

## Литература

1. Сорокин С.Н., Иванченко Е.В. Применение генетического поиска к решению задачи размещения базовых станций систем мобильной связи. <http://library.mephi.ru/data/scientificsessions/2002/3/162.htm> 16.04.2010
2. Логвинов А.В. Оптимизация числа базовых станций в условиях сильно пересеченной местности // ИКТ. Т.7, №2, 2009. – С.41-45.
3. Рашевский П.К. Риманова геометрия и тензорный анализ. М.: Наука, 1967. – 664 с.
4. Чертов А.Г. Физические величины. Справочное издание. М.: «Высшая школа», 1990. – 336 с.

## THE OPTIMIZATION ALGORITHM THE LOCATION OF ANTENNAS CELLULAR BASE STATIONS IN RURAL AREAS

Logvinov A.V.

**In this paper we propose an algorithm optimizing the antenna base stations of cellular networks in areas with low population density (rural). For the optimality criterion as the maximum area for reliable reception of a given area with the existing leaky buildings.**

**Keywords:** *cellular network, base station, the area reliable reception, the curvature tensor.*

Логвинов Александр Владимирович, заместитель директора по учебно-воспитательной работе колледжа связи Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. Тел. (8-846) 247-79-10; 926-14-40. E-mail: [ks\\_logvinov@mail.ru](mailto:ks_logvinov@mail.ru)

УДК 621.397.13

## ВОСПРИЯТИЕ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНЕГО ОСВЕЩЕНИЯ

Лошкин Л.Д.

В статье приводится описание цветовых искажений, вызванных внешним источником освещения, который, как правило, присутствует при просмотре телепередачи. Дается характер этих цветовых искажений. Предлагается метод и техническое решение для компенсации искажений восприятия цвета на экране телеприемника.

**Ключевые слова:** внешний источник света, модели хроматической адаптации, координаты стимула, колбочковые ответы, координаты целевого белого, цветовых искажений, оптический спектр.

### Введение

За более чем 40 лет регулярного цветного телевизионного вещания (ТВ) в нашей стране его техника шагнула далеко вперед. Технические изменения произошли как в аппаратуре ТВ центров, так и в модификациях бытовых ТВ приемников. Цветные кинескопы ТВ приемников заменили жидкокристаллические и плазменные панели. Снята проблема сведения лучей, присутствующая трехлучевому кинескопу. Качество цветного изображения стало значительно лучше, а полный переход на цифровое цветное ТВ еще более повысит качество цветной ТВ репродукции.

### Влияние условий просмотра ТВ изображения на цветовые искажения воспринимаемого цвета

Технический прогресс в области ТВ техники способствует улучшению качества ТВ изображения, но существует фактор, ухудшающий цветовосприятие на экране ТВ приемника. Этим фактором является внешний источник света, который, как правило, присутствует во время просмотра ТВ передач. В некоторых случаях внешняя засветка экрана ТВ приемника практически очень мало зависит от человека, например просмотр ТВ передачи в дневное время суток. Цвет и уровень излучения внешнего источника света в дневное время зачастую зависит от погодных условий. В вечернее время суток человек может в определенной степени регулировать уровень освещения помещения, в котором производится просмотр ТВ передач.

Рассмотрим физический процесс, происходящий во время восприятия цветного ТВ изображения с экрана ТВ приемника при внешнем источнике света. Как правило, это источник белого цвета, будь то естественное дневное освещение либо искусственные источники. На рис. 1 [1]

изображены относительные распределения энергии в спектре дневного солнечного света, а на рис. 2 показаны спектры излучения стандартных источников А, В и С.

