

АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ

КОНТРОЛЬ ЦВЕТА КРАСКИ ПРЯМО НА ХОЛСТЕ ПОСРЕДСТВОМ ВНЕШНЕЙ ПРИСТАВКИ ДИФФУЗНОГО ОТРАЖЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СПЕКТРОФОТОМЕТРА AGILENT CARY 60 UV-VIS

Решения для аналитических компаний
Программы для рынков и отраслей

Информация о техническом решении

Материалы

Авторы

Паоло Терагни (Paolo Teragni),
Паоло Скардина (Paolo Scardina),
Agilent Technologies

Аннотация

В предыдущих методиках описывались преимущества и принцип использования дистанционной волоконно-оптической приставки диффузного отражения на спектрофотометре Agilent Cary 60 UV-Vis. Дополнительное ПО для определения цвета помогает количественно оценивать цветовые ощущения. ПО для определения цвета может преобразовывать ощущения или внешний вид предмета в числа в соответствии с различными геометрическими координатами и системами освещения. Понятие «визуальной колориметрии» (с участием стандартного колориметрического наблюдателя и использованием стандартного устройства) как метода определения цветовых характеристик возникло около 1920 года. Первая стандартизованная система цветов была принята приблизительно в 1931 году Международной комиссией по освещению (CIE, Commission internationale pour l'Eclairage). Систему CIE можно считать основой всех систем контроля цвета. Однако каждый художник использует цвета по-своему, в зависимости от личных предпочтений, культурного контекста и доступных материалов. Поэтому для понимания произведений искусства и определения наилучшего способа их сохранения требуется высокотехнологичное портативное оборудование.

Введение

Измерение окрашенных материалов в картинах часто затруднено из-за их размера, формы и расположения. Невозможно разделить один тип краски на отдельные составляющие. Поэтому необходимо собрать данные о цвете и спектрах отражения с мельчайшего пятна краски, чтобы понять и классифицировать различные окрашенные материалы, присутствующие в нем, а также иметь возможность воспроизвести их как можно ближе к оригиналу.



Решение

Спектрофотометр для ультрафиолетового и видимого диапазонов Agilent Cary 60 UV-Vis с дистанционной оптоволоконной приставкой диффузного отражения (рис. 1) позволяет быстро и точно измерять коэффициенты диффузного отражения для образцов диаметром около 2 мм. Благодаря сильно сфокусированному лучу Cary 60 идеально подходит для использования волоконной оптики.



Он обеспечивает превосходное сопряжение и передачу света, а это означает лучшие фотометрические характеристики. Кроме того, он нечувствителен к освещению в помещении, что позволяет проводить измерения в любом положении за пределами кюветного отделения.

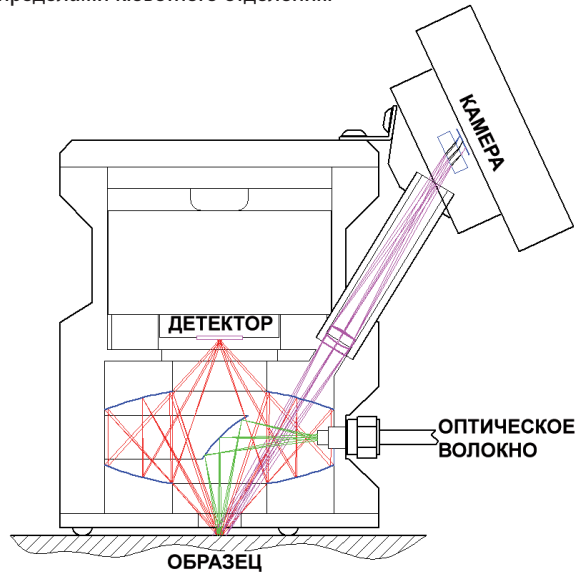


Рисунок 1. Спектрофотометр Agilent Cary 60 UV-VIS с дистанционной оптоволоконной приставкой диффузного отражения (ПДО).

