

Лекция 10.

Цветовые модели HSV и HLS. Пространства CIE Luv и CIE Lab.

План лекции:

- 1. Цветовая модель HSV.*
- 2. Цветовая модель HLS.*
- 3. Пространство CIE Luv.*
- 4. Пространство CIE Lab.*

1. Цветовая модель HSV.

Рассмотренные модели RGB и CMY являются аппаратно ориентированными, т.е. соответствуют технической реализации цвета в устройствах графического вывода. Но психофизиологическое восприятие света определяется не интенсивностью трех первичных цветов, а цветовым тоном, насыщенностью и светлотой.

Цветовой тон позволяет различать цвета,

насыщенность задает степень "разбавления" чистого тона белым цветом,

а **светлота** - это интенсивность света в целом.

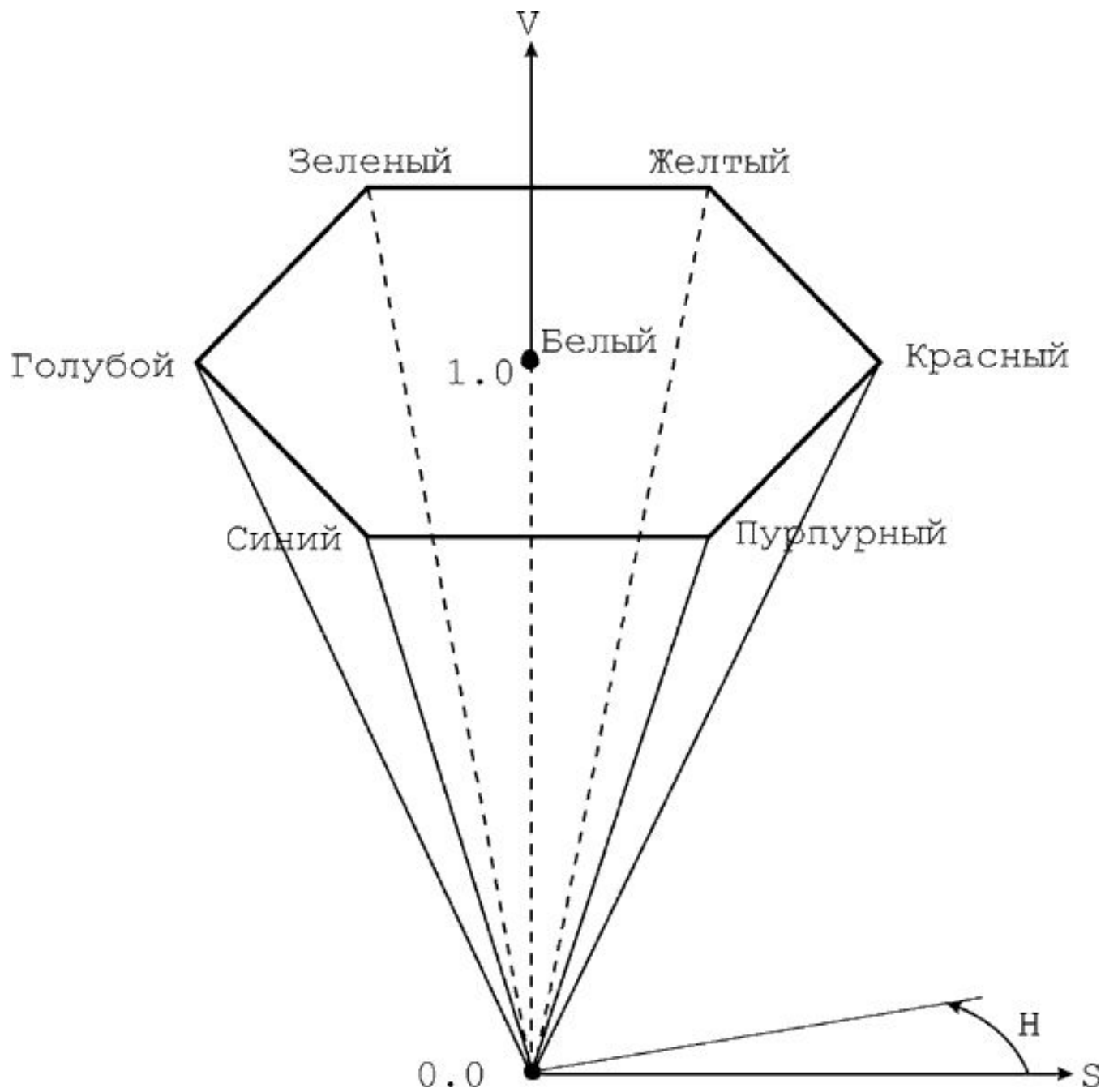
Поэтому для адекватного нашему восприятию подбора оттенков более удобными являются модели, в числе параметров которых присутствует **тон (Hue)**. Этот параметр принято измерять углом, отсчитываемым вокруг вертикальной оси.

