

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРА СИСТЕМАМИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО И АУДИО РАДИОВЕЩАНИЯ

Доступность ТВ программ и радиовещания для населения рассчитывается с учетом коэффициента использования спектра и полезным эффектом системы телерадиовещания. Для этого в этой статье рассматривается функция, т.е. доля пользователей, имеющих возможность принимать, по крайней мере, k телевизионных программ. Приведена выражения показателя нужного эффекта и распределение доступность ТВ программ по элементам района. Для оценки эффективности использования спектра системами было рекомендовано пути ее реализации и конкретные условия.

Ключевые слова: Эффективность использования спектра, полезный эффект, коэффициент использования спектра, элементы района, географическая карта.

Введение. Можем себя представить, что система телерадиовещательная система расположена в географическом районе с J передатчиками. Эффективность использования спектра в общем случае задается комплексным параметром [2]:

$SUE = \{M, U\}$ (1) где: M -полезный эффект, получаемый от рассматриваемой системы радиовещания;

U - коэффициент использования спектра для этой системы.

Полезность телевизионных радиопередач определяется числом пользователей (населением), способных принимать радиопередачи, как правило, вместе их проживания [1].

Полезный эффект системы телевизионного радиовещания обязан переменаться в зависимости от плотности населения во всевозможных частях рассматриваемого географического региона и количество телевизионных программ, которые имеют все шансы быть приняты.

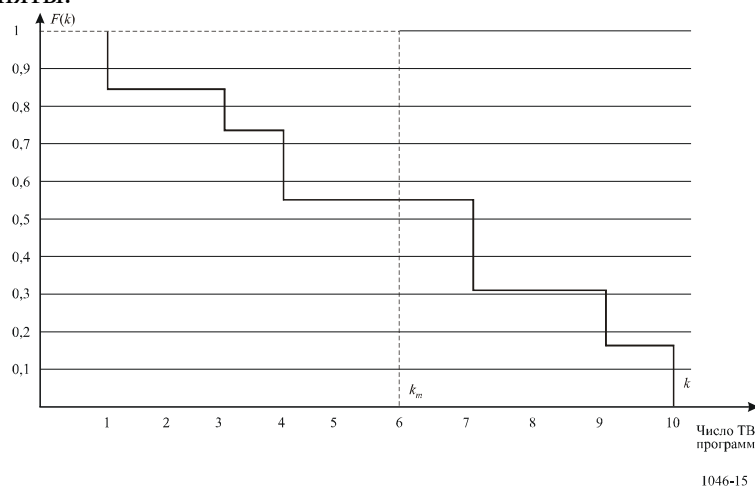


Рис. 1. Доступность ТВ программы для населения

На графике $F(k)$ – это доля пользователей, имеющих возможность принимать, по крайней мере, k телевизионных программ. Наибольший смысл функции дает собой количество пользователей, которое доставляется самое большое количество программ, и как итог – нужный эффект системы ТВ радиовещания в предоставляемом географическом регионе.

Функция $F(k)$ выделяет довольно совершенную полную характеристику нужного эффекта и отображает его структуру. Впрочем, с практической точки зрения $F(k)$ не абсолютно подходит, в частности, для проведения оценки производительности применения диапазона системами телевизионного радиовещания. Больше благоприятный расклад произведено в применении одномерного показателя, функционально зависящего от $F(k)$. Принимая во внимание, собственно, что нужный эффект возрастает с подъемом $F(k)$, незатейливый показатель имеет возможность быть получен, методом проведения расчета площади под кривой или же причины эквивалентного прямоугольника k_m , имеющего ту же площадь (показанного на рис. 1 пунктирной линией)

Последнее соответствует среднему количеству ТВ программ, которые имеют все шансы быть получены хоть каким сведениям юзером. Это количество имеет возможность быть применено в качестве незатейливого показателя нужного эффекта, создаваемого системами ТВ радиовещания. Выражение для показателя нужного эффекта в аналитической форме имеет вид [3]:

$$M = k_m = \sum_{i=1}^I \alpha_i k_i, \quad (2)$$

где: I - число элементов, на которые разделен географический район;

$\alpha_i = \frac{n_i}{N}$ - доля населения, проживающего в пределах i -го элемента района;

n_i - число жителей, проживающих в пределах i -го элемента района;

k_i - число ТВ программ, которые могут быть приняты i -м элементе района;

N - численность населения в географическом районе.

Рассмотрим район с населением $N = 250\,000$ человек с числом отдельных элементов района $I = 9$. Разбивка населения и доступность ТВ программ по элементам области (n_i и k_i , соответственно) приведена в таблице 1.