ПО для определения цвета (рис. 2) основано на системе CIE. Его использование целесообразно при проведении экспериментов по сопоставлению цветов с использованием стандартного (или среднего) колориметрического наблюдателя. Оно преобразует спектральные данные в системы с тремя координатами, так

называемые «трехкоординатные данные». В общем случае трехкоординатные данные связаны с цветом, оттенком и яркостью. Сегодня есть возможность пересчитывать спектральные данные для многих «стандартных источников света» и цветовых координат для лучшей оценки исследуемого цвета.

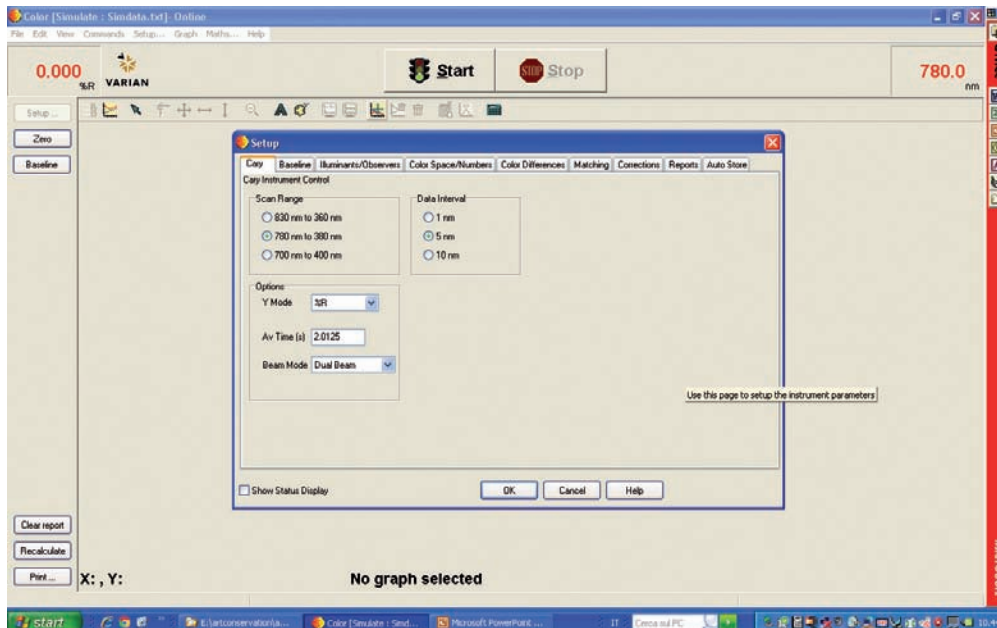


Рисунок 2. Панель настройки ПО для определения цвета.

Основные координаты и источники света в ПО для определения цвета

- трехкоординатные данные;
- хроматичность;
- CIE $L^*a^*b^*$;
- CIE $L^*u^*v^*$;
- метрические координаты;
- Hunter Lab;
- белизна;
- желтизна;
- мутность;
- цветовое различие;
- источники света:
 - A = освещение лампой накаливания с вольфрамовой нитью,
 - B = прямой солнечный свет,
 - C = средний солнечный свет,
 - D 65 = естественный дневной свет, дневной свет и другие источники;
- углы наблюдения:
 - 2 градуса, 10 градусов;
- фотопические;
- скотопические;
- коррекция по эталону.

Оборудование

- спектрофотометр Cary 60 UV-Vis;
- дистанционная ПДО Cary 60;
- оптоволоконный кабель Cary 60;
- ПО Cary Win UV;
- ПО Cary Win UV для определения цвета;
- диффузный эталонный стандарт ПТФЭ;
- цвета ПТФЭ.

Методика

Данные были собраны с помощью дистанционной ПДО Cary 60 и приложения для сканирования и/или определения цвета Cary Win UV. Все кривые цветов были скорректированы по базовой линии и проанализированы в диапазоне 380–780 нм. Базовая линия с коэффициентом отражения 100% была получена с помощью белого образца ПТФЭ. Время усреднения сигнала составило 2 секунды.

Экспериментальная часть

Спектры красного цвета в краске

Фотографии (рис. 3) демонстрируют использование красного эталонного ПТФЭ и красных частей картины. Цвет краски зависит не только от цвета пигмента, но также от связующего вещества, абсорбционной

способности поверхности, фактуры покрытия, размера частиц и т. д. Спектры (рис. 4) наглядно демонстрируют, что образцы clownr1 и clowncapelli изготовлены из аналогичных материалов.