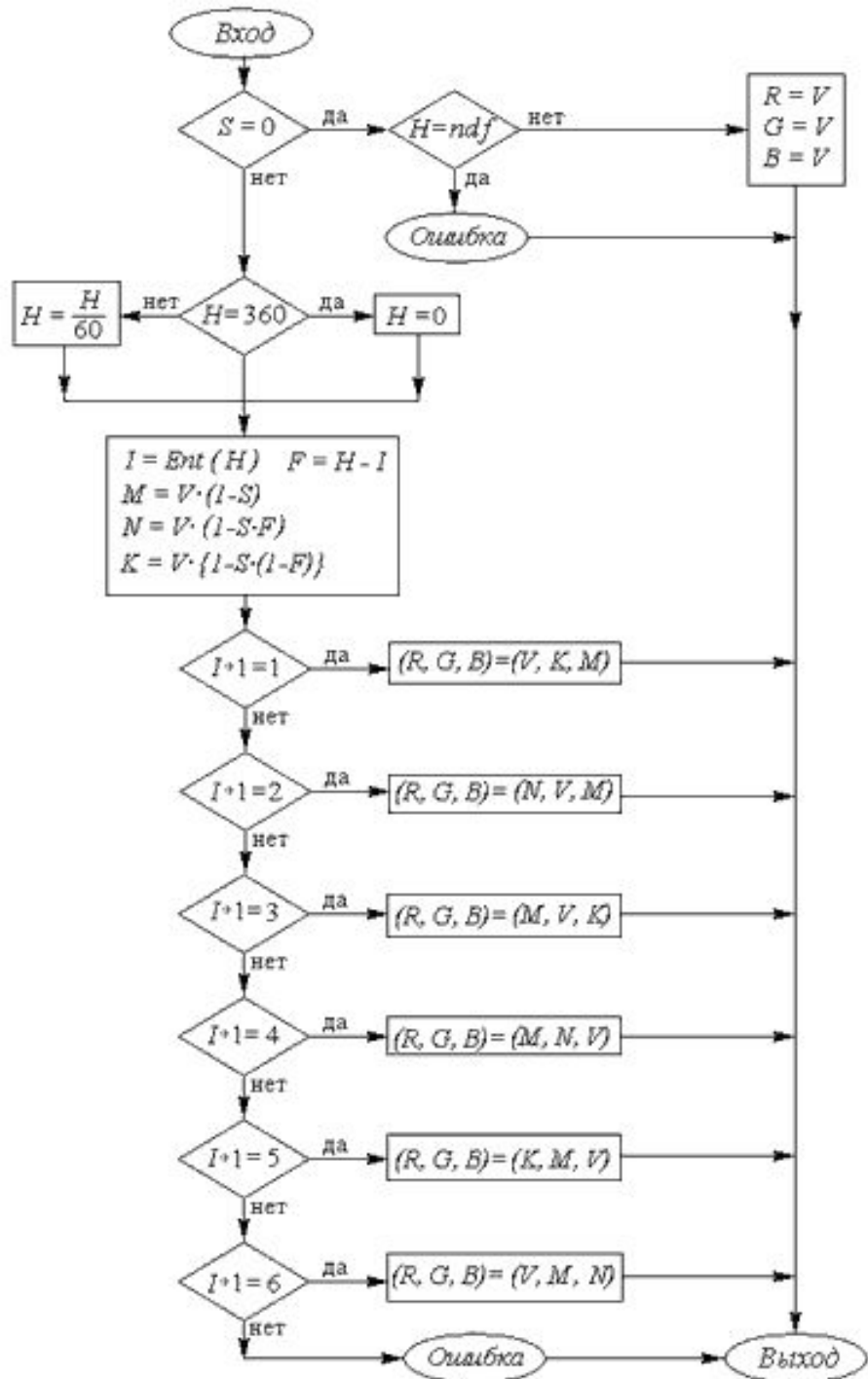
Красному цвету соответствует угол 0° ,
зеленому - 120° ,
синему - 240° , а дополняющие друг друга цвета расположены один напротив другого, т.е. угол между ними составляет 180° .

Существует две модели, использующие этот параметр.

Модель HSV (Hue, Saturation, Value, или тон, насыщенность, количество света)

можно представить в виде световой шестигранной пирамиды, по оси которой откладывается значение V , а расстояние от оси до боковой грани в горизонтальном сечении соответствует параметру S (за диапазон изменения этих величин принимается интервал от нуля до единицы). Значение S равно единице, если точка лежит на боковой грани пирамиды.

