	7/8	31,2	49,2	55,2	59,2	56,2	62,2	66,2

П р и м е ч а н и е. Для других частот должно использоваться следующее правило интерполяции:

– $E_{\text{мин.мед}}(f) = E_{\text{мин.мед}}(f_r) + \text{Corr}$; где коэффициент Corr равен:

– при фиксированном приеме: $\text{Corr} = 20 \log_{10} (f/f_r)$,

– при портативном приеме: $\text{Corr} = 30 \log_{10} (f/f_r)$,

где f – фактическая частота, а f_r – эталонная частота подходящего
указанного выше диапазона.

В.1.4 Поправка на индустриальный шум

Значения поправки на индустриальный шум приведены в таблице В.14.

Таблица В.14 – Значение поправки на влияние индустриального шума, в дБ.

Диапазон	P_{min} (дБ)
ОВЧ	1 дБ
УВЧ	0 дБ

В.1.5 Затухание сигнала при проникновении в здание

В таблице В.15 даны значения потерь при проникновении сигнала в здание.

Таблица В.15 – Потери при проникновении в здание (среднее значение и разброс) [2].

Диапазон	Среднее значение потерь, дБ	Стандартное отклонение, σ_b
ОВЧ	8 дБ	3,0 дБ
УВЧ	7 дБ	6,2 дБ

В.1.6 Поправка на вероятность охвата местоположений

Расчет поправки на вероятность охвата местоположений C_l , предполагает логарифмически нормальное распределение отсчетов принимаемых сигналов, дБ:

$$C_l = \mu * \sigma,$$

где:

μ - коэффициент распределения; который рассчитывается следующим образом:

$\mu = Q_i(1 - x/100)$, где Q_i - множитель, значения которого приведены в п. В.7, а

x – процент местоположений, для которых требуется защита.

Коэффициент распределения μ равен 0 для 50%, 0,52 для 70%, 1,28 для 90%, 1,64 для 95% и 2,33 для 99% местоположений.

σ - стандартное отклонение отсчетов измерения, в дБ; для широкополосных сигналов стандартное отклонение в пределах крупных зон σ_1 определено равным 5,5 дБ [2].

Для оценки внутреннего покрытия из значений, полученных в результате наружных измерений, следует учитывать дополнительное затухание сигнала. Однако это затухание также имеет стандартное отклонение σ_2 . Поэтому общее значение стандартного отклонения в таком случае рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}.$$

Поэтому значения стандартного отклонения выглядят следующим образом:

- для фиксированного приема: $\sigma_F = \sigma_1 = 5,5$ дБ[2];
- для портативного приема класса А: $\sigma_A = \sigma_1 = 5,5$ дБ[2];
- для портативного приема класса В: $\sigma_B = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}$;
- для ОВЧ $\sigma_B = 6,3$ дБ, т.к. $\sigma_1 = 5,5$ дБ, $\sigma_2 = \sigma_b = 3,0$ дБ[2];
- для УВЧ $\sigma_B = 8,3$ дБ, т.к. $\sigma_1 = 5,5$ дБ, $\sigma_2 = \sigma_b = 6,2$ дБ[2];

Наиболее востребованные значения поправочного коэффициента местоположений даны в таблице В.16.

Таблица В.16 – Значение поправочного коэффициента местоположений, дБ.

Вероятность охвата мест, %	Фиксированный прием	Портативный наружный прием (класс А)	Портативный прием внутри помещений (класс В)	
			ОВЧ	УВЧ
50	0	0	0	0
70	2,9	2,9	3,3	4,3
90	7,1	7,1	8	10,6
95	9,0	9,0	10,3	13,6
99	12,8	12,8	14,6	19,3

В.1.7 Приблизительные значения обратного интегрального нормального распределения Q_i

Таблица В.17 – Приблизительные значения обратного интегрального нормального распределения Q_i [7].

$q\%$	$Q_i (q/100)$	$q\%$	$Q_i (q/100)$	$q\%$	$Q_i (q/100)$	$q\%$	$Q_i (q/100)$
1	2,327	26	0,643	51	-0,025	76	-0,706
2	2,054	27	0,612	52	-0,050	77	-0,739
3	1,881	28	0,582	53	-0,075	78	-0,772
4	1,751	29	0,553	54	-0,100	79	-0,806
5	1,645	30	0,524	55	-0,125	80	-0,841
6	1,555	31	0,495	56	-0,151	81	-0,878
7	1,476	32	0,467	57	-0,176	82	-0,915
8	1,405	33	0,439	58	-0,202	83	-0,954
9	1,341	34	0,412	59	-0,227	84	-0,994
10	1,282	35	0,385	60	-0,253	85	-1,036
11	1,227	36	0,358	61	-0,279	86	-1,080
12	1,175	37	0,331	62	-0,305	87	-1,126
13	1,126	38	0,305	63	-0,331	88	-1,175
14	1,080	39	0,279	64	-0,358	89	-1,227
15	1,036	40	0,253	65	-0,385	90	-1,282
16	0,994	41	0,227	66	-0,412	91	-1,341
17	0,954	42	0,202	67	-0,439	92	-1,405
18	0,915	43	0,176	68	-0,467	93	-1,476
19	0,878	44	0,151	69	-0,495	94	-1,555
20	0,841	45	0,125	70	-0,524	95	-1,645
21	0,806	46	0,100	71	-0,553	96	-1,751
22	0,772	47	0,075	72	-0,582	97	-1,881
23	0,739	48	0,050	73	-0,612	98	-2,054
24	0,706	49	0,025	74	-0,643	99	-2,327
25	0,674	50	0,000	75	-0,674		

