

# 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.

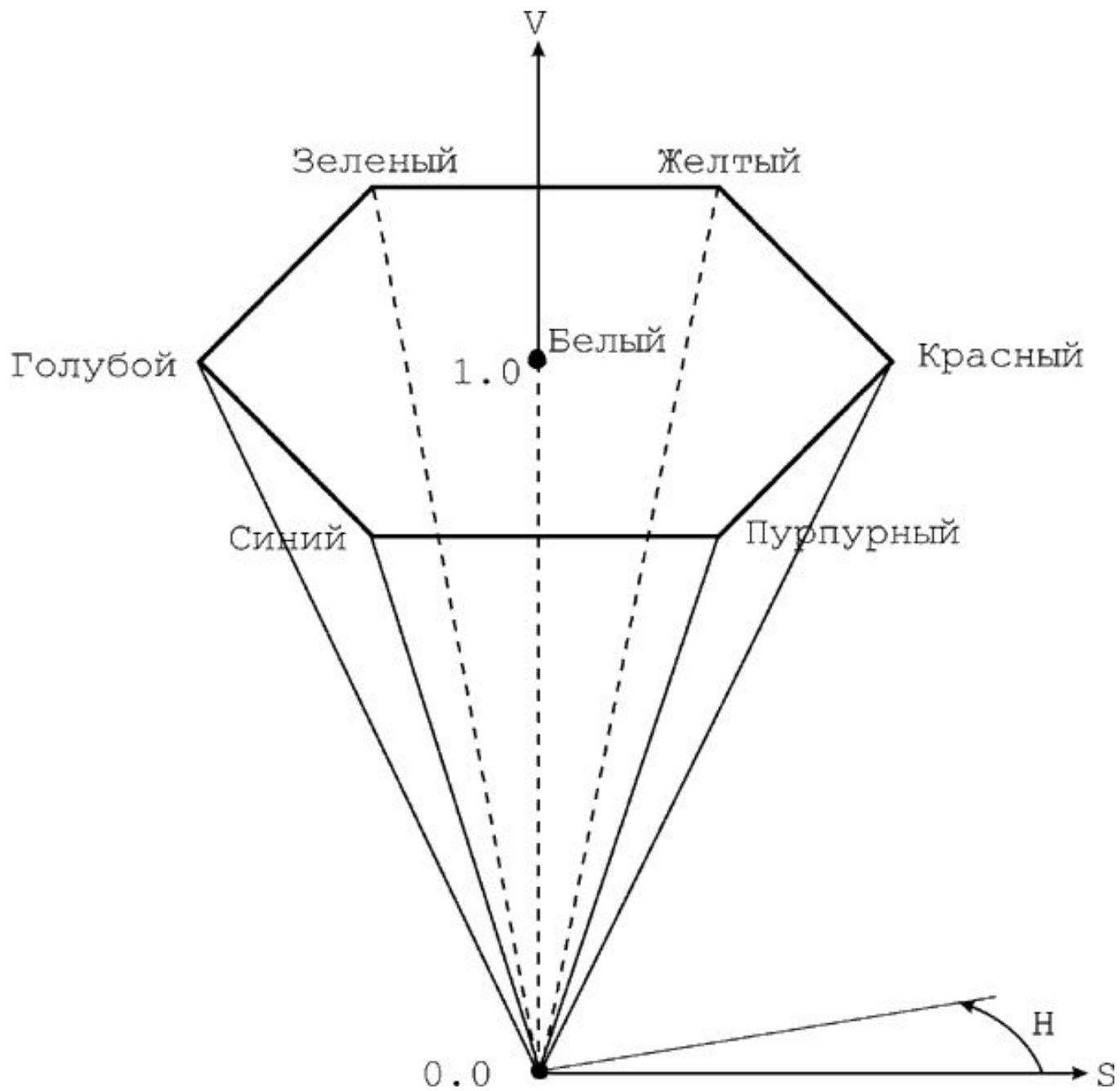
Поэтому для адекватного нашему восприятию подбора оттенков более удобными являются модели, в числе параметров которых присутствует **тон (Hue)**. Этот параметр принято измерять углом, отсчитываемым вокруг вертикальной оси.