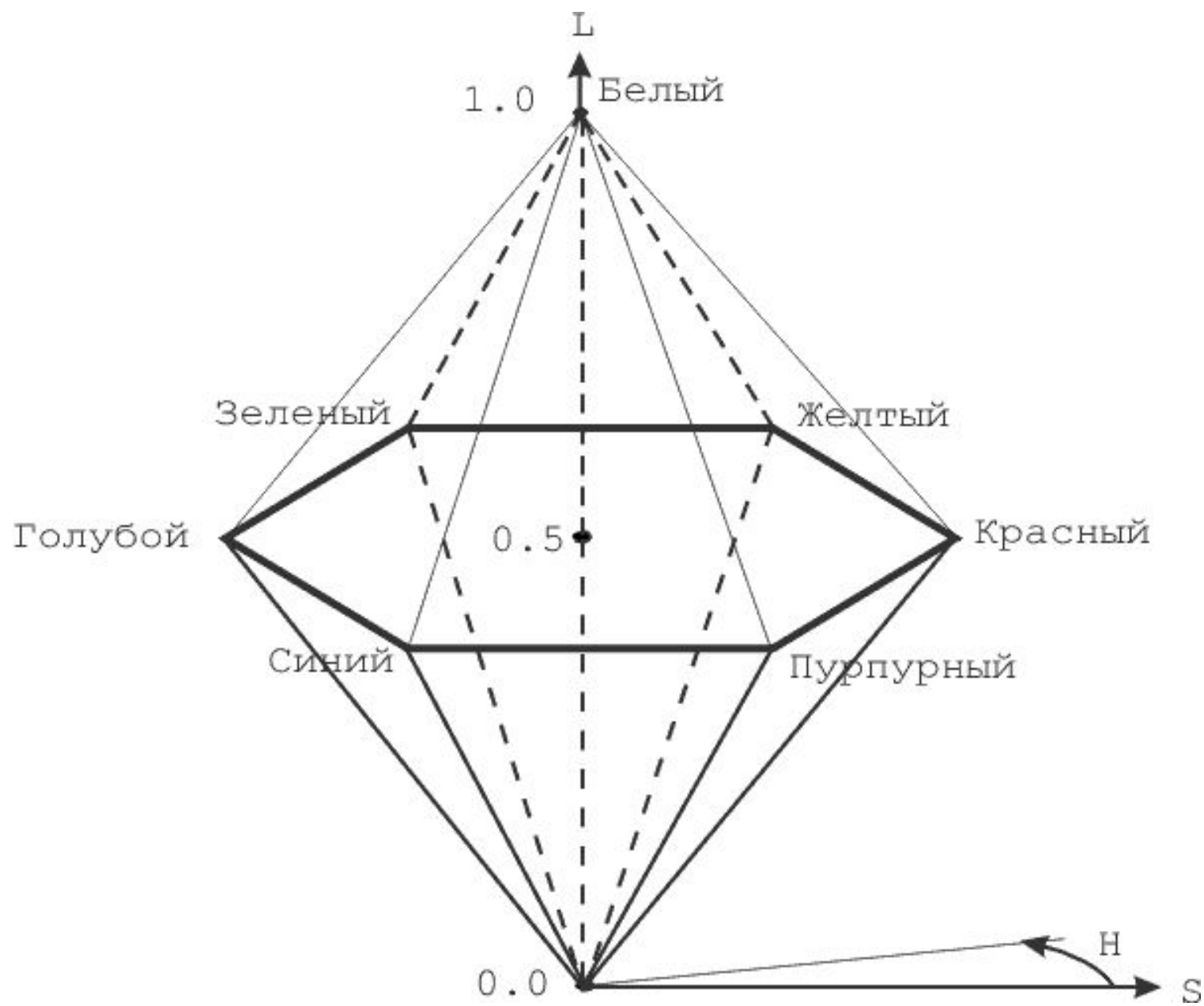




Рассмотрим алгоритм преобразования модели HSV в модель RGB.

2. Цветовая модель *HLS*.

Цветовая модель *HLS* (Hue, Lightness, Saturation, или тон, светлота, насыщенность) является расширением модели *HSV*. Здесь цветовое пространство уже представляется в виде двойной пирамиды, в которой по вертикальной оси откладывается *L* (светлота), а остальные два параметра задаются так же, как и в предыдущей модели.