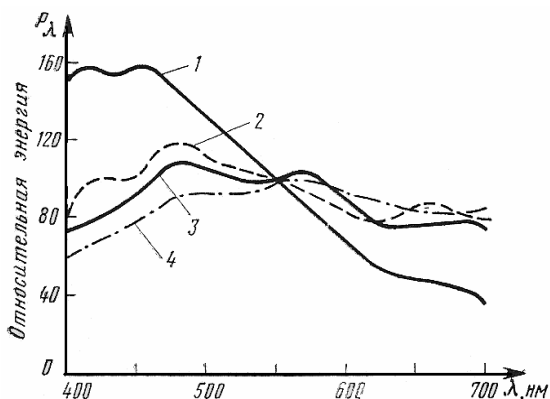


Рис. 1. Распределение энергии в спектре дневного солнечного света: кривая 1 – цвет неба; кр. 2 – облачное небо; кр. 3 – безоблачное небо; кр. 4 – прямой солнечный свет [1]

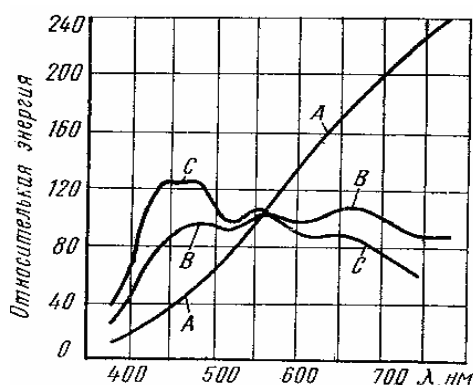


Рис. 2. Распределение энергии в спектре излучения стандартных источников белого света А, В и С [1]

Предположим, для примера, что в помещении, где производится просмотр ТВ передач, в качестве источника света включена лампа накаливания (источник А). Складывая спектральные характеристики синего, зеленого и красного фильтров ЖК-панели (см. рис. 3) со спектром излучения источника А, получим, что изображение на экране ТВ приемника будет окрашиваться в «желто-красные» тона. Конечно, в этом случае не будет аддитивного процесса сложения цветов экрана ТВ приемника и цвета источника внешнего освещения, здесь процесс несколько сложнее, и его можно назвать аддитивно-субтрактивное сложение цветов, поскольку часть спектра источника внешнего освещения поглощается экраном ТВ приемника, а часть – отражается и при этом складывается с излучением экрана. И тем не менее, в этом случае воспринимаемая цветность изображения на экране ТВ приемника сдвигается

в желтую область. Это же показывает и модель цветовоспроизведения на экране ТВ приемника (см. рис. 6).

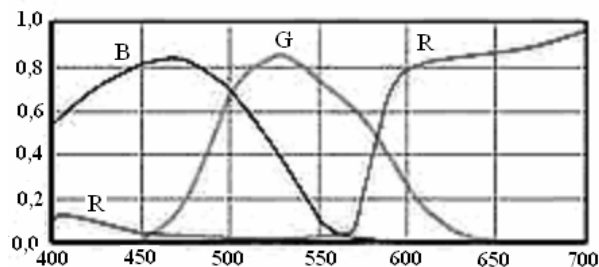


Рис. 3. Спектральные характеристики синего, зеленого и красного фильтров ЖК-панели

Очевидно, произойдет практически то же самое при внешнем освещении источником S (цвет голубого неба), но в этом случае цвет репродукции на телеэкране будет сдвигаться в синюю область цветов, что и подтверждает модель (см. рис. 7). Малые цветовые искажения, вызванные внешней засветкой источником D7500, можно объяснить тем, что источник D7500 имеет малую контрастность относительно источника D6500 (координаты этих источников очень близки между собой), на который настроен экран телевизора, как на опорную белую цветность, поэтому при засветке ТВ экрана этими источниками мало изменяет цветность ТВ репродукции (см. рис. 8). Но, к сожалению, такая ситуация встречается крайне редко.

В [2] приводится описание компьютерной модели исследования цветовых искажений в телевидении. Впоследствии данная программа была несколько изменена. В частности, в программу была добавлена модель хроматической адаптации, причем в настоящее время существует несколько этих моделей [3], и некоторые из них были включены в программу расчета цветовых искажений.