Рисунок 3. Красный эталонный ПТФЭ и красные части картины.

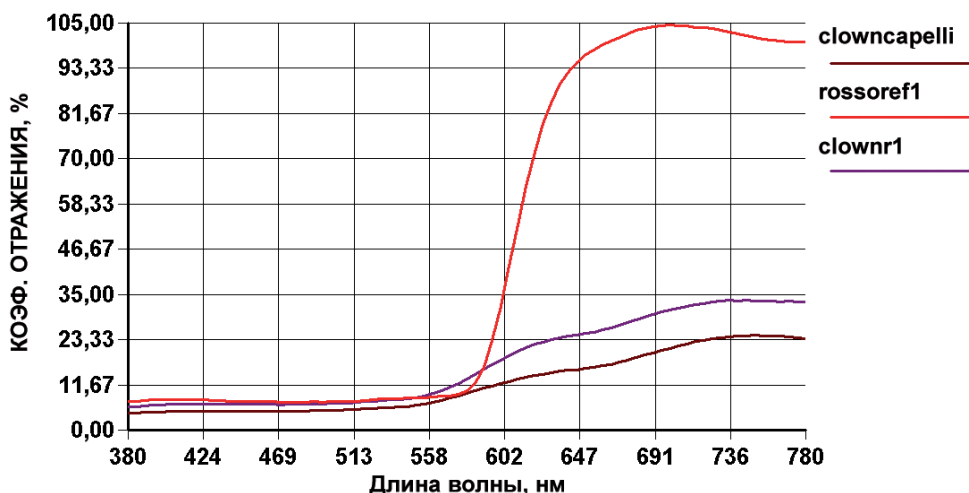


Рисунок 4. Спектры, показывающие, что пробы clownr1 и clowncapelli изготовлены из аналогичных материалов.

Обработка данных для красного цвета с помощью ПО для определения цвета

Спектры, приведенные на рис. 4, были обработаны с помощью ПО для определения цвета для источника излучения С, угла наблюдения 2 градуса, в трехкоординатной и хроматической системах координат. На рис. 5 и 6 показан треугольный граф CIE в трехкоординатной и хроматической системах координат соответственно.

Трехкоординатные и хроматические данные:

Образец clownr1	Источник света = CIE C		
трехкоординатные	X = 14,2957	Y = 11,5510	Z = 7,9036
хроматические	x = 0,4236	y = 0,3422	z = 0,2342
Образец clowncapelli	Источник света = CIE C		
трехкоординатные	X = 9,6948	Y = 8,1597	Z = 5,7750
хроматические	x = 0,4103	y = 0,3453	z = 0,2444
Образец rossoref1	Источник света = CIE C		
трехкоординатные	X = 31,0238	Y = 18,5691	Z = 8,8005
хроматические	x = 0,5313	y = 0,3180	z = 0,1507

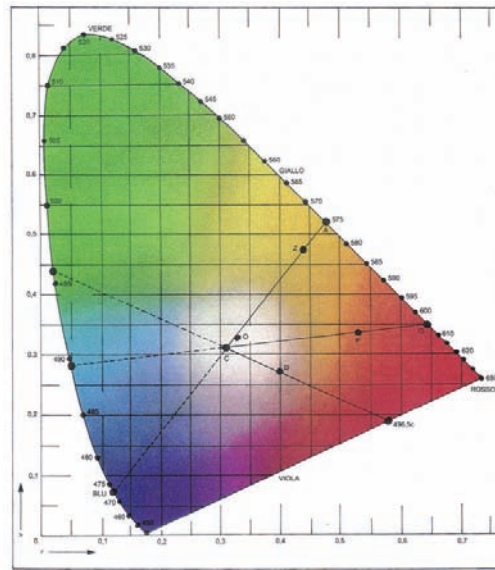


Рисунок 5. Хроматические координаты (x, y) определяют цвет и оттенок. Координата z (не показана) расположена вертикально по отношению к плоскости (x, y) и определяет яркость цвета.

