

УДК 006.022

**Е. Н. САВКОВА**, доцент кафедры «Стандартизация, метрология и информационные системы», ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории оптико-электронного приборостроения, Белорусский национальный технический университет, кандидат технических наук  
**А. Г. ДЕМИДОВИЧ**, магистрант кафедры «Стандартизация, метрология и информационные системы», Белорусский национальный технический университет

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПОНЯТИЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ РАЗРЕШАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ЦВЕТОВОСПРИЯТИЙ И ЦВЕТОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

Продолжение. Начало в журнале «Стандартизация». – 2015, № 3

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПОНЯТИЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СРЕДСТВ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Согласно ГОСТ 27883-87 [17] «средство отображения информации» – устройство, обеспечивающее отображение информации в виде, пригодном для зрительного восприятия. В соответствии с ГОСТ 21879-88 [18] «многоцветное средство отображения информации» – средство отображения информации, обеспечивающее отображение информации различными цветами (количество цветов – от двух и более). Как было показано на рисунке 1, в информационном канале передачи графической информации используются цифровая камера и видеотерминал. Плотность размещения элементов пикселей фотоприемника цифровой камеры связана с пространственным разрешением, которое в телевидении обычно определяется количеством различимых линий на единицу длины [19]. Согласно ГОСТ 27459-87 [20] «пиксель» – наименьший элемент поверхности визуализации, которому независимым образом могут быть заданы цвет, интенсивность и другие характеристики изображения. Если плотность линий достигает некоторой критической величины,

то они визуально воспринимаются в виде непрерывного поля. Стандарт [5] устанавливает следующие определения применительно к цифровой камере. «Разрешение» – мера возможности системы или компонента камеры отобразить деталь изображения (к показателям разрешения относятся: разрешающая способность, предельное разрешение, амплитудно-частотная характеристика (АЧХ), модуляционно-частотная характеристика (МЧХ), оптическая передаточная функция). «Вертикальное разрешение» – значение разрешения, измеренное по более короткой стороне изображения, соответствующей вертикальному направлению для «альбомной» ориентации изображения, обычно используя горизонтально ориентированную функцию миры. «Горизонтальное разрешение» – значение разрешения, измеренное по более длинной стороне изображения, соответствующей горизонтальному направлению для «альбомной» ориентации изображения, обычно используя вертикально ориентированную характеристику миры. «Предельное разрешение» – значение той части контрольного образца заданного разрешения, измеряемое в ширинах строки на высоту изображения, которое соответ-



ствуется среднему значению модуляции, равному некоторому определенному проценту значения модуляции на указанной частоте. Например, пределом разрешения может быть значение контрольного образца, измеряемое в ширине строки на высоту изображения ( $LW / PH$ ), соответствующее выходному уровню модуляции камеры 5 % от выходного уровня модуляции камеры на указанной частоте, равное  $10 LW / PH$ . Согласно ГОСТ Р 51558-2008 [21] «разрешающая способность видеокамеры» – параметр, определяющий возможность видеокамеры передавать в выходном видеосигнале мелкие детали изображения. Она определяется как число переходов (в видимой части раstra) от черного к белому или обратно, которое может быть передано камерой. Измеряется в телевизионных линиях (ТВЛ) по горизонтали и вертикали.

Методы измерений пространственного разрешения объективов и телевизионных систем основаны на прямом измерении контраста (или модуляции) с использованием набора мир различных пространственных частот. Согласно [5] «модуляция» – разница между минимальным и максимальным уровнями сигнала, деленная на сумму этих уровней. Наблюдая с помощью камеры миры через коллиматор с известным фокусным расстоянием ( $f_k$ ), можно измерять модуляцию от каждой имеющейся в наборе решетки. Пространственная частота решетки ( $F$ ) на фотоприемнике определяется через отношение фокусных расстояний объектива камеры ( $f$ ) и коллиматора  $f_k$ , а также через расстояние между двумя непрозрачными полосками ( $p$ ):  $F = f_k / f / p$  (1 пара линий/мм). Также пространственное разрешение можно определять путем измерений апертурной характеристики отдельных элементов (пикселей) ПЗС-матрицы камеры: с помощью оптики, имеющей функцию рассеяния точки, проецируют световое пятно в 5 – 10 раз меньше размера элемента. Перемещая пятно через светочувствительный пиксель с шагом, равным диаметру пятна, измеряют