На рис. 6-8 цветовые искажения показаны в колориметрической системе МКО 76 (LAB), изображенной в сферической системе координат [4-5]. За исходные цвета (обозначенные цифрами от 1 до 12) взяты цвета из атласа Манселла [6]. Номера цветов, используемые на рис. 6-8, соответственно равны: 2, 13, 24, 35, 46, 57, 68, 79, 90, 101, 112 и 123 [6]. Цифрами от 1 до 12 с одним штрихом обозначены цвета, которые воспроизведены на экране ТВ приемника, а этими же цифрами, но с двумя штрихами – цвета, которые воспринимаются наблюдателем. В качестве модели хроматической адаптации здесь применена Bradford-модель, описываемая следующими выражениями [3]:

$$\begin{bmatrix} X_D \\ Y_D \\ Z_D \end{bmatrix} = [M_A]^{-1} \cdot \begin{bmatrix} L_D/L_S & 0 & 0 \\ 0 & M_D/M_S & 0 \\ 0 & 0 & S_D/S_S \end{bmatrix} \cdot [M_A] \cdot \begin{bmatrix} X_S \\ Y_S \\ Z_S \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где  $X_S, Y_S, Z_S$  – координаты  $X, Y, Z$  стимула;  $L_S, M_S, S_S$  – колбочковые ответы на исходный белый;

$$\begin{bmatrix} L_S \\ M_S \\ S_S \end{bmatrix} = [M_A] \cdot \begin{bmatrix} X_{WS} \\ Y_{WS} \\ Z_{WS} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

$X_{WS}, Y_{WS}, Z_{WS}$  – координаты исходного белого (D6500),

$$[M_A] = \begin{bmatrix} 0,8951 & 0,2664 & -0,1614 \\ -0,7502 & 1,7135 & 0,0367 \\ 0,0389 & -0,0685 & 1,0296 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где  $X_D, Y_D, Z_D$  – координаты стимула;  $L_D, M_D, S_D$  – колбочковые ответы на белый;

$$\begin{bmatrix} L_D \\ M_D \\ S_D \end{bmatrix} = [M_A] \cdot \begin{bmatrix} X_{WD} \\ Y_{WD} \\ Z_{WD} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

$X_{WD}, Y_{WD}, Z_{WD}$  – координаты целевого белого.

Яркость целевого белого, то есть яркость освещения экрана ТВ приемника, была принята в расчетах соизмеримой с яркостью изображения.

Как видно из рис. 6-8, имеют место достаточно большие искажения как цветового тона, так и насыщенности цвета. Хочу отметить факт, что воспринимаемый цвет (см. рис. 6, цвета 1"...5") может находиться за пределами треугольника (RGB) цветового охвата экрана ТВ приемника.

### Методы цветовой коррекции искажений цвета в телевидении при воздействии различных внешних условий цветовосприятия

Итак, существует проблема цветовых искажений, которые никак нельзя решить методом улучшения качественных характеристик как аппаратуры телецентра, так и ТВ приемников. В настоящее время выпускаются «интеллектуальные» телевизоры. Суть заключается в том, что на передней панели телевизора установлен фотометр, который позволяет измерять яркость внешнего освещения, и в зависимости от измеренной яркости автоматически регулируются яркость и контрастность ТВ изображения. Это

в некоторой степени снимает часть поставленной проблемы, но полного и достаточного решения поставленной проблемы не дает.

Для решения этой проблемы необходимо знать либо оптический спектр интегрального излучения источника внешней засветки, либо координаты цвета этого излучения (по оптическому спектру легко можно определить эти координаты). Использовать спектрофотометр в телевизоре неоправданно дорогое решение этой проблемы, да и время измерения спектра и время расчета координат может оказаться весьма большим. В этом отношении лучшего результата можно достичь с помощью обычного фотоэлектрического трехцветного колориметра параллельного действия. Особо высокой точности измерения здесь не требуется и будет вполне достаточно 0,05...0,08 от измеряемой величины цветности по  $x$  и  $y$ . Подобный колориметр может быть построен по методу с применением «масок» [7]. Но для быстроты измерения фотоэлектрический колориметр должен быть непременно параллельного типа, то есть на его электрических выходах всегда должны присутствовать сигналы текущего измерения координат цвета внешнего излучения, например, соответственно  $X, Y$  и  $Z$  каналов.

