

КАТЕХИЗИС ТЕХНИЧЕСКОГО ЦВЕТОВЕДЕНИЯ

25 ВОПРОСОВ И ОТВЕТОВ

ПАВЕЛ НОВОСЕЛЬЦЕВ
ООО «АПОСТРОФ»,
технический директор

1. ЧТО ТАКОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ЦВЕТОВЕДЕНИЕ?

Это отрасль знания, которая призвана найти связь между цветовосприятием и цветовыми характеристиками объектов. Дисциплина должна предсказывать ответ человека на явно или неявно формулируемый вопрос в отношении цветовых свойств объектов. В конечном счете, все эти вопросы сводятся к двум:

- а) можно ли признать цветовые свойства объектов одинаковыми для конкретных целей?
- б) можно ли признать различие в цветовых свойствах приемлемыми в конкретных обстоятельствах?

2. ЧТО ТАКОЕ ЦВЕТОВОСПРИЯТИЕ?

Объективно, т.е. внешним образом, цветовосприятие – это реакция наблюдателя на изображение. По определению, цветовосприятие субъективно, т.е. зависит от свойств наблюдателя.

3. КАК МОЖНО ПРОГНОЗИРОВАТЬ СУБЪЕКТИВНЫЕ РЕАКЦИИ?

Прогнозировать субъективные реакции можно с практически достаточной достоверностью, потому что в их основе лежит общая физиология вида *Homo sapiens*.

4. КАКОВЫ ГЛАВНЫЕ СВОЙСТВА ЦВЕТОВОСПРИЯТИЯ?

– Цветовосприятие возникает на основе зрительного ощущения. Последнее обусловлено воздействием света на зрительную систему человека.

– Свет есть видимое электромагнитное излучение – в общем случае – различного спектраль-

ного состава. В зависимости от условий наблюдения свет одинакового состава может вызывать одинаковые или разные реакции у наблюдателя. Иногда различный по составу свет может вызывать одинаковые реакции.

– Свет, вызывающий зрительное восприятие, всегда является неоднородным стимулом

с точки зрения пространства/времени. Пространственно неоднородный стимул – это изображение.

– Следует различать зрительное ощущение как физиологическую реакцию и зрительное восприятие как продукт высшей нервной деятельности. Восприятие всегда сложнее, чем вызыва-



ЦВЕТ – ЭТО СВОЙСТВО ИЗЛУЧЕНИЯ, ОБЩЕЕ ДЛЯ ВСЕХ СПЕКТРАЛЬНЫХ СОСТАВОВ ВИДИМЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ, ВИЗУАЛЬНО НЕ РАЗЛИЧИМЫХ В КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ НАБЛЮДЕНИЯ. У РАЗНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ЕСТЬ СВОЙСТВО (ОДНО ИЗ МНОГИХ ДРУГИХ), ПО КОТОРОМУ ОНИ МОГУТ БЫТЬ УРАВНЕНЫ ВИЗУАЛЬНО. ЭТО СВОЙСТВО НАЗЫВАЮТ ЦВЕТОМ. (ГОСТ 13088-67 «КОЛОРИМЕТРИЯ. ТЕРМИНЫ, БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ»).

ющий его стимул, поэтому равенства стимулов недостаточно для равенства восприятий.

– В высшей нервной деятельности (реакциях наблюдателя) имеет место только результат зрительного восприятия. Механизм возникновения зрительных восприятий очень похож на механизм возникновения условных рефлексов. Зрительные

восприятия – это вторичные представления, которые мы принимаем за непосредственные ощущения, подобно тому, как условные рефлексы после возникновения часто оказываются сходными с безусловными рефлексами.

5. ЧТО ТАКОЕ ЦВЕТОВОЙ СТИМУЛ?

Цветовой стимул – это видимое излучение, исходящее от какого-либо внешнего объекта, на котором фокусируется внимание наблюдателя.

6. ЧТО ТАКОЕ ЦВЕТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА?

Это выражение характеристик объекта, влияющих на цветовосприятие этого объекта при помощи той или иной системы цветовой спецификации.

7. ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМА ЦВЕТОВОЙ СПЕЦИФИКАЦИИ?

Это набор правил и технических средств для обозначения различий в цветовосприятии и цветовых характеристиках объектов: окраске, виде или цвете.

8. КАКИЕ БЫВАЮТ СИСТЕМЫ ЦВЕТОВОЙ СПЕЦИФИКАЦИИ?