на каждом шаге выходной сигнал, а затем нормируют к максимуму и получают апертурную характеристику для данного спектрального состава света. Для измерений используют контрольные образцы (миры) спектральных характеристик. Согласно [5] «контрольный образец» – определенное расположение спектральных характеристик отражения или пропускания для измерения показателей качества изображения. Различают битональные (бинарные), полутоновые и спектральные контрольные образцы. Битональные образцы, как правило, используются для измерений разрешающей способности, предельного разрешения и пространственной частотной характеристики; полутоновые образцы – для измерений оптико-электронных функций преобразования; спектральные образцы – для оценки воспроизведения цвета.

Изображение объекта передается на видеотерминал, который может иметь множество физических реализаций – терминалы общего (экраны, видеостены) и индивидуального (мониторы) пользования. Согласно [17] «экран средства отображения информации» – поверхность средства отображения информации, на которой отображается информация. Применительно к видеотерминалам были найдены следующие термины и определения. Так, согласно [17] «разрешающая способность средства отображения информации» – максимальное количество различных элементов информации на экране средства отображения информации на линейный размер. В соответствии с [18] «элемент отображения информации средства отображения информации (элемент информации)» – минимальная составная часть информации на экране средства отображения информации. Пиксели, отображаемые на цветных мониторах, состоят из триад – так называемых субпикселей красного, зеленого и синего цветов, расположенных рядом в определенной последовательности. Для монитора на электронно-лучевой трубке расположение

красных, зеленых и синих светоизлучающих элементов не связано с пиксельной решеткой, и число триад на один пиксель не фиксировано и может составлять единицы или десятки; для ЖК-монитора (при правильной настройке операционной системы) на один пиксель приходится одна триада. Для видеопроекторов и печатающих устройств применяется наложение цветов, где каждая составляющая (RGB – для проектора или CMYK – для принтера) целиком заполняет данный пиксель. Субпиксели, как правило, имеют прямоугольную форму (например, соотношение ширины и высоты может составлять 1/3) и расположены упорядоченно. Под разрешением экрана устройства отображения, что следует из технической документации производителей, понимают его горизонтальный и вертикальный размеры, выраженные в пикселях (субпикселях), например 640×480 пикселей. С учетом субъективных аспектов восприятия визуальной информации [18] устанавливает определение термина «угловой размер знака средства отображения информации» (угловой размер знака) – угол между прямыми, проведенными из крайних точек знака до глаза наблюдателя. Согласно данному стандарту применительно к яркости минимальным значением сигнала является «уровень черного» – минимальный уровень сигнала яркости при передаче черного в объекте.

В контексте измерительного контроля представляют интерес термины и их определения применительно к средствам измерений. Согласно РМГ 29-99 [22] «разрешение средства измерений» (разрешение) – характеристика средства измерений, выражаемая наименьшим интервалом времени между отдельными импульсами или наименьшим расстоянием между объектами, которые фиксируются прибором раздельно. Исходя из указанного определения, различают временное разрешение и пространственное разрешение. В соответствии с Международным словарем по метрологии [23] «разрешение (разрешающая

способность)» – наименьшее изменение измеряемой величины, которое является причиной заметного изменения соответствующего показания. Разрешение может зависеть, например, от шума (собственного или внешнего) или трения. Оно может также зависеть от значения измеряемой величины. «Разрешающая способность показывающего устройства» – наименьшая разность между отображаемыми показаниями, которая может быть заметно различима.