Таблица 1

Распределение населения и доступность ТВ программ по элементам района

Элемент района	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_i , тысячи	20	10	60	0	100	10	40	10	0
k_i (вариант 1)	4	2	8	1	10	2	6	4	1
k_i (вариант 2)	1	2	4	1	4	8	10	6	2

Полезный эффект для первого варианта в таблице может быть рассчитан исходя из представленных данных с использованием уравнения (2), которое дает следующее:

$$M = \frac{20 \cdot 4}{250} + \frac{10 \cdot 2}{250} + \frac{60 \cdot 8}{250} + \frac{0 \cdot 1}{250} + \frac{100 \cdot 10}{250} + \frac{10 \cdot 2}{250} + \frac{40 \cdot 6}{250} + \frac{10 \cdot 4}{250} + \frac{0 \cdot 1}{250} = 7,52 \text{ (программ)}$$

Если распределение полос частот осуществлено согласно второму варианту, при котором распределение населения не учитывается в полной мере, то полезный эффект рассчитывается следующим образом:

$$M = \frac{20 \cdot 1}{250} + \frac{10 \cdot 2}{250} + \frac{60 \cdot 4}{250} + \frac{0 \cdot 1}{250} + \frac{100 \cdot 4}{250} + \frac{10 \cdot 8}{250} + \frac{40 \cdot 10}{250} + \frac{10 \cdot 6}{250} + \frac{0 \cdot 2}{250} = 4,88 \text{ (программ)}$$

Этот пример показывает, что предлагаемый показатель полезного эффекта является точным показателем для выработки стратегий развития систем ТВ радиовещания в рассматриваемом географическом районе.

Определение коэффициента использования спектра для систем ТВ радиовещания

Внедрение диапазона ориентируется методом учета ограничений, которые налагаются существующими ТВ станциями на внедрение новых станций. Для ТВ станции, расположенной в центре элемента зоны i , такими ограничениями могут быть общее число ТВ каналов K_i , или относительное число $U_i = \frac{K_i}{K}$, где K – общее число ТВ каналов.

Является, собственно что обстоятельства ЭМС не производятся в предоставленном ТВ канале, в случае если вредные помехи, формируемые одним или же несколькими ТВ передатчиками, мешают обычной работе приемников, работающих с существующим ТВ передатчиком, или же в случае если новый ТВ передатчик, передающий сигналы на частоте сего канала, делает неприемлемые помехи для приемников, осуществляющих связь с существующими телевизионными передатчиками, охватывая те передатчики, которые трудятся на кое-каких иных ТВ каналах. Помехи имеют все шансы предусматриваться в совмещенном, примыкающем, гетеродинном и зеркальном каналах [4].

Потому что лимитировани находятся в зависимости отположения абстрактного нового передатчика, выходит некоторое количество итогов. Их возможно облегчить, взяв лимитирования, получаемые для всевозможных местоположений на рассматриваемой земли и выполнив сообразный расплата. Чем какаго-либо другого всего высчитать взвешенное среднее смысл ограничений во всехместоположениях новогпередатчика, взяв в качестве взвешивающего фактора долю населения, живущего в регионе всякого расположения. Подобный метод, для начала, разрешает обосновать, собственно что размер диапазона, выделенного телевизионным системам, возрастает с подъемом плотности населения. Во-2-х, при данном согласуются 2 показателя M и U , которые используются для такого, дабы охарактеризовать внедрение диапазона.

Таким образом, коэффициент использования спектра может быть определен с использованием уравнения:

$$U = \sum_{i=1}^I \alpha_i U_i, \quad (3), \quad \text{где: } U_i = \frac{K_i}{K} - \text{доля полос частот, запрещенных для использования}$$

теоретическим новым ТВ передатчиком, расположенным в центре i -го элемента области.

Проведения расчета SUE для систем ТВ радиовещания

Для оценки эффективности использования спектра системами ТВ радиовещания рекомендуются осуществить следующие шаги:

разделить географический район на элементы площадью от 3 до 5 км².

- определить долю α_i от общего населения, проживающего в i -м элементе района.
- определить длины радиусов зон обслуживания R_s существующих передатчиков ТВ систем на основе их технических характеристик.
- рассчитать расстояния R_{ij} от центра каждого элемента района i до передатчиков существующих систем.
- определить число существующих ТВ передатчиков для каждого элемента района, в зону обслуживания которых он попадает, путем сравнения R_s и R_{ij} .
- обобщить полученные результаты для отдельных элементов района и рассчитать полезный эффект с использованием уравнения (2).
- провести моделирование передатчика новой системы и рассчитать отношения S/N на входах приемников, осуществляющих связь с существующими и новыми ТВ передатчиками.
- определить полосы частот, в которых не соблюдается ЭМС между новым ТВ передатчиком и осуществляющими с ним связь приемниками, с одной стороны, и между существующими ТВ передатчиками и их приемниками, с другой стороны.
- обобщить результаты, полученные для отдельных элементов района, и использовать уравнение (3) для расчета коэффициента использования спектра.