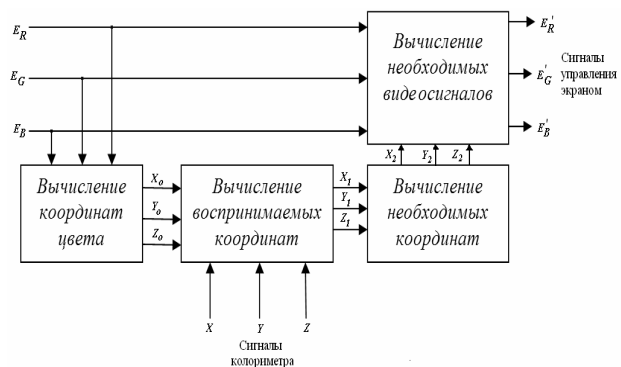


Рис. 4. Схема выходных каскадов цветных сигналов

Схема выходных каскадов цветных сигналов при этом будет иметь вид, как показано на рис. 4. Рассмотрим работу данной схемы. Сигналы с видеодетектора (или с матрицы)  $E_R, E_G$  и  $E_B$  поступают на арифметическое устройство для вычисления координат цвета элемента изображения. Эти вычисления производятся по формуле

$$\begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_R & x_G & x_B \\ y_R & y_G & y_B \\ z_R & z_G & z_B \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} E_R \\ E_G \\ E_B \end{bmatrix}, \quad (5)$$

где  $x_R, y_R, z_R, x_G, y_G, z_G, x_B, y_B, z_B$  – координаты цветности основных цветов ТВ экрана. При этом координаты цветности

$$x_0 = \frac{X_0}{X_0 + Y_0 + Z_0}; \quad y_0 = \frac{Y_0}{X_0 + Y_0 + Z_0}.$$

Эти формулы справедливы для линейного ТВ приемника. В случае наличия нелинейностей необходимо значения сигналов  $E_R, E_G, E_B$  возводить в степень  $\gamma_R, \gamma_G$  и  $\gamma_B$  соответственно.

Вычисленные координаты цвета  $X_0, Y_0, Z_0$  поступают в блок вычисления воспринимаемых координат цвета под воздействием влияния внешнего источника освещения, координаты которого,  $X, Y$  и  $Z$  измеренные колориметром, поступают в этот же блок. Этот блок по своей сути является моделью хроматической адаптации (1)-(4). На выходе этого блока получаем координаты цвета, которые воспринимаются наблюдателем при просмотре ТВ изображения. В зависимости от координат цвета внешнего источника освещения, полученные координаты будут сдвинуты в противоположную сторону, но так, чтобы эти точки с координаты не выходили за пределы цветового треугольника основных цветов, потому что в этом случае воспроизвести этот цвет не удастся. Эта «инверсия координат» производится в блоке «Вычисление необходимых координат», на выходе которого получаем координаты  $X_2, Y_2$  и  $Z_2$ .

Зная необходимые координаты цвета, из (5) находим необходимые величины сигналов  $E_R, E_G, E_B$ , которые и управляют экраном ТВ приемника, воспроизводя при этом несколько другой цвет. За счет внешней засветки наблюдатель будет воспринимать цвет, имеющий первоначальный цвет (или почти первоначальный цвет), то есть цвет, который воспроизводит ТВ экран, а не который воспринимается глазом наблюдателя. Таким образом, можно в значительной степени скорректировать и уменьшить цветовые искажения, воспринимаемые наблюдателем.

