БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА РЭС

РЕФЕРАТ

НА ТЕМУ

«Субъективность в ощущении цвета»

МИНСК, 2009

Цвет окружает нас повсюду. Он такой же естественный компонент нашей жизни, как воздух, которым мы дышим. И все же в отдельные моменты, обратив внимание на какое-нибудь поразившее нас необычное цветовое сочетание, мы удивляемся и задаем себе вопрос – что же, собственно, представляет собой цвет?

Остановитесь и приглядитесь к различным оттенкам зеленого цвета в кроне дерева, растущего у окна вашего дома. Вы увидите, что они отличаются не только между собой, но и от зелени травы, окружающей дерево. Понаблюдайте игру света и теней в яркий солнечный день.

Наукой доказано, что цветовое зрение отличает человека от большинства представителей животного мира. И поскольку зрение выполняет функции одного из основных каналов восприятия информации о внешнем мире, то именно цвет играет наиболее важную роль в процессе ее интерпретации. Воздействие цвета на человека многогранно. В повседневной жизни он определяет наше настроение и самочувствие, оказывает влияние на работоспособность и психологическое состояние. Не существует, пожалуй, ни одной сферы деятельности человека, ни одной профессии, где бы ему не приходилось решать вопросы, связанные с цветом.

Поэтому понимание того, что на самом деле представляют собой цвет, психология его восприятия и механизмы воздействия на цветовые рецепторы нашего глаза очень важно для правильного применения его на практике. За много лет эволюции человека его глаз приспособился к восприятию цветовой информации в тех природных условиях, которые предлагает среда обитания нашего биологического вида. Из этого вытекает ряд особенностей, которые делают наше зрение отличным от любой оптической системы в природе или техносфере. Например, любой наблюдатель заметит малейшую цветовую фальшь в пейзажной фотографии и охотно согласится с привлекательной синтетической композицией со значительным цветовым диссонансом.

Несмотря на все успехи в области цифрового цвета, дизайнер или художник остается верховным арбитром, от решения которого зависит технология обработки цветного изображения. Чтобы в процессе подготовки цветных публикаций принимать корректные управленческие решения, следует учитывать особенности восприятия цвета глазом человека. Всем известны такие дефекты зрения, как близорукость, дальнозоркость, астигматизм. Они учитываются общественным сознанием и кодифицированы в установлениях различного рода. Существуют правовые нормы, которые ограничивают дееспособность людей с этими дефектами зрения. Недостатки цветового восприятия известны намного меньше. Физиологи и специалисты в области психологии разработали несколько тестовых испытаний, предназначенных для проверки зрения человека на наличие дефектов цветовосприятия. Наиболее распространенным в сфере графического дизайна является тест Farnsworth-Munsell 100. Он не производит сложных колометрических измерений, а позволяет обнаружить отклонения испытуемого от нормы цветовосприятия средствами простых проверок. Имеются различные реализации этого теста, обычно он существует в форме некоторого набора, напоминающего настольную игру. Он состоит из цветовых образцов, которые разбиты на четыре группы, в каждую из них входит по 21 цветовому экземпляру.

По результатам испытания можно диагностировать большую часть хроматических аномалий человека. Цветовые иллюзии – частный случай более общего явления, известного под названием оптических иллюзий. Академические словари объясняют этот феномен обманом зрения или ошибками в оценке геометрических характеристик и физических параметров объектов окружающей среды, совершаемых наблюдателем при определенных условиях. Ошибки эти весьма многочисленны, разнообразны и с трудом поддаются объяснению.

Трудно поверить, глядя на рис. 1, что все горизонтальные линии являются параллельными прямыми. Этот поразительный пример производит впечатление ловко проделанного фокуса.



Рис. 1. Пример оптической иллюзии

Все горизонтальные линии на этом рисунке являются идеальными прямыми, параллельными горизонтальной оси На рис. 2 показана регулярная сетка, в узлах которой расположены круги небольшого размера. Это классический пример, демонстрирующий оптическую иллюзию в самой простой форме. Испытуемому предлагается подсчитать количество кружков разного цвета. Обычно уже после обработки первого ряда начинают путаться люди с самой устойчивой психикой и идеальным зрением.