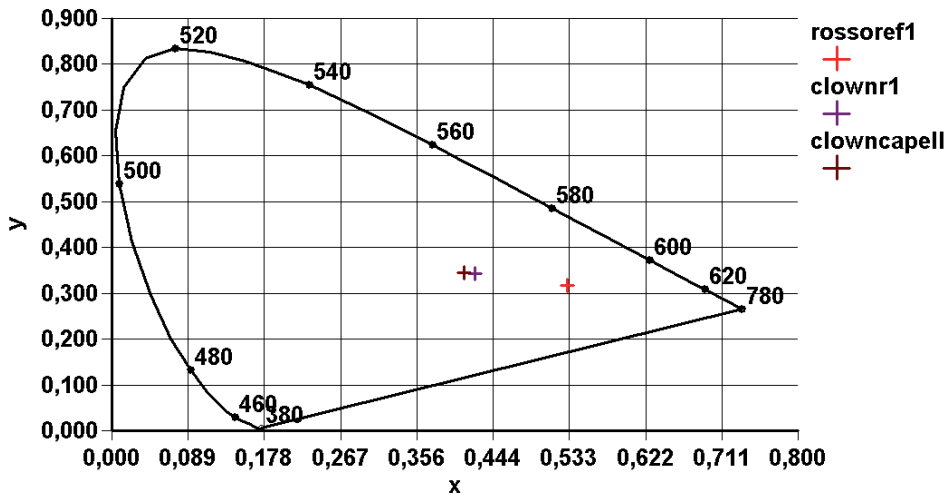


Рисунок 6. Хроматические данные образца в треугольном графе CIE.

Как упоминалось ранее, цвет и спектры образцов clownr1 и clowncapelli очень схожи. Образец rossoref1, очевидно, совершенно иной.

Данные для красного цвета в координатах $L^*a^*b^*$

ПО для определения цвета может перевести трехкоординатные данные (X, Y, Z) в другую систему координат, например CIE $L^*a^*b^*$. CIE $L^*a^*b^*$ — это система совершенно другого типа, использующая декартовы координаты, где L^* = светлота, a^* = красный — зеленый, b^* = желтый — синий (рис. 7).

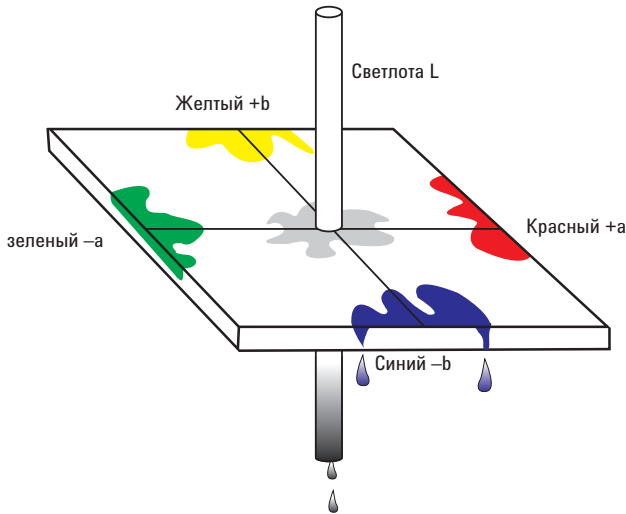


Рисунок 7. Декартова система координат $L^*a^*b^*$.

Пересчитанные в $L^*a^*b^*$ спектры изображены на рис. 8, 9 и 10. Координаты $L^*a^*b^*$ указывают на то, что значение красного цвета для образца rossoref1 сильно отличается от соответствующих значений для образцов clowncapelli и clownr1.

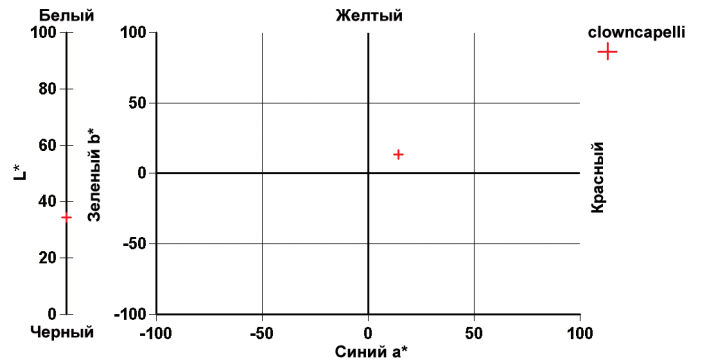


Рисунок 8. Данные $L^*a^*b^*$ для образца clowncapelli:
 $L^* = 34,3133$ $a^* = 14,3222$ $b^* = 13,6369$.