Возможен и второй способ решения данной проблемы, он состоит в том, что вычислительные блоки (см. рис. 4) заменяются блоком постоянной памяти (ПЗУ), в которой «зашиты» значения необходимых значений видеосигнала. Структурная схема реализации этого способа приведена на рис. 5.

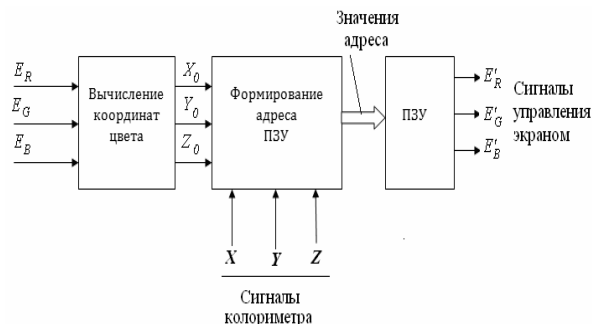


Рис. 5. Способ коррекции цветовых искажений с применением постоянного запоминающего устройства (ПЗУ)

Можно определить необходимый объем памяти ПЗУ. Пусть количество цветов, которое воспроизводится ТВ-приемником, равно пятистам тысячам, а количество типов источников внешнего освещения не превышает пятидесяти. Тогда при 8-битном кодировании видеосигнала необходимый объем постоянного запоминающего устройства должен составлять:  $500000 \cdot 50 = 25000000$  байт, или ~25 Мбайт, что вполне приемлемо.

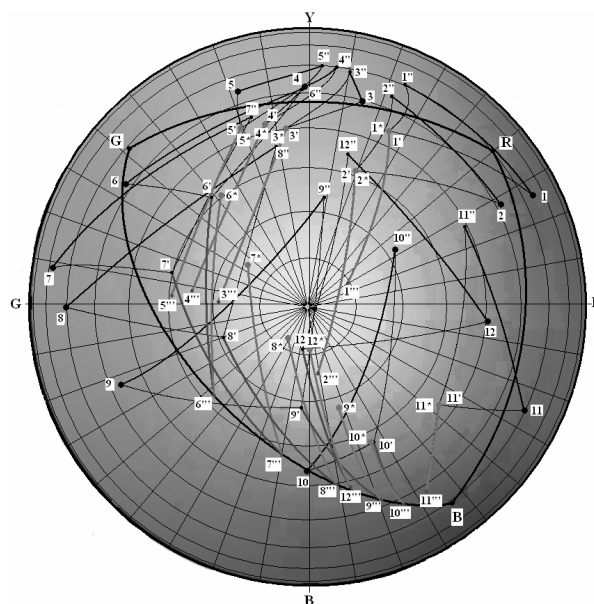


Рис. 6. Коррекция цветовых искажений, вызванных засветкой экрана ТВ приемника внешним источником света (лампа накаливания – стандартный источник А)

На рис. 6-8 показаны результаты работы данного метода компенсации внешней засветки экрана ТВ приемника. Дополнительные обозначения на этих рисунках состоят в следующем: цифры с тремя штрихами обозначают цвета, которые должен воспроизводить экран ТВ приемника и которые за счет действия внешней засветки воспроизводятся глазом (мозгом наблюдателя) как цвета, обозначенные цифрами со звездочкой.

Необходимо отметить, что воспроизводимые цвета, которые лежат на линии треугольника основных цветов ТВ экрана, требуют отрицательного значения величины видеосигнала основного цвета, определяемого противоположной точкой цветового треугольника основных цветов ТВ экрана.