Рис. 2. Пример иллюзии восприятия тонов

Трудно подсчитать число кружков черного и белого цвета, размещенных на этом рисунке Человеческий мозг воспроизводит образы (и цвет в том числе) методом «дорисовывания». То есть, когда Вы мельком видите что-либо, мозг дорисовывает картину увиденного подставляя самый подходящий образ из сознания (ранее увиденного и воспринятого). Так если Вы увидели незнакомый предмет (ничего подобного никогда не видели), то Вам потребуется не в пример больше времени, нежели в случае, когда Вы были бы знакомы с аналогами данного предмета.

Данная особенность помогает человеку быстрее ориентироваться в пространстве. Человеческий мозг (сознание) обладает поистине широкими возможностями адаптации. Если в комнате полумрак, через несколько секунд Вы уже приспосабливаетесь к данному освещению. Вечером, при свете ламп накаливания (цвет свечения которых желтый) мы видим белые предметы белыми. Наш мозг, зная о том, что лист бумаги должен быть белым, корректирует восприятие цвета исходя из данного предположения.



Рис. 3. Оценка воспринимаемой информации

Адаптивность зрения является причиной зрительных иллюзий. На рисунке 3 Вы можете видеть два таких примера. В первом случае картина состоит только из зеленых и розовых квадратиков, хотя кажется, что присутствуют еще и красные (в нижней части). Во втором же случае, кажется, что третий круг (внутри прямоугольников) самый темный, хотя на самом деле они одного цвета. По этой причине, в оценке цвета нежелательно полагаться исключительно на собственное зрение.

**Элементы цвета. Цвет и свет.**

**Цвет** – одно из свойств объектов материального мира, воспринимаемое как зрительное ощущение. Зрительные ощущения возникают под действием на органы зрения света – электромагнитного излучения видимого диапазона спектра.

Воздействие цвета на человека многогранно. В повседневной жизни он определяет наше настроение и самочувствие, оказывает влияние на работоспособность и психологическое состояние. Поэтому понимание того, что на самом деле представляют собой цвет, психология его восприятия и механизмы воздействия на цветовые рецептор нашего глаза очень важно для правильного применения его на практике.

Для того чтобы «увидеть» цвет, нужны три вещи:

· источник света;

· объект;

· ваш глаз (приемник излучения).

Источник света

Объект

Глаз человека

Существует два аспекта восприятия цвета и света:

• Первый аспект – биология.

• Второй аспект – физика. Свет попадает на квадрат и отражается

С **биологической точки** зрения ощущение цвета возникает в мозге при возбуждении цветочувствительных клеток – рецепторов глазной сетчатки человека или другого животного, колбочках. У человека и приматов существует три вида колбочек – «красные», «зелёные» и «синие», соответственно.

Светочувствительность колбочек невысока, поэтому для хорошего восприятия цвета необходима достаточная освещённость или яркость. Наиболее богаты цветовыми рецепторами центральные части сетчатки. Физиологами и оптиками давно установлен факт избирательной чувствительности человеческого зрения к волнам различной длины (рис. 2). В упрощенном изложении, без привлечения графиков чувствительности палочек и колбочек, это значит, что в обычных обстоятельствах человек хорошо воспринимает зеленый цвет, несколько хуже – красный и хуже всего – синий цвет. Каждое цветовое ощущение у человека может быть представлено в виде суммы ощущений этих трех цветов (т. н. трёхкомпонентная теория цветового зрения). Заметим, что у птиц и рептилий зрение четырёхкомпонентно и включает рецепторы ближнего ультрафиолета, выше 300 нм. При восприятии цвета наиболее высокочувствительные рецепторы сумеречного зрения – палочки – автоматически отключаются.



Рис. 2 Средние нормализованные спектральные характеристики чувствительности цветовых рецепторов человека – колбочек. Пунктиром показана чувствительность палочек – рецепторов сумеречного зрения.