B2 Минимальная медианная напряженность поля, требуемая системой DVB-T2

Для вычисления значений минимальной медианной плотности потока мощности и минимальной медианной напряженности поля для ТВ-канала с полосой частот 8 МГц используются следующие формулы:

$$P_n = F + 10 \log_{10} (k T_0 B)$$

$$P_{s \min} = C/N + P_n$$

$$A_a = G_D + 10 \log_{10} (1,64 \cdot \lambda^2 / 4\pi)$$

$$\varphi_{\min} = P_{s \min} - A_a + L_f$$

$$E_{\min} = \varphi_{\min} + 120 + 10 \log_{10} (120\pi) = \varphi_{\min} + 145,8$$

$$\varphi_{\text{med}} = \varphi_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_l$$

$$E_{\text{med}} = \varphi_{\text{med}} + 120 + 10 \log_{10} (120\pi) = \varphi_{\text{med}} + 145,8,$$

где:

A_a – эффективный раскрыв антенны (дБм²);

C/N – отношение РЧ сигнал/шум, требуемое системой (дБ);

C_l – поправочный коэффициент местоположений (дБ);

E_{med} – минимальная медианная напряженность поля, планируемое значение (дБ(мкВ/м));

$E_{\min}$ – минимальная напряженность поля в месте приема (дБ(мкВ/м));

G_D – коэффициент усиления антенны относительно полуволнового диполя (дБ);

L_f – потери в фидере (дБ);

P_{mmn} – поправка на индустриальный шум (дБ);

$\varphi_{\min}$ – минимальная плотность потока мощности в месте приема (дБ(Вт/м²));

φ_{med} – минимальная медианная плотность потока мощности, планируемое значение (дБ(Вт/м²));

λ – длина волны (м);

P_n – мощность шума на входе приемника (дБВт);

F – шум-фактор приемника (дБ);

K – постоянная Больцмана ($k = 1,38 \times 10^{-23}$) Дж/К;

T_0 – абсолютная температура ($T_0 = 290^\circ \text{ K}$);

B – ширина шумовой полосы приемника ($7,77 \times 10^6$ Гц для режимов 16k, 32k с расширенным спектром (extended); $7,71 \times 10^6$ для режима 8k с расширенным спектром (extended) и $7,61 \times 10^6$ Гц – для всех остальных режимов);

$P_{s\ min}$ – минимальная мощность сигнала на входе приемника (дБВт).

В.2.1 Поправка на индустриальный шум

Значения поправки на индустриальный шум приведены в таблице В.14.

В.2.3 Поправка на вероятность охвата местоположений

Расчет поправки на вероятность охвата местоположений C_l , предполагает логарифмически нормальное распределение отсчетов принимаемых сигналов, дБ:

$$C_l = \mu * \sigma,$$

где

μ - коэффициент распределения, который рассчитывается следующим образом:

$$\mu = Q_i(1 - x/100),$$

где

Q_i – множитель, значения которого приведены в таблице В.17;

x – процент местоположений, для которых требуется защита;

коэффициент распределения μ равен 0 для 50%, 0,52 для 70%, 1,28 для 90%, 1,64 для 95% и 2,33 для 99% местоположений;

σ - стандартное отклонение отсчетов измерения, в дБ; для широкополосных сигналов стандартное отклонение в пределах крупных зон σ_1 принято равным 5,5 дБ [7].

Наиболее востребованные значения поправочного коэффициента местоположений даны в таблице В.18.

Таблица В.18 – Значение поправочного коэффициента местоположений, дБ.

Вероятность охвата мест, %	Фиксированный прием
50	0
70	2,9
90	7,1
95	9,0
99	12,8

В.2.1 Приблизительные значения обратного интегрального нормального распределения Q_i

Приблизительные значения обратного интегрального нормального распределения Q_i приведены в таблице В.17.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ МАЛЫХ ЗОН И МЕСТ ПРИЕМА
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ НАПРЯЖЕННОСТИ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО СТАНЦИЯМИ
РАДИОВЕЩАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ
НЕПРЕДНАМЕРЕННЫХ РАДИОПОМЕХ**

Известно, что из-за влияния местных предметов, неоднородностей среды распространения радиоволн, разного рода помех и других причин параметры электромагнитного поля сигнала цифрового ТВ в зоне покрытия в общем случае нестабильны и описываются статистическими законами.

Для дальнейшей обработки результатов измерений уровней поля ТВ-сигнала на заданной территории необходимо иметь полученные данные в виде значений, усредненных за оговоренный период времени.

Усреднение проводят различными способами, но самым удобным и быстрым является способ определения медианных значений параметров, который заключается в поочередном попарном отбрасывании из имеющегося банка данных наибольшего и наименьшего значений интересующего исследователя параметра, например, напряженности поля сигнала.

Опыт показывает, что, как правило, на нескольких экспериментальных площадках (получивших название «малых зон»), расположенных в безлесной равнинной или слабовсхолмленной местности на одинаковом расстоянии от передатчика (и в случае круговой ДНА в горизонтальной плоскости и исправного оборудования передающей станции), медианные значения напряженности поля мало отличаются друг от друга (с приемлемой для практики разницей).

Трудности появляются при решении ряда подобных задач в условиях пересеченной, холмистой и особенно - гористой местности, с протяженными лесными массивами, в местах протяженных высоковольтных ЛЭП и т.п., а также в крупных населенных пунктах с многоэтажной застройкой. Сильно осложняет получение надежных результатов исследований и временной фактор.