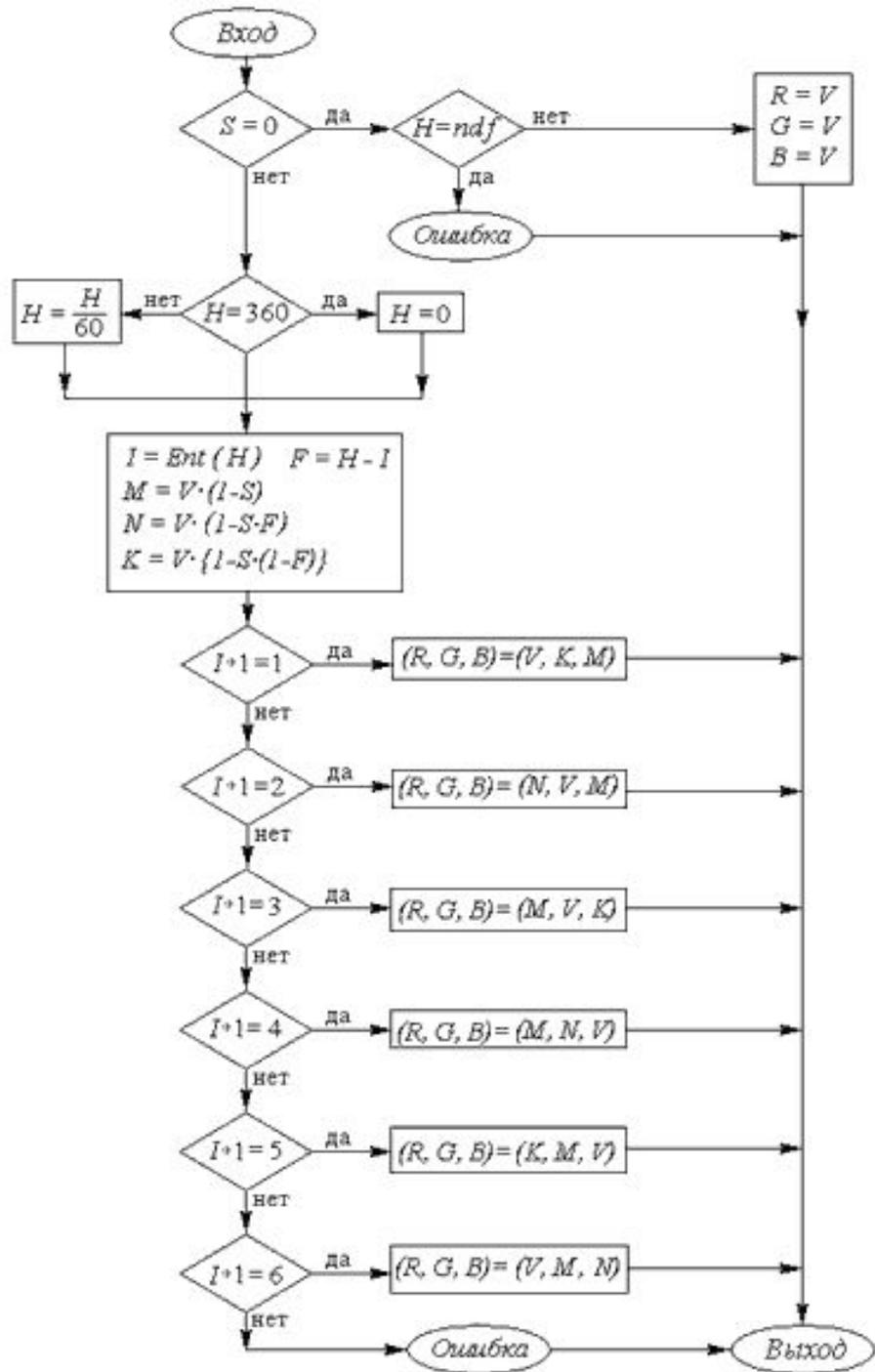
*Красному* цвету соответствует угол  $0^\circ$ ,  
*зеленому* -  $120^\circ$ ,  
*синему* -  $240^\circ$ , а дополняющие друг друга цвета расположены один напротив другого, т.е. угол между ними составляет  $180^\circ$ .