Диапазон длины волны зрительных ощущений (цвета) находится в пределах 380–760 мкм. Физические свойства света тесно связаны со свойствами вызываемого ими ощущения: с изменением мощности света меняется яркость цвета излучателя или светлота цвета окрашенных поверхностей и сред. С изменением длины волны меняется цветность, которая идентична с понятием цвета, ее мы определяем словами «синий», «желтый», «красный», «оранжевый» и пр. Что представлено видимым спектром света (рис 3).



Рис. 3 Непрерывный оптический спектр

Таблица 1 – Соответствие цвета различным диапазонам длин волн

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Цвет | Диапазон длин волн, нм | Диапазон  частот, ГГц | Диапазон энергии фотонов, эВ |
| Красный | 625–740 | 480–405 | 1,68–1,98 |
| Оранжевый | 590–625 | 510–480 | 1,98–2,10 |
| Жёлтый | 565–590 | 530–510 | 2,10–2,19 |
| Зелёный | 500–565 | 600–530 | 2,19–2,48 |
| Голубой | 485–500 | 620–600 | 2,48–2,56 |
| Синий | 440–485 | 680–620 | 2,56–2,82 |
| Фиолетовый | 380–440 | 790–680 | 2,82–3,26 |

Характер ощущения цвета зависит как от суммарной реакции чувствительных к цвету рецепторов глаза человека, так и от соотношения реакций каждого из трех типов рецепторов. Суммарная реакция чувствительных к цвету рецепторов глаза определяет светлоту, а соотношение ее долей – цветность (цветовой тон и насыщенность). Характеристиками цвета являются цветовой тон, насыщенность и яркость или светлота которые являются количественно измеряемыми физическими характеристиками.

Как уже было отмечено выше, наличие света является непременным условием визуального восприятия всего цветового пространства окружающего мира. С точки зрения **физики** свет представляет собой электромагнитное излучение, связанное с флуктуацией электрического и магнитного полей. Иными словами, свет представляет собой энергию, а цвет есть продукт взаимодействия этой энергии с веществом.

Свет имеет двойственную природу, обладая свойствами волны и частицы. Корпускулы света, называемые фотонами, излучаются источником света в виде волн, распространяющихся с постоянной скоростью порядка 300 000 км/с.

Аналогично морским волнам световые волны имеют гребни и впадины. Поэтому в качестве характеристики световых волн используют длину волны, представляющую собой расстояние между двумя гребнями (единица измерения – метры или ангстремы, равные 10–8), и амплитуду, определяемую как расстояние между гребнем и впадиной.

Разные длины волны воспринимаются нами как разные цвета: свет с большой длиной волны будет красным, а с маленькой – синим или фиолетовым. В случае если свет состоит из волн разной длины (например, белый цвет содержит все длины волн), то наш глаз смешивает разные длины волн в одну, получая, таким образом, один результирующий цвет.

Альтернативными **характеристиками электромагнитного излучения** являются **частота** (измеряемая в герцах или циклах/с) и **энергия** (измеряемая в электрон-вольтах). Чем короче длина волны, тем больше ее частота и выше энергия. И наоборот, чем больше длина волны, тем меньше частота и ниже энергия.

**Излученный и отраженный свет**

Все, что мы видим в окружающем пространстве, либо излучает свет, либо его отражает.

**Излученный цвет** *–* это свет, испускаемый активным источником. Примерами таких источников могут служить солнце, лампочка или экран монитора. В основе их действия обычно лежит нагревание металлических тел либо химические или термоядерные реакции. Цвет любого излучателя зависит от спектрального состава излучения. Если источник излучает световые волны во всем видимом диапазоне, то его цвет будет восприниматься нашим глазом как белый. Преобладание в его спектральном составе длин волн определенного диапазона (например, 400 – 450 нм) даст нам ощущение доминирующего в нем цвета (в данном случае сине-фиолетового). И наконец, присутствие в излучаемом свете световых компонент из разных областей видимого спектра (например, красной и зеленой) дает восприятие нами результирующего цвета (в данном случае желтого). Но при этом в любом случае попадающий в наш глаз излучаемый цвет сохраняет в себе все цвета, из которых он был создан.

