

# Исследование методов формирования многоцветных изображений, восстановленных с защитных голограмм

Л.А. Найден<sup>а</sup>, И.К. Цыганов<sup>а</sup>, С.Б. Одинок<sup>а</sup>

<sup>а</sup> Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 105005, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1, Москва, Россия

---

## Аннотация

В работе рассматриваются голограммы, изготовленные по технологии Dot-Matrix, которые содержат дифракционные решетки с различными периодами и ориентациями. Исследуются и анализируются различные методы расчета параметров таких дифракционных решеток. Исходные данные для расчета получаются из графического файла, содержащего входное изображение. Анализ проводится, исходя из степени соответствия цвета, получаемого от голограммы, цвету входного изображения. Рассмотрены методы расчета параметров голографического пикселя с использованием цветовой диаграммы Международной Комиссии по освещенности (МКО) и метод с использованием колориметрической системы RGB.

*Ключевые слова:* дифракционные решетки; цветные голограммы; цветовая диаграмма; Dot-Matrix; колориметрическая система

---

## 1. Введение

В результате расчета цветных голограммных изображений мы должны получить набор дифракционных решеток, воссоздающих цвет в пикселе голограммы, максимально приближенный к цвету в соответствующем пикселе входного изображения. Среди искомых параметров выделяют следующие [1]:

- 1) период голографической дифракционной решетки;
- 2) угловая ориентация голографической дифракционной решетки;
- 3) Параметры рельефа – глубина и вид профиля.

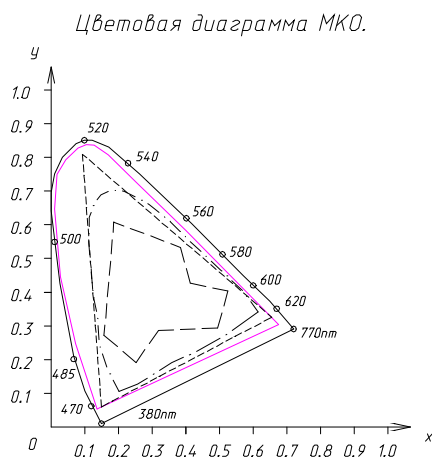
## 2. Методы расчета параметров голографического пикселя.

Период голографической дифракционной решетки определяет длину волны излучения, дифрагировавшего от источника белого света. Угловая ориентация определяет угол поворота пластинки с голограммой при восстановлении определенного рисунка. Соответственно меняя ориентации можно добиться плавного изменения изображения при повороте голограммы. Параметры рельефа: а именно глубина и вид профиля, которые определяют яркость излучения, дифрагированного от конкретного пикселя. Помимо глубины и вида профиля, яркость излучения можно изменять площадью занятой дифракционными решетками при сохранении параметров рельефа.

Описанные выше параметры дифракционных решеток достаточно легко могут быть описаны в колориметрической системе HSB, где период дифракционной решетки соответствует координате Hue (цветовой тон), а яркость дифрагированного излучения соответствует координатам Saturation (насыщенность) и Brightness (яркость)

Исходное изображение для радужных голограмм в большинстве случаев создается при помощи графических редакторов на компьютере. В результате получается растровый файл, в котором изображение представлено в виде конечного набора пикселей [2]. Графический пиксель формируется несколькими точками с дифракционными решетками, расположенными на очень малом расстоянии друг от друга. Воспринимаемый цвет пикселя определяется лучами света, идущими в направлении наблюдателя в результате дифракции на различных дифракционных решетках. Пиксели содержат информацию о цвете, описанную в колориметрической системе RGB. Известны формулы для преобразования цветовых координат между колориметрическими системами HSB и RGB. Этот факт позволяет нам осуществлять расчет параметров голографических дифракционных решеток по данным из входного графического файла.