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.*

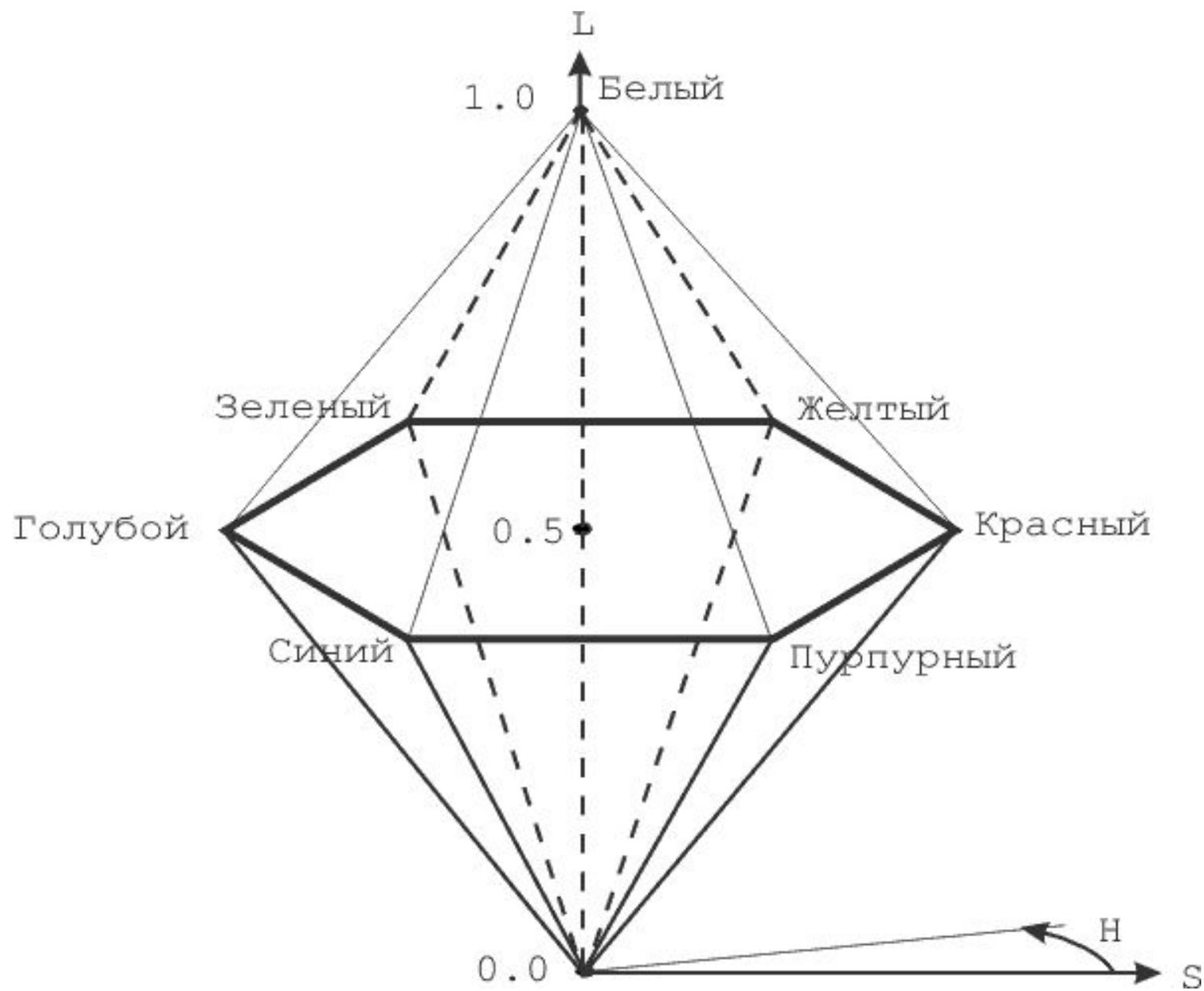




Рассмотрим алгоритм преобразования модели HSV в модель RGB.

## 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:

$$L_1, u_1, v_1 \quad L_2, u_2, v_2$$

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 **оно 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.*