Результаты оценки могут быть представлены в виде географической карты, на которой показаны значения полезного эффекта и коэффициента использования спектра в рассматриваемом районе (см. рис. 2), или путем проведения расчета среднего значения для всего района.

Примечание в отношении оценки SUE для систем звукового радиовещания. Природа применения диапазона системами звукового радиовещания системами ТВ радиовещания во множества отношениях подобна. Кое-какие различия имеют пространство по причине такого, собственно, что важное количество сравнительно интенсивных юзеров систем звукового радиовещания состоит из владельцев личных автомашин и пассажиров.

Вследствие этого при проведении расчета нужного эффекта и коэффициента применения диапазона было бы хорошо принимать во внимание что, большая доля пользователей услуг радиовещания находятся на автодорогах и трассах. Как и в случае ТВ систем, предлагается планировать нужный эффект как среднее количество k_m программ звукового радиовещания, которые юзер имеет возможность брать на себя в представленном районе. Коэффициент применения диапазона рассчитывается подобным образом как среднее количество ожидаемого количества полос частот, не разрешенных для применения представленной новой системой звукового радиовещания по причине неисполнения критерий ЭМС для имеющих место быть систем.

Проведение оценки коэффициента использования спектра для системы звукового радиовещания зависит от следующих конкретных условий:

- элементы района, содержащие главные автодороги, сравнимы с городскими районами (ввиду наличия пользователей услуг звукового радиовещания), и коэффициенты α_i определяются для них соответствующим образом.
 - при определении коэффициента использования спектра учитываются сочетания несовместимых полос частот, типичные для системы звукового радиовещания;
- следовательно, необходимо учитывать тот факт, что системы звукового радиовещания могут работать в общей полосе частот без помех в гетеродинном и зеркальном каналах.

Оценка использования радиочастотного спектра

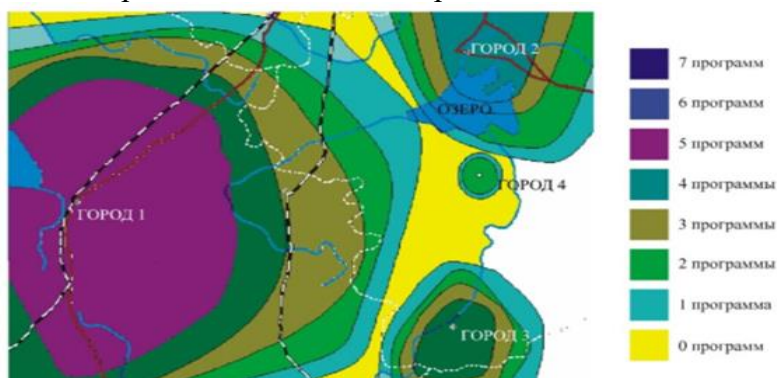


Рис. 2. Карта полезного эффекта M

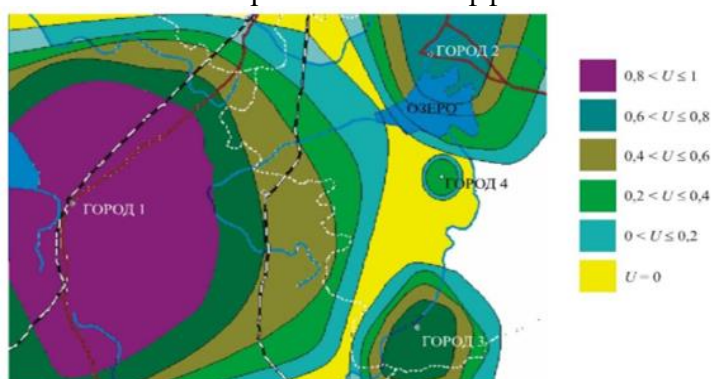


Рис. 3. Карта коэффициента использования спектра U

Общий показатель: $SUE = (M=3, 2 \text{ программы}, U=0,4)$

Литература:

1. Быховский М.А. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. [Текст] ЭКОТRENДЗ. Москва. 2006.
2. Справочник Управление использованием радиочастотного спектра. Женева. МСЭ. 2005.
3. Регламент радиосвязи. Женева. МСЭ. 2004.
4. Заключительные акты Региональной конференции радиосвязи по планированию цифровой наземной радиовещательной службы в частях Районов 1 и 3 в полосах частот 174–230 МГц и 470–862 МГц (РКР-06) Женева, 15 мая – 16 июня 2006 года