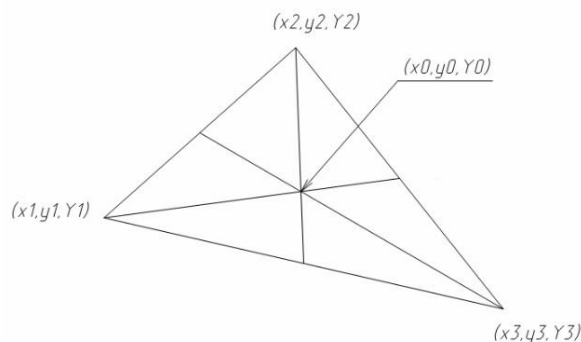
Хотя получение цвета, используя систему RGB, широко применяется во многих областях, и RGB-система может быть использована для передачи широкого диапазона цветов, она все равно не может охватить все возможные цвета на диаграмме МКО. Для того чтобы избавиться от этого недостатка и полностью задействовать возможность цветопередачи с помощью дифракционных решеток, будем использовать метод воссоздания цвета в колориметрической системе МКО (1931). Сравнить ширину цветовых диапазонов обеих цветовых диаграмм можно на рис.1.



- Граница реальных цветов.
- Диапазон цветопередачи в системе RGB.
- · - · Диапазон цветопередачи цветных фотопленок.
- — — Диапазон цветопередачи печатающих устройств.
- Диапазон цветопередачи полноцветных дифракционно-оптических структур и голограмм.

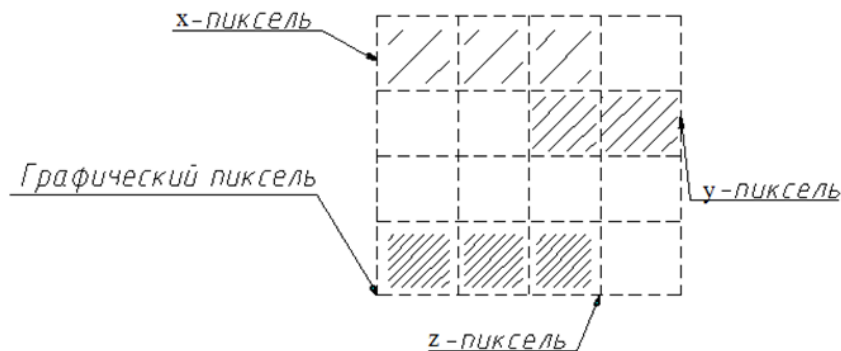
**Рис. 1.** Цветовая диаграмма МКО (система XYZ).

Любые три различные дифракционные точки, представляющие три различные длины волны, могут сформировать любой цвет в пределах диаграммы МКО. X, Y, Z это цветовые координаты, вершины треугольника в котором формируется цвет. По теории МКО как показано на рис. 2, требуемый цвет, это цвет имеющий координаты  $x_0$   $y_0$  и интенсивность  $Y_0$  обозначенный  $[(x_0, y_0), Y_0]$ . Три выбранные точки имеют следующие координаты  $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ ,  $(x_3, y_3)$ . Интенсивность дифрагированного на этих трех точках света обозначим как  $Y_1, Y_2, Y_3$ . Тогда зная координаты этих самых точек, через не сложные вычисления можно прийти к определению необходимой координаты.



**Рис. 2.** Формирование цвета в точке, находящейся внутри треугольника с вершинами, заданными тремя дифракционными точками.

Интенсивность дифрагированного излучения, показанного на рис. 3, зависит от количества точек с дифракционными решетками, чем больше точек, тем больше интенсивность, а, следовательно, и яркость пикселя.



**Рис. 3.** Схематическое представление графического пикселя с разной интенсивностью составляющих его элементов.

Требуемое количество точек каждого ранее определенного цвета зависит от геометрического расстояния на цветовой диаграмме МКО между требуемым цветом и тремя основными цветами. В данном случае интенсивность отраженного света соответствует количеству используемых для представления основного цвета точек.

### **3. Заключение**

Выбрав достаточное количество дифракционных точек, создающих цвета близкие к границе цветовой диаграммы МКО, можно легко воссоздать практически все цвета, расположенные внутри диаграммы путем комбинации различных дифракционных пикселей. Представление изображения в системе МКО позволяет обеспечить больший цветовой спектр, чем RGB.

### **Литература**

- [1] Magnusson, R. Diffraction efficiencies of thin phase gratings with arbitrary grating shape/ R. Magnusson, T.K. Gaylord – J. Opt. Soc. Am. –1978 – Vol 68, №6 . P. 87-93.
- [2] Frank, S. D. Holographic image conversion method for making a controlled holographic grating/ S. D. Frank. – U.S. patent 5262879 (16 nov. 1993). – 7 p.