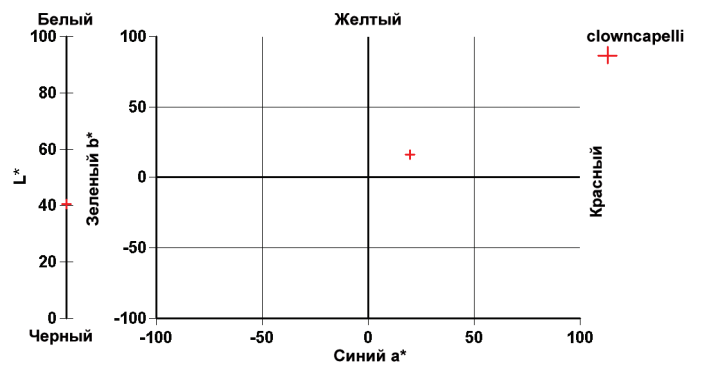


Рисунок 9. Данные $L^*a^*b^*$ для образца clownr1:
 $L^* = 40,4934$ $a^* = 19,6363$ $b^* = 16,2313$.

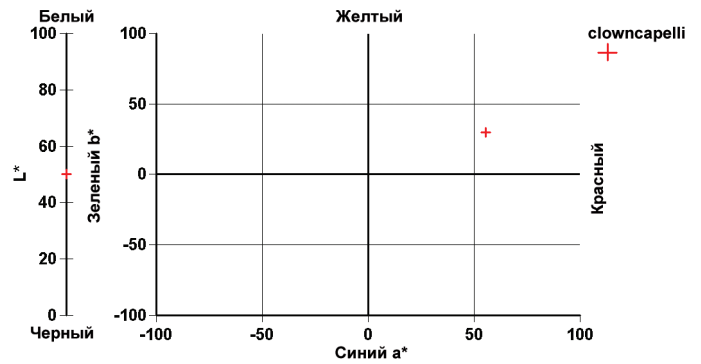


Рисунок 10. Данные $L^*a^*b^*$ для образца rossoref1:
 $L^* = 50,1792$ $a^* = 55,4309$ $b^* = 29,9696$.

Данные для красного цвета в режиме Delta Lab

Еще одним полезным инструментом ПО для определения цвета является «Методика сопоставления». По этой методике сравниваются два образца в координатах $L^*a^*b^*$, один из которых принимается за стандарт, а другой представляет собой исследуемый образец. Образец *clownr1* был принят за стандарт, а *clowncapelli* — за исследуемый образец. Чтобы получить представление об окружающем пространстве равного цвета для каждой цветовой точки (образца), использовали допуск $\Delta E^*_{LAB} = 1,00$. Получены следующие данные.

В результате:

	Стандарт	Образец	Различие
L^*	40,493	34,313	- 6,180
a^*	19,636	14,322	- 5,314
b^*	16,231	13,637	- 2,594
$DE^*_{ab} \ 8,554$.			

Данные указывают на общее различие (DE^*_{ab}) между двумя образцами и различие для каждой цветовой координаты в отдельности.

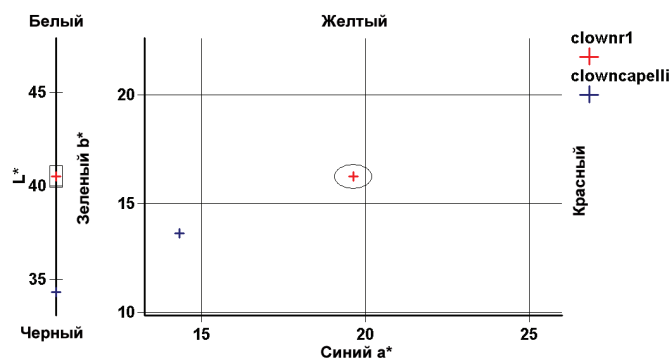


Рисунок 11. Сравнение координат $L^*a^*b^*$ для образцов *clownr1* (стандарт) и *clowncapelli* (исследуемый образец) (увеличенное изображение).