Для цветовосприятия используются либо словесные описания, либо физические образцы: цветные атласы, веера, отдельные образцы. Для окраски используются приборы, конструкция которых реализует одну из стандартизированных оптических геометрий освещения/измерения. Приборы измеряют спектральные характеристики излучения, перенаправленного от поверхности объекта, нормированные относительно эталонной белой поверхности. Для вида используются колориметрические приборы с несколькими геометриями освещения/измерения одновременно (гоноспектрофотометры). Для цвета используются приборы, измеряющие спектральные характеристики излучения в абсолютных энергетических единицах, без учета его пространственного распределения.

9. ЧТО ТАКОЕ «ЦВЕТ» В ТЕХНИЧЕСКОМ ЦВЕТОВЕДЕНИИ?

Цвет – это свойство излучения, общее для всех спектральных составов видимых излучений, визуально не различимых в колориметрических условиях наблюдения. Иными словами, иногда можно визуально уравнивать излучения разного спектрального состава. Таким образом, у разных излучений есть свойство (одно из многих других), по которому они могут быть уравнены визуально. Это свойство называют цветом (ГОСТ 13088-67 «Колориметрия. Термины, буквенные обозначения»).

10. ЧТО ТАКОЕ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЯ?

Это такие условия наблюдения, при которых два пространственно разделенных, но одинаковых по составу света – излученных, отраженных или пропущенных объектом – воспринимаются одинаково.

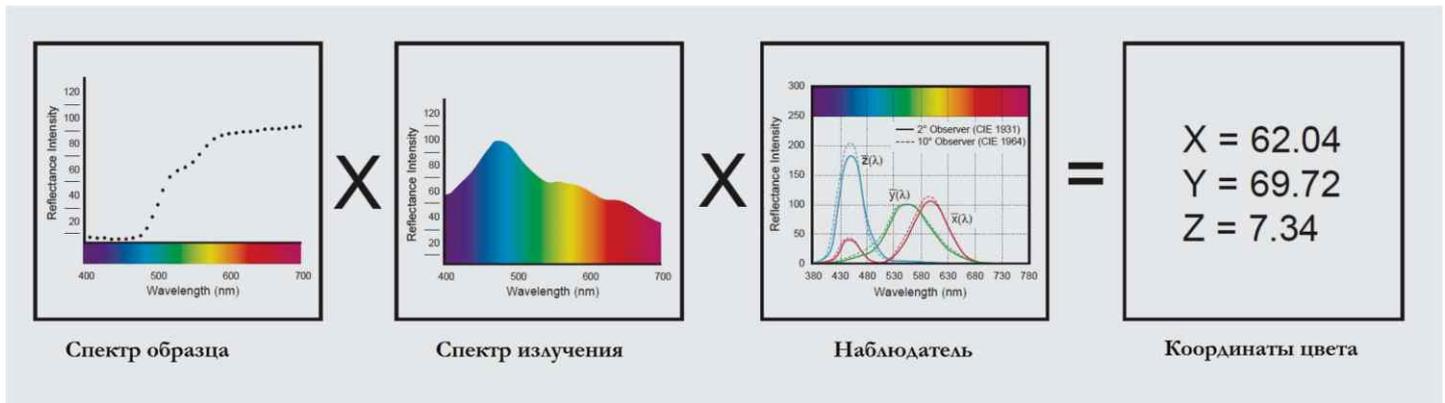


Рисунок 1

11. ЧТО ТАКОЕ «ОКРАСКА» В ТЕХНИЧЕСКОМ ЦВЕТОВЕДЕНИИ?

Окраска – это свойство предметов, по которому их можно уравнивать визуально в определенных условиях наблюдения. Если два объекта одинаковой формы неразличимы в данных условиях, то в этих условиях они имеют одинаковую окраску. Окраска предметов обусловлена совместным действием двух факторов: способностью предметов избирательно поглощать и избирательно перенаправлять падающий на них свет. С колориметрической точки зрения один и тот же предмет имеет бесконечно много схожих окрасок в зависимости от условий освещения/наблюдения. А, например, предмет, окрашенный интерференционными пигментами, имеет бесконечно много существенно разных окрасок. Окраска оценивается по цвету света, исходящего от образца, поэтому часто путают термины «цвет» и «окраска».

12. ЧТО ТАКОЕ «ВИД» В ТЕХНИЧЕСКОМ ЦВЕТОВЕДЕНИИ?

Вид – это свойство объектов, по которому они могут быть уравнены визуально для всех возможных условий наблюдения. Если два объекта, одинаковых по форме и размеру, неразличимы для всех возможных условий наблюдения, то они имеют одинаковый вид. Ясно, что вид есть совокупность всех возможных вариантов окраски объекта для различных условий наблюдения.