Для примера на рисунке Г.1 представлен типичный случай взаимного расположения передающей станции, нескольких населенных пунктов с многоэтажной и малоэтажной застройкой, дорог и границы расчетной зоны покрытия, полученной без воздействия мешающих передатчиков и по уровню минимальной медианной напряженности поля $E_{\text{мин мед}}$.

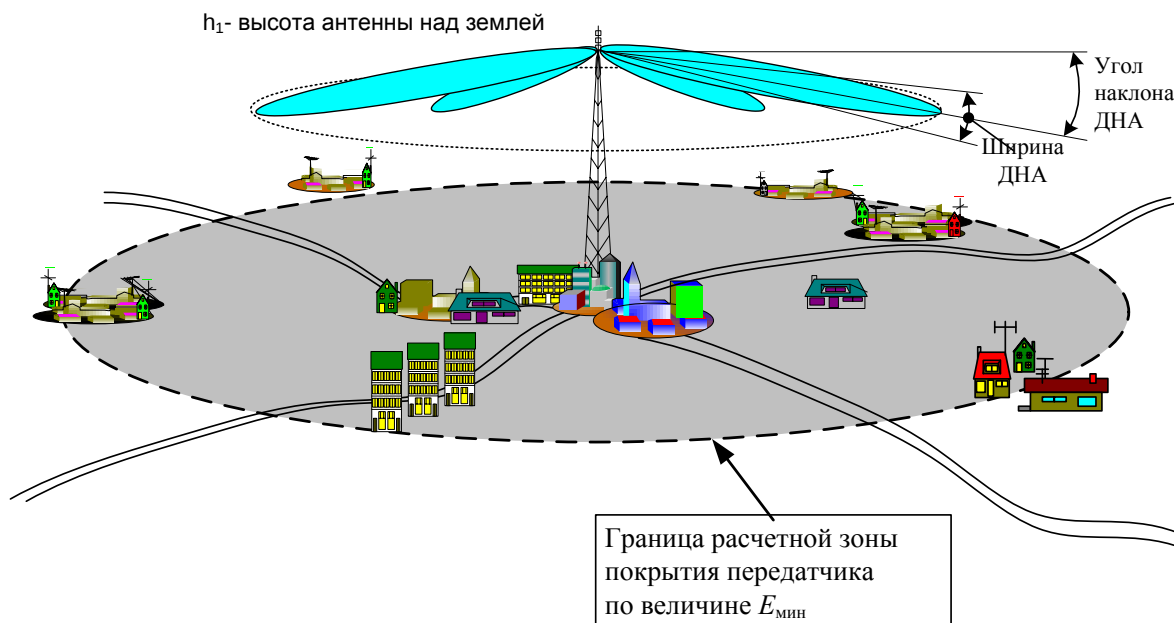


Рисунок Г.1 – Основные исходные данные при решении задач системы DVB-T/T2.

Первостепенным действием исследований при фиксированном приеме в зоне полезного передатчика системы DVB-T/T2 является расстановка малых зон на заданной территории и обоснование их расположения относительно друг друга.

Немаловажным фактором при исследованиях и измерениях ТВ-сигнала является максимальное приближение условий измерений к штатным условиям приема телезрителями:

- соблюдение размещения измерительных антенн на рекомендуемой техническими документами высоте (для фиксированного приема при многоэтажной застройке измерительные антенны должны быть на уровне крыш, а в условиях 1-2-этажной застройки – на высоте 10 м над земной поверхностью);
- параметры измерительной антенны (в том числе, и помехозащищенность) должны соответствовать Рекомендациям МСЭ;
- потери в кабеле снижения, другие параметры измерительной установки должны отражать соответствующие характеристики оборудования телезрителя (или рекомендованных МСЭ), либо должен иметь место учет влияния иных значений этих характеристик (потери на согласование и др.).

Г.1 Влияние внешних факторов на выбор малых зон

Г.1.1 Влияние отраженного от земли луча

Решить задачу большого разброса медианных значений напряженности поля малых зон на разных направлениях от передатчика и тем самым получить основание по сокращению количества малых зон, очевидно, можно лишь в результате специально организованных исследований. Теоретическая часть этих исследований должна быть посвящена поиску закономерностей распределения поля от одной малой зоны к соседним и изучению изменения качества приема телевизионного сигнала при различных условиях распространения радиоволн. К настоящему времени, например, известно влияние на характер поля в месте приема явления интерференции нижней волны (переотраженной ровной подстилающей поверхностью) и верхней (прямой) [8, 9].

Если измерительную антенну поднимать, то можно фиксировать (рисунок Г.2) чередующиеся максимумы (где фазы двух волн совпадают, а амплитуды складываются) и минимумы (при вычитании амплитуд).

Кроме интерференции по вертикали, подобное явление может иметь место и вдоль трассы. Геометрическое сложение и вычитание составляющих поля при распространении радиоволн над относительно гладкой поверхностью, сопровождающееся изменениями напряженности поля, фиксируется при измерениях и увеличивает разброс результатов.

Как было упомянуто, рассмотренные «пучности» и минимумы уровня поля максимально проявляются при ровной и хорошо проводящей подстилающей поверхности.

Если учесть, что указания по выбору площадок для измерений (малых зон) настоятельно рекомендуют использовать ровные открытые места, то при приеме сигнала цифрового ТВ необходимо контролировать возможность возникновения интенсивной отраженной землей волны.