**Отраженный свет** возникает при отражении некоторым предметом (вернее, его поверхностью) световых волн, падающих на него от источника света. Механизм отражения цвета зависит от цветового типа поверхности, которые можно условно разделить на две группы:

· ахроматические;

· хроматические.

Первую группу составляют ахроматические (иначе бесцветные) цвета: черный, белый и все серые (от самого темного до самого светлого) (рис. 4). Их часто называют нейтральными. В предельном случае такие поверхности либо отражают все падающие на них лучи, ничего не поглощая (идеально белая поверхность), либо полностью лучи поглощают, ничего не отражая (идеальная черная поверхность). Все остальные варианты (серые поверхности) равномерно поглощают световые волны разной длины. Отраженный от них цвет не меняет своего спектрального состава, изменяется только его интенсивность.

Вторую группу образуют поверхности, окрашенные в хроматические цвета, которые по-разному отражают свет с разной длиной волны. Так, если вы осветите белым цветом листок зеленой бумаги, то бумага будет выглядеть зеленой, потому что ее поверхность поглощает все световые волны, кроме зеленой составляющей белого цвета. Что же произойдет, если осветить зеленую бумагу красным или синим цветом? Бумага будет восприниматься черной, потому что падающие на нее красный и синий цвета она не отражает. Если же осветить зеленый предмет зеленым светом, это позволит выделить его на фоне окружающих его предметов другого цвета.

Процесс отражения света сопровождается не только связанным с ним процессом поглощения в приповерхностном слое. При наличии полупрозрачных предметов часть падающего света проходит через них (см. рис. 4). На этом свойстве основано действие фильтров фотоаппаратов, вырезающих из области видимого спектра нужный цветовой диапазон (иначе – отсекающих нежелательный цветовой спектр).



Рис. 4 Механизмы отражения поверхностями: а – зеленой, б – желтой в-белой, г – черной поверхностями

Чтобы лучше понять этот эффект, прижмите к поверхности лампочки пластину цветного оргстекла. В результате наш глаз «увидит» цвет, непоглощенный пластиком.

Каждый объект имеет спектральные характеристики отражения и пропускания. Эти характеристики определяют, как объект отражает и пропускает свет с определенными длинами волн (рис. 5).

**Спектральная кривая отражения** определяется путем измерения отраженного света при освещении объекта стандартным источником.

**Спектральная кривая пропускания** определяется путем измерения света, прошедшего сквозь объект.



Рис. 5 Кривые спектрального отражения выпавшего снега(1), желтой бумаги(2), и кривые спектрального пропускания зеленого светофильтра(3), красного светофильтра(4), синего светофильтра(5)

Некоторые измерительные устройства позволяют даже вводить поправки, компенсирующие изменение условий внешнего освещения. Спектральные характеристики отражения и пропускания связаны с явлением метамерии.

**Метамерия** – свойство зрения, при котором свет различного спектрального состава может вызывать ощущение одинакового цвета. Иногда, в более узком смысле, метамерией называют явление, когда два образца цвета воспринимаются одинаковыми под одним источником освещения, но теряют сходство под другим (с другими спектральными характеристиками излучаемого света). Для определения спектральных характеристик объектов используют специальные приборы, спектрофотометры, со стандартными источниками света. Указанные различия в механизмах формирования излученного и отраженного цвета важны для понимания восприятия цвета глазом человека.

**Литература**

1. Бубнов А.Е. Компьютерный дизайн. Основы, Мн: Знание, 2008 г.
2. Кричалов А.А. Компьютерный дизайн. Учебное пособие, Мн.: СТУ МГМУ, 2008 г.
3. Стоянов П.Г. Работа с цветом и графикой, Мн.: БГУИР, 2008 г.