13. КАКИЕ СИСТЕМЫ ЦВЕТОВОЙ СПЕЦИФИКАЦИИ ЯВЛЯЮТСЯ ОБЩЕПРИЗНАНЫМИ?

Наиболее распространенными и важными системами являются:

- для цветовосприятий – система Манселла, система NCS, система DIN, каталоги Pantone и RAL;
- для цвета и окраски – система МКО (CIE – Международная комиссия по освещению);
- для вида – система МКО, дополненная новыми стандартами по многоугольной геометрии

освещения/измерения (стандарты ASTM и DIN) (более подробно см. «Измерительные системы технического цветоведения» // Мир измерений. – 2012. – № 10. – С. 3–10).

14. ЧТО ТАКОЕ СИСТЕМА МКО?

Это свод стандартов, предназначенных для спецификации цвета и окраски:

- таблицы, определяющие стандартных колориметрических наблюдателей: 2- и 10-градусного. Стандартный колориметрический наблюдатель – это совокупность трех кривых избирательной спектральной чувствительности трех типов клеток в глазу человека. Это модель цветового зрения человека на самом элементарном, физиологическом уровне. Эти спектральные кривые заданы с интервалами 5, 10 или 20 нм в диапазоне от 380 до 780 нм;
- таблицы, определяющие спектральное распределение мощности стандартных излучений;
- описание стандартных геометрий освещения и измерения;
- описание стандартного белого эталона;
- стандартные формулы для расчета цветовых координат и цветовых различий.

15. ЧТО ТАКОЕ КООРДИНАТЫ ЦВЕТА ИЗЛУЧЕНИЯ XYZ ПО СИСТЕМЕ МКО?

Это совокупность трех чисел, которые получают раздельным умножением спектра измеряемого излучения на три кривых спектральной чувствительности одного из стандартных колориметрических наблюдателей. Таким образом, координаты цвета представляют собой свернутую информацию о спектре излучения. Координаты цвета представляют каждое излучение точкой в трехмерном пространстве, которое называется цветовым. Пространство XYZ является основным. Большинство других цветовых пространств либо производны от него, либо связаны с ним линейным преобразованием. Одно и то же излучение может иметь несколько различных координат цвета в зависимости от выбранного стандартного наблюдателя.

16. ЧТО ТАКОЕ КООРДИНАТЫ ЦВЕТА ОКРАСКИ XYZ ПО СИСТЕМЕ МКО?

Это совокупность трех чисел, которые получают умножением спектра излучения, отраженного или пропущенного образцом и измеренного на приборе со стандартной геометрией освещения/измерения, нормированного по белой поверхности, на три кривых спектральной чувствительности одного из колориметрических наблюдателей и нормированную спектральную кривую распределения мощности одного из стандартных излучений (см. рис. 1).

17. ЧТО ТАКОЕ ЦВЕТОВОЕ ПРОСТРАНСТВО?

Цветовое пространство – это трехмерное множество, образованное координатами цвета. Исходное цветовое пространство XYZ является алгебраическим пространством, а не геометрическим. Иными словами, в нем не задано правило нахождения расстояния между точками, представляющими различные излучения, поэтому это пространство не может использоваться непосредственно для спецификации цветовых различий.

18. ЧТО ТАКОЕ ЦВЕТОВОЕ РАЗЛИЧИЕ DE?

Порог восприятия различия между двумя цветовыми стимулами зависит от внешних – физических – условий наблюдения, самого наблюдателя, психологических условий проведения визуальных оценок и принятых методик обработки их результатов. Представление цветовых стимулов в виде точек в цветовом пространстве XYZ позволило количественно выражать пороговые величины восприятия цветовых различий посредством задания локальных метрик в разных пространствах, производных от пространства XYZ. Расстояния во всех этих пространствах выражаются в единицах DE. Цветовое различие равное 1 DE означает, что приблизительно только половина нетренированных наблюдателей увидит различие в окраске данной пары образцов. В настоящее время существует несколько стандартных формул для расче-

та цветового различия по координатам XYZ. Формулы дают несколько различающиеся значения DE для одной и той же пары окрасок.

19. КАК ПРАВИЛЬНО СПЕЦИФИЦИРОВАТЬ ЦВЕТОВОЕ РАЗЛИЧИЕ?

Для того чтобы конкретное значение цветового различия имело смысл, необходимо указать:

- по какой формуле оно рассчитано;
- для каких колориметрических условий (стандартное излучение/наблюдатель) рассчитывались цветовые координаты;
- какая стандартная геометрия освещения/наблюдения использовалась при измерении спектров сравниваемых образцов.
- подробно писать методику подготовки образца и порядок выполнения измерения.