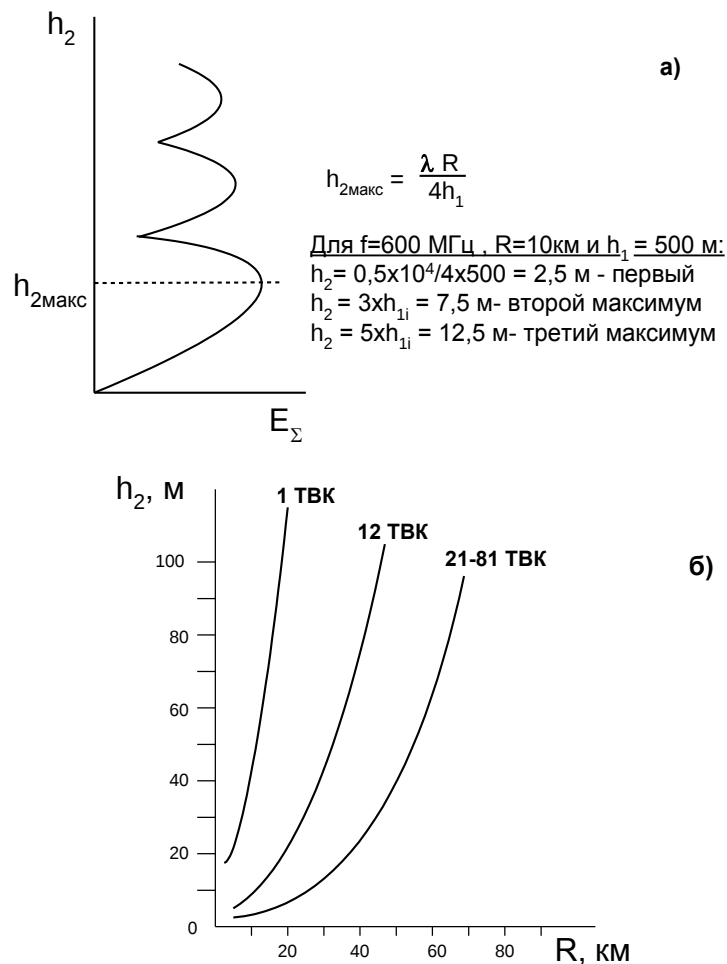


Рисунок Г.2 – Возникновение интерференционной картины в месте приема:
а) чередование максимумов и минимумов по высоте;
б) высота расположения первого максимума на разных ТВ каналах

Г.1.2 Влияние лесных массивов

При назначении конкретных малых зон на местности для решения задачи определения границы зоны покрытия рекомендуется их выбирать по возможности на открытых ровных местах вдали от строений и токопроводящих сооружений, особенно в направлении на передатчик.

На местности для выбора малых зон следует избегать нехарактерных для данной территории возвышенностей и глубоких низин.

Как показывает практика, весьма редко удастся отыскать площадку по параметрам, близкую к рекомендованной в виде квадрата с размерами 100×100 метров [6], чаще всего приходится довольствоваться дорогами, уходящими от основного шоссе в стороны, без растущих по обочинам деревьев и без проводных линий.

Следует избегать измерений в лесных массивах, сильно поглощающих энергию сигнала и искажающих спектр (рисунок Г.3).

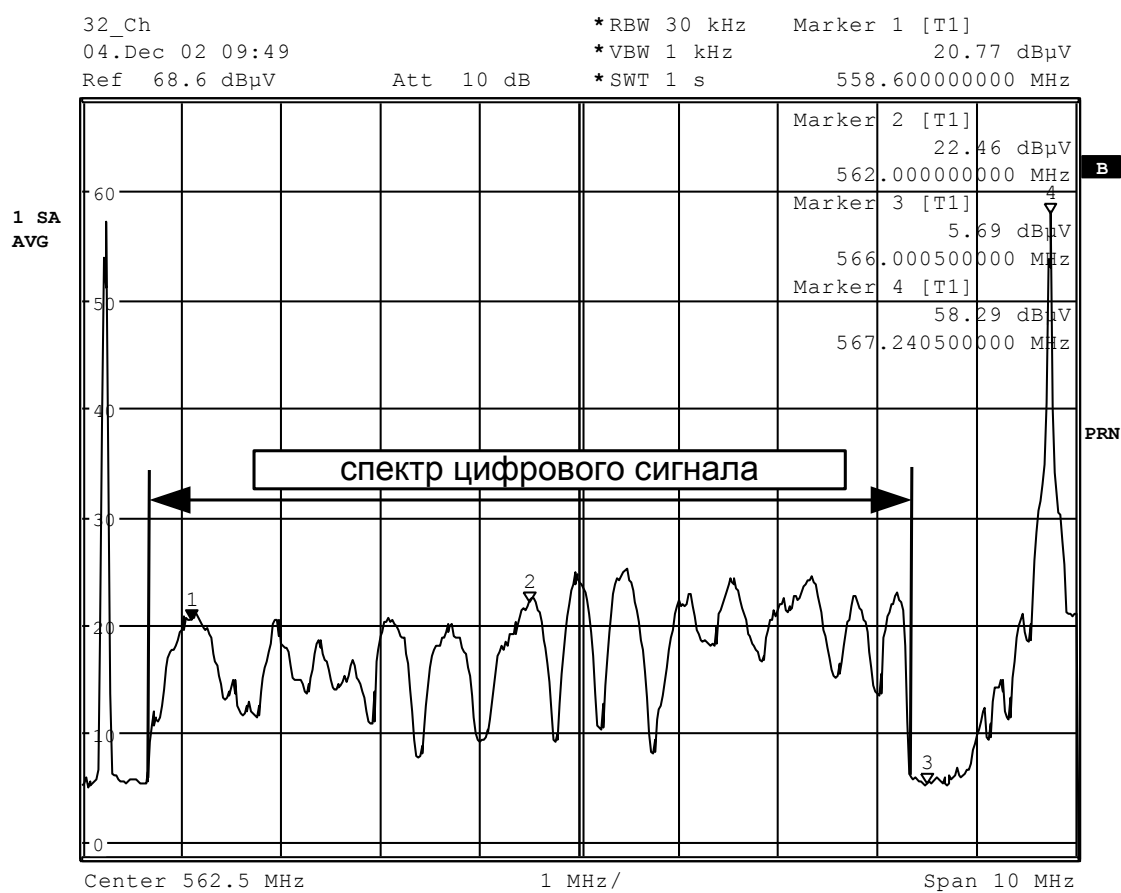


Рисунок Г.3 – Изрезанная форма спектра ТВ сигнала, характерная для влияния лесного массива; здесь лиственный молодой лес зимой протяженностью около 100 м.