Согласно [22] «чувствительность средства измерений» – свойство средства измерений, определяемое отношением изменения выходного сигнала этого средства к вызывающему его изменению измеряемой величины. Различают абсолютную и относительную чувствительность. Абсолютную чувствительность определяют по формуле  $S = \Delta I / \Delta x$ , относительную чувствительность – по формуле  $S_o = \Delta I / (\Delta x / x)$ , где  $\Delta I$  – изменение сигнала на выходе,  $x$  – измеряемая величина,  $\Delta x$  – изменение измеряемой величины. В соответствии с [23] «чувствительность измерительной системы» (чувствительность) – отношение изменения показаний измерительной системы к соответствующему изменению значения измеряемой величины. Чувствительность может зависеть от значения величины, которая измеряется. Изменение в значении величины, которая измеряется, должно быть больше, чем разрешающая способность.

Согласно [22] «порог чувствительности средства измерений» – характеристика средства измерений в виде наименьшего значения изменения физической величины, начиная с которого может осуществляться ее измерение данным средством. В [23] устанавливаются определения терминов «порог реагирования» и «предел обнаружения». «Порог реагирования» – наибольшее изменение значения измеряемой величины, не вызывающее заметного изменения соответствующего показания. Порог реагирования может зависеть, например, от шума (собственного или внешнего) или трения. Он может также зависеть от значения



величины, которая измеряется, и от того, каким образом было совершено изменение. «Предел обнаружения» – измеренное значение величины, полученное в соответствии с данной методикой измерений, для которого вероятность ошибочного утверждения об отсутствии компонента в материале равна  $\beta$ , а вероятность ошибочного утверждения о его наличии равна  $\alpha$ . Международный союз теоретической и прикладной химии (International Union of Pure and Applied Chemistry – IUPAC) рекомендует принимать по умолчанию значения  $\alpha$  и  $\beta$  равными 0,05. В английском языке иногда используется аббревиатура LOD. Термин «чувствительность» не следует использовать вместо термина «предел обнаружения».

## ЦИФРОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

### КАК ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ОБЪЕКТОВ

В общем случае согласно [17] различают знаковую, графическую и координатную, статическую и динамическую, первичную и вторичную, защищенную и незащищенную отображаемую информацию. Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-5-2013 [24] «изображение» – двумерное представление яркости и текстуры объекта в определенных условиях освещения. Телевизионное и компьютерное изображение в его цифровом представлении является набором значений интенсивностей светового потока, распределенных на конечной площади, имеющей обычно прямоугольную форму, и может быть отнесено к графической, статической, динамической, первичной или вторичной информации. В компьютерной графике используют растровую и векторную модели двумерного изображения. В основе растровой модели лежит растр – матрица пикселей, воспроизводящих определенные интенсивности. Различают бинарные,

полутонные, палитровые и полноцветные растровые изображения. Возможны растры с ортогональным, шахматным, диагональным расположением пикселей [24].

Для монохромного (полутонного) изображения интенсивность излучаемой световой энергии с единицы поверхности в точке с координатами  $(x, y)$  изображения можно представить неким числом  $B(x, y)$ . Задача состоит в удобном для цифровой обработки представлении  $B(x, y)$  конечным количеством двоичных цифр (битов) [4]. Согласно ГОСТ ИСО/МЭК 2382-1-99 [25] «обработка изображений» – использование системы обработки данных для создания, сканирования, анализа, усовершенствования, интерпретации или воспроизведения изображения. Цепочка цифровой обработки изображений выглядит так, как показано на рисунке 5 [26].

При этом перед цифровой обработкой изображения осуществляется его префильтрация, затем следуют дискретизация, квантование, кодирование, декодирование и постфильтрация пикселей. Поскольку все эти операции предполагают потери информации, а следовательно, влияют на результирующую разрешающую способность цифрового изображения, интерес представляют соответствующие термины и их определения. При восстановлении изображения после декодирования пикселей производится постфильтрация [26]. Если даже  $B(x, y)$  изменяется во времени, предполагается, что объем информации