Образец и стандарт находятся в желто-красной части системы $L^*a^*b^*$ (рис. 11). Это свидетельствует о том, что образец *clowncapelli* содержит меньше желтого и голубого пигментов по сравнению с образцом *clownr1*, а также имеет меньшую светлоту (или яркость).

Заключение

Спектрофотометр для ультрафиолетового и видимого диапазонов Agilent Cary 60 UV-Vis с дистанционной ПДО и программным обеспечением для определения цвета идеально подходит для экспресс-анализа образцов, которые не должны быть повреждены. За короткий промежуток времени можно провести измерения цветов во многих системах координат для сравнения и проверки информации, полученной из спектров, независимо от персонального видения наблюдателя, восприятия цвета мозгом и освещения помещения. В данной работе в качестве примера приведены некоторые цветочные данные с использованием различных систем координат, но только для источника света С. При желании все данные можно легко пересчитать для других источников света. Данная методика также применима во многих других областях, таких как реставрация и сохранение произведений искусства, и не ограничивается анализом конкретного материала. Ее целесообразно использовать для любых материалов, требующих анализа отдельного цвета, в том числе бумаги, пластмасс, металлов с покрытием и древесины.

Литература

Публикации Agilent о спектрофотометре Agilent Cary 60 UV-Vis, внешней ПДО, а также ПО для определения цвета:

Logan D. and Tems U., "Measuring diffuse reflectance of solid samples with the Agilent Cary 60 UV-Vis" (*Agilent Application Note 5991-1430EN*), **2012** [Логан Д. и Темс У., «Измерение диффузного отражения твердых образцов с помощью спектрофотометра Agilent Cary 60 UV-Vis» (*Методическая информация Agilent 5991-1430RU*), **2012** г.].

Logan D. and Tems U., "Measuring the reflectance of very small samples using the Agilent Cary 60 Remote Diffuse Reflectance Accessory (DRA) (*Agilent Application Note 5991-1559EN*), **2012** [Логан Д. и Темс У., «Измерение коэффициента отражения образцов малых размеров с помощью дистанционной приставки диффузного отражения (ПДО) Agilent Cary 60» (*Методическая информация Agilent 5991-1559RU*), **2012** г.].

Справка по программному обеспечению Cary Win UV для определения цвета.

Информация о теориях цвета и математическое объяснение:

Berns R.S., "Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology," *3rd edition John Wiley & Son.*, **2000**

[Бернс Р. С., «Принципы технологии цвета Бильмаера и Зальцмана», *3-е издание, John Wiley & Son.*, **2000** г.].

Wyszecki G. and Stiles W.S., "Color Science," *2nd edition, John Wiley & Son.*, **1982**

[Вишецкий Г. и Стиллс У. С., «Цветоведение», *2-е издание, John Wiley & Son.*, **1982** г.].

Протоколы CIE:

См. различные публикации CIE (Вена, Австрия).

Протоколы ASTM:

См. ASTM (Запад Коншохокен, Пенсильвания, США).

История искусств с точки зрения химиков:

Ball P., "Bright Earth," *Vintage*, **2008**

[Балл П., «Яркая земля», *Vintage*, **2008** г.].

Zecchina A., "Alchimie nell'arte," *Zanichelli*, **2013**.

[Цеккина А., «Алхимия в искусстве», *Zanichelli*, **2013** г.].

Для получения дополнительной
информации обращайтесь:
maps_agilent@agilent.com

Компания Agilent не несет ответственности за возможные ошибки в настоящем документе, а также за убытки, связанные или являющиеся следствием получения настоящего документа, ознакомления с ним и его использования.
Информация, описания и технические характеристики в настоящем документе могут быть изменены без предупреждения.

© Agilent Technologies, Inc., 2013
Напечатано в США 20 декабря 2013 г.
5991-3783RU