Если расчетная зона покрытия приходится на достаточно большой лесной массив, то малые зоны следует выбирать очень аккуратно, на крупных полянах, чтобы влияние леса было минимально. В случае большой протяженности леса и отсутствия возможности выбрать подходящую площадку вдоль трассы, следует провести измерения по возможности на возвышенности, выбрав несколько мест приема на обочине или площадке для остановки автобуса и т.п. В протоколе измерений необходимо сделать пометку о такой неудачной малой зоне и, иметь в виду, что уровень поля здесь может оказаться заметно меньше, чем без леса.

Пример выбора площадки в лесу для проведения измерений, показан на рисунке Г.4 а,б.

а)



б)



Рисунок Г.4 – Пример выбора площадки для проведения измерений внутри
лесного массива

Г.2 Оценка минимального расстояния до опоры передающей антенны $R_{\text{мин}}$, ближе которого не следует проводить измерения, проводится следующим образом. Это расстояние является радиусом зоны, которая облучается в основном нижними боковыми лепестками диаграммы направленности передающей антенны и, следовательно, параметры ТВ сигнала на этой территории могут не соответствовать заданным, имеющим место в створе главного лепестка.

Типичная теоретическая форма ДН передающей ТВ ненаправленной антенны приведена на рисунках Г.5 а,б. Достаточно заметить, что минимумы даже в расчетной диаграмме (рисунок Г.6 а) достигают $0,6 E_{\text{макс}}$, что в месте приема, расположенном на азимуте этого минимума, может дать уменьшение сигнала почти на 3дБ. На практике же «провалы» в ДН могут быть значительно больше. К тому же, возможны ошибки монтажа при подключении передатчика к антенне (на выходе передатчика могут стоять параллельно несколько усилителей мощности, выходы которых могут быть неправильно скоммутированы с элементами антенны).

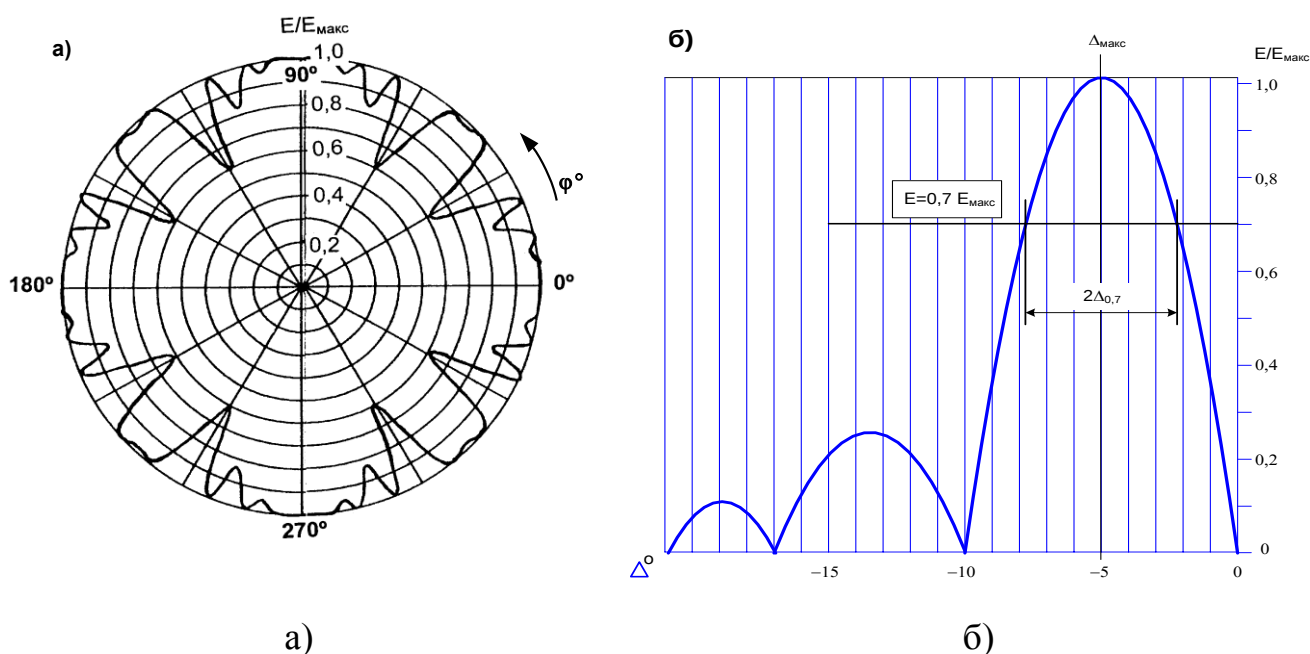


Рисунок Г.5 – Диаграмма направленности передающей ТВ антенны:

а) горизонтальная плоскость;

б) вертикальная плоскость – угол наклона ДН к горизонту составляет 5° .

Пример определения $R_{\text{мин}}$ в случае плоского рельефа показан на рисунке Г.6.