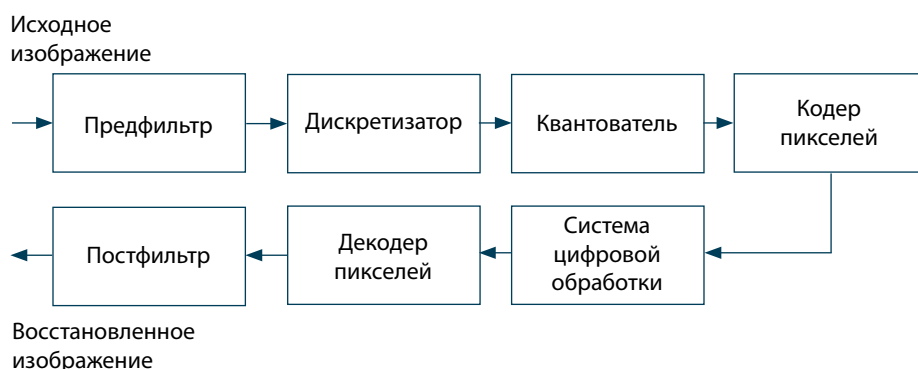


Рисунок 5 – Этапы цифровой обработки изображений

в единицу времени, требуемый для представления  $B(x, y)$ , конечен, т. е. конечна скорость ее передачи. Таким образом, поскольку движение непрерывно, а скорость передачи конечна, то имеет место дискретное представление непрерывного процесса и часть визуальной информации безвозвратно теряется. Обычно значение уровня сигнала в каждом из пикселей определяют путем взвешенного усреднения  $B(x, y)$  в малой окрестности  $\delta$  [26]:

$$\hat{B}(x, y) = \int_{y-\delta}^{y+\delta} \int_{x-\delta}^{x+\delta} B(\omega, z) \cdot H_c(x-\omega, y-z) d\omega dz, \quad (8)$$

где  $H_c(u, y)$  – взвешивающая функция или импульсный отклик фильтра.

Этот процесс называется предфильтрацией, так как изображение фильтруется до дискретизации. Согласно [18] «предфильтрация» – частотная фильтрация телевизионного видеосигнала перед аналого-цифровым преобразованием. Далее осуществляется дискретизация. Согласно терминологическому словарю Международного союза электросвязи (ITU-T) «дискретизация» – процесс отбора выборок сигнала, как правило, через равные промежутки времени. В соответствии с ГОСТ 22670-77 [27] «дискретизация сигнала электросвязи по времени» – преобразование сигнала электросвязи, при котором сигнал представляется совокупностью его значений в дискретные моменты времени. Наиболее часто встречающаяся форма пространственной дискретизации – сканирование раstra, преобразующее двумерное изображение в одномерную временную функцию. В частности, в телевидении используется черезстрочная развертка. Из функции  $B(x, y)$  при этом создается одномерная функция  $B(t)=[t(x, y)]$ , которая подвергается предфильтрации:

$$\hat{B}(t) = \int B(\tau) \cdot h_c(t-\tau) d\tau, \quad (9)$$

где  $h_c(\tau)$  – импульсная характеристика предфильтра.

Затем  $\hat{B}(t)$  дискретизируется так, чтобы в строке умещалось целое количество точек  $\{\hat{B}(t_k)\}$  ( $k = 1 \dots N_s$ ), а в кадре – целое количество строк.

Полученный продискретизированный сигнал

$$B_s(t) = \sum_{k=1}^{N_s} \hat{B}(t) \cdot \delta(t-t_k) \quad (10)$$

квантуется и превращается в цифровой код. Здесь  $\delta(t)$  – дельта-функция.

В соответствии с [27] «квантование сигнала электросвязи» – преобразование сигнала электросвязи, при котором диапазон возможных значений параметра сигнала электросвязи делится на конечное число областей и каждая из этих областей представляется одним фиксированным значением параметра этого сигнала. На рисунке 6 приведены амплитудные характеристики квантующего устройства с равномерной и неравномерной шкалами квантования [28].