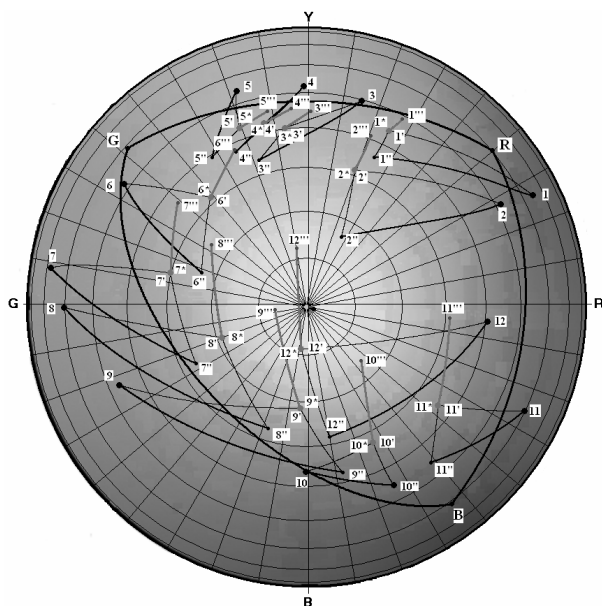


Рис. 7. Коррекция цветовых искажений, вызванных засветкой экрана телеприемника внешним источником света (цвет голубого неба – стандартный источник S)

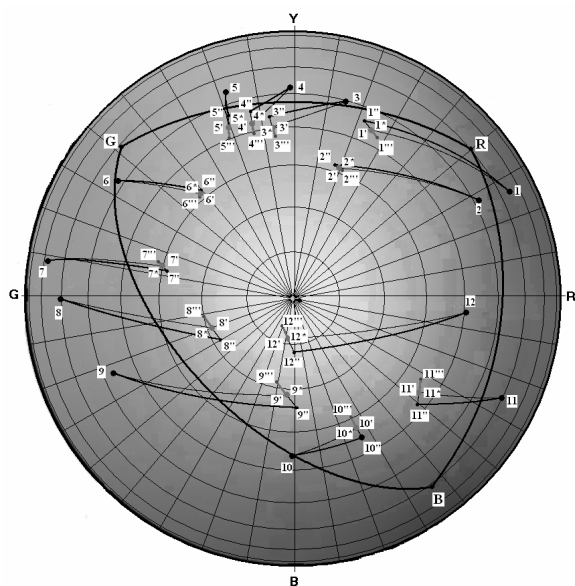


Рис. 8. Коррекция цветовых искажений, вызванных засветкой экрана телеприемника внешним источником света (цвет пасмурного неба – стандартный источник D7500)

К примеру, на рис. 6 цвета 6-10 лежат близко к линии GB треугольника цветового охвата телеэкра-

на, и эти воспроизводимые цвета с учетом компенсации внешнего источника засветки экрана должны иметь значения видеосигнала ER меньше нуля, что в принципе невозможно, поэтому эти цвета не могут иметь 100% коррекцию. Так как здесь предполагается иметь в ТВ приемнике колориметр, а координата цвета Y есть величина пропорциональная яркости источника внешней засветки, поэтому значением величины Y можно управлять яркостью и контрастностью изображения.

Таким образом, использование прибора, способного измерять координаты цвета и яркости источника внешней засветки, в комплекте с телеприемником может в значительной степени повысить качество восприятия цветного ТВ изображения.

### Заключение

Показано, что внешняя засветка телеэкрана вносит цветовые искажения при восприятии изображения. Величина этих искажений зависит от яркости и спектрального распределения энергии источника внешней засветки телеэкрана. Использование трехцветного колориметра параллельного действия в комплекте с телеприемником позволяет произвести коррекцию этих цветовых искажений.

### Литература

1. Новаковский С.В. Цветное телевидение. Основы теории цветовоспроизведения. М.: Связь, 1975. – 428 с.
2. Ложкин Л.Д. Образовательный web-сайт по информационным технологиям: Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 11710. Номер гос. рег. 50200802240; заявл. 10.11.2008; дата рег. 14.11.2008.
3. Фершильд М.Д. Модели цветового восприятия. Пер. с англ. А. Шадрина, 2004. – 438 с.
4. Ложкин Л.Д. Равноконтрастное цветовое пространство // Труды VIII МНКТ «Телевидение: передача и обработка изображения». С-Пб., ГЭТУ, 2011. – С. 31-34.
5. Ложкин Л.Д., Неганов В.А. Нетрадиционный метод разработки равноконтрастного цветового пространства для телевидения // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. Т.14, № 2, 2011. – С. 102-109.
6. Хант Р.И. Цветовоспроизведение. Пер. с англ. С-Пб.: ШАРИПОВ, 2009. – 888 с.
7. Ложкин, Л.Д. Дифференциальная колориметрия. Самара: Изд. ПГУТИ, 2010. – 320 с.