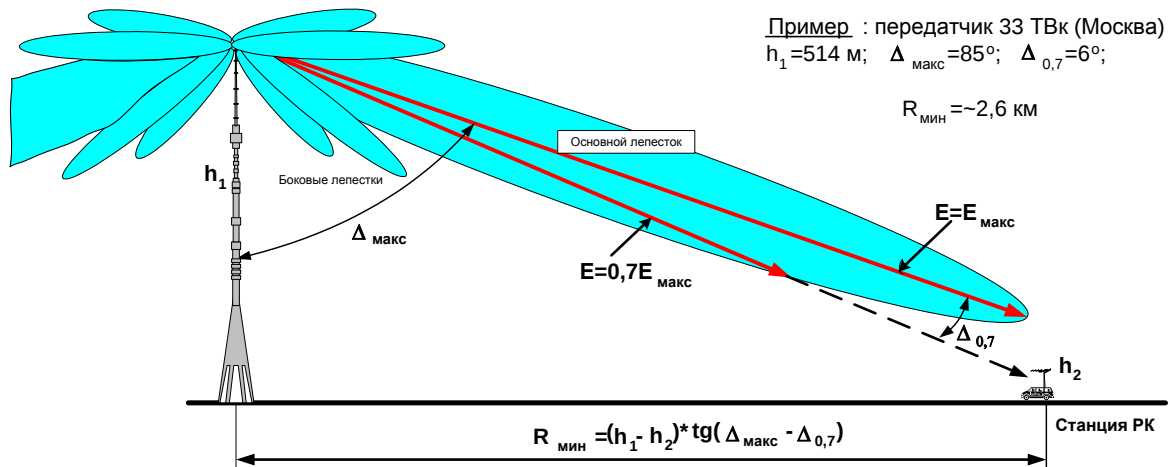


Рисунок Г.6 – Круговая зона, примыкающая к опоре передающей антенны, где не гарантируется устойчивая работа системы DVB-T2, и пример вычисления ее радиуса $R_{\text{мин}}$.

По результатам измерения напряженности поля в первой малой зоне можно рассчитать и сравнить с теоретической излучаемую передающей антенной мощность в направлении на измерительную станцию [3,8,9]:

$$P_{\Sigma} = E^2 R^2 / 30 \quad (\text{Г.1})$$

где:

P_{Σ} – мощность излучения в Вт на данном направлении;

R – расстояние между приемной и передающей антеннами в м;

E – напряженность поля (В/м), измеренная в условиях, близких к идеальным (в нашем случае – открытые трассы, что близко к идеальному случаю).

Если полученное значение P_{Σ} значительно отличается от теоретического (на 6-10 дБ и более), то это может свидетельствовать о том, что передающее оборудование работает неверно и дальнейшие результаты измерений могут быть ошибочны.

Г.3 Выбор малых зон и мест приема при проведении измерений в городе для фиксированного приема

При измерениях в городе для фиксированного приема приемная антенна должна располагаться на уровне крыш зданий. При выборе мест приема следует иметь ввиду некоторые особенности распространения радиоволн ОВЧ/УВЧ диапазонов:

- недопустимость закрытия крышей (рисунок Г.7), даже части области , существенной при распространении радиоволн как между передатчиком и измерителем, так и позади измерительной антенны на крыше;

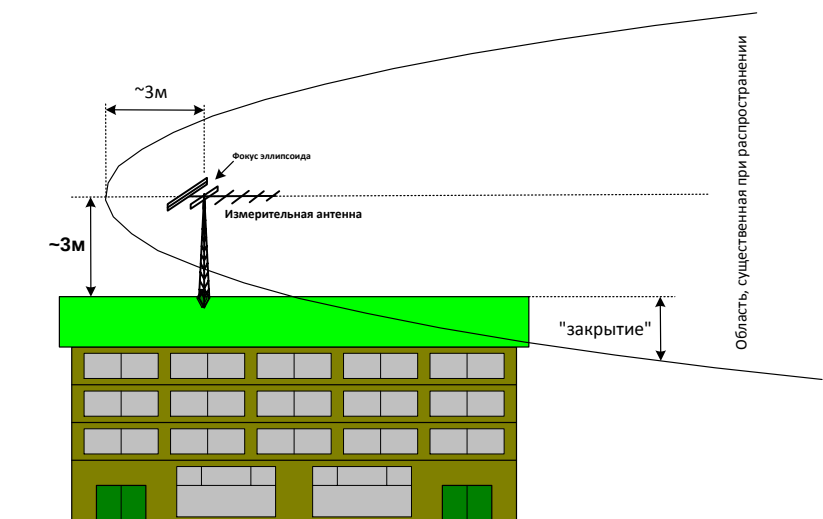


Рисунок Г.7 – Область, существенная при распространении радиоволн

областью существенной для распространения радиоволн считается эллипсоид вращения с радиусом R_D не менее 0,6 от радиуса R_{F1} – первой зоны Френеля [10] (см. рисунок Г.8):

$$R_D > 0.6 \times R_{F1} \quad (\text{Г.2})$$

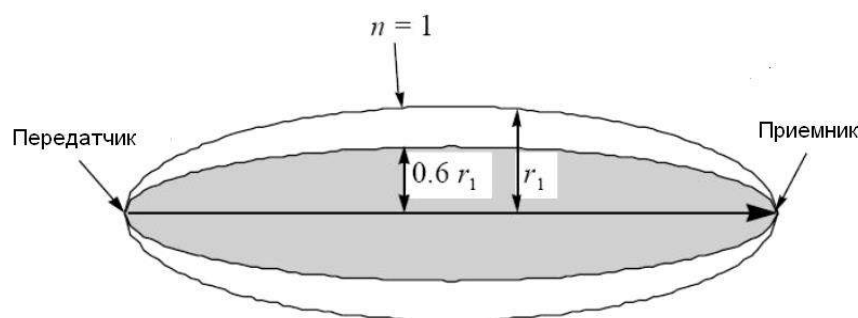


Рисунок Г.8 – Область существенная для распространения радиоволн.