20. КАК ВЫБРАТЬ ДОПУСТИМУЮ ВЕЛИЧИНУ ЦВЕТОВОГО РАЗЛИЧИЯ?

Большинство стандартов регламентирует только порядок расчета величины цветового различия, но не его приемлемое значение. Последнее является коммерческим компромиссом между интересами заказчика и поставщика. Оно может быть определено на основании результатов визуальной разбраковки конкретного вида продукции ответственными лицами. Такие визуальные оценки должны выполняться при строгом соблюдении требований соответствующих стандартов. Параллельные приборные измерения разбракованных образцов, позволяют установить объективное численное значение допуска по цветовому различию, которое можно распространить на аналогичные типы продукции для данного заказчика.

21. КАК ОБЕСПЕЧИТЬ СОГЛАСОВАННОСТЬ ЦВЕТОВОСПРИЯТИЯ И ПРИБОРНОЙ СПЕЦИФИКАЦИИ ОКРАСКИ?

Чтобы согласовать цветовосприятие с результатами приборной спецификации окраски необходимо максимально упростить и стандартизировать условия выполнения визуальных оценок. Это позволяет редуцировать сложность психологии цветовосприятия почти до физиологии цветовых ощущений. Современная колориметрия достигла такого уровня, что если приборные измерения показывают соответствие образцов цветовому допуску, то почти наверное при проведении визуальных оценок в стандартизованных условиях наблюдатель согласится с этим.

22. КАК ЗАДАТЬ ЦВЕТОВОЙ ЭТАЛОН?

Однозначно эталон можно задать только посредством физического образца. С некоторой потерей информации эталон можно задать, специфицируя его окраску, т.е. спектральные характеристики, измеренные на конкретном приборе. Со значительной потерей информации можно задать эталон по цветовым координатам.

Очень грубой спецификацией будет задание каталожного номера окраски. Наименее точной будет спецификация эталона при помощи словесного описания.

23. С КАКОЙ ТОЧНОСТЬЮ МОЖНО СПЕЦИФИЦИРОВАТЬ ОКРАСКУ?

Окраска специфицируется приборами. Самой важной измерительной характеристикой колориметрического прибора является повторяемость (сходимость). В международной практике ее принято выражать в единицах DE. Спектрофотометры среднего ценового диапазона обеспечивают повторяемость измерений на уровне 0,2–0,1 DE. Иными словами, погрешность даже недорогого прибора примерно на порядок меньше порогового цветового различия нетренированного наблюдателя. Методы статистических оценок точности и сходимости цветовых спецификаций зависят от типа измерительных шкал, лежащих в их основе. Следует признать, что сегодня эти методы находятся еще в стадии разработки. Очевидно, роль этих методов будет неуклонно возрастать по мере распространения практики объективной – приборной – спецификации окраски.

24. ЧТО ТАКОЕ МЕТАМЕРИЗМ?

Метамеризм – это понятие, используемое для констатации факта нарушения цветового равенства, по причине изменения условий наблюдения по сравнению с теми условиями, в которых такое равенство было установлено. Чаще всего обсуждают метамеризм, связанный с изменением освещения.

25. ЧТО ТАКОЕ КОМПЬЮТЕРНЫЙ РАСЧЕТ ЦВЕТОВОЙ РЕЦЕПТУРЫ?

Компьютерный расчет рецептуры – это моделирование спектра эталона. Моделирование осуществляется на основе различных вариантов теории переноса излучения. Во всех моделях свойства колорантов описываются коэффициентами поглощения и рассеяния в зависимости от длины волны. Эти коэффициенты определяются по спектрам калибровочных образцов с известными концентрациями колорантов в образце. Знание удельных, т.е. отнесенных к единичной концентрации, коэффициентов поглощения и рассеяния отдельных колорантов позволяет теоретически рассчитать состав композиции, который обеспечит получение нужного спектра. Как правило, таких композиций получается несколько. ■



УНИКАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ



КОМПЛЕКСНОЕ
РЕШЕНИЕ
ВОПРОСОВ
МОДЕРНИЗАЦИИ,
ОСНАЩЕНИЯ
И ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ОКРАСОЧНЫХ
ПРОИЗВОДСТВ
ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ

АВТО-ЭМ –
эксклюзивный дистрибьютор
Colorificio Damiani S.p.A. (Италия)
на территории РФ и Таможенного союза
125212, Москва, Выборгская 16/1,
тел. (495)-775-0505,
факс (495)-775-0509
www.technoem.ru; www.autoem.ru