## HIGHER COLORIMETRY AND RAVNOKONTRASTNYE COLOR SPACE

Lozhkin L.D.

The article describes the color distortion caused by an external light source, which is usually present when watching TV. Given the nature of the color distortion. It is proposed a method and a technical solution to compensate for the distortion of perception of color on the screen of the receiver box.

**Keywords:** external light source, a model of chromatic adaptation, the stimulus coordinates, number of bars, the responses of the target coordinates of the white color distortion, the optical spectrum.

Ложкин Леонид Дидимович, к.т.н., заведующий лабораториями Кафедры «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. Тел. (8-846) 339-11-74. E-mail: astro76@rambler.ru

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ

УДК 621.396.677; 621.397.671

## ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СЛУЧАЙНЫХ АНТЕНН

Заседателева П.С., Маслов О.Н., Рябушкин А.В., Щербакова Т.А.

Рассматриваются способы возбуждения сосредоточенных и распределенных случайных антенн (СА и РСА). Представлены исходные данные, необходимые для исследования многоканальных СА и РСА методом статистического имитационного моделирования (СИМ) и проектирования систем защиты конфиденциальной информации (КИ).

**Ключевые слова:** защита конфиденциальной информации, многоканальные случайные антенны, способы возбуждения, метод статистического имитационного моделирования, исходные данные.

**Введение**

Анализ предметной области, проводимый при исследовании СА и РСА разных типов в рамках метода СИМ, требует определения исходных данных, обусловленных особенностями их возбуждения [1-3]. В настоящее время известны сведения такого рода, относящиеся к относительно немногим типовым СА, – представленные, например, в [1; 4]. Для проектирования систем защиты КИ этого недостаточно, поэтому дальнейшее изучение и моделирование режимов возбуждения СА и РСА, с учетом их конструктивных особенностей, представляется актуальным и важным – как для развития статистической теории антенн (СТА) [3], так и в практическом плане [2].

Опыт исследования СА и РСА показывает, что экспериментальное определение статистических характеристик, относящихся к режиму их возбуждения, является одним из наиболее «неблагоприятных»: трудоемких и малоэффективных по

результату этапов проведения СИМ. В [2-3] для облегчения ситуации было предложено использовать возможности современной теории вероятностей – в частности, связанные с построением универсальных и максимально общих финитных моделей на основе семейства одномерных устойчивых законов. Это решает проблему в принципе, но не позволяет, к сожалению, определить значения числовых параметров, относящиеся к конкретным моделям – в том числе обусловленные особенностями возбуждения СА и РСА. Поэтому и с данной точки зрения исследование характеристик сигналов, возбуждающих типовые СА и РСА, представляется объективной необходимостью.

Цель статьи – обсуждение экспериментальных результатов, полученных в настоящее время применительно к разным типам СА и РСА, а также демонстрация их практического применения в интересах предотвращения несанкционированного доступа (НСД) к КИ коммерческого назначения.

**Возбуждение сосредоточенных СА**

В таблице 1 представлены фрагменты описания предметной области СИМ для типовых сосредоточенных СА по данным [5], существенные для моделирования режима их возбуждения. Абсолютные уровни КИ-сигналов в телефонных аппаратах составляют 1 мкВ...1 мВ; в устройствах вызова, громкоговорителях и других устройствах (см. таблицу 1) они могут достигать 10...100 мВ,