- наличие мешающих сигналов (и, в первую очередь, от своего передатчика), переотраженных от высоких зданий и сооружений; такой сигнал можно обнаружить с помощью направленной антенны и тестового цифрового приемника, в котором предусмотрена функция анализатора спектра, на дисплее которого будут видны характерные искажения спектра («провал» на рисунке Г.9).

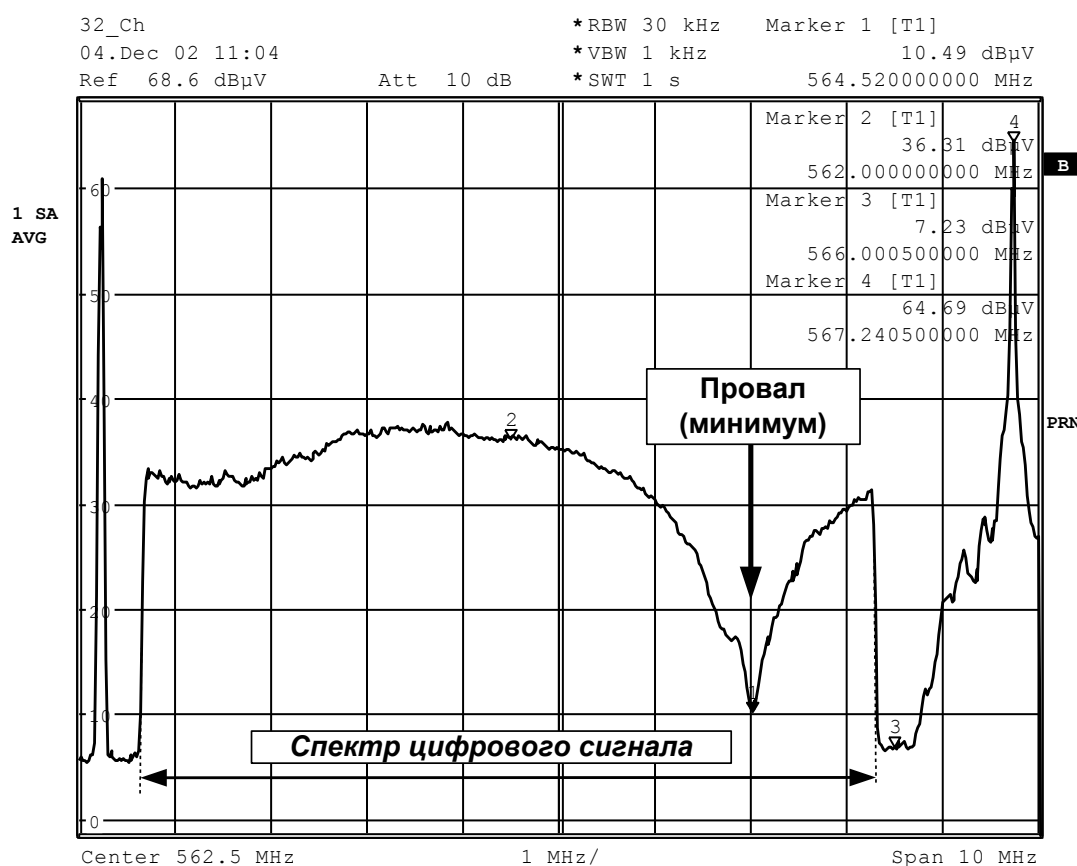


Рисунок Г.9 – Появление «провала» в спектре цифрового ТВ сигнала, принятого на открытой трассе, но из-за воздействия переотраженного от местного предмета сигнала подверженного искажениям

При выборе мест приема на крыше рекомендуется разносить их по фронту, т.е. перпендикулярно направлению на передатчик. Для крепления приемной антенны необходимо использовать штатив. Штатив устанавливается на крыше наиболее высокого дома в окрестностях выбранной малой зоны. К штативу прикрепляется приемная антенна, после чего она ориентируется по

поляризации и поднимается на высоту не менее 2 м над уровнем крыши (рисунок Г.10).