Конвертация в RGB

$$Q = \begin{cases} L \times (1.0 + S), & \text{if } L < 0.5 \\ L + S - (L \times S), & \text{if } L \geq 0.5 \end{cases}$$

$$P = 2.0 \times L - Q$$

$$H_k = \frac{H}{360} \text{ (приведение к интервалу [0,1])}$$

$$T_R = H_k + \frac{1}{3}$$

$$T_G = H_k$$

$$T_B = H_k - \frac{1}{3}$$

$$\text{if } T_c < 0 \rightarrow T_c = T_c + 1.0 \quad \text{for each } c = R, G, B$$

$$\text{if } T_c > 1 \rightarrow T_c = T_c - 1.0 \quad \text{for each } c = R, G, B$$

Для каждого цвета $c = R, G, B$:

$$\text{color}_c = \begin{cases} P + ((Q - P) \times 6.0 \times T_c), & \text{if } T_c < \frac{1}{6} \\ Q, & \text{if } \frac{1}{6} \leq T_c < \frac{1}{2} \\ P + ((Q - P) \times (\frac{2}{3} - T_c) \times 6.0), & \text{if } \frac{1}{2} \leq T_c < \frac{2}{3} \\ P, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Рассмотрим *алгоритм преобразования модели HLV в модель RGB.*

3. Пространство CIE Luv.

Один из существенных минусов цветового пространства XYZ — это то, что оно не является перцептивно (визуально) равномерным и не может использоваться для вычисления цветовых расстояний.

Для реализации этой цели было создано **цветовое пространство CIE Luv**, позволяющее определить различение цветов для человека.

Параметр L соответствует яркости цвета, и отвечает за переход от зеленого к красному (при увеличении), а при увеличении **параметра v** происходит переход от синего к фиолетовому. Если u и v равны 0, то, меняя L , получаем цвета, являющиеся градациями серого.

Переход из RGB в Luv :

1. Нормируем R, G, B:

$$\begin{pmatrix} R^* \\ G^* \\ B^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R/255 \\ G/255 \\ B/255 \end{pmatrix}$$

2. Осуществляем преобразование:

$$L = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B;$$

$$U = -0.14713 * R - 0.28886 * G + 0.436 * B;$$

$$V = 0.615 * R - 0.51499 * G - 0.10001 * B.$$

Свойства величин L , u , v :

- 1) L меняется от 0 до 100;*
- 2) u , v лежат в пределах -200, 200;*
- 3) u отвечает за переход от зеленого к красному (при увеличении u);*
- 4) v отвечает за переход от синего к фиолетовому (при увеличении v);*
- 5) если u и v равны 0, меняя L , получаем изображение, содержащее градации серого (grayscale).*

Пусть заданы два цвета:

L_1, u_1, v_1

L_2, u_2, v_2

Как определить расстояние между цветами, то есть насколько человек заметил бы различие между ними?

Расстояние между двумя цветами задается евклидовой нормой:

$$D = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (u_1 - u_2)^2 + (v_1 - v_2)^2}$$

При расстоянии между двумя цветами **большинство** людей уже замечают различие, при **большом** заметно всем.

Эта формула применима в определенных условиях: освещение, фон не должны мешать и отвлекать.

4. Пространство CIE Lab.

В 1976 году была разработана модель **CIE L^*a^*b** , которая является сейчас международным стандартом.

В цветовом пространстве Lab значение светлоты отделено от значения хроматической составляющей цвета (тон, насыщенность).

Светлота задана координатой L (изменяется от 0 до 100, то есть от самого темного до самого светлого),
хроматическая составляющая — двумя полярными координатами a и b . Первая обозначает положение цвета в диапазоне от зеленого до пурпурного, вторая — от синего до желтого.

В отличие от цветовых пространств RGB или CMY, которые предназначены для воспроизведения цвета на бумаге или на экране монитора (цвет может зависеть от типа печатной машины, марки красок, влажности воздуха в цеху или производителя монитора и его настроек), Lab однозначно определяет цвет.

Поэтому Lab нашел широкое применение в программном обеспечении для обработки изображений в качестве промежуточного цветового пространства, через которое происходит конвертирование данных между другими цветовыми пространствами (например, из RGB сканера в CMYK печатного процесса).

Lab дает возможность отдельно воздействовать на яркость, контраст изображения и на его цвет.

Lab предоставляет возможность избирательного воздействия на отдельные цвета в изображении и усиления цветового контраста.

Недостатки CIE Lab:

- 1. LAB получается из RGB решением сильно-нелинейной системы, поэтому требует больших машинных затрат.*
- 2. LAB при разработке оптимизировался для применения в условиях известного (как правило студийного) освещения, и из-за этого LAB трудно применим для сцен в которых присутствуют несколько источников света, ни один из которых не может считаться основным.*