Если значение яркости  $x$  попадает в диапазон  $d_j < x \leq d_{j+1}$ , то оно заменяется на число, равное уровню квантования  $r_j$ , где  $d_j, j = \overline{1, L+1}$ , – пороги квантования. При этом динамический диапазон значений яркости всего изображения ограничен и равен  $[d_1, d_{L+1}]$ . Для простоты кодирования цифрового изображения вместо значения  $r_j$  используется целочисленный номер диапазона  $j$ , начиная с нуля. Таким образом, значения яркости, используемые в описании цвета, например в модели RGB, являются абстрактными безразмерными величинами. Квантование можно выполнить разными способами, описываемыми в [28] и других работах: равномерным разбиением цветового пространства, медианным, а также путем кластеризации и другими, стандартизованными же являются равномерное и неравномерное квантование.

После квантования производится операция кодирования. Согласно [27] «кодирование» – отождествление квантованного сигнала электросвязи с кодовыми словами. Под кодовым словом понимается упорядоченная последовательность символов некоторого алфавита. В соответствии с [18] «цифровое кодирование телевизионного видеосигнала» – преобразование входного аналогового телевизионного видеосигнала в цифровой телевизионный видеосигнал. При цифровом



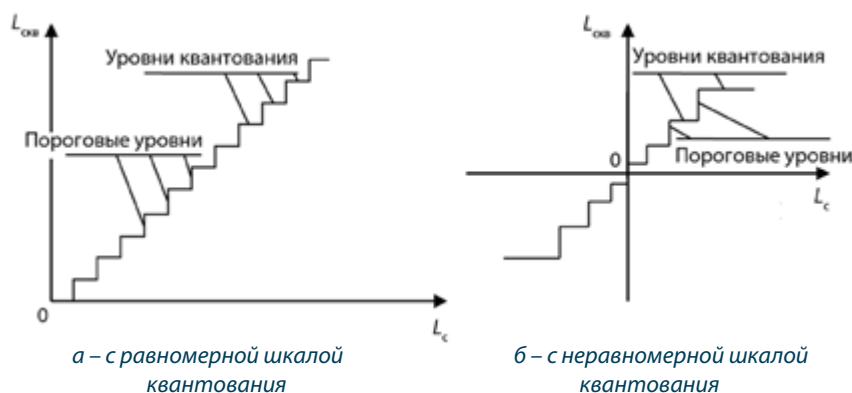


Рисунок 6 – Амплитудные характеристики квантующих устройств

по принципу устранения избыточности информации. Термины и определения согласно [27], относящиеся к дискретизации, квантованию и кодированию, сведены в таблицу 1. Помимо приведенных в таблице, СТБ 1822-2010 [29] устанавливает другие виды кодирования. «Канальное кодирование» – преобразование исходной цифровой последовательности в

кодировании возможно использование методов сжатия цифрового потока. В конкретных устройствах квантование сигнала электросвязи может осуществляться фактически нераздельно с кодированием. Методы кодирования строятся

двоичный сигнал, пригодный для передачи по каналу связи.

«Энтропийное кодирование» (цифрового телевизионного сигнала) – кодирование цифрового телевизионного сигнала, позволяющее

Таблица 1 – Термины и определения обработки изображений

Операция		
Дискретизация	Квантование	Кодирование
<b>Термины, относящиеся к пороговым показателям</b>		
«Период дискретизации» – интервал дискретизации сигнала электросвязи по времени при равномерной дискретизации этого сигнала по времени	«Порог квантования» – граница между соседними шагами квантования сигнала электросвязи на входе квантователя этого сигнала	
«Частота дискретизации» – число отсчетов сигнала электросвязи в единицу времени	«Уровень квантования» – значение параметра сигнала электросвязи, получаемое в результате квантования этого сигнала	
<b>Термины, относящиеся к видам операций</b>		
«Равномерная дискретизация» – дискретизация сигнала электросвязи по времени, при которой отсчеты этого сигнала производятся через одинаковые интервалы времени	«Равномерное квантование» – квантование сигнала электросвязи, при котором все шаги квантования на входе и на выходе квантователя сигнала электросвязи, расположенные в зоне квантования этого сигнала, одинаковы	«Линейное кодирование» – кодирование равномерно квантованного сигнала электросвязи
«Неравномерная дискретизация» – дискретизация сигнала электросвязи по времени, при которой отсчеты этого сигнала производятся через неодинаковые интервалы времени	«Неравномерное квантование» – квантование сигнала электросвязи, при котором шаги квантования на входе квантователя сигнала электросвязи, расположенные в зоне квантования этого сигнала, или шаги квантования на выходе квантователя неодинаковы	«Нелинейное кодирование» – кодирование неравномерно квантованного сигнала электросвязи

уменьшить его объем без необратимых потерь за счет использования статистических свойств цифрового телевизионного видеосигнала. «Внутрикадровое кодирование» – сжатие потока данных цифрового сигнала, основанное на использовании пространственной корреляции между соседними отсчетами телевизионного изображения одного кадра. «Межкадровое кодирование» – сжатие потока данных цифрового сигнала, основанное на использовании пространственной и временной корреляции между отсчетами телевизионного изображения двух и более соседних кадров. «Гибридное кодирование» – сжатие потока данных цифрового сигнала, сочетающее в себе внутрикадровое и межкадровое кодирование потока данных цифрового телевизионного вещания для обработки подвижных телевизионных изображений. В работе [28] описывается более двадцати видов кодирования, требования к которому устанавливают международные и региональные организации, занимающиеся разработкой стандартов в области телекоммуникационных систем.

Затем осуществляется операция декодирования. Согласно [18] «цифровое декодирование телевизионного видеосигнала» – восстановление аналогового телевизионного видеосигнала из цифрового телевизионного видеосигнала.

После декодирования и временной постфильтрации производится восстановление непрерывного сигнала и раstra [26]:

$$\begin{aligned} \tilde{B}(t) &= \int B_s(\tau) \cdot h_d(t - \tau) d\tau = \tilde{B}(x_t, y_t) \\ \tilde{B}(x, y) &= \int B(t) \cdot h_d(x - x_t, y - y_t) dt. \end{aligned} \quad \text{или} \quad (11)$$

Этот процесс интерполяции называется постфильтрацией. Согласно ГОСТ 21879 «постфильтрация» – частотная фильтрация телевизионного видеосигнала после цифроаналогового преобразования. При восстановлении изображения (т. е. воспроизведении точек между дискретными пикселями) используют различные методы интерполяции:

$$\hat{B}(x, y) = \sum_k \int_{y-\delta}^{y+\delta} \int_{x-\delta}^{x+\delta} \hat{B}(x_k, y_k) \cdot H_d(x - x_k, y - y_k), \quad (12)$$

где  $H_d(u, v)$  – интерполяционная функция. Обычно используют билинейную функцию:

$$H_d(u, v) = S(u, \Delta x) \cdot S(v, \Delta y), \quad (13)$$

где  $\Delta x, \Delta y$  – горизонтальные и вертикальные расстояния между пикселями.

Для прямоугольных массивов пикселей используют линейную интерполяцию:

$$S(u, \Delta x) = 1 - \frac{|z|}{|\Delta|}; \quad \frac{|z|}{|\Delta|} \leq 1. \quad (14)$$

Часто применяют более гладкие интерполяции.

$$S(u, \Delta x) = \begin{cases} \frac{3}{4} - \frac{|z|^2}{|\Delta|^2}; & \frac{|z|}{|\Delta|} \leq \frac{1}{2} \\ \frac{9}{8} - \frac{3|z|}{2|\Delta|} + \frac{1|z|^2}{2|\Delta|^2}; & \frac{1}{2} < \frac{|z|}{|\Delta|} \leq \frac{3}{2} \end{cases}. \quad (15)$$

Кубическая интерполяция (непрерывная первая производная):

$$S(u, \Delta x) = \begin{cases} 1 - \frac{5|z|^2}{2|\Delta|^2} + \frac{3|z|^3}{2|\Delta|^3}; & \frac{|z|}{|\Delta|} \leq \frac{1}{2} \\ 2 - 4\frac{|z|}{|\Delta|} + \frac{5|z|^2}{2|\Delta|^2} - \frac{1|z|^3}{2|\Delta|^3}; & \frac{1}{2} < \frac{|z|}{|\Delta|} \leq 2 \end{cases}. \quad (16)$$

Интерполяция кубическим В-сплайном (непрерывные первая и вторая производные):

$$S(u, \Delta x) = \begin{cases} \frac{2}{3} - \frac{|z|^2}{|\Delta|^2} + \frac{1|z|^3}{2|\Delta|^3}; & \frac{|z|}{|\Delta|} \leq 1 \\ \frac{4}{3} - 2\frac{|z|}{|\Delta|} + \frac{|z|^2}{|\Delta|^2} - \frac{1|z|^3}{6|\Delta|^3}; & 1 < \frac{|z|}{|\Delta|} \leq 2 \end{cases}. \quad (17)$$

Часто в качестве взвешивающей функции используют функцию Гаусса:

$$H_c(u, v) = K \cdot \exp(-au^2 - bv^2), \quad (18)$$

где  $|u|, |v| < \delta$ ;  $K, a, b$  – константы.

Для репродукций ГОСТ Р ИСО 12647-1-2009 [30] использует понятие «значение тона» для файла данных, фотоформы и оттиска (печатной формы). Значение тона А (для файла данных) – значение, пропорциональное количеству краски в данной точке изображения, закодированного в файле данных и интерпретированного в соответствии со спецификацией формата файла. Значение тона выражается в процентах. Большинство файлов представляют данные как 8-битовые целые числа, т. е. от 0 до 255.



Значение тона элемента изображения обычно вычисляется по уравнению

$$A = 100 \times \frac{(V_p - V_0)}{(V_{100} - V_0)}, \quad (19)$$

где  $V_p$  – числовое значение тона пикселя;

$V_0$  – числовое значение, соответствующее значению тона 0 %;

$V_{100}$  – числовое значение, соответствующее значению тона 100 %.

Значение тона  $A$  (для фотоформы) – значение, задаваемое в процентах по следующему уравнению для позитивной и негативной растровой фотоформы

$$A = 100 \times \left( 1 - \frac{1 - 10^{-(D_{\text{пр}} - D_0)}}{1 - 10^{-(D_{\text{н}} - D_0)}} \right),$$

где  $D_{\text{н}}$  – оптическая плотность пропускания прозрачного участка растровой фотоформы;

$D_{\text{нн}}$  – оптическая плотность пропускания непрозрачного участка фотоформы;

$D_{\text{пр}}$  – оптическая плотность пропускания растрового участка.

Значение тона  $A$  (для оттиска, печатной формы) – доля поверхности в процентах, которая должна быть покрыта краской одного цвета (если светорассеяние в запечатываемом материале и другие оптические явления игнорируются), вычисляемая по формуле:

$$A = 100 \times \left( \frac{1 - 10^{-(D_{\text{он}} - D_0)}}{1 - 10^{-(D_{\text{пр}} - D_0)}} \right),$$

где  $D_{\text{н}}$  – оптическая плотность отражения незапечатанного материала оттиска или пробельных участков печатной формы;

$D_{\text{он}}$  – оптическая плотность отражения плашки;

$D_{\text{пр}}$  – оптическая плотность отражения растрового участка.

Таким образом, процесс формирования цифрового изображения предполагает взаимодействие технического и программного обеспечения и неизбежные потери информации, которыми можно управлять в зависимости от требуемой точности измерений.

Многokратная регистрация объекта посредством цифровой камеры позволяет «перемещаться» вдоль векторов (линий светлоты) путем определения координат цвета сначала в пространстве RGB, а затем в XYZ, и за счет этого решать проблемы ограничения динамических диапазонов и цветовых охватов цветовоспроизводящих устройств, и, самое важное, осуществлять бинирование в хроматических областях не только на плоскости графика цветностей, но и в пространстве. Предельный случай бинированного пространства схематически показан на рисунке 7. «Предельный случай» означает, что разделение цветового пространства на сектора происходит в зависимости от возможностей измерительной системы, включая ее программное обеспечение преобразований в измерительной системе.

Так, вдоль цветового локуса (кривая  $xyz$ ) на рисунке 7 выбран шаг, равный длине волны 1 нм, что соответствует действующим стандартам, описывающим спектральные функции сложения (например, ГОСТ 25024.7), и таким образом получим 300 разбиений. Вдоль алигны (линия  $xz$ ) – 30 разбиений, вдоль вектора интенсивности – 256 разбиений. Кроме того, предусмотрено разбиение пространства посредством

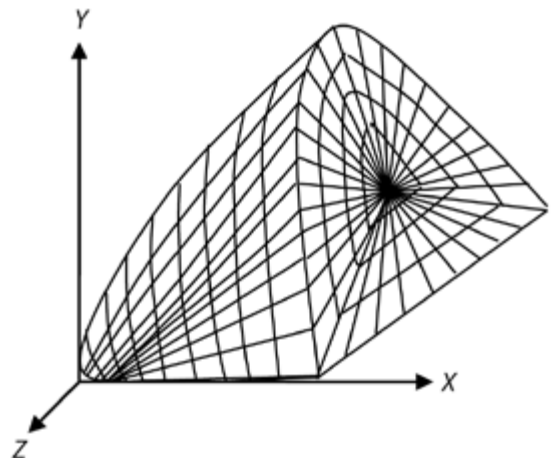


Рисунок 7 – Бинированное пространство методами колориметрии высокого разрешения



проведения пяти эквидистантных поверхностей второго порядка, повторяющих форму границ цветового тела пространства. Максимальное количество пространственных секторов, которое можно получить в результате такого разбиения – около 1 152 000. Принимая объем цветового тела пространства XYZ равным 1, найдем усредненный объем одного сектора  $u_{def} \approx 8,7 \times 10^{-6}$ , где  $u_{def}$  – дефинициальная неопределенность [31].



### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [17] ГОСТ 27833-88 «Средства отображения информации. Термины и определения».
- [18] ГОСТ 21879-88 «Телевидение вещательное. Термины и определения».
- [19] Форум VIDEOMAX.ru. Измерение цветового разрешения видеокамер. Режим доступа: [http://www.videomax.ru/forum/\\_topic28331.html](http://www.videomax.ru/forum/_topic28331.html).
- [20] ГОСТ 27459-87 «Системы обработки информации. Машинная графика. Термины и определения».
- [21] ГОСТ Р 51558-2008 «Средства и системы охранные телевизионные. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний».
- [22] РМГ 29-99 «Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения».
- [23] ISO/IEC Guide 99:2007 «Международный словарь по метрологии. Основные и общие понятия и соответствующие термины».
- [24] ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-5-2013 «Информационные технологии. Биометрия. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 5. Данные изображения лица».
- [25] ГОСТ ИСО/МЭК 2382-1-99 «Информационная технология. Словарь. Часть 1. Основные термины VIM».
- [26] Дворкович В. П., Дворкович А. В. Цифровые видеоинформационные системы (теория и практика). – Москва : Техносфера, 2012. – 1008 с.
- [27] ГОСТ 22670-77 «Сеть связи цифровая интегральная. Термины и определения».
- [28] Старовойтов В. В. Цифровые изображения : от получения до обработки // В. В. Старовойтов, Ю. И. Голуб. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2014. – 202 с.
- [29] СТБ 1822-2010 «Цифровое телевизионное вещание. Цифровое звуковое вещание. Термины и определения».
- [30] ГОСТ Р ИСО 12647-1-2009 «Технология полиграфии. Контроль процесса изготовления цифровых файлов и цветоделенных растров, пробных и тиражных оттисков. Часть 1. Параметры и методы измерения».
- [31] ГОСТ 25024.7-90 «Индикаторы знакосинтезирующие. Методы измерения спектральных характеристик и координат цветности».

### SUMMARY

**E. N. Savkova, A. G. Demidovich**

The terms standardization questions describing the colour resolution of reproduction in high-resolution colorimetry are showed in article. Installed, that to solve problems of visual and instrumental monitoring regulated terms related to spatial and temporal resolution. The need for standardization of terminology in relation to the resolution of brightness and colour, as this parameter affects the validation characteristics test methods – detection threshold, sensitivity and robustness due to the need.

Поступила в редакцию 23.11.2014