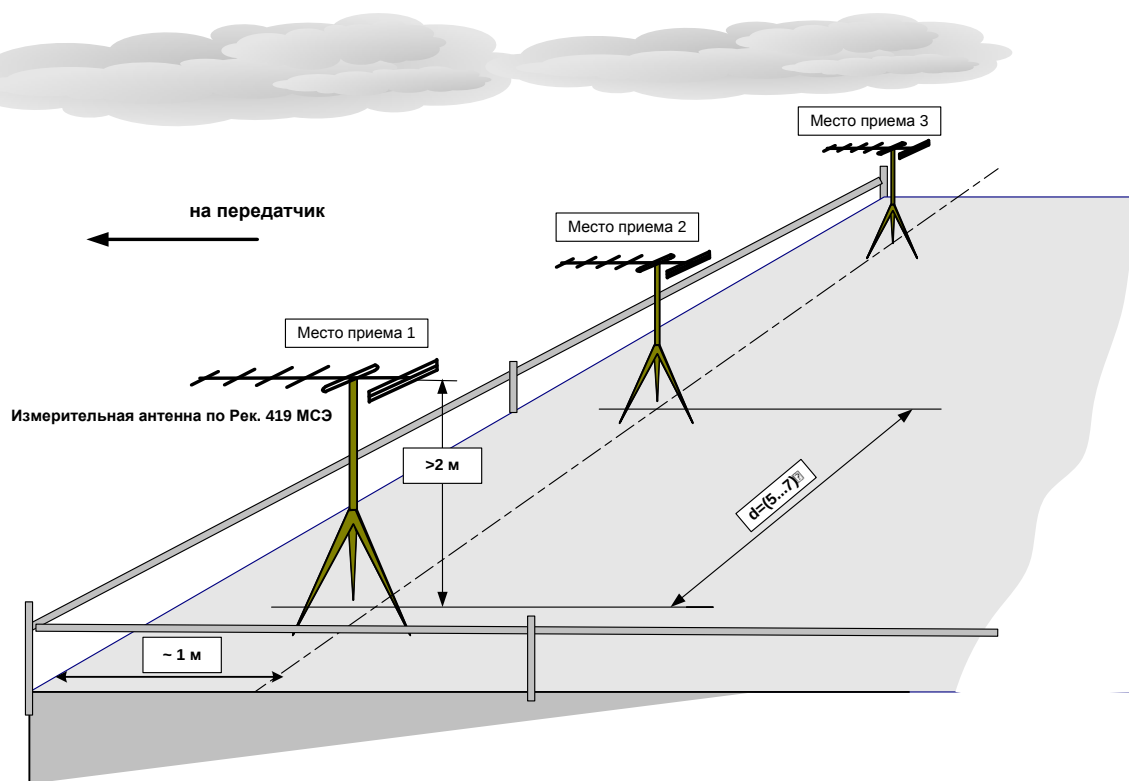


Рисунок Г.10 – Размещение мест приема в малой зоне на крыше здания

Для корректного получения распределения медианной напряженности поля в городе, малые зоны следует выбирать как в новых районах с высотной застройкой, так и в старых районах с малоэтажной застройкой. При этом, в пределах малой зоны для проведения измерений выбирается наиболее высокое здание с минимальным количеством конструкций на его крыше.

Г.4 Выбор малых зон и мест приема в сельской местности для фиксированного приема

Основное правило в выборе площадок для малых зон в сельской местности следующее.

Места для размещения малых зоны следует выбирать так, чтобы в каждой малой зоне и в ее окрестностях было как можно меньше локальных мешающих предметов (например, таких как деревья, столбы, воздушные линии электропередачи и т.д.), а изменение напряженности поля внутри малой зоны в первую очередь зависело бы от изменения рельефа подстилающей поверхности на трассе «передатчик-приемник».

Г.5 Выводы и рекомендации по выбору малых зон и мест приема

1) Основное правило в выборе площадок для малых зон заключается в следующем: места для размещения малых зон следует выбирать так, чтобы влияние локальных мешающих предметов на результаты измерений было бы незначительно, а изменение напряженности поля внутри малой зоны в первую очередь зависело бы от изменений рельефа подстилающей поверхности на исследуемом направлении.

2) Рекомендации в выборе площадки для малых зон:

- при определении положения границы заданной зоны вне населенных пунктов по возможности выбирать площадки для малых зон на открытых ровных местах вдали от строений и токопроводящих сооружений;

- как показывает практика, в сельской местности весьма редко удается отыскать площадку по параметрам, близкую к рекомендованной в виде квадрата с размерами 100×100 метров [6], чаще всего приходится довольствоваться дорогами, уходящими от основного шоссе в стороны;

- по возможности следует избегать измерений в лесных массивах, сильно поглощающих энергию сигнала и искажающих спектр;

- если расчетная зона покрытия приходится на достаточно большой лесной массив, то малые зоны следует выбирать очень аккуратно, на достаточно больших полянах, чтобы влияние леса было минимально;

- в населенных пунктах с застройкой менее 10 м места для проведения измерений следует выбирать, по возможности, на наиболее открытых участках;
- в населенных пунктах с застройкой выше 10 м площадки для проведения измерений следует выбирать на крышах доминирующих в малых зонах по высоте домов.

Список использованных источников

1. Справочник по радиоконтролю. Бюро радиосвязи МСЭ, 2011 г. (Handbook Spectrum Monitoring). Radiocommunication Bureau, International Telecommunication Union, 2011.
2. Rec. ITU-R SM.1875. "DVB-T coverage measurements and verification of planning criteria".
3. Локшин М.Г., Шур А.А., Кокорев А.В., Краснощеков Р.А. Сети телевизионного и звукового ОБЧ ЧМ вещания. Справочник. М. Радио и связь, 1988 — 144.
4. Стандарт ETSI EN 300 744 V1.6.1 (2009-01). Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television.
5. ETSI TR 101 190 V1.3.2 (2011-05). Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation Guidelines for DVB Terrestrial Services; Transmission Aspects.
6. Отчет EBU Tech 3348 Frequency & Network Planning Aspects of DVB T2.
7. Рекомендация МСЭ-Р 1546. Метод прогнозирования для трасс связи "пункта с зоной" для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 3000 МГц.
8. Шур А.А. Ближний и дальний прием телевидения. «Энергия», М. , 1980.
9. Калинин А.И., Черенкова Е.Л. Распространение радиоволн и работа радиолиний, «Связь», М.,1971.
10. Рекомендация МСЭ-Р Р.526 «Propagation by diffraction».
11. Стандарт ETSI EN 302 755 V1.3.1 (2012-04) European Standard Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2).
12. Theodore S. Rappaport. Wireless Communications: Principles and Practice. Prentice